

TÍNH DỰ BÁO THỦY TRIỀU VỊNH BẮC BỘ

ĐỖ NGỌC QUỲNH, NGUYỄN THỊ VIỆT LIÊN

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Việc dự báo thủy triều ở vùng vịnh Bắc Bộ nước ta trước tới nay đã được thực hiện cho một số điểm riêng biệt ven bờ, đó là các trạm Hòn Gai, Cửa Ông, Hòn Dấu, Cửa Hội, Cửa Gianh và Cửa Tùng. Phương pháp sử dụng là phương pháp dự báo điều hòa. Kết quả đã lập được bảng thủy triều hàng năm. Trong đó chỉ ra mực nước thủy triều từng giờ tại sáu điểm kể trên. Kết quả dự báo chấp thuận được trong thực tiễn hoạt động ven biển. Những đoạn bờ còn lại với khoảng cách hàng trăm kilômét không có trạm, khi cần thiết giá trị dự báo thủy triều sẽ được nội suy theo các trạm bên cạnh với độ chính xác không đảm bảo. Ngoài ra, cả vùng khơi rộng lớn của vịnh Bắc Bộ chưa có tài liệu tính toán dự báo thủy triều.

Đặt vấn đề tính toán dự báo thủy triều vịnh Bắc Bộ bằng mô hình số trị thủy động trước hết đáp ứng nhu cầu cung cấp thông tin dự báo thủy triều và dòng triều trong toàn vịnh ở thời điểm bất kỳ cần quan tâm, mặt khác sẽ tạo điều kiện để nghiên cứu nhiều quá trình thủy động lực học khác xảy ra trên nền dao động thủy triều của vịnh, chẳng hạn sự tương tác giữa thủy triều và nước dâng bão, sự kết hợp các dòng chảy thành phần trong dòng chảy tổng hợp.

2. PHÁT BIỂU BÀI TOÁN

Hệ phương trình chuyển động và liên tục 2 chiều mô tả truyền sóng triều có dạng quen thuộc [1, 2]

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} - fv = -g \frac{\partial \xi}{\partial x} - kv \frac{\sqrt{u^2 + v^2}}{h + \xi} \quad (2.1)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + fu = -g \frac{\partial \xi}{\partial y} - kv \frac{\sqrt{u^2 + v^2}}{h + \xi} \quad (2.2)$$

$$\frac{\partial \xi}{\partial t} + \frac{\partial(h + \xi)}{\partial x} u + \frac{\partial(h + \xi)}{\partial y} v = 0 \quad (2.3)$$

ở đây u, v là các thành phần vận tốc ngang trung bình theo phương thẳng đứng

ξ - độ dâng mực nước

f - tham số Coriolis, h là độ sâu biển, k là hệ số ma sát đáy

Hệ (2.1) ÷ (2.3) được giải với điều kiện biên:

+ Tại biên cứng: điều kiện không thấm tức thành phần pháp tuyến với bờ của vận tốc bằng 0

$$U_n = 0 \quad (2.4)$$

+ Tại biên lỏng: biểu diễn dao động thực tế của mực nước triều dưới dạng tổng của các thành phần điều hòa chính:

$$\xi(x, y, t) = \sum_i F_i H_i \cos[\sigma_i t + (\alpha + \beta)_i - g_i] \quad (2.5)$$

Với i tương ứng là các sóng triều thành phần. ở đây i thường lấy 4 sóng chính là M_2, S_2, K_1 và

O_1 ; H_i ; g_i là các hằng số điều hòa chỉ phụ thuộc vị trí điểm tính; F_i và $(\alpha + \beta)_i$ là các tham số thiên văn phụ thuộc thời gian; σ_i là tốc độ góc của sóng triều.

Điều kiện ban đầu là trạng thái nước hoàn toàn yên tĩnh

$$t = 0, \quad u = v = \xi = 0 \quad (2.6)$$

Như vậy nghiệm bài toán thủy triều (2.1) ÷ (2.6) sẽ mô tả được phân bố mực nước và vận tốc triều trong vịnh ở bất kỳ thời điểm nào cần quan tâm tương ứng với thời gian t trong điều kiện biên (2.5).

3. GIẢI SỐ TRỊ

Bài toán (2.1) ÷ (2.6) được giải bằng số trị theo sơ đồ sai phân ẩn luân hướng mà nó đã được nghiên cứu khá kỹ lưỡng để mô tả quá trình nước dâng do bão và truyền sóng triều ở vùng biển nước ta [1, 2]. Ở đây sử dụng lưới sai phân xen kẽ với công thức sai phân trung tâm theo không gian và sai phân lùi theo thời gian. Để giải hệ phương trình đại số nhận được, đã sử dụng phương pháp truy đuổi luân hướng.

Miền tính là vùng vịnh Bắc Bộ trong phạm vi từ 16° đến 22° vĩ bắc và $105^\circ 30'$ đến 110° kinh đông với bước lưới không gian là $1/4$ độ kinh vĩ. Ở đây có 2 biên lỏng là phía cửa vịnh và eo Quỳnh Châu, trong đó biên lỏng cửa vịnh đóng vai trò chủ yếu tiếp nhận sóng triều truyền từ biển Đông vào vịnh Bắc Bộ.

Vấn đề có ý nghĩa quyết định trong bài toán dự báo thủy triều theo mô hình số trị ở đây là xác định các thông số trên biên lỏng để mô tả đúng diễn biến của thủy triều của biển Đông truyền qua đây vào vịnh.

Các sóng triều cơ bản được chọn ở đây gồm 4 sóng chính: Hai sóng chu kỳ ngày O_1 , K_1 và hai sóng chu kỳ nửa ngày M_2 , S_2

Dạng	Ký hiệu	Tên gọi	Chu kỳ
Nhật triều	O_1	Mặt trăng chính	25,82 giờ
	K_1	Mặt trăng - mặt trời	23,93 giờ
Bán nhật triều	M_2	Mặt trăng chính	12,42 giờ
	S_2	Mặt trời chính	12,00 giờ

Các hằng số điều hòa thủy triều (biên độ H_i và pha g_i) không phụ thuộc thời gian mà chỉ phụ thuộc vị trí. Tại điểm cố định trên biển nó luôn là hằng số xác định cho từng sóng. Để xác định chúng trên biên lỏng nói chung cần phân tích điều hòa tài liệu đo mực nước liên tục dài ngày ở đó. Trong bài toán này, các hằng số điều hòa trên biên lỏng được chọn từ các bản đồ là kết quả của quan trắc và tính toán theo mô hình lớn của toàn biển Đông.

Các tham số thiên văn là thừa số biên độ F_i và số hạng pha $(\alpha + \beta)_i$, biến thiên theo thời gian có giá trị xác định cho từng ngày với từng sóng được tính như sau [3]:

Thừa số biên độ F_i của các sóng mặt trời bằng 1, của các sóng mặt trăng phụ thuộc vào kinh độ giao điểm lên của quỹ đạo mặt trăng (N):

$$F_{S_1} = 1$$

$$F_{M_2} = 1,00035 - 0,03733 \cos N + 0,00017 \cos 2N + 0,00001 \cos 3N$$

$$F_{K_1} = 1,0060 + 0,1160 \cos N - 0,0088 \cos 2N + 0,0006 \cos 3N$$

$$F_{O_1} = 1,0089 + 0,1871 \cos N - 0,0147 \cos 2N + 0,0014 \cos 3N$$

Các số hạng pha $(\alpha + \beta)_i$, phụ thuộc vào giá trị kinh độ chí tuyến trung bình của mặt trời (h), kinh độ trung bình của mặt trăng (s) và kinh độ giao điểm lên của quỹ đạo mặt trăng (N):

$$\begin{aligned}(\alpha + \beta)_{S_2} &= 0 \\(\alpha + \beta)_{M_2} &= 2h - 2s + 2\zeta - 2\nu \\(\alpha + \beta)_{K_1} &= h + 90^\circ - \nu' \\(\alpha + \beta)_{O_1} &= h - 2s - 90^\circ + 2\zeta - \nu\end{aligned}$$

ở đây:

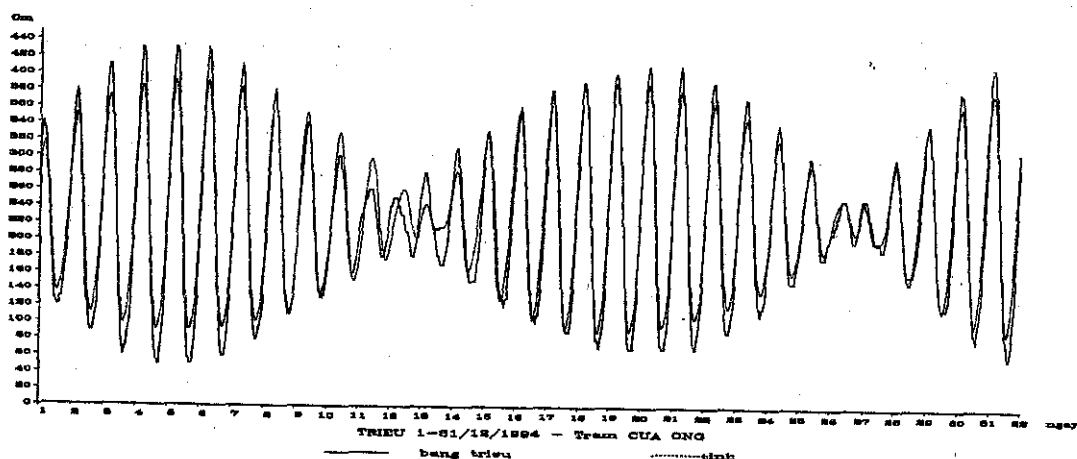
$$\begin{aligned}h &= 280,19^\circ - 0,2387^\circ(Y - 1900) + 0,9857^\circ(D + I) \\s &= 277,02^\circ + 129,3848^\circ(Y - 1900) + 13,1764^\circ(D + I) \\N &= 259,16^\circ - 19,3282^\circ(Y - 1900) - 0,0530^\circ(D + I) \\\nu &= 12,94^\circ \sin N - 1,34^\circ \sin 2N + 0,19^\circ \sin 3N \\\zeta &= 1,87^\circ \sin N - 1,34^\circ \sin 2N + 0,19^\circ \sin 3N \\\nu' &= 8,86^\circ \sin N - 0,68^\circ \sin 2N + 0,07^\circ \sin 3N\end{aligned}$$

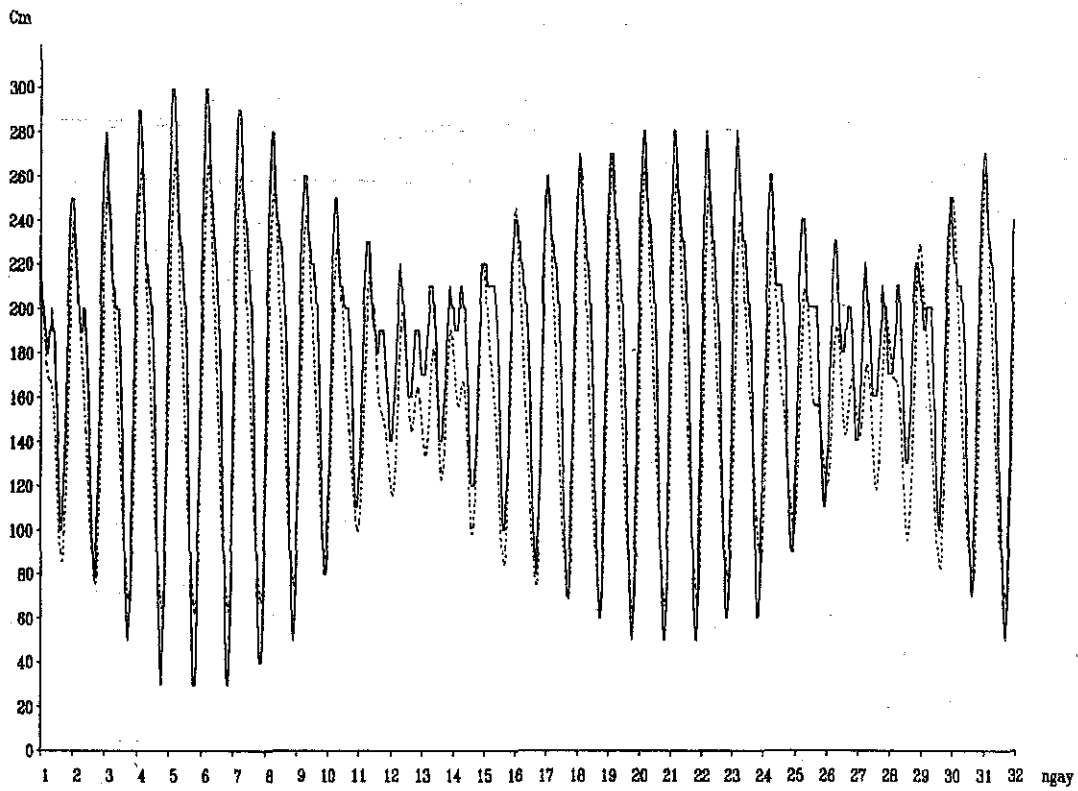
Với Y là năm cần dự báo, D là số ngày tính từ mùng 1 tháng 1 năm Y đến ngày dự báo, I là số năm nhuận từ năm 1901 đến năm Y .

4. KẾT QUẢ TÍNH TOÁN

Với mô hình trình bày trên có thể tính dao động mực nước thủy triều và dòng triều trong vịnh Bắc Bộ cho bất kỳ thời điểm nào cần quan tâm. Kết quả ta có thể nhận được bản đồ phân bố không gian mực nước và dòng triều trong toàn vịnh ở thời điểm bất kỳ, hay biến trình của chúng theo thời gian ở từng điểm.

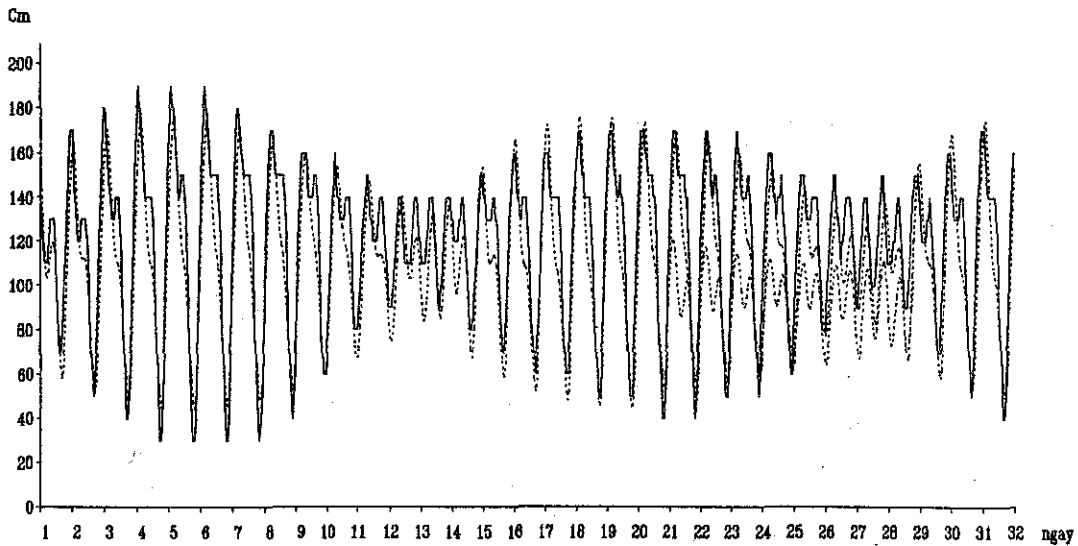
Đã tính thử diễn biến thủy triều vịnh Bắc Bộ trong suốt cả tháng 7 và tháng 12 của 5 năm 1981, 1989, 1990, 1992 và 1994. Chọn 6 điểm ven bờ là: Cửa Ông, Hòn Gai, Hòn Dấu, Cửa Hội, Cửa Gianh và Cửa Tùng để vẽ đồ thị biến đổi suất tháng mực nước triều tính toán ở tất cả các tháng đó. So sánh với các giá trị dự báo của các trạm này trong bảng thủy triều ở thời điểm tương ứng. Kết quả so sánh cho thấy giữa tính toán theo mô hình và giá trị trong bảng triều ở các điểm khác nhau trong các thời gian khác nhau đều khá trùng hợp cả về pha lẫn biên độ. Điều đó chứng tỏ mô hình tính toán dự báo thủy triều ở đây là tin cậy được. Trên hình 1 chỉ ra đồ thị biến đổi mực nước trong tháng 12/1994 ở các điểm ven bờ theo kết quả tính toán mô hình và theo giá trị trong bảng thủy triều. Trên hình 2 trình bày các bản đồ phân bố mực nước và dòng triều ở những thời điểm xác định tương ứng với pha triều dâng và pha triều rút vào tháng 12/1995.





TRIEU 1-31/12/1994 - Trạm CUA HOI

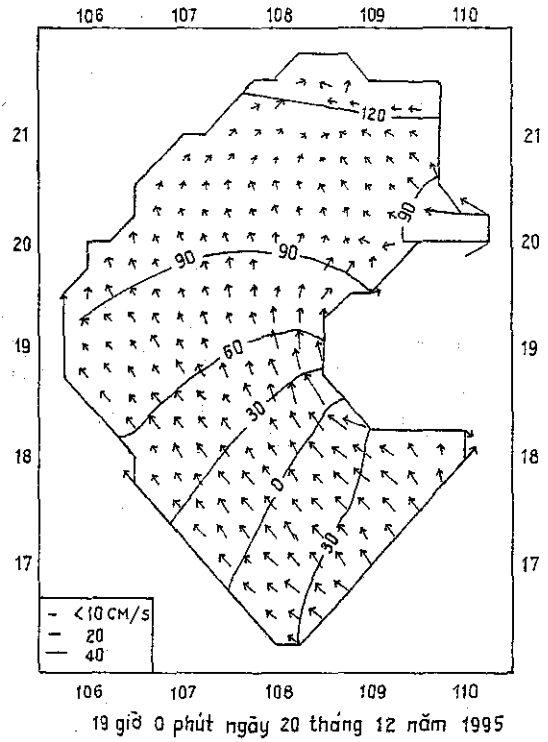
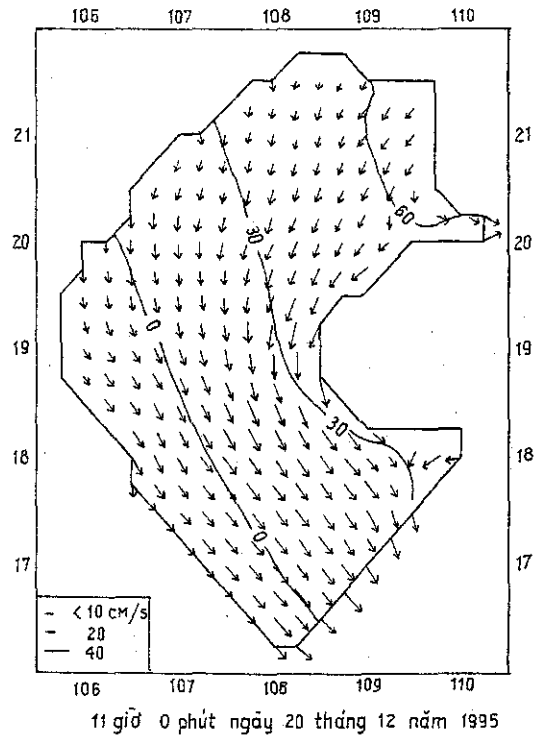
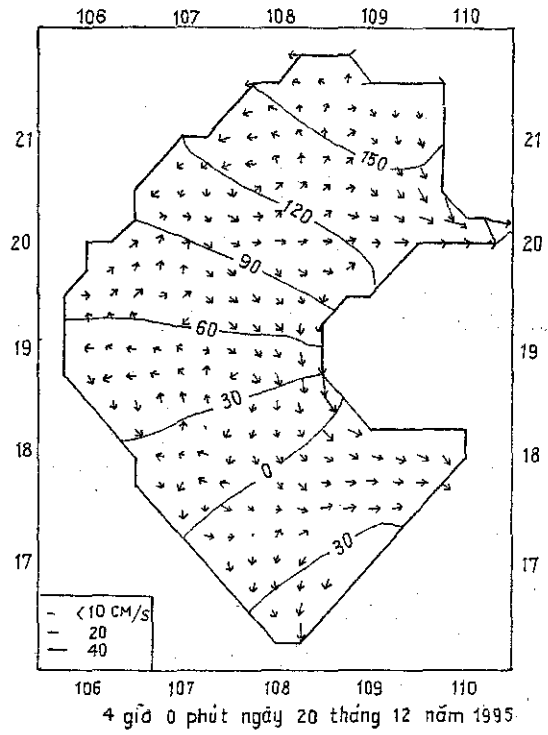
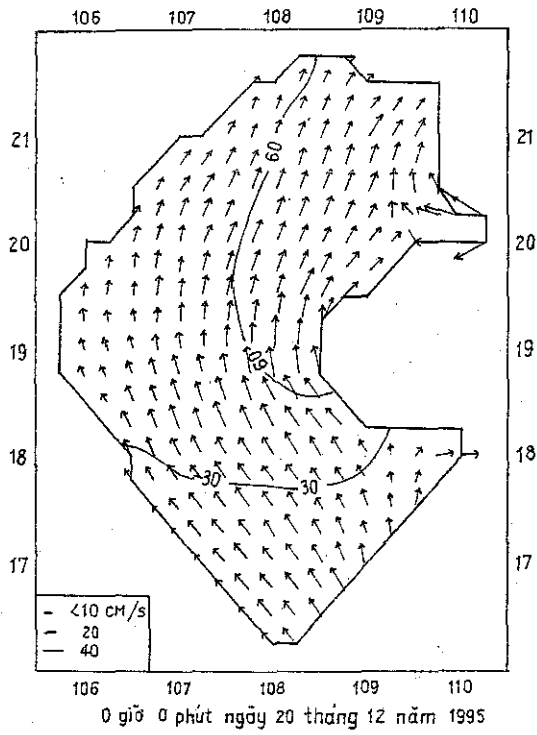
— bang trieu tinh



TRIEU 1-31/12/1994 - Trạm CUA GIANH

— bang trieu tinh

Hình 1. Dao động thủy triều tháng 12/1994 tại các trạm theo mô hình dự báo và theo bảng thủy triều



Hình 2. Phân bố mực nước và dòng triều ngày 20/12/1995 (độ cao mực nước tính từ mực nước trung bình)

5. KẾT LUẬN

Đã xây dựng mô hình số trị dự báo hiện tượng thủy triều cho vịnh Bắc Bộ. Mô hình có khả năng dự báo và tái hiện bức tranh dao động mực nước triều và dòng triều cho các thời điểm bất kỳ và vị trí tùy ý ở trong toàn vịnh. Có lẽ đây là kết quả nhận được lần đầu tiên ở vùng này. Kết quả so sánh với các tính toán dự báo định điểm của bảng thủy triều cho thấy mô hình có độ tin cậy tốt và nếu hoàn thiện có thể phục vụ việc tự động hóa dự báo thủy triều và dòng triều trong vịnh.

Công trình này được hoàn thành với sự hỗ trợ kinh phí của chương trình nghiên cứu cơ bản

Địa chỉ:

Phân viện Cơ học Biển, Viện Cơ học

Nhận ngày 27/2/1995

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Phạm Văn Ninh, Đỗ Ngọc Quỳnh, Đinh Văn Mạnh. Nước dâng do bão ở Việt Nam. Tuyển tập báo cáo Hội nghị cơ học chất lỏng, chất khí toàn quốc lần thứ ba, Hà Nội 1990.
2. Nguyễn thị Việt Liên, Đỗ Ngọc Quỳnh, Trần Gia Lịch. Giải bài toán truyền triều cho vịnh Bắc Bộ dùng điều kiện mực nước tại biên cứng. Tuyển tập công trình Hội nghị cơ học toàn quốc lần thứ 5, Hà Nội 1993, tập 4, Cơ học chất lỏng và chất khí.
3. Персыпкии В. И. Аналитические методы учета колебаний уровня воды. Лен. Гидрометеиздат 1952.

SUMMARY

CALCULATING TIDAL PREDICTION IN THE GULF OF TONKIN

In the paper the using numerical hydrodynamical model for the tidal prediction in the Gulf of Tonkin is presented. The results of prediction are compared with the Tidal Table at some coastal station. The comparison proves that the prediction model suits practice.

INFLUENCE OF HEAT SOURCES TO ...

(tiếp theo trang 35)

REFERENCES

1. Thomas F. Irvine, Jr. Suny, K.C. Wu and William J. Schneider, Vertical channel free convection with a power law fluid. *ASME* 82-WA/HT-69
2. V. D. Quang and D. H. Chung, Numerical analysis of vertical finite channel conjugate natural convection with a power law fluid. Proc. of The Fifth International Conference of Fluid Mechanics (ICFM5), January 2-5, 1995, Cairo, EGYPT, Vol.III, pp.973-980

Received February 24, 1995

ẢNH HƯỞNG CỦA NGUỒN NHIỆT ĐỐI VỚI CHUYỂN ĐỘNG ĐỐI LƯU TỰ NHIÊN TRONG KÊNH HỮU HẠN CỦA CHẤT LỎNG QUY LUẬT MŨ

Bài báo mở rộng các kết quả nghiên cứu của Thomas F. Irvine et al. [1] và Vũ Duy Quang, Đặng Hữu Chung [2] bởi xét đến ảnh hưởng của các nguồn nhiệt phân bố đều bên trong thành kênh cũng như bên trong chất lỏng quy luật mũ chuyển động đối lưu tự nhiên. Các kết quả thu nhận được cho thấy rằng ảnh hưởng của thành sẽ trở nên đáng kể và không thể bỏ qua khi độ dẫn nhiệt của thành đủ bé và do đó hiệu quả của nguồn nhiệt phân bố bên trong chất lỏng sẽ biểu hiện rõ hơn nguồn nhiệt đặt trong thành, đồng thời cũng cho thấy rằng nguồn nhiệt từ $50kW/m^3$ sẽ tạo ra ảnh hưởng đáng kể.