

VỀ MỘT MÔ HÌNH DÙNG TƯƠNG TÁC ĐỘNG LỰC GIỮA HAI LỚP BIÊN ĐẠI DƯƠNG - KHÍ QUYỀN

LÊ ĐÌNH QUANG, ĐẶNG TÙNG MÂN

§ MỞ ĐẦU

Một trong những vấn đề trung tâm của vật lý khí quyển và vật lý biên hiện tại là nghiên cứu tương tác đại dương - khí quyển.

Đại dương và khí quyển không phải là những môi trường tách biệt, giữa chúng luôn luôn xảy ra sự trao đổi động lượng, âm, v.v... Tính chất của sự trao đổi giữa đại dương và khí quyển chủ yếu xác định bởi các dòng rối trong lớp biên của hai môi trường này. Nghiên cứu tương tác đại dương - khí quyển rất quan trọng và cần thiết cho các nghiên cứu khác như khí hậu, dự báo thời tiết, hoàn lưu khí quyển và biên, ngoài ra còn cho phép giải một số bài toán ứng dụng khác.

Trên cơ sở các công trình [1, 2, 3] bài toán tương tác động lực giữa lớp biên của hai môi trường đại dương - khí quyển được nêu ra như sau :

§1. ĐẶT BÀI TOÁN

Mô hình toán học tương tác động lực giữa hai lớp biên biên - khí quyển, được giải với điều kiện dừng :

Phương trình chuyển động :

$$\frac{d}{dz_i} \left(k_i \frac{du_i}{dz_i} \right) + 2\omega_z(v_i - v_{gi}) = 0, \quad (1.1)$$

$$\frac{d}{dz_i} \left(k_i \frac{dv_i}{dz_i} \right) - 2\omega_z(u_i - u_{gi}) = 0. \quad (1.2)$$

Phương trình cân bằng năng lượng rối :

$$k_i \left[\left(\frac{du_i}{dz_i} \right)^2 + \left(\frac{dv_i}{dz_i} \right)^2 \right] - \alpha_{\theta i} \frac{g}{\theta_i} k_i \frac{d\theta_i}{dz_i} + \alpha_{b_i} \frac{d}{dz_i} k_i \frac{db_i}{dz_i} - \alpha_{\varepsilon_i} \frac{b_i^2}{k_i} = 0. \quad (1.3)$$

Phương trình đối với tốc độ khuếch tán động năng rối thành nhiệt :

$$\alpha_{1\varepsilon_i} k_i \frac{\varepsilon_i}{b_i} \left[\left(\frac{du_i}{dz_i} \right)^2 + \left(\frac{dv_i}{dz_i} \right)^2 \right] - \alpha_{\theta\varepsilon_i} k_i \frac{\varepsilon_i}{b_i} \frac{d\theta_i}{dz_i} + \alpha_{2\varepsilon_i} \frac{d}{dz_i} k_i \frac{d\varepsilon_i}{dz_i} - \alpha_{3\varepsilon_i} \frac{\varepsilon_i^2}{b_i} = 0. \quad (1.4)$$

Biểu thức kinh nghiệm của Mônhin - Obukhốp :

$$k_i = \alpha_{\varepsilon_i} \frac{b_i^2}{\varepsilon_i}. \quad (1.5)$$

$i = 1, 2$ tương ứng với lớp biên khí quyển và biển; u, v - thành phần tốc độ gió (dòng chảy); u_g, v_g - thành phần tốc độ gió địa chuyển; k - hệ số rối; $2\omega_z$ - tham số Coriolit; θ_i - nhiệt độ, thế vị ($i = 1$) hay mật độ nước biển ($i = 2$); b - động năng rối; ε - tốc độ khuếch tán động năng rối thành nhiệt; z - độ cao (độ sâu); $\alpha_{\theta i}, \alpha_{b i}, \alpha_{\theta \varepsilon}, \alpha_{\varepsilon}, \alpha_{1\varepsilon}, \alpha_{2\varepsilon}, \alpha_{3\varepsilon}$ - Các hằng số tổng hợp.

Nếu ta sử dụng một biểu thức gần đúng nào đây đối với $d\theta_i/dz_i$ ví dụ theo [1] ta được:

$$\frac{d\theta_1}{dz_1} = - \frac{P_0}{\alpha_{\theta 1} \rho_1 c_p \kappa v_{*1} z_1} + (\gamma_0 - \gamma) \frac{z_1}{H_1}, \quad (1.6)$$

$$\frac{d\theta_2}{dz_2} = \frac{d\rho_2}{dz_2} = \left(\frac{d\rho_2}{dz_2} \right)_0 + \left(\frac{d\rho_2}{dz_2} \right)_{H_2} \frac{z_2}{H_2} \quad (1.7)$$

(P_0 thông lượng nhiệt gần bề mặt nước - không khí), H_1 độ cao lớp biên khí quyển (biển).

Lúc đó hệ phương trình (1.1) - (1.5) sẽ chứa 5 ẩn u, v, k, b, ε và được đồng kín. Sau khi giải ta nhận được các profile thẳng đứng đối với vận tốc gió (dòng chảy), hệ số rối k , năng lượng rối b , tốc độ khuếch tán động năng rối thành nhiệt ε .

Hệ phương trình (1.1) - (1.5) và các điều kiện biên ở dạng không thứ nguyên được viết như sau:

$$\frac{d^2 \eta_{ni}}{dz_{ni}^2} + \frac{\sigma_{ni}}{k_{ni}} = (-1)^{i+1} \lambda_{xi}, \quad (1.8)$$

$$\frac{d^2 \sigma_{ni}}{dz_{ni}^2} - \frac{\eta_{ni}}{k_{ni}} = (-1)^{i+1} \lambda_{yi}, \quad (1.9)$$

$$\frac{\eta_{ni}^2 + \sigma_{ni}^2}{k_{ni}} - \mu_i + \beta_i \frac{d}{dz_{ni}} \left(k_{ni} \frac{db_{ni}}{dz_{ni}} \right) - \frac{b_{ni}^2}{k_{ni}} = 0, \quad (1.10)$$

$$\frac{\eta_{ni}^2 + \sigma_{ni}^2}{k_{ni}} - A_{s1} \mu_i + A_{11} \frac{k_{ni}}{b_{ni}} \frac{d}{dz_{ni}} \left(k_{ni} \frac{d\varepsilon_{ni}}{dz_{ni}} \right) - A_{21} \varepsilon_{ni} = 0, \quad (1.11)$$

$$k_{ni} = b_{ni}^2 / \varepsilon_{ni}. \quad (1.12)$$

Ở đây:

$$\eta = k \frac{du}{dz}, \quad \sigma = k \frac{dv}{dz}, \quad \lambda_{xi} = \frac{\kappa^2 g}{(2\omega_z)^2 \theta_i} \frac{\partial \theta_i}{\partial x}$$

$$\lambda_{yi} = \frac{\kappa^2 g}{(2\omega_z)^2 \theta_i} \frac{\partial \theta_i}{\partial y}, \quad \mu_i = k_{ni} \left(\frac{u_{g1}}{z_{n1}} + \varepsilon_{\theta 1} v_1 \frac{z_{n1}}{H_{11}} \right)$$

$$\mu_{01} = - \frac{\kappa^2 g P_0}{2\omega_z \rho_1 c_p \theta_1 v_{*1}^2}, \quad v_1 = \frac{\kappa^4 (\gamma_0 - \gamma) g}{(2\omega_z)^2 \theta_1}$$

$$\mu_{02} = \alpha_{\theta 2} k_{n2} \left(\mu_{02} + v_2 \frac{z_{n2}}{H_{n2}} \right)$$

$$\mu_0 = \frac{\kappa^4}{(2\omega_z)^2} \frac{g}{\rho_2} \frac{d\rho_2}{dz_2} \Big|_{z_2=z_{02}}, \quad v_2 = \frac{\kappa^4}{(2\omega_z)^2} \frac{g}{\rho_2} \frac{d\rho_2}{dz_2} \Big|_{z_2=H_2}$$

$$\beta_i = \alpha_{b i} \frac{\kappa^2}{\sqrt{\alpha_{\varepsilon i}}}, \quad A_{11} = \frac{\kappa^2 \alpha_{2\varepsilon i}}{\alpha_{1\varepsilon i} \sqrt{\alpha_{\varepsilon i}}}, \quad A_{21} = \frac{\alpha_{3\varepsilon i}}{\alpha_{1\varepsilon i}}$$

$$A_{21} = \frac{\alpha_{\theta \varepsilon i}}{\alpha_{1\varepsilon i} \alpha_{\theta i}}$$

v_1, v_2 — tham số ổn định nhiệt ở phần trên (dưới) của lớp biên khí quyển (biên); λ_x, λ_y — tham số tá áp. Bốn tham số này là các tham số ngoài, xác định từ thông tin synopt tiêu chuẩn và các đo đạc hải văn.

μ_{01}, μ_{02} — là các tham số trong, các tham số này được tính toán theo các thông tin synopt tiêu chuẩn [1].

Điều kiện trên mặt ngăn cách giữa hai lớp nước — không khí

Giả thiết rằng dòng động năng rối và vận tốc là liên tục khi đi qua bề mặt ngăn cách, ta có:

$$\begin{aligned} Z_1 \rightarrow Z_0 \quad k_1 \rho_1 \frac{du_1}{dz_1} &= -k_2 \rho_2 \frac{du_2}{dz_2} \\ k_1 \rho_1 \frac{dv_1}{dz_1} &= -k_2 \rho_2 \frac{dv_2}{dz_2} \\ u_1 &= u_2, \quad v_1 = v_2 \end{aligned} \quad (1.13)$$

Điều kiện biên

Để tiện viết điều kiện biên, chọn trục tọa độ sao cho trục OX hướng theo phương ứng suất tiếp tuyến ($\eta = kdu/dz$).

$$Z_{n1} \rightarrow z_{0n1} : \eta_{n1} = 1, \sigma_{n1} = 0, b_{n1} = 1, k_{n1} = z_{0n1}, \epsilon_{n1} = 1/z_{0n1};$$

$$z_{n1} \rightarrow \infty : \eta_{n1} = 0, \sigma_{n1} = 0, \epsilon_{n1} = 0, b_{n1} = 0, k_{n1} = 0.$$

Chúng ta sẽ xác định tham số tương tác giữa hai lớp biên χ và φ . Ở đây χ — hệ số ma sát địa chuyển, φ — góc giữa véc tơ gió địa chuyển trên bề mặt và véc tơ dòng chảy địa chuyển. Đặt vào (1.13) biểu thức tính các thành phần vận tốc gió (dòng chảy) nhận được từ việc giải các phương trình chuyển động (1.8) và (1.9) và sau một vài phép biến đổi nhận được:

$$\chi = \sqrt{1 - 2n \cos \varphi + n^2} / \sqrt{N_1^2 + N_2^2}, \quad (1.14)$$

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = - \frac{1 - n(N \sin \varphi + \cos \varphi)}{N - n(N \cos \varphi - \sin \varphi)}, \quad (1.15)$$

Ở đây:

$$N_1 = \frac{d\sigma_{n1}}{dz_{n1}} + \frac{1}{A_0} \frac{d\sigma_{n2}}{dz_{n2}} \Big|_{z_{n1}=z_{0n1}}, \quad N_2 = \frac{d\eta_{n1}}{dz_{n1}} + \frac{1}{A_0} \frac{d\eta_{n2}}{dz_{n2}} \Big|_{z_{n1}=z_{0n1}}$$

$$N = \frac{N_1}{N_2}, \quad A_0 = \sqrt{\rho_2/\rho_1}, \quad n = C_{g02}/C_{g01} - \text{tỷ số giữa vận tốc gió địa chuyển bề mặt}$$

mặt và vận tốc dòng chảy địa chuyển bề mặt. Sau khi giải hệ phương trình của bài toán, các thành phần vận tốc gió (dòng chảy) được tính theo các công thức sau:

$$u_1 = C_{g1} \cos \alpha_1 + \left(i - 2 + \frac{i-1}{A_0} \right) \left(-\chi C_{g01} \frac{d\sigma_{n1}}{dz_{n1}} - \lambda_{y1} \chi C_{g01} z_{n1} \right),$$

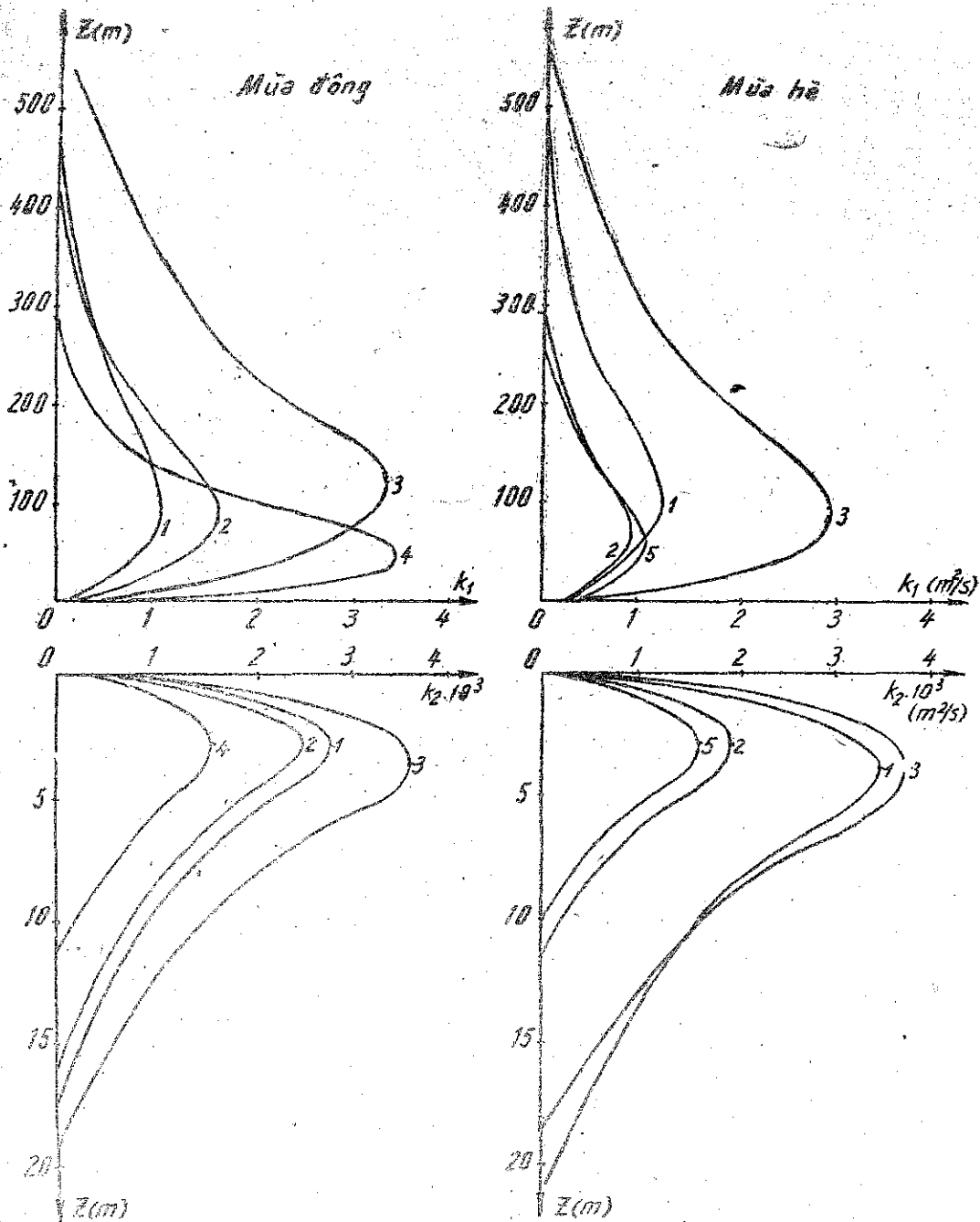
$$v_1 = C_{g1} \sin \alpha_1 + \left(i - 2 + \frac{i-1}{A_0} \right) \left(-\chi C_{g01} \frac{d\eta_{n1}}{dz_{n1}} + \lambda_{x1} \chi C_{g01} z_{n1} \right).$$

Ở đây: C_g — mô đun tốc độ gió địa chuyển, trục OX nằm dọc theo hướng ứng suất tiếp tuyến, α_1 — góc giữa OX và C_{g01} , α_2 — góc giữa OX và C_{g02} .

§ 2. KẾT QUẢ TÍNH TOÁN

Hệ phương trình trên được giải bằng phương pháp truy đuổi ma trận thực hiện trên máy tính EC-1022 bằng ngôn ngữ PL-1 và đã tính cho một số điểm trên biển Đông.

Dưới đây chúng tôi đưa ra profile hệ số rối k cho hai lớp biên biên-khí quyển. Dùng mô hình trên ta có thể tính toán một số đặc trưng như dòng chảy trời, véc tơ gió ở độ cao bất kỳ trong lớp biên theo các thông tin khí tượng và hải văn tiêu chuẩn.



Profile hệ số rối k : 1 - Jessenton, 2 - Vũng tàu, 3 - Nội suy,
4 - Manila, 5 - Hoàng sa

Địa chỉ
Phòng nghiên cứu khoa học
Liên hiệp Việt-Xô
Tổng cục khí tượng thủy văn

Nhận ngày 7/5/1985

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. LÊ ĐÌNH QUANG. Về một cách tham số hóa lớp biên là áp đứng của khí quyển. Tạp chí Cơ học, №1, 1982.
2. ЛАЙХТМАН Д. Л. Физика пограничного слоя атмосферы гидрометеиздат л., 1970.
3. ТАРНОПОЛЬСКИЙ А. Г. Математическая модель взаимодействия между пограничными слоями атмосферы и океана. Труды ГОИН, 1982.

РЕЗЮМЕ

OB OДНОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДИНАМИЧЕСКОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕЖДУ ПОГРАНИЧНЫМИ СЛОЯМИ АТМОСФЕРЫ ОКЕАНА

На основе теоретической модели взаимодействия между пограничными слоями атмосферы-океана, разработанной Тарнопольским, Лайхтманом, система уравнений стационарных бароклинных пограничных слоев атмосферы и океана решается методом матричной прогонки. Как в предыдущей работе автора в этой модели параметр стратификации найдется по стандартным аэросиноптическим и гидрологическим данным. Задача решена на ЕС-1022 языком ПЛ-1. В результате решения задачи получены универсальные профили характеристик турбулентности обоих слоев и параметры динамического взаимодействия между ними. Приведены некоторые результаты вычисления для 5 точек в Восточном море.

THÀNH LẬP PHÂN HỘI CƠ HỌC VẬT RẮN BIẾN DẠNG

Thực hiện quyết nghị của Ban chấp hành trung ương Hội Cơ học Việt Nam, trong bầu không khí sôi nổi và vui vẻ của Trường hệ Cơ học, Đại hội thành lập Phân hội Cơ học vật rắn biến dạng đã được tổ chức tối mùng 4 tháng 7 năm 1986 tại Nhà nghỉ Công đoàn Đồ Sơn Hải Phòng.

Tới dự đại hội có các đại biểu của BCH TW Hội, Phân hội cơ học chất lỏng và chất khí, Phân hội Cơ học đại cương và ứng dụng, Chi hội Cơ học Hà Nội, chi hội Cơ học Huế, Chi hội Cơ học Hải Phòng... đồng đảo các hội viên thuộc lĩnh vực Cơ học vật rắn biến dạng.

Sau khi nghe và thảo luận sôi nổi đi tới nhất trí với những đánh giá về sự phát triển ngành cũng như phương hướng hoạt động cho phân hội của Ban trụ bị, đại hội đã bầu ra Ban chấp hành Phân hội gồm 22 đồng chí:

Đào Huy Bích (chủ tịch), Nguyễn Đức Cán (phó chủ tịch), Phan Ngọc Châu, Trần Dương Hiền, Phạm Hồng, Nguyễn Văn Huân, Nguyễn Văn Hương, Nguyễn Bá Kế, Phan Lê, Nguyễn Văn Lệ, Nguyễn Xuân Lưu, Ngô Thành Phong (phó chủ tịch), Nguyễn Văn Phó, Phan Kỳ Phòng, Đạo Văn Phụ, Vũ Văn Thế, Nguyễn Hoa Thịnh (phó chủ tịch), Phan Vĩ Thủy, Nguyễn Trâm (phó chủ tịch kiêm thư ký) Hà Văn Vui, Nguyễn Hữu Vượng, Nguyễn Văn Vượng.

Ban chấp hành phân hội đã cử đồng chí Ngô Thành Phong đặc trách nhóm ủy viên BCH tại t/p Hồ Chí Minh, đồng chí Nguyễn Đức Cán - đặc trách nhóm ủy viên BCH tại Đà Nẵng để kịp thời tiến hành các công việc của phân hội tại khu vực phụ trách khi đã có chủ trương chung.