

XÂY DỰNG CHƯƠNG TRÌNH TÍNH TOÁN HỆ SỐ TRUYỀN NHIỆT

PROGRAM FOR CALCUTLATING THE HEAT TRANSFER COEFFICIENT

Phan Quý Trà

Trường Cao đẳng Công nghệ, Đại học Đà Nẵng; Email: pqtra@dct.udn.vn

Tóm tắt - Tính toán hệ số truyền nhiệt trong các thiết bị trao đổi nhiệt là một bài toán phức tạp. Đặc biệt trong các thiết bị sử dụng kết hợp nhiều phương thức trao đổi nhiệt. Việc tính toán chính xác hệ số truyền nhiệt đóng vai trò quan trọng trong quá trình thiết kế các thiết bị trao đổi nhiệt, giúp nâng cao hiệu quả làm việc của thiết bị, tiết kiệm được chi phí chế tạo. Bài báo đã xây dựng được chương trình tính toán hệ số truyền nhiệt qua các dạng vách và phương thức trao đổi nhiệt khác nhau. Chương trình cũng có thể tính toán hệ số truyền nhiệt trong các bài toán truyền nhiệt không ổn định. Ngoài ra chương trình còn có thêm cơ sở dữ liệu phục vụ cho việc tra cứu các thông số vật lý và nhiệt động của các môi chất và vật liệu.

Từ khóa - hệ số truyền nhiệt; truyền nhiệt; trao đổi nhiệt; thiết bị trao đổi nhiệt; năng lượng nhiệt; đối lưu; dẫn nhiệt; bức xạ.

Abstract - To calculate the heat transfer coefficient in the heat exchanger is a complicated problem. Especially in devices using a combination of heat exchange methods. The precise calculation of heat transfer coefficient plays an important role in the design of heat exchangers, which helps to improve work efficiency of the device and save manufacturing costs. This article has built a program to calculate the heat transfer coefficient through the wall forms and various of heat exchanger methods. The program can also calculate the heat transfer coefficient of anstable heat transfer problem. In addition, the program also has a database for the physical and thermodynamic parameters of the fluids and materials.

Key words - heat transfer coefficient; heat transfer; heat exchange; heat exchanger; heat energy; conduction; convection; radiation.

1. Đặt vấn đề

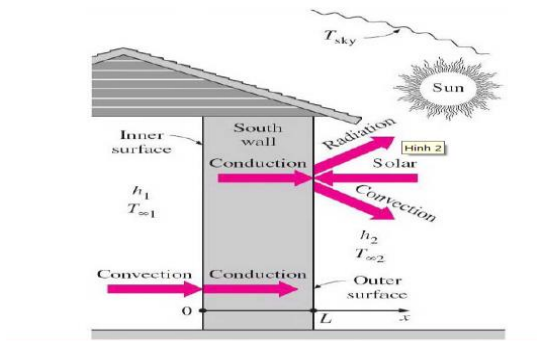
Nhiệt năng là dạng năng lượng được sử dụng phổ biến nhất trong công nghiệp và đời sống. Việc nghiên cứu các quy luật biến đổi của nhiệt năng và quy luật truyền nhiệt có ý nghĩa rất lớn nhằm giúp cho các kỹ sư và cử nhân chuyên ngành nhiệt lạnh thiết kế, vận hành và sử dụng một cách có hiệu quả các hệ thống trang thiết bị nhiệt năng.

Với sự phát triển mạnh mẽ của khoa học công nghệ thông tin, trong lĩnh vực kỹ thuật Nhiệt, việc áp dụng các công cụ lập trình để giải quyết các bài toán truyền nhiệt sẽ giúp cho việc tính toán trở nên đơn giản và hiệu quả hơn.

Tính toán quá trình truyền nhiệt là một trong những bước quan trọng nhất trong tính toán thiết kế thiết bị trao đổi nhiệt: lò hơi, tuabin, hệ thống điều hoà, sấy... Việc lập trình một chương trình tính toán các quá trình truyền nhiệt sẽ mang lại hiệu quả. Chương trình sẽ giúp tính toán quá trình trao đổi nhiệt một cách đơn giản, nhanh chóng, chính xác và tiện lợi. Từ đó sẽ rút ngắn thời gian tính toán, thiết kế các thiết bị trao đổi nhiệt trong các hệ thống nhiệt, lạnh, sấy, điều hoà...

2. Xây dựng chương trình tính toán

2.1. Tổng quan về truyền nhiệt



Hình 1. Các quá trình truyền nhiệt

- Truyền nhiệt là quá trình trao đổi nhiệt giữa các vật thể, các môi chất khác nhau có nhiệt độ chênh lệch nhau.

- Quá trình truyền nhiệt là một quá trình phức tạp, nó diễn ra theo nhiều dạng khác nhau.

- Các dạng truyền nhiệt này diễn ra đồng thời và cùng tác động đến nhiệt độ, dòng nhiệt của vật thể, môi chất và của môi trường khảo sát.

2.2. Phân tích và thiết kế chương trình

2.2.1. Lựa chọn ngôn ngữ lập trình và cơ sở dữ liệu

Ngôn ngữ lập trình là một công cụ tính toán, vì vậy việc chọn đúng ngôn ngữ sẽ thuận lợi khi tiến hành lập trình giải quyết các bài toán.

Do yêu cầu tính toán của đề tài, chúng tôi lựa chọn ngôn ngữ C# trong Visual Studio 2010 để làm công cụ lập trình.

Ngôn ngữ C# khá đơn giản, nhưng rất mạnh mẽ, chỉ khoảng hơn 80 từ khóa và hơn mười kiểu dữ liệu được dựng sẵn. Tuy nhiên, ngôn ngữ C# có ý nghĩa lớn khi nó thực thi những khái niệm lập trình hiện đại. C# bao gồm tất cả những hỗ trợ cho cấu trúc, thành phần, lập trình hướng đối tượng. Những tính chất đó hiện diện trong một ngôn ngữ lập trình hiện đại. Hơn nữa ngôn ngữ C# được xây dựng trên nền tảng hai ngôn ngữ mạnh nhất là C++ và Java.

Tóm lại, C# có các đặc trưng sau đây:

- C# là ngôn ngữ đơn giản;
- C# là ngôn ngữ hiện đại;
- C# là ngôn ngữ mạnh mẽ và mềm dẻo;
- C# sẽ trở nên phổ biến.

Bên cạnh đó, chương trình cần một cơ sở dữ liệu lớn về các thông số vật lý, nhiệt động của các loại vật liệu, môi chất dùng trong kỹ thuật Nhiệt. Tác giả chọn Microsoft SQL Server để quản trị cơ sở dữ liệu của chương trình.

Microsoft SQL Server là hệ quản trị cơ sở dữ liệu quan hệ (relational database management system – RDBMS) do Microsoft phát triển tương thích rất tốt với C#. Nó là hệ

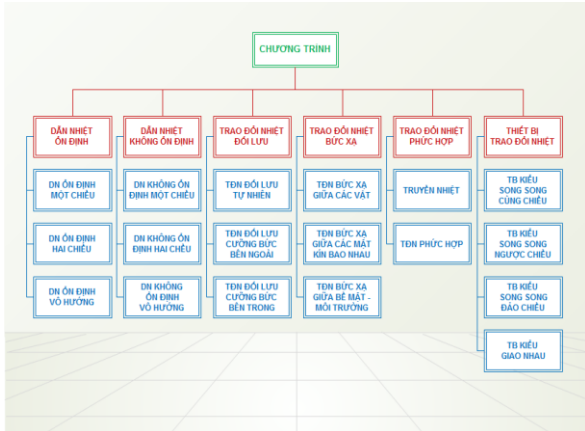
quản trị cơ sở dữ liệu quan hệ mạng máy tính, hoạt động theo mô hình khách - chủ cho phép cùng lúc có nhiều người dùng truy xuất đồng thời đến dữ liệu, quản lý việc truy cập và quyền hạn của từng người dùng trên mạng.

2.2.2. Thiết kế chương trình

a. Thiết kế giao diện chương trình

Chương trình được thiết kế để tính toán rất nhiều bài toán truyền nhiệt nên giao diện cần được thiết kế sao cho gọn, đẹp và dễ sử dụng.

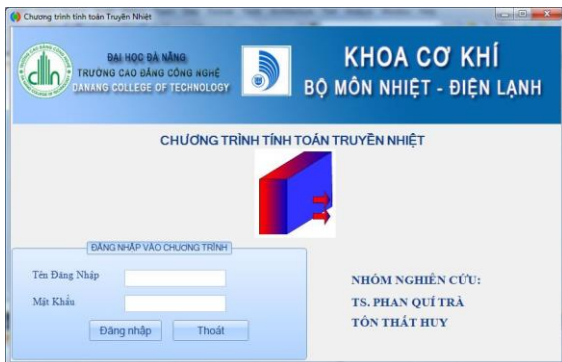
Cây chương trình:



Hình 2. Cây menu chương trình

b. Thiết kế Form đăng nhập

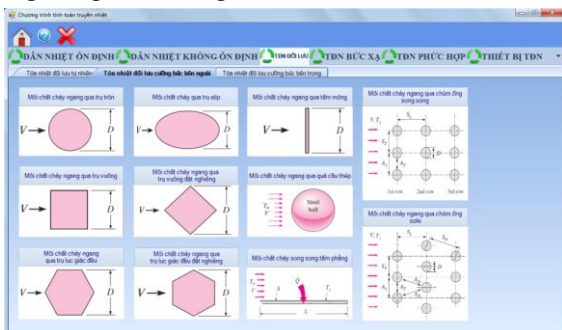
Nhằm tăng cường khả năng bảo mật cũng như để quản lý quyền sử dụng chương trình, tác giả đã thiết kế Form đăng nhập sử dụng chương trình như sau:



Hình 3. Form đăng nhập sử dụng chương trình

c. Thiết kế các Tab sắp xếp các bài toán truyền nhiệt

Để bố trí các bài toán một cách trực quan cho người sử dụng dễ dàng tìm ra bài toán muốn tính một cách nhanh chóng, tác giả thiết kế giao diện theo kiểu tab như sau:

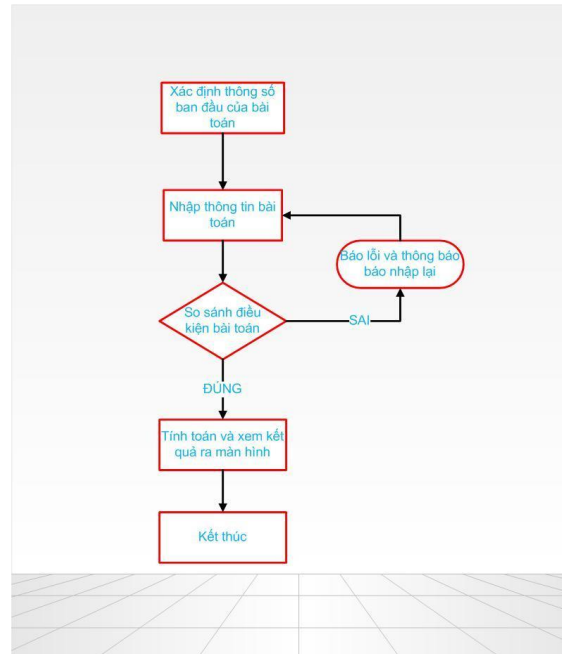


Hình 4. Giao diện chính của chương trình bố trí theo các Tab

Với cách bố trí sắp xếp này, các bài toán được chia theo các dạng truyền nhiệt (Tab), trong các Tab sẽ có các bài toán nhỏ hơn sắp xếp theo các Box. Các Box này chứa thông tin về bài toán, các thông số chính cần xác định.

d. Viết code cho các bài toán

Để lập trình cho các bài toán ta cần đưa ra thuật toán. Dưới đây là thuật toán chung cho các bài toán:

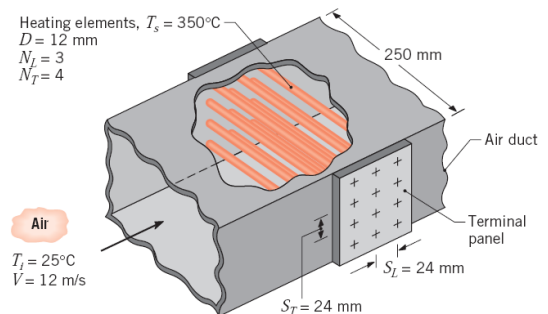


Hình 5. Thuật toán của một bài toán

Trong từng bài toán cụ thể, tác giả có thể sử dụng thêm một số thuật toán riêng, các hàm hỗ trợ cho việc truy xuất dữ liệu từ cơ sở dữ liệu, nhằm mục đích đơn giản hoá nhất việc nhập các thông số và dữ liệu đầu vào.

3. Sử dụng chương trình để tính các bài toán truyền nhiệt

3.1. Bài toán 1



Hình 6. Bộ sấy không khí chùm ống song song

Trao đổi nhiệt đối lưu cưỡng bức bên ngoài chùm ống song song

Một bộ sấy không khí bao gồm một chùm ống song song có bước ống dọc và bước ống ngang $S_L = S_T = 24\text{mm}$, có 3 dãy ống theo chiều hướng đi của dòng môi chất ($N_L = 3$), mỗi dãy có 4 ống ($N_T = 4$). Dòng không khí (ở áp suất khí quyển) chuyển động với vận tốc 12 m/s và nhiệt độ 23°C chuyển ngang qua chùm ống. Biết đường kính mỗi ống là $D = 12\text{ mm}$, dài 250 mm , nhiệt độ bề mặt ống được

duy trì 350 °C. Xác định nhiệt lượng truyền từ chùm ống cho không khí và nhiệt độ dòng không khí khi ra khỏi bộ sấy không khí.

Nhập các thông số và sử dụng chương trình tính toán, ta được kết quả như hình dưới:

Trao đổi nhiệt đối lưu cưỡng bức mỗi chất chảy ngang qua chùm ống song song

Input Thông Số và Tính Toán

Bước ống SL: 0.024 m
 Bước ống ST: 0.024 m
 Số dây ống NL: 3
 Số ống mỗi dây NT: 4
 Đường kính ống D: 0.012 m
 Chiều dài ống L: 0.25 m
 Nhiệt độ bề mặt ống Ts: 350 °C
 Chọn môi chất: Không khí ở 760 mmHg
 Nhiệt độ môi chất vào Ti: 25 °C
 Tốc độ môi chất V: 12 m/s
 Nhiệt độ môi chất ra To: 47.7400659676811 °C
 Hệ số trao đổi nhiệt h: 221.612721410971 W/m².K
 Nhiệt lượng Q: 7857.31641540291 W

Kết quả đã được lưu

SL	ST	NL	NT
0.024	0.024	3	4

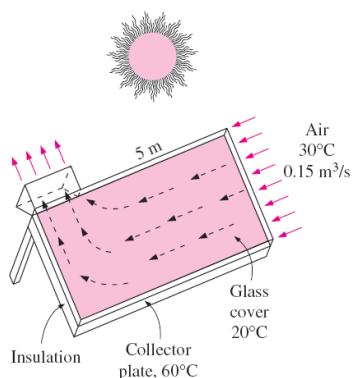
Hình 7: Kết quả bài toán trao đổi nhiệt đối lưu cưỡng bức bên ngoài chùm ống song song

Từ kết quả trên ta được nhiệt độ dòng không khí sau khi ra khỏi bộ sấy không khí là 47,74 °C và nhiệt lượng không khí nhận được là 7.857 kW.

3.2. Bài toán 2

Trao đổi nhiệt đối lưu cưỡng bức bên trong hai tấm phẳng song song

Một collector thu năng lượng mặt trời gia nhiệt cho không khí có chiều dài 5m, chiều rộng 1m, khoảng cách giữa tấm kính bên ngoài và tấm collector là 3cm. Không khí vào collector có nhiệt độ 30 °C và lưu lượng 0.15 m³/s. Nếu nhiệt độ trung bình của tấm kính bên ngoài và tấm collector lần lượt là 20 °C và 60 °C, xác định độ tăng nhiệt độ và nhiệt lượng không khí nhận được sau khi qua collector



Hình 8. Tấm collector sử dụng năng lượng mặt trời gia nhiệt không khí

Nhập các thông số và sử dụng chương trình tính toán, ta được kết quả như Hình 9.

Từ kết quả trên ta biết được độ tăng nhiệt độ dòng không khí sau khi qua tấm collector là 7°C và nhiệt lượng không khí nhận được là 1.305kW

Trên đây là hai bài toán sử dụng chương trình để tính toán. Chương trình cho kết quả chính xác và nhanh chóng, giúp cho việc tính toán thiết kế thiết bị trao đổi nhiệt được thuận lợi hơn.

Trao đổi nhiệt đối lưu cưỡng bức mỗi chất chảy trong hai tấm phẳng song song đẳng nhiệt

Input Thông Số và Tính Toán

Nhiệt độ bề mặt ngoài 2 tấm Ts: 40 °C
 Khoảng cách 2 tấm a: 0.03 m
 Chiều dài tấm L: 5 m
 Chiều rộng tấm R: 1 m
 Chọn môi chất: Không khí ở 760 mmHg
 Nhiệt độ môi chất vào Ti: 30 °C
 Lưu lượng môi chất m: 0.15 m³/s
 Nhiệt độ môi chất ra To: 37.014798015735 °C
 Hệ số trao đổi nhiệt h: 22.4904821154155 W/m².K
 Nhiệt lượng trao đổi Q: 1305.020115619 W

Kết quả đã được lưu

Ts	a	L	R
40	0.03	5	1

Hình 9. Kết quả bài toán trao đổi nhiệt đối lưu cưỡng bức bên trong hai tấm phẳng song song

4. Kết luận

Chương trình tính toán các bài toán truyền nhiệt: tính hệ số truyền nhiệt k, mật độ dòng nhiệt q được xây dựng trên nền Windows thuận tiện và dễ dàng cho việc sử dụng.

Chương trình góp phần tối ưu hóa các quá trình tính toán truyền nhiệt từ đó tiết kiệm được thời gian, công sức khi tính toán, thiết kế các thiết bị trao đổi nhiệt như: lò hơi, tuabin,... giảm thiểu được những khó khăn, bất tiện, sai sót so với việc tính toán thủ công, tiết kiệm được thời gian, chi phí và nâng cao hiệu quả công việc.

Việc xây dựng cơ sở dữ liệu cho chương trình góp phần đơn giản hoá việc nhập các thông số tính toán.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] VDI, Wärmeatlas, Berechnungsblätter für den Wärmeübergang, Springer, 2002.
- [2] Nguyễn Bốn, Hoàng Ngọc Đồng, *Nhiệt động kỹ thuật*, Nhà xuất bản Giáo dục, 1999.
- [3] Võ Chí Chính, Hoàng Dương Hùng, Lê Quốc, Lê Hoài Anh, *Kỹ thuật nhiệt*, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 2006.
- [4] Lý Ngọc Minh, *Giáo trình và thiết bị truyền nhiệt*, Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật, 2007.
- [5] Yunus A Cengel, *Heat Transfer: A Practical Approach*, McGraw Hill, 2002.
- [6] Jack.P. Holman, *Heat Transfer: Ninth Edition*, McGraw Hill, 2002.
- [7] Frank P. Incropera, David P. DeWitt, *Introduction to Heat Transfer: Fourth Edition*, Wiley John & Sons, 2001.
- [8] A. F. Mills, *Basic Heat and Mass Transfer*, Prentice Hall, 1999.
- [9] Bùi Hải, Trần Thế Sơn, *Kỹ thuật nhiệt*, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 2008.
- [10] Bùi Hải, Hoàng Ngọc Đồng, *Bài tập kỹ thuật nhiệt*, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 1999.
- [11] Theodore L. Bergman, Adrienne S. Lavine, Frank P. Incropera, David P. DeWitt, *Introduction Heat Transfer 6th*, Wiley, 2011.
- [12] Yunus A Cengel, *Heat Transfer Second Edition*, McGraw Hill, 2002.