

MỘT NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM ĐỘNG HỌC DÒNG PHUN RỐI XOÁY CỦA NHIÊN LIỆU KHÍ TRONG BUỒNG ĐỐT

K.T.Anatasov⁽¹⁾, Nguyễn Thanh Nam⁽²⁾

⁽¹⁾Trường ĐH Kỹ thuật Sofia, ⁽²⁾Trường ĐH Bách Khoa – ĐHQG-HCM

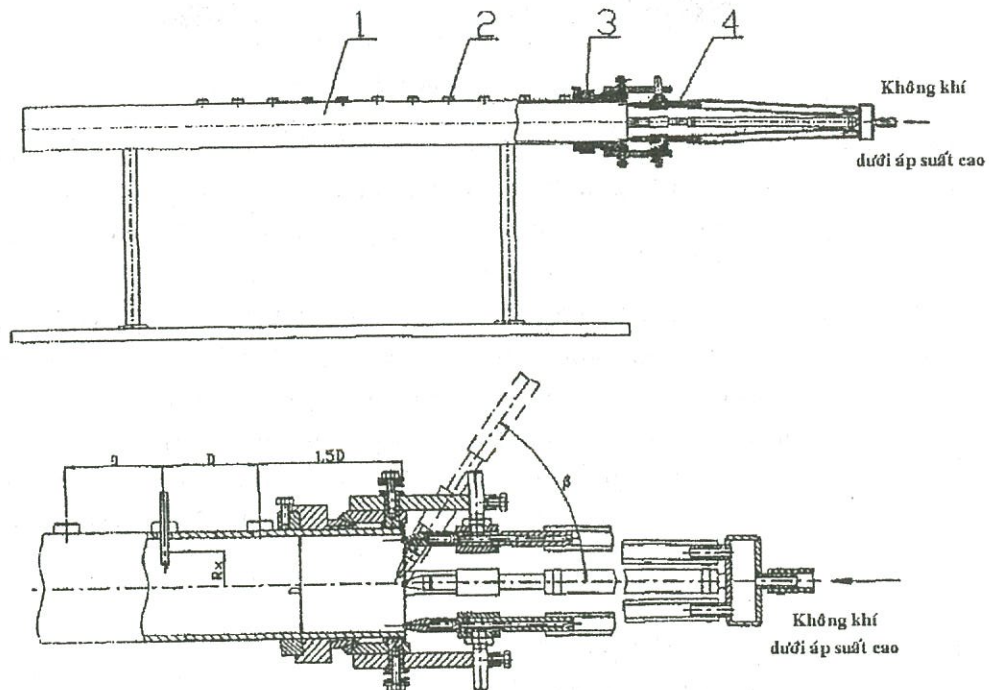
(Bài nhận ngày 12 tháng 05 năm 2003)

TÓM TẮT: Các nghiên cứu thực nghiệm về dòng phun rối xoáy của nhiên liệu khí cho các trường hợp không có và có sự cháy trong báo cáo cùng các kết quả so sánh với mô hình số khẳng định dạng phân bố của trường vận tốc trong dòng phun và khả năng ứng dụng của phương pháp trong các bài toán thực tế.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ:

Đồng thời với các nghiên cứu xây dựng mô hình số cho dòng phun rối xoáy của nhiên liệu trong buồng đốt, để kiểm chứng các kết quả tính toán, bên cạnh việc so sánh với các nghiên cứu công bố của các tác giả khác, thì việc nghiên cứu xây dựng thí nghiệm xác định các thông số động học của dòng phun là cần thiết. Trong khuôn khổ của báo cáo này, các tác giả xin trình bày các nghiên cứu thực nghiệm của mình đối với dòng phun rối xoáy của nhiên liệu khí với thiết bị tạo xoáy dạng cuốn hút (Ejector) trong hai trường hợp: không có sự cháy và có sự cháy.

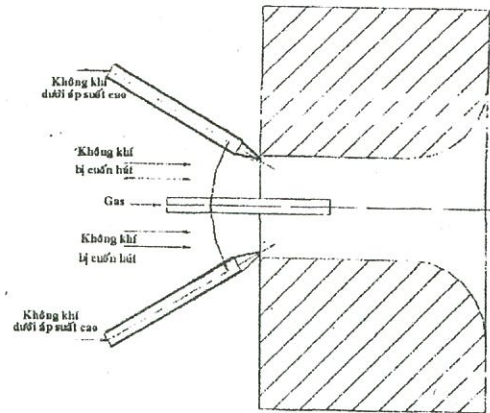
2. THIẾT BỊ THÍ NGHIỆM:



Hình 1: Thiết bị và sơ đồ thí nghiệm

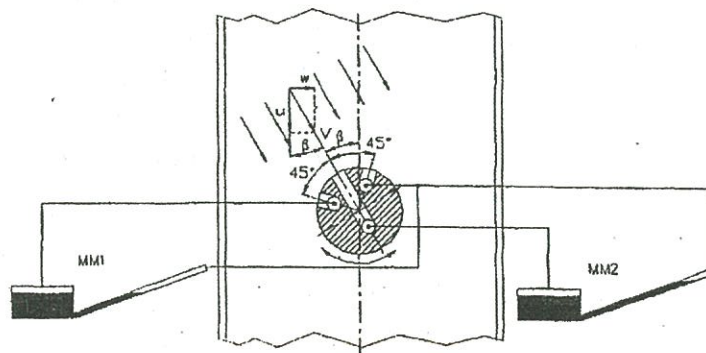
Các nghiên cứu thực nghiệm động học của dòng phun rối xoáy của nhiên liệu khí được thực hiện bằng thiết bị thí nghiệm trên hình 1: các bộ phận chính của thiết bị thí nghiệm

bao gồm: 1 - ống thép tròn có đường kính $D = 68$ mm, trong đó sẽ thực hiện các phép đo vận tốc của dòng phun. Đối với trường hợp trong dòng phun có sự cháy, ống tròn được thay thế bằng đầu phun dạng như sơ đồ hình 2 và lưới thép có bước lưới 50 mm làm nền cho việc ghi hình trực tiếp ngọn lửa; 2 - các lỗ để đặt đầu đo vận tốc; 3 - thiết bị tạo xoáy; 4 - vòi phun tạo xoáy dạng cuốn hút.



Hình 2: Sơ đồ thiết bị đầu phun

Đầu đo vận tốc có dạng hình trụ với đường kính $d=6$ mm. Sơ đồ nguyên lý quá trình đo được trình bày trên hình 3. Áp kế MM1 có nhiệm vụ điều chỉnh hướng của lỗ đầu đo chính theo vectơ vận tốc, do đó các lỗ đo hiệu chỉnh được bố trí làm sao (dưới một góc 45° so với lỗ đo chính) để áp suất trong chúng là áp suất thủy tĩnh. Theo đó áp suất đo được ở đầu đo chính (theo phương của vectơ vận tốc) bằng áp kế MM2 sẽ là áp suất thủy động.



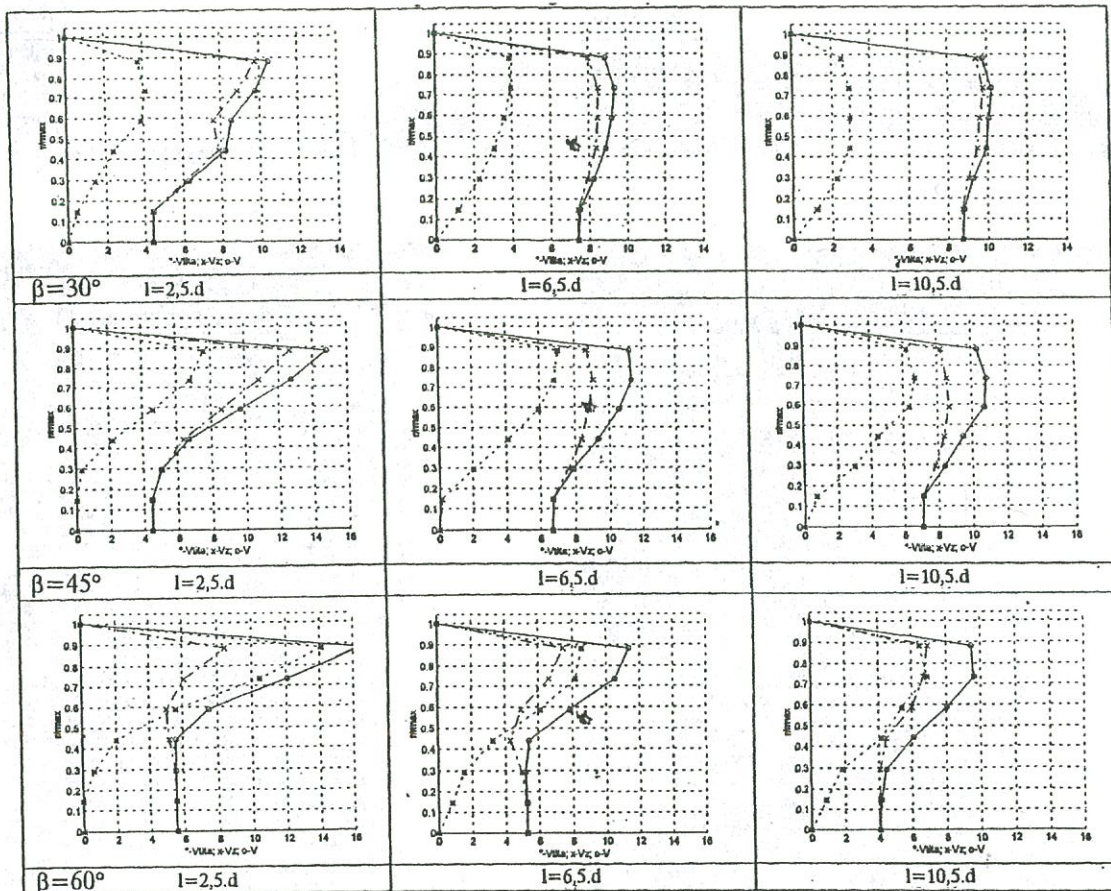
Hình 3: Sơ đồ nguyên lý quá trình đo

Khoảng cách từ thiết diện đầu ống phun tới lỗ đo đầu tiên bằng $1.5D$, khoảng cách giữa các lỗ đặt đầu đo bằng đường kính D . Kết cấu của thiết bị tạo xoáy cho phép thay đổi góc nghiêng miệng phun tạo xoáy với trục của dòng phun β trong khoảng từ 0° đến 60° . Tác động của góc nghiêng β tương tự ảnh hưởng của hệ số xoáy S ($S = U_0/W_0$) lên dòng phun; U_0, W_0 là vận tốc ban đầu của dòng phun theo phương dọc trục và tiếp tuyến. Các phép đo được thực hiện với các trường hợp góc nghiêng $\beta = 30^{\circ}, 45^{\circ}, 60^{\circ}$ đối với dòng phun không có sự cháy tại 10 lỗ cách nhau một khoảng D như trên hình 1 và trong mỗi lỗ đo phép đo được thực hiện tại 6 điểm cách nhau 5mm. Riêng với trường hợp dòng phun rối xoáy có xảy ra quá trình cháy, biên dạng của ngọn lửa được ghi lại dưới dạng hình ảnh với một tỷ lệ nhất định (để hỗ trợ cho việc so sánh với kết quả tính toán) cho các trường hợp khác nhau của β ($\beta = 0^{\circ}, 30^{\circ}, 45^{\circ}$ và 60°).

3. CÁC KẾT QUẢ THỰC NGHIỆM:

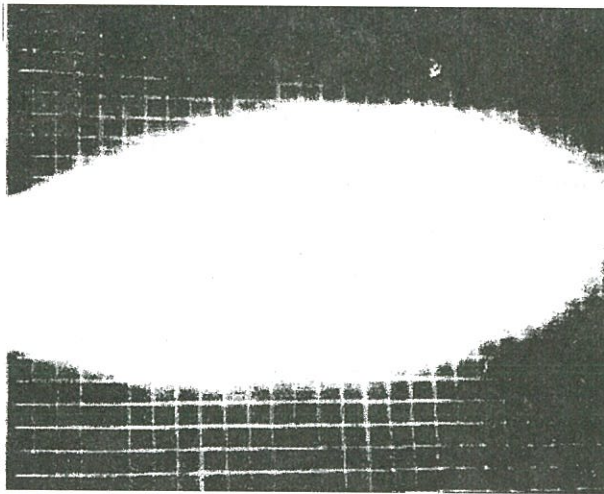
Một số kết quả nghiên cứu thực nghiệm động học của dòng phun rối xoáy không có sự cháy được cho trên hình 4 dưới dạng phân bố vận tốc trên thiết diện ngang (bao gồm vận tốc thực và các thành phần vận tốc theo phương dọc trục U và tiếp tuyến W) tại mỗi lỗ đo cho một số trường hợp của góc nghiêng β .

Phân tích các kết quả nghiên cứu thực nghiệm động học của dòng phun rối xoáy không có sự cháy ta thấy rõ: khi tăng góc nghiêng β trường vận tốc thay đổi nhanh hơn với giá trị lớn nhất dịch chuyển tới gần thành cứng. Điều này chứng tỏ phần lớn hỗn hợp khí chuyển động gần thành cứng hay nói cách khác: phần lớn lưu lượng dòng phun phân bố gần thành cứng, vận tốc theo phương dọc trục U giảm nhanh hơn trong khi vận tốc tiếp W giảm chậm hơn.

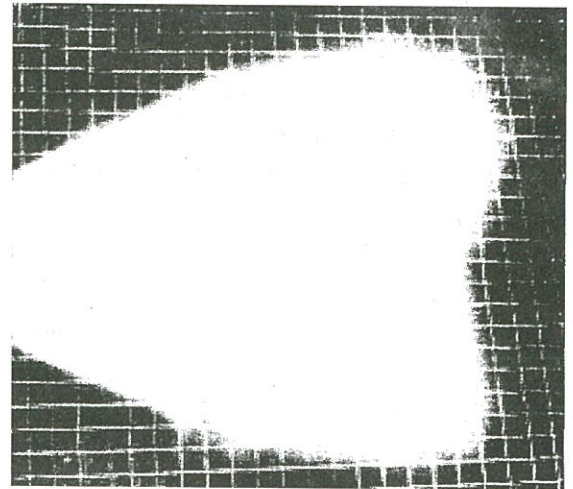


Hình 4: Kết quả thực nghiệm tại một số thiết diện với các góc β khác nhau

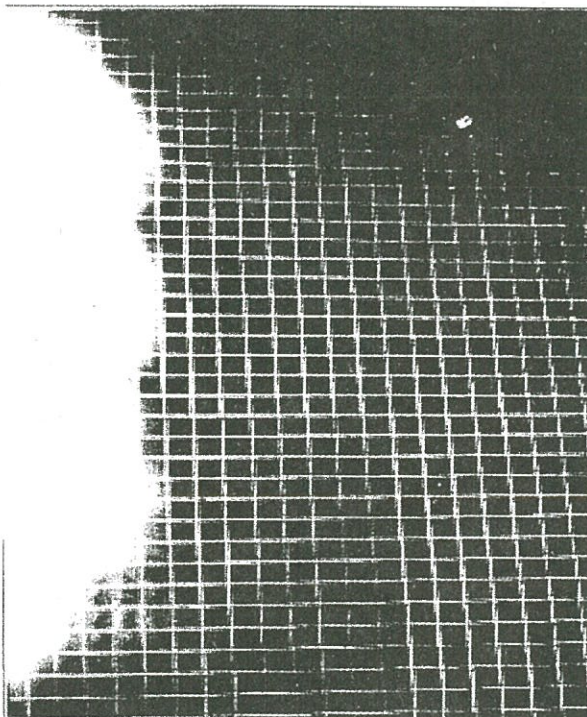
Các hình ảnh của ngọn lửa dòng phun rối xoáy của nhiên liệu khí được cho trên hình 5. Qua hình ảnh của ngọn lửa ta thấy rõ với sự thay đổi góc nghiêng β của các vòi phun tạo xoáy, chiều dài của dòng phun giảm trong khi chiều rộng của dòng phun tăng lên. Khi góc β vượt qua giá trị 40° ngọn lửa dòng phun trở thành “dòng ngang” với chiều rộng của dòng phun lớn hơn nhiều so với chiều dài của ngọn lửa. Hình ảnh của ngọn lửa có thể được sử dụng để so sánh với các kết quả tính toán của dòng phun. Thuận tiện hơn cả là so sánh các đường dòng với hình dạng của ngọn lửa trong buồng đốt (để đảm bảo sự tương ứng của dòng phun trong hai mô hình tính toán và thực nghiệm, kích thước của buồng đốt tính toán được lựa chọn để dòng phun là tự do).



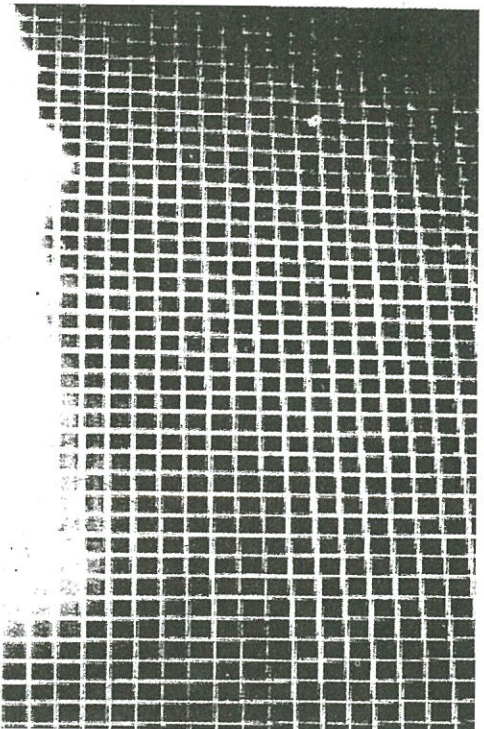
$$\beta = 0^\circ$$



$$\beta = 30^\circ$$



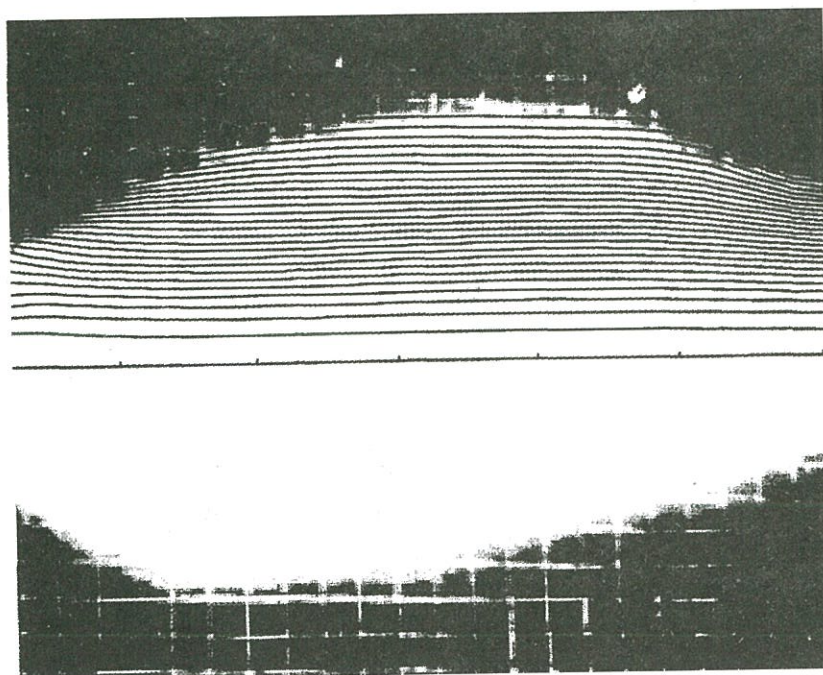
$$\beta = 45^\circ$$



$$\beta = 60^\circ$$

Hình 5: Hình ảnh thực nghiệm ngọn lửa với các góc β khác nhau

So sánh được thực hiện trên hình 6 cho trường hợp $\beta = 30^\circ$, dạng hình học của các mô hình tại đầu vào là như nhau, hệ số xoáy $S_{30}^0 = 0.34$ được xác định từ công thức $S = U_0/W_0$ với U_0 và W_0 nhận được bằng cách tích phân số các kết quả thực nghiệm ở thiết diện đầu tiên. Kết quả so sánh cho ta thấy sự phù hợp giữa các đường dòng và hình dạng của ngọn lửa. Điều này khẳng định độ tin cậy của các mô hình thực nghiệm và tính toán.



Hình 6: So sánh kết quả tính toán và thực nghiệm cho trường hợp $\beta=10^\circ$

4. KẾT LUẬN:

Mô hình thực nghiệm được xây dựng trong báo cáo tương đối đơn giản, không đòi hỏi các thiết bị đặc biệt nhưng kết quả thí nghiệm đáng tin cậy và hoàn toàn có thể sử dụng để nghiên cứu các dòng phun tương tự. Qua mô hình thực nghiệm của dòng phun rối xoáy trong buồng đốt ta thấy rõ ảnh hưởng của sự xoáy lên hình dạng của ngọn lửa và quá trình cháy trong ngọn lửa. Theo đó thông qua việc thay đổi hệ số xoáy của dòng phun ta hoàn toàn có thể điều khiển các thông số cơ bản của ngọn lửa để đảm bảo ngọn lửa cháy sạch.

Công trình nhận được sự hỗ trợ quý báu từ đề tài hợp tác quốc tế, chương trình nghiên cứu cơ bản, Bộ khoa học và công nghệ. Các tác giả xin chân thành cảm ơn.

AN EXPERIMENTAL INVESTIGATION KINETIC OF SWIRLING GAS TURBULENT FLOWS IN COMBUSTION CHAMBER

Atanasov K.T., Nguyen Thanh Nam

ABSTRACT: *The experimental investigation is made for swirling gas turbulent flows in two cases: with and without combustion process. In the paper is reported and compared the experimental results with numerical investigation done by authors. Which confirmed the application of the model in practice.*

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Petunin A.P., *Measurement's Methods & Technic of Gas Flow parameters*. M. Masimostroene, 1972.
- [2]. Spardding D.B., *Monograph on Turbulent Layers.*, Mech. Eng. Rept., TWF/TN/ 5.1967.
- [3]. Atanasov K.T., *Numerical Investigation of Gas Turbulent Swirling Flows. On Combustion Process*, Ph.D. Thesis, TU Sofia 2001.