

Tp. HCM, ngày 25 tháng 10 năm 2022

THÔNG TIN KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

1. Thông tin chung:

- Tên đề tài: **Nghiên cứu các đặc tính nhiệt động của hệ thống lạnh ghép tầng R744-R134a nhằm tiết kiệm năng lượng và bảo vệ môi trường**

- Mã số: B2020-SPK-04

- Chủ nhiệm: PGS.TS. Đặng Thành Trung

- Cơ quan chủ trì: Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Tp. HCM

- Thời gian thực hiện: **24 tháng**

2. Mục tiêu:

Mục tiêu chung

- Đặt nền tảng cho hướng nghiên cứu về lĩnh vực làm lạnh dùng môi chất CO₂ và truyền nhiệt micro/nano tại Bộ môn công nghệ Nhiệt-Điện lạnh, trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Tp. HCM nói riêng và các trường đại học khác trên cả nước nói chung.

Mục tiêu cụ thể

- Chế tạo được một hệ thống lạnh ghép tầng R744 - R134a cỡ nhỏ dùng thiết bị trao đổi nhiệt ghép tầng compact nhằm bảo vệ môi trường.

3. Tính mới và sáng tạo:

Nghiên cứu này là nghiên cứu đầu tiên trong nước và cũng là một trong những nghiên cứu mới trên thế giới trong lĩnh vực lạnh ghép tầng dùng môi chất lạnh CO₂ và bộ trao đổi nhiệt compact.

4. Kết quả nghiên cứu: Đạt yêu cầu đặt ra

Nhóm nghiên cứu đã thực hiện được tất cả các nội dung đã đưa ra. Thứ nhất, nhóm nghiên cứu đã tham khảo các nghiên cứu liên quan từ các nguồn uy tín trên thế giới để tổng quan được 42 bài báo/tài liệu. Từ những nghiên cứu liên quan trên cho thấy rằng, việc nghiên cứu chế tạo một hệ thống lạnh ghép tầng dùng môi chất lạnh CO₂ nhằm bảo vệ môi trường là rất cần thiết. Những vấn đề mới mà các nghiên cứu trước chưa làm đó là ***nghiên cứu các thông số thiết kế và thực nghiệm cho hệ thống lạnh ghép tầng R134A/R744. Thực nghiệm các đặc tính truyền nhiệt và dòng chảy lưu chất cho thiết bị trao đổi nhiệt ghép tầng compact cho chính hệ thống lạnh này, nhằm nâng cao hiệu quả truyền nhiệt***

và bảo vệ môi trường. Thêm vào đó, các kết quả thực nghiệm của hệ thống lạnh ghép tầng này cũng sẽ được so sánh với hệ thống lạnh ghép tầng R32/R744 trong cùng điều kiện vận hành.

Thứ hai, nhóm nghiên cứu đã thiết kế được hệ thống lạnh ghép tầng R134A/CO₂. Một số thiết bị được tính toán thiết kế chi tiết để chế tạo, một số tính toán thiết kế để chọn thiết bị.

Thứ ba, mô hình thí nghiệm đã được chế tạo và lắp đặt. Hệ thống này đã được dùng để thực nghiệm với rất nhiều điều kiện. Để có nhiều dữ liệu so sánh, nhóm nghiên cứu cũng đã đưa vào TBTĐN dạng ống lồng ống và dạng tấm kênh micro, hệ thống lạnh R134A/CO₂ và R32/CO₂.

Thứ tư, hệ thống đã được vận hành và chạy thực nghiệm. Các kết quả thực nghiệm cũng đã được so sánh với tính toán lý thuyết và với kết quả của các nghiên cứu liên quan. Một số kết quả thực nghiệm điển hình như sau:

- Các dữ liệu thực nghiệm thu được ở nhiệt độ môi trường khoảng 33⁰C. Cho nghiên cứu này, lưu lượng khối lượng CO₂ là 27 kg/h và nhiệt độ phòng giảm từ 33⁰C đến - 20⁰C. Các điểm nút của hai chu trình nhiệt động ghép tầng đã được thực nghiệm và thể hiện tường minh. Tầng thấp CO₂ có nhiệt độ ngưng tụ 7,9⁰C và nhiệt độ bay hơi -30⁰C. Năng suất lạnh trong hệ thống là 1,62 kW và COP là 1,9 khi dùng TBTĐN ghép tầng dạng ống lồng ống. Các kết quả từ tính toán lý thuyết phù hợp với các kết quả từ thực nghiệm.

- Độ chênh nhiệt độ ở thiết bị trao đổi nhiệt ghép tầng đạt 1,7⁰C, khá đáng kể khi so sánh với các thiết bị trao đổi nhiệt trong chu trình ghép tầng truyền thống hiện tại. Hệ số COP của hệ thống đạt cao nhất 5,29 trong trường hợp nhiệt độ bay hơi ở tầng cao đạt 1⁰C.

- Trong cùng một giá trị nhiệt độ bay hơi ở tầng cao, nếu điều chỉnh áp suất và nhiệt độ ngưng tụ ở tầng thấp theo hướng tăng dần sẽ làm giảm đi hệ số COP của hệ thống.

- Nghiên cứu này đã chứng tỏ tiềm năng ứng dụng rộng rãi thiết bị trao đổi nhiệt dạng tấm dùng kênh micro cho chu trình lạnh ghép tầng R134a/CO₂ an toàn và hiệu quả.

5. Sản phẩm:

5.1 Sản phẩm khoa học

- 01 bài báo đăng trên tạp chí quốc tế uy tín SCIE-Q2

[1] Tronghieu Nguyen and Thanhtrung Dang, The effect of fin shape on the heat transfer and the solution time of a microchannel evaporator in a CO₂ air conditioning system – A numerical investigation, Micromachines (SCIE–Q2), September 2022, 13 (10), 1648; <https://doi.org/10.3390/mi13101648>

- 01 bài báo đăng trên tạp chí quốc tế khác

[1] Thanhtrung Dang and Baotha T. Le, Experimental results of a R134a/CO₂ cascade refrigeration system with the CO₂ evaporation temperature of -30°C, International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology, Vol. 7 Issue 12, December 2020, pp. 158-165

- 01 bài báo đăng trên tạp chí trong nước thuộc danh mục của HDGSNN

[1] Nguyễn Minh Châu, Đặng Thành Trung, Nguyễn Hoàng Tuấn, Đặng Gia Huy và Trần Thế Vinh, Một nghiên cứu thực nghiệm trên hệ thống lạnh ghép tầng R134a/CO₂ sử dụng thiết bị trao đổi nhiệt dạng tấm kênh micro, Tạp chí Cơ khí Việt Nam, Số đặc biệt tháng 12 năm 2021, trang 219-224

- 02 bài báo đăng kỷ yếu hội nghị quốc tế IEEE

[1] Thanhtrung Dang, Vanloi Nguyen and Hoangtuan Nguyen, An Experimental on Heat Transfer Characteristics of the Cascade Heat Exchanger in a Refrigeration System Using R32/CO₂, The proceedings of 2020 5th International Conference on Green Technology and Sustainable Development (GTSD2020), HCM city, Nov 27-28, 2020, IEEE, pp. 413-417

[2] Thanhtrung Dang and Tronghieu Nguyen, An Experimental Study on The Performance of An Air Conditioning System using CO₂ Refrigerant with The Actual Power Input of 440W, The proceedings of 2020 5th International Conference on Green Technology and Sustainable Development (GTSD2020), HCM city, Nov 27-28, 2020, IEEE, pp. 645-650.

5.2 Sản phẩm đào tạo

Các kết quả này cũng đã dùng cho đào tạo 02 Thạc sĩ (Nguyễn Văn Lợi và Lê Thị Bảo Hà) và Đồ án tốt nghiệp đại học cho 05 sinh viên (Lê Đức Mạnh, Đinh Quang Trung, Nguyễn Quốc Khánh, Nguyễn Danh Nam và Sú Quang Long).

5.2 Sản phẩm ứng dụng

Hệ thống lạnh ghép tầng R744-R134a có thông số: có năng suất lạnh Q_o khoảng 6000 BTU/h; dùng thiết bị trao đổi nhiệt ghép tầng compact dạng ống lồng ống chạy được ở chế độ trữ đông, đường kính ống trong 4mm; công suất điện của máy nén R134a khoảng 500W, 220V và công suất điện của máy nén lạnh CO₂ khoảng 450W, 220V.

6. Phương thức chuyển giao, địa chỉ ứng dụng, tác động và lợi ích mang lại của kết quả nghiên cứu:

Các kết quả nghiên cứu sẽ được chuyển giao cho hai công ty:

1/ Công ty TNHH TM-DV TIL ĐỒNG HƯNG THỊNH

2/ Công ty TNHH TMDV SX ĐẠI HIỆP PHÁT

INFORMATION ON RESEARCH RESULTS

1. General information:

- Project title: **Study on manufacture of a CO₂ air conditioning system using microchannel evaporators for saving energy and protecting environment**

- Code number: **B2020-SPK-04**

- Coordinator: **Assoc.Prof. Dr. Thanhtrung Dang**

- Implementing Institution: **Hochiminh city University of of Technology and Education**

- Duration: **24 months**

2. Objectives:

General objectives

- Build the research on Micro/Nano heat transfer areas at the Department of Heat and Refrigeration Technology, Hochiminh city University of Technology and Education in specially and other universities of Vietnam in generally.

Special objectives

- Completely manufacture a small-sized R134A/R744 cascade refrigeration system using a compact cascade heat exchanger to protect the environment.

3. Creativeness and innovativeness:

The study is one of the first researches in Vietnam and is also one of the new researches on the world in CO₂ cascade refrigeration system using compact heat exchanger.

4. Research results: The proposed objectives have been achieved

The research team has done all the content given. Firstly, the research team has reviewed relevant studies from scientific sources around the world with 42 papers. From the above studies, it is necessary to study the manufacture of a CO₂ cascade refrigeration system using compact heat exchanger to protect the environment. *New results that previous studies have not yet done are experimental parameters for R134A/R744 cascade refrigeration system; experiment on the heat transfer characteristics for the compact cascade heat exchanger for this system in order to improve heat transfer efficiency and protect the environment. In addition, the experimental results of this*

cascade refrigeration system will also be compared with R32/R744 cascade refrigeration system under the same operation conditions.

Second, the team designed the R134A/R744 cascade refrigeration system. Some equipments are calculated and designed in more detail for fabricating, some calculations are made to select equipments.

Third, experimental models were fabricated and installed. This system has been used to experiment with a variety of conditions. For comparative data, the team also included double tube heat exchanger, microchannel plate heat exchanger, R134A/R744 and R32/R744 cascade refrigeration systems.

Fourth, the system has been running experiments well. Experimental results have also been compared with theory results and the results of related studies. Some typical results are as follows:

- The experimental data were operated under the same ambient temperature of 33°C. For this investigation, the CO₂ mass flow rate is 27 kg/h and the cold room temperature is dropping from 33°C to -20°C. The thermodynamic parameters of the cascade refrigeration system have shown in more detail. The low stage CO₂ has the condensation temperature of 7.9°C and the evaporation temperature of -30°C. The cooling capacity of the system is 1.62 kW and the coefficient of performance of the system is 1.9. In addition, the theoretical results are consistent with the experimental results. The results have distributed to add the essential experimental data when studying on the cascade refrigeration system using CO₂.

- The temperature difference in the cascade heat exchanger reaches 1.7 °C, which is quite better when compared to the traditional cascade heat exchanger. The COP coefficient of system is the highest at 5.29 in case of the evaporation temperature of the high stage cycle gets 1°C.

- With the same evaporation temperature of the high stage cycle, if increasing the condensation pressure and temperature of the low stage cycle, it will decrease COP of the system.

- This investigation has demonstrated the potential for wide application of microchannel plate heat exchanger for safe and efficient R134A/CO₂ cascade refrigeration system.

5. Products:

5.1 Scientific products

- 01 paper published on the journal SCIE-Q2

Tronghieu Nguyen and Thanhtrung Dang, The effect of fin shape on the heat transfer and the solution time of a microchannel evaporator in a CO₂ air conditioning system – A numerical investigation, *Micromachines (SCIE–Q2)*, September 2022, 13 (10), 1648; <https://doi.org/10.3390/mi13101648>

- 01 paper in international journal

Thanhtrung Dang and Baoha T. Le, Experimental results of a R134a/CO₂ cascade refrigeration system with the CO₂ evaporation temperature of -30°C, *International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology*, Vol. 7 Issue 12, December 2020, pp. 158-165

- 01 paper in domestic journal

Nguyễn Minh Châu, Đặng Thành Trung, Nguyễn Hoàng Tuấn, Đặng Gia Huy và Trần Thế Vinh, Một nghiên cứu thực nghiệm trên hệ thống lạnh ghép tầng R134a/CO₂ sử dụng thiết bị trao đổi nhiệt dạng tấm kênh micro, *Tạp chí Cơ khí Việt Nam*, Số đặc biệt tháng 12 năm 2021, trang 219-224

- 02 papers for an international conference

[1] Thanhtrung Dang, Vanloi Nguyen and Hoangtuan Nguyen, An Experimental on Heat Transfer Characteristics of the Cascade Heat Exchanger in a Refrigeration System Using R32/CO₂, *The proceedings of 2020 5th International Conference on Green Technology and Sustainable Development (GTSD2020)*, HCM city, Nov 27-28, 2020, IEEE, pp. 413-417

[2] Thanhtrung Dang and Tronghieu Nguyen, An Experimental Study on The Performance of An Air Conditioning System using CO₂ Refrigerant with The Actual Power Input of 440W, *The proceedings of 2020 5th International Conference on Green Technology and Sustainable Development (GTSD2020)*, HCM city, Nov 27-28, 2020, IEEE, pp. 645-650.

5.2 Academic products

These results have also been used for the training of 02 Masters (Nguyễn Văn Lợi và Lê Thị Bảo Hà) and 5 undergraduate students (Le Duc Manh, Dinh Quang Trung, Nguyen Quoc Khanh, Nguyen Danh Nam và Su Quang Long).

5.2 Applied products

The cascade refrigeration system R744-R134a has parameters: the cooling capacity of 6000 BTU/h; the double pipe cascade heat exchanger has its internal diameter 4mm; the power input of R134a compressor of 500W, 220V and the power input of CO₂ of 50W, 220V.

6. The transfer method and application address:

The investigation results will be transferred for two companies:

1/ TIL ĐỒNG HƯNG THỊNH Co., Ltd

2/ ĐẠI HIỆP PHÁT Co., Ltd.