



NGHIÊN CỨU XÁC ĐỊNH NHIỆT ĐỘ KHÔNG KHÍ LẠNH VÀ NHIỆT ĐỘ CÁ THU LẠNH ĐÔNG TRONG XE TẢI LẠNH VẬN HÀNH TRONG ĐIỀU KIỆN KHÍ HẬU MIỀN BẮC

Trần Văn Bấy, Nguyễn Mạnh Hùng
Trường Đại học Giao thông Vận tải

Ngày nhận: 11/4/2016

Ngày sửa chữa: 27/5/2016

Ngày xét duyệt: 15/6/2016

Tóm tắt:

Bài báo trình bày các kết quả nghiên cứu xác định nhiệt độ không khí lạnh cũng như nhiệt độ cá thu cắt khúc đông lạnh được vận chuyển trong xe tải lạnh trong điều kiện khí hậu miền Bắc.

Từ khóa: xe tải lạnh, cá thu đông lạnh, trường nhiệt độ, không khí lạnh.

1. Đặt vấn đề

Thông thường, các xe tải lạnh được thiết kế để có thể vận chuyển được các mặt hàng lạnh cũng như mặt hàng đông lạnh. Máy nén lạnh, thùng xe tải thường được thiết kế và vận hành ở điều kiện tiêu chuẩn. Công suất lạnh của hệ thống lạnh chủ yếu nhằm triệt tiêu phụ tải nhiệt do thẩm thấu qua kết cấu bao che cũng như ảnh hưởng của bức xạ mặt trời, từ đó đảm bảo được nhiệt độ của sản phẩm lạnh hoặc sản phẩm đông lạnh.

Tuy nhiên, trong quá trình sử dụng, hệ số truyền nhiệt của kết cấu bao che thùng xe tải thường thay đổi theo chiều hướng tăng lên. Điều kiện vận hành khắc nghiệt cũng làm cho năng suất lạnh của hệ thống lạnh giảm xuống, lượng nhiệt thẩm thấu qua kết cấu bao che tăng lên. Tổng các dòng nhiệt này sẽ làm cho nhiệt độ không khí lạnh trong xe cũng như nhiệt độ sản phẩm thay đổi, không đáp ứng được yêu cầu kỹ thuật.

Theo tìm hiểu của chúng tôi, hiện nay ở Việt nam chưa có tác giả nào nghiên cứu về vấn đề này, đặc biệt là trong điều kiện khí hậu miền Bắc. Việc xác định được nhiệt độ không khí lạnh trong xe cũng như trường nhiệt độ của sản phẩm đông lạnh sẽ giúp cho đơn vị vận tải có phương án vận chuyển hợp lý, tiết kiệm chi phí vận chuyển, đảm bảo được chất lượng sản phẩm.

2. Nội dung

2.1. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

Đối tượng và phạm vi nghiên cứu: Nhiệt độ không khí lạnh trong thùng xe tải lạnh 3,5 tấn (HD72 4x2), trường nhiệt độ miếng cá thu đông lạnh cắt khúc.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp nghiên cứu được sử dụng ở đây là phương pháp nghiên cứu lý thuyết.

2.3. Mô hình vật lý của bài toán

Để xác định được trường nhiệt độ của miếng cá thu cắt khúc đông lạnh trong quá trình vận chuyển bắt buộc xây dựng mô hình toán học hay nói cách khác là xây dựng phương trình vi phân truyền nhiệt của bài toán kèm theo các điều kiện đơn trị. Nghiệm của bài toán sẽ là những kết quả cần thiết cho việc nghiên cứu.

2.3.1. Một số nhận xét khi tiến hành xây dựng mô hình

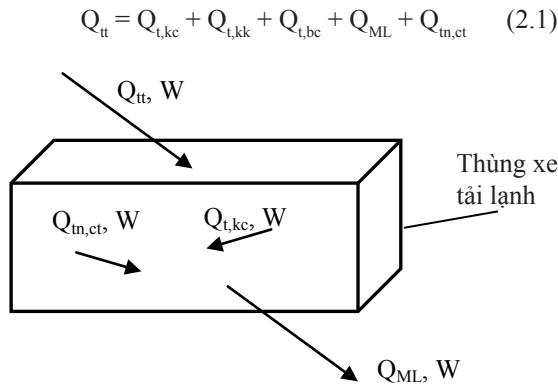
Sau khi được cấp đông, miếng cá thu cắt khúc được đưa vào trong túi nilon, hút chân không, đặt vào trong thùng carton và được đưa tiếp vào kho lạnh bảo quản đông hoặc đưa vào trong thùng xe tải lạnh. Chú ý thùng xe tải lạnh này được tạo môi trường có nhiệt độ để bảo quản được sản phẩm lạnh đông theo yêu cầu.

Trong nghiên cứu này, giả thiết tất cả các khúc cá thu có hình dạng và kích thước bằng nhau, đó là hình tròn, đường kính 12 cm, bề dày 3 - 3,5 cm, khối lượng 0,25 kg.

Khi vận chuyển trên đường, miếng cá thu đông lạnh có thể bị “nóng” lên vì các nguyên nhân sau: nhiệt xâm nhập từ môi trường ngoài (không khí) vào qua kết cấu bao che (thùng xe tải), dòng nhiệt này có thể có cả ảnh hưởng của ánh nắng mặt trời; năng suất lạnh của máy lạnh không đủ.

Tiến hành phân tích cân bằng nhiệt cho bài toán trao đổi nhiệt ở đây, ta nhận thấy các thành phần dòng nhiệt: nhiệt thẩm thấu qua kết cấu bao che là thùng xe tải lạnh (có kể đến cả bức xạ mặt trời) Q_{tt} ; dòng nhiệt làm tăng nhiệt độ kết cấu bao che (panel) $Q_{t,ke}$; tăng nhiệt độ không khí trong xe $Q_{t,kk}$; tăng nhiệt độ vật liệu bao che khúc cá (bìa carton, nilon) $Q_{t,bc}$; dòng nhiệt lấy ra khỏi hệ thống do máy lạnh thực hiện Q_{ML} ; dòng nhiệt làm tăng nhiệt độ các khúc cá $Q_{t,ct}$.

Phương trình cân bằng nhiệt:

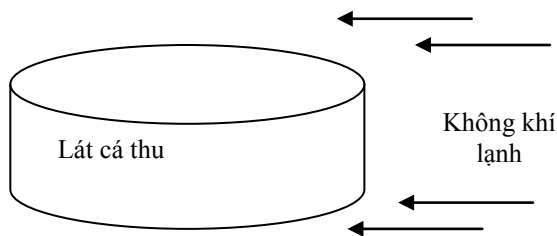


Hình 2.1. Cân bằng nhiệt trong thùng xe tải lạnh

2.3.2. Mô hình vật lý

Nếu tính đến các thành phần trao đổi nhiệt và cân bằng nhiệt như đã nêu ở mục 2.3.1 thì bài toán hết sức phức tạp. Để đơn giản hóa quá trình tính toán, cùng với các phân tích ở các mục 2.3.1 ở đây đưa ra các giả thiết: bỏ qua sự có mặt của các thùng carton; bỏ qua sự có mặt của các lớp nylon; miếng cá thu trao đổi nhiệt trực tiếp với không khí lạnh trong thùng xe.

Khi đó, mô hình vật lý của bài toán sẽ như Hình 2.2.



Hình 2.2. Mô hình vật lý bài toán trao đổi nhiệt của lát cá thu

2.3.3. Các giả thiết khi xây dựng mô hình

1. Vật liệu (thịt cá thu) là đồng chất, không có phản ứng hóa học và không có nguồn nhiệt bên trong;
2. Các tính chất nhiệt vật lý là hằng số;
3. Nhiệt độ ban đầu của vật liệu là đồng nhất;
4. Bỏ qua độ co ngót.

2.4. Mô hình toán học

Ta có mô hình toán học:

$$\rho \cdot C_p \cdot \frac{\partial t}{\partial \tau} = \nabla(\lambda \nabla t) \quad (2.2)$$

Vì cách viết điều kiện biên cho các tọa độ trong hệ tọa độ Decarte là như nhau [25] nên với các giả thiết đã nêu, điều kiện ban đầu và điều kiện biên của PT (2.2) được viết dưới dạng một chiều như sau:

$$t(x, 0) = t_0 \text{ tại } \tau = 0; \quad \left. \frac{\partial t}{\partial x} \right|_{x=0} = 0 \quad (2.3)$$

$$\alpha \cdot (t_{KL} - t_{bm}) = -\lambda \cdot \left. \frac{\partial t}{\partial x} \right|_{x=x_{bm}} \quad (2.4)$$

Trong các phương trình trên:

ρ là khối lượng riêng của vật liệu, kg/m^3 ;
 C_p là nhiệt dung riêng của vật liệu, J/kg.K ;
 λ là hệ số dẫn nhiệt của vật liệu, W/m.K ;
 t là nhiệt độ, $^\circ\text{C}$;
 t_0 là nhiệt độ vật liệu ở thời điểm ban đầu;
 τ là thời gian, s ;
 x là tọa độ ứng với trục có gốc là tâm lát (khúc) vật liệu;

α là hệ số trao đổi nhiệt đối lưu tại bề mặt vật liệu, $\text{W/m}^2\text{K}$;

Chỉ số dưới KL và bm lần lượt thể hiện không khí lạnh và bề mặt vật liệu.

2.5. Phương pháp giải

Phương pháp giải được sử dụng ở đây là phương pháp sai phân hữu hạn.

2.6. Một số số liệu ban đầu

Số liệu về thời tiết được sử dụng từ trang web weatherspark.com [17].

Nhiệt dung riêng, khối lượng riêng, hệ số dẫn nhiệt của cá thu đông lạnh được trích từ tài liệu [10].

Tính chất nhiệt vật lý của không khí, bức xạ mặt trời, các công thức tính toán hệ số trao đổi nhiệt đối lưu được lấy từ các tài liệu chuyên ngành nhiệt và xin không nêu tại đây.

Hệ số truyền nhiệt k qua vách thùng xe lạnh được lấy từ [18], theo đó, với vách mới, k có trị số $0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$, cứ một năm sử dụng tăng từ 3 - 5%. Ở đây lấy thời điểm sử dụng là 9 năm, tỉ lệ tăng là 5%.

Tính toán năng suất lạnh của máy lạnh trong điều kiện vận hành

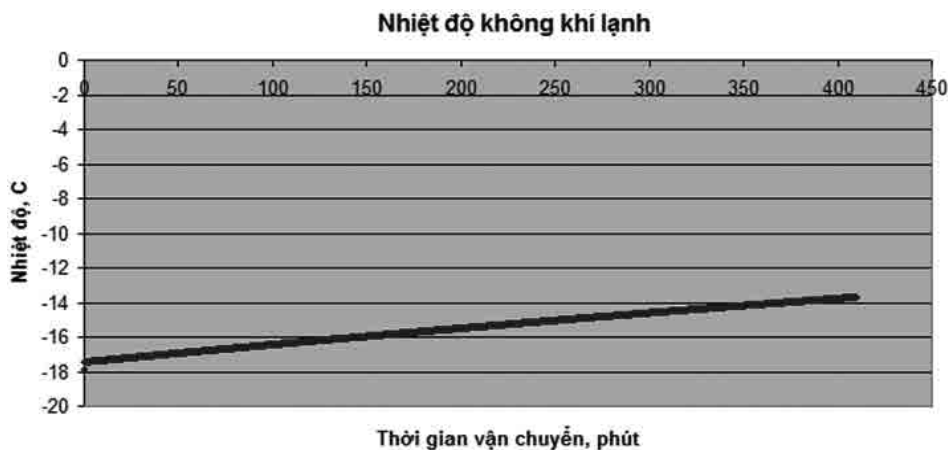
Với đối tượng nghiên cứu là máy lạnh HT-250II, năng suất lạnh tiêu chuẩn khi vận hành trên đường (ở nhiệt độ ngưng tụ thiết kế -20°C , nhiệt độ không khí ở phía dàn ngưng là 30°C) là $2,11 \text{ kW}$.

Trong đề tài này, năng suất lạnh của máy trong quá trình vận hành được giả thiết sẽ phụ thuộc chính vào nhiệt độ không khí phía dàn ngưng và cũng là nhiệt độ không khí ngoài trời. Nó sẽ được tính theo các phương pháp nêu trong tài liệu chuyên ngành [19].

2.7. Kết quả xác định nhiệt độ không khí lạnh trong xe tải lạnh

Trong mục này và mục 2.7 là các kết quả khi giải phương trình (2.2) cùng các điều kiện đơn trị bằng phương pháp sai phân hữu hạn với bước thời gian 12 giây.

Hình 2.3 thể hiện sự thay đổi nhiệt độ không khí lạnh trong thùng xe tải lạnh.



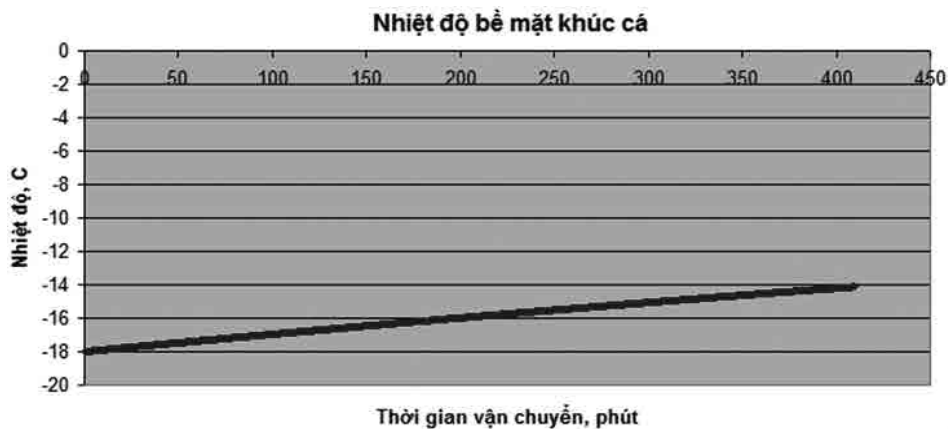
Hình 2.3. Sự thay đổi nhiệt độ không khí lạnh trong thùng xe tải lạnh

Từ Hình 2.3, có thể nhận thấy, nhiệt độ không khí lạnh trong thùng xe tải lạnh thay đổi theo thời gian. Cũng cần lưu ý rằng, kết quả này thu được từ việc bỏ qua các tổn thất nhiệt do đóng mở cửa, tổn thất do rò rỉ qua thùng xe. Nếu tính đến các tổn thất này thì nhiệt độ không khí lạnh trong thùng xe sẽ thay đổi nhiều nữa. Điều này ảnh hưởng

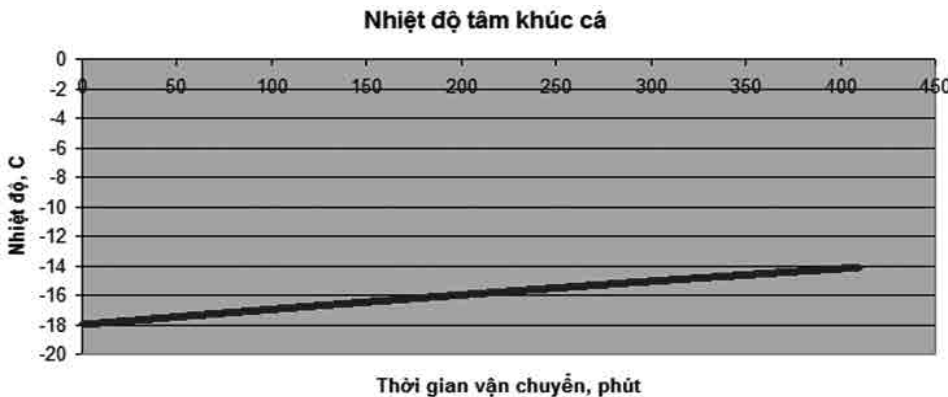
rất lớn đến nhiệt độ sản phẩm lạnh đông.

2.8. Trường nhiệt độ trong miếng cá thu cắt khúc

Hình 2.4 thể hiện sự thay đổi nhiệt độ lớp bề mặt khúc cá. Hình 2.5 thể hiện sự thay đổi nhiệt độ tâm lát cá.



Hình 2.4. Sự thay đổi nhiệt độ lớp bề mặt khúc cá



Hình 2.5. Sự thay đổi nhiệt độ tâm khúc cá

Do các nguồn nhiệt thâm nhập dần vào thùng xe và từ đó xâm nhập vào lát cá nên nhiệt độ cả bề mặt và cả tâm khúc cá tăng dần. Nhiệt độ bề mặt tiến tới giá trị -12 độ C sau khoảng 6 - 7 giờ vận chuyển. Đây là ngưỡng nhiệt độ cần phải cấp đông trở lại cho sản phẩm.

2.9. Nhận xét kết quả

Từ kết quả tính toán được ở mục 2.6 và 2.7, có thể rút ra một số nhận xét sau đây:

- Không nên vận chuyển hoặc vận hành xe tải lạnh trong thời gian quá 6 tiếng đồng hồ trong điều kiện khí hậu miền Bắc.

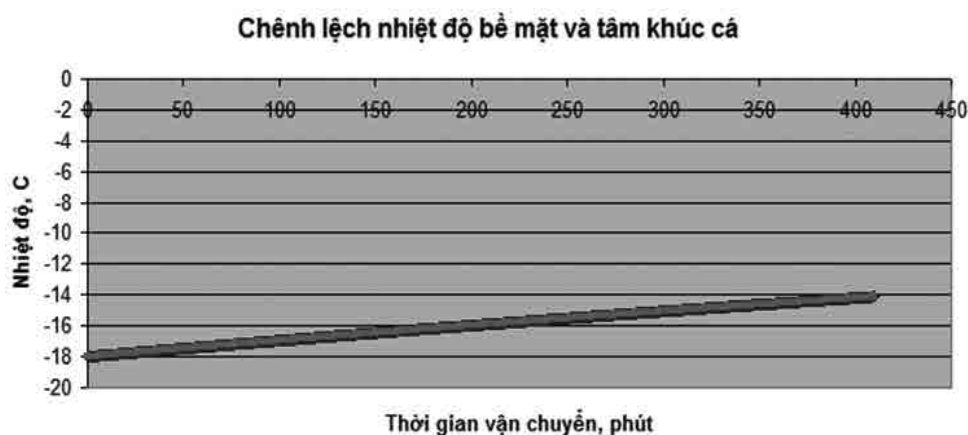
- Chênh lệch nhiệt độ giữa tâm miếng cá và bề mặt miếng cá là không lớn vì bề dày lát cá là khá

nhỏ (3,5 cm) - xem Hình 2.6.

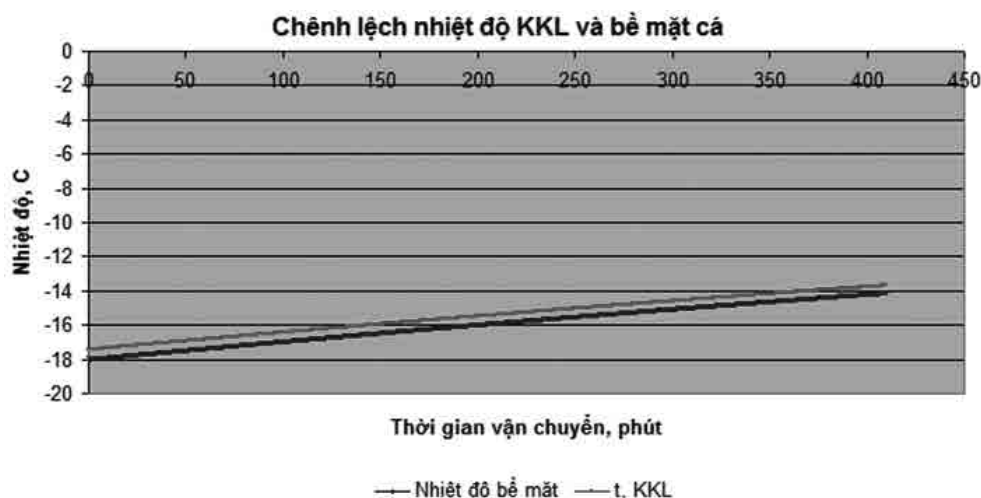
- Chênh lệch giữa không khí lạnh và nhiệt độ bề mặt tấm cá cũng không lớn. Điều này dễ lý giải do cơ cấu truyền nhiệt (Hình 2.7).

- Để giảm hiện tượng nhiệt độ không khí lạnh và sản phẩm tăng lên trong thời gian vận chuyển, cần thiết phải giảm tải trên thùng sau một thời gian sử dụng xe.

- Cần có những biện pháp triệt để hơn để tránh hiện tượng thâm nhập nhiệt từ bên ngoài vào trong thùng xe. Điều này khi giải quyết được sẽ góp phần giảm được tiêu hao năng lượng một cách đáng kể, đảm bảo được chất lượng sản phẩm cũng như chi phí vận chuyển và cuối cùng là giá thành của sản phẩm.



Hình 2.6. Chênh lệch nhiệt độ giữa bề mặt và tâm khúc cá



Hình 2.7. Chênh lệch nhiệt độ giữa không khí và bề mặt khúc cá

3. Kết luận

Những kết quả của bài báo cho thấy, chúng ta hoàn toàn có thể xác định được nhiệt độ không khí lạnh trong xe lạnh, từ đó có những tính toán cụ

thể để xác định trường nhiệt độ khúc cá đã được cấp đông cũng như các biện pháp vận hành phù hợp để đảm bảo chất lượng sản phẩm cũng như đạt được mục đích tiết kiệm năng lượng.

Tài liệu tham khảo

- [1]. <http://worldwide.hyundai.com/WW/Main/index.html>
- [2]. <http://www.hwasungthermo-africa.com/docs/Product%20Information.pdf>
- [3]. <http://www.hwasungthermo-africa.com>
- [4]. Chumak I.G., Onhishenko V.P., *General Mathematical Model of Cooling, Freezing and Thawing Processes for Various Foodstuffs*, Report No.483, 20-th Internat. Congress of Refrigeration, IIF/IIR, Sydney, (1999). - 7 p.
- [5]. Chumak I.G., Onhishenko V.P., Golovsky S.E., Zheliba Y.A., *The Method of Prediction for Characteristics of Cooling and Freezing Processes of Foodstuffs* // Proc. of Internat. Conference “New Applications of Refrigeration to Fruit and Vegetables Processes”, Commissions C2, D1, D2/3 of IIR, June 1994, Istanbul (Turkey). - Paris, IIR, (1995). - P. 361-366.
- [6]. Cleland, A.C and R.L. Earle. 1979a, *A Comparison of Method for Predicting the Freeze Times of Cylind and Spherical Foodstuffs*, Journal of Food Science 44(4): 958 – 963, 790.
- [7]. Nguyễn Việt Dũng, Báo cáo kết quả nghiên cứu đề tài: *Xây dựng cơ sở khoa học cho quá trình chế biến và bảo quản xoài bằng công nghệ lạnh thông qua phương pháp mô hình nhiệt vật lý*, Luận văn tiến sỹ khoa học, Odessa, Ukraine, 2008.
- [8]. Nguyễn Bá Lăng, *Nghiên cứu quá trình làm lạnh vật ẩm và vấn đề xác định thời gian đông lạnh thực phẩm*, Luận văn thạc sỹ khoa học, 2006.
- [9]. N. V. Dũng, H.K. Duy, *Mô hình hóa quá trình làm lạnh và cấp đông cho một số loại thực phẩm*, Tạp chí năng lượng nhiệt, 95-9/2010. Tr.5-9.
- [10]. Vũ Huy Khuê (2015), *Nghiên cứu quá trình truyền nhiệt truyền chất và các giải pháp tiết kiệm năng lượng trong lạnh đông cá thu*, Luận án TSKT, Đại học Bách khoa Hà Nội.
- [11]. Q.T. Pham. Handbook of Frozen Food Processing and Packaging, Chapter 7, *Mathematical Modeling of Freezing Processes*, Da-Wen Sun (Ed). CRC Press, 2011.
- [12]. Riedel, L. 1951, *The Refrigeration Effect Required to Freeze Fruits and Vegetables*, Refrigeration Engineering 59:670.
- [13]. Riedel, L. 1957b, *Calorimetric Investigation of the Freezing of Egg White and Yolk*, Kaltetechnik 9:342.
- [14]. Salvadori, V., Mascheroni. R. H., *Prediction of Freezing and Thawing Times of Foods by Means of a Simplified Analytical Method*, Journal of Food Engineering (1991) 13 67 78.
- [15]. Trịnh Văn Quang (2013), *Cơ sở phương pháp phần tử hữu hạn trong truyền nhiệt*, NXB Thế giới mới.
- [16]. Karim M. A., Hawlader M. N. A. (2005), *Mathematical Modelling and Experimental Investigation of Tropical Fruits Drying*, International Journal of Heat and Mass Transfer 48, 4914–4925.
- [17]. <http://www.weatherspark.com>
- [18]. <http://www.grimsby.ac.uk/documents/defra/trns-refrigeenergy.pdf>
- [19]. Nguyễn Đức Lợi, *Giáo trình Kỹ thuật lạnh*, NXB Bách khoa, Hà Nội, 2008.

RESEARCH ON EVALUATING TEMPERATURE OF COLD AIR AND FROZEN MACKEREL IN REFRIGERATION VAN OPERATING ON CLIMATE OF NORTHERN OF VIETNAM

Abstract:

The article refers to the results of research on evaluating temperature of cold air and frozen mackerel in refrigeration van operating on climate of Northern of Vietnam.

Keywords: *refrigeration, frozen mackerel, temperature, cold air.*