

NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG PHẦN MỀM TÍNH TOÁN LƯỢNG KHÍ THẢI KHI THIÊU XÁC GIA CẦM DỊCH BỆNH

A STUDY OF BUILDING A SOFTWARE TO CALCULATE THE FORMATION OF EMISSION POLLUTANTS IN INCINERATION PROCESS

Nguyễn Thanh Hào

Khoa Cơ khí Công nghệ, Trường Đại học Nông Lâm TP. Hồ Chí Minh

TÓM TẮT

Lưu đồ thuật toán của phần mềm tính toán lượng khí thải khi thiêu xác gia cầm được xây dựng dựa trên mô hình toán bao gồm các phương trình cân bằng khối lượng và cân bằng nhiệt lượng... Nghiên cứu này cho phép xác định được lượng khí thải cũng như lượng tiêu hao nhiên liệu tương ứng với quá trình thiêu xác gia cầm, góp phần hoàn thiện việc tính toán, thiết kế, chế tạo lò thiêu và xử lý lượng khí thải sinh ra trong quá trình thiêu xác gia cầm bị dịch bệnh. Phần mềm được nghiên cứu xây dựng dựa trên nền Matlab có giao diện người dùng tương đối trực quan, dễ dàng sử dụng trong việc tính toán.

Từ khóa: Thiêu xác gia cầm; Khí thải; Buồng đốt; Phần mềm tính toán.

ABSTRACT

The flow chart of software to calculate the formation of emission pollutants is based on mathematic model. The general equations include mass balance equation and energy balance equation,... etc. This research permit to determined the amount of emission pollutants and fuel consumption which are useful for calculate, degisn, manufacture incinerator and how to treat the emission pollutants also. The software is built base on the Matlab 2010a with a visual software interface that help everyone can be used easy.

Keywords: Incineration; Pollutants; Combustor; Calculate software.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong những năm gần đây, cùng với sự phát triển mạnh của ngành chăn nuôi, thì bệnh dịch cũng ngày càng nhiều và đặc biệt là sự xuất hiện của chủng cúm A H5N1, H1N1, H7N9... đã gây thiệt hại lớn về kinh tế cũng như sức khỏe của người chăn nuôi gia cầm. Xác gia cầm hiện nay trở thành vấn đề gây bức

xúc trong việc gây ô nhiễm môi trường và làm ảnh hưởng xấu đến sức khỏe cộng đồng dân cư. Trong thành phần vật chất của gia cầm, tuy không mang tính độc hại với môi trường nhưng nó mang mầm bệnh rất nguy hiểm, bệnh lây lan rất nhanh và đã lây lan sang cả con người. Cho đến nay, chôn lấp vẫn là phương pháp xử lý phổ biến nhất đối với nhiều nước trên thế giới, trong đó có Việt Nam, ưu điểm chính của việc

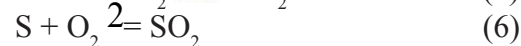
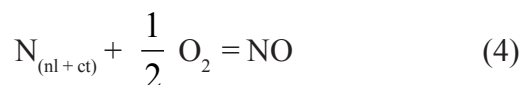
chôn lấp là ít tốn kém và có thể xử lý nhiều loại chất thải khác nhau so với các phương pháp công nghệ khác. Tuy nhiên, phương pháp chôn lấp gây ra những tác động ô nhiễm khác như ô nhiễm nước, mùi hôi, ruồi nhặng... Hơn thế nữa, việc chôn lấp lại không thể áp dụng để xử lý triệt để các loại mầm bệnh trong xác gia cầm. Ngoài ra, trong quá trình đô thị hóa ngày nay, quỹ đất ngày càng thu hẹp, dẫn đến khó khăn trong việc lựa chọn vị trí làm bãi chôn lấp. Vì vậy, việc áp dụng một số phương pháp xử lý khác song song với chôn lấp là nhu cầu rất thiết thực. Công nghệ đốt chất thải là một trong những công nghệ có thể thay thế và ngày càng trở nên phổ biến trên toàn thế giới.

Có rất nhiều công trình nghiên cứu về công nghệ lò đốt, tính toán quá trình cháy và xử lý khói thải lò đốt chất thải công nghiệp nguy hại đã được công bố trên nhiều tạp chí chuyên ngành [1, 2, 3]. Tuy nhiên, vẫn chưa thấy công bố nào về việc ứng dụng lý thuyết để xây dựng phần mềm tính toán lượng khí thải hình thành khi thiêu xác gia cầm bị dịch bệnh phục vụ cho công tác tính toán thiết kế và chế tạo thiết bị đốt, thiết bị xử lý khí thải.

2. MÔ HÌNH TOÁN

2.1. Lượng vật chất cấp vào

Lượng không khí nạp vào lò được xác định dựa vào lượng oxy cần thiết cho quá trình cháy các chất. Những chất tham gia vào quá trình cháy là C, H, N, S theo các phương trình phản ứng như sau [4]:



Cơ chế hình thành NOx có thể biểu thị bằng phản ứng dây chuyền không phân nhánh theo cơ chế Zeldovic. Do đó, hằng số cân bằng của phản ứng (3) ÷ (5) được xác định như sau:

$$K_p(NO) = \frac{P_{NO}^2}{P_{N_2} \times P_{O_2}} \quad (7)$$

$$K_p(NO_2) = \frac{P_{NO_2}^2}{P_{NO}^2 \times P_{O_2}} \quad (8)$$

Theo cơ chế này, NO hình thành ở điều kiện tồn tại nguyên tử của oxy, tiến hành theo nhóm phản ứng dây chuyền không phân nhánh, ta có:



Loại NOx từ hợp chất nitơ trong nhiên liệu bị nhiệt phân và oxy hóa tạo thành được gọi là NOx nhiên liệu. Trong thực tế, khi hàm lượng nitơ trong nhiên liệu vượt quá 0,1% thì nồng độ NOx tạo thành trong khói sẽ vượt quá 130ppm. Vì vậy, NOx nhiên liệu là thành phần phát thải chính trong quá trình đốt nhiên liệu. Cơ chế hình thành NOx cực kỳ phức tạp qua nhiều phản ứng, để đơn giản hóa quá trình tính toán ta có thể giả thuyết lượng nitơ trong nhiên liệu sau khi nhiệt phân sẽ phản ứng với oxy tạo thành NO.

Từ hai cơ chế nêu trên, ta có thể kết luận ở nhiệt độ phản ứng dưới 1500°C thì lượng NO sinh ra do các phản ứng chỉ là do hình thành NOx nhiên liệu, chỉ khi nào nhiệt độ trên 1500°C mới hình thành NOx nhiệt. Từ các

phương trình (1) ÷ (6) ta tính toán được lượng oxy cần dùng để phản ứng hết các chất:

$$G_1 = \frac{32}{12}(mC_{ct} + mC_{nl}) \text{ (kg/h)} \quad (12)$$

$$G_2 = \frac{32}{4}(mH_{ct} + mH_{nl}) \text{ (kg/h)} \quad (13)$$

$$G_3 = (mS_{ct} + mS_{nl}) \text{ (kg/h)} \quad (14)$$

$$G_4 = \frac{16}{14}(mN_{ct} + mN_{nl}) \text{ (kg/h)} \quad (15)$$

$$G_5 = (mO_{ct} + mO_{nl}) \text{ (kg/h)} \quad (16)$$

Lượng oxy lý thuyết cần cung cấp từ ngoài vào để đốt cháy xác gia cầm trong 1 giờ là:

$$G_{O_2,lt} = G_1 + G_2 + G_3 + G_4 - G_5 \text{ (kg/h)} \quad (17)$$

Để quá trình cháy xảy ra hoàn toàn, lượng oxy cần cung cấp phải dư so với lý thuyết, ta có:

$$G_{O_2,TT} = \alpha \times G_{O_2,lt} \text{ (kg/h)} \quad (18)$$

Chọn $\rho_{kk} = 1,29 \text{ kg/m}^3$ và $\rho_{O_2} = 1,4289 \text{ kg/m}^3$, ta có:

$$\frac{G_{O_2,tt}}{G_{kk,tt}} = \frac{0,21 \times \rho_{O_2}}{\rho_{kk}} \quad (19)$$

Lượng không khí thực tế cấp vào lò:

$$G_{kk,tt} = \frac{G_{O_2,tt}}{0,21 \times \rho_{O_2} / \rho_{kk}} \text{ (kg/h)} \quad (20)$$

$$G_{N_2} = G_{kk,tt} - G_{O_2,tt} \text{ (kg/h)} \quad (21)$$

Lượng ẩm trong không khí:

$$G_{am,kk} = d \times G_{kk,tt} \text{ (kg/h)} \quad (22)$$

Lượng không khí ẩm thực tế:

$$G_{kkqtt} = G_{kk,tt} - G_{am,kk} \text{ (kg/h)} \quad (23)$$

Tổng lượng vật chất vào lò:

$$G_v = G_{ct} + G_{kkqtt} + G_{nl} \text{ (kg/h)} \quad (24)$$

2.2. Lượng vật chất ra khỏi lò

Khí ra khỏi lò bao gồm CO_2 , NO , SO_2 , N_2 , O_2 , hơi nước (kg/h). Dựa vào các phương trình phản ứng cháy trên, ta tính toán được khối lượng khí ra khỏi lò như sau:

$$G_{CO_2} = \frac{44}{12}(mC_{nl} + mC_{ct}) \text{ (kg/h)} \quad (25)$$

$$G_{SO_2} = 2(mS_{nl} + mS_{ct}) \text{ (kg/h)} \quad (26)$$

$$G_{NO} = G_{NO(4)} \text{ (kg/h)} \quad (27)$$

Lượng N_2 còn lại trong khí thải:

$$G_{N_2,kt} = G_{N_2,kk} \text{ (kg/h)} \quad (28)$$

Lượng oxy dư:

$$G_{O_2} = G_{O_2,tt} - G_{O_2,lt} \text{ (kg/h)} \quad (29)$$

Lượng hơi nước ra theo khói lò:

$$G_{hoi nuoc} = G_{am,ct} - G_{am,kk} + G_{H_2O} \text{ (kg/h)} \quad (30)$$

Lượng tro hình thành trong quá trình đốt:

$$G_{tro} = A_{nl} + A_{ct} \text{ (kg/h)} \quad (31)$$

Tổng lượng vật chất ra khỏi lò:

$$G_{ra} = G_{khi} + G_{hoi nuoc} + G_{tro} \text{ (kg/h)} \quad (32)$$

2.3. Nhiệt lượng đưa vào lò

Gọi Q_{vao} là nhiệt lượng do vật chất mang vào lò, công thức tính nhiệt lượng vào là:

$$Q_{vao} = Q_{ct}^c + Q_{nl}^c + Q_{kk} + Q_{am} + Q_{ct} + Q_{nl} \quad (\text{kcal/h}) \quad (33)$$

Công thức tổng quát để tính nhiệt lượng chất thải mang vào lò [5]:

$$Q_{ct} = G_{ct} \times C_{ct} \times T_{ct} \quad (\text{kcal/h}) \quad (34)$$

Nhiệt lượng do nhiên liệu mang vào:

$$Q_{nl} = G_{nl} \times C_{nl} \times T_{nl} \quad (\text{kcal/h}) \quad (35)$$

Nhiệt lượng của không khí và hơi nước được cấp vào trong quá trình cháy là:

$$Q_{kk} + Q_{am} = G_{kk} \times (C_{kk} + d \times C_{hoimuoc}) \times T_{kk} + G_{kk} \times r \times d \quad (\text{kcal/h}) \quad (36)$$

$$Q_{nl}^c = q_{nl}^c \times G_{nl} \quad (\text{kcal/h}) \quad (37)$$

$$q_{nl}^c = 339C + 1256H - 108,8(O - S) - 25,1(W + 9H) \quad (\text{kcal/kg}) \quad (38)$$

Trong quá trình chất thải cháy sẽ sinh ra một lượng nhiệt được tính bằng công thức:

$$Q_{ct}^c = q_{ct}^c \times G_{ct} \quad (\text{kcal/h}) \quad (39)$$

$$q_{ct}^c = 81C + 246H - 26(O - S) - 6W \quad (\text{kcal/kg}) \quad (40)$$

2.4. Nhiệt lượng ra khỏi lò

Tổng nhiệt lượng mà vật chất mang ra khỏi lò đốt là:

$$Q_{ra} = Q_{tro} + Q_{khol} + Q_{mocua} + Q_{tuong} \quad (\text{kcal/h}) \quad (41)$$

Nhiệt lượng mà tro, xỉ mang ra khỏi lò đốt là:

$$Q_{tro} = G_{tro} \times C_{tro} \times T_{tro} \quad (\text{kcal/h}) \quad (42)$$

Nhiệt lượng của khói được tính bằng tổng nhiệt lượng của các thành phần chứa trong khói lò:

$$Q_{khol} = Q_{CO_2} + Q_{NO} + Q_{N_2} + Q_{SO_2} + Q_{O_2} + Q_{hoimuoc} \quad (\text{kcal/h}) \quad (43)$$

Công thức tổng quát để tính nhiệt lượng khói thải:

$$Q_i = G_i \times C_i \times T_i \quad (\text{kcal/h}) \quad (44)$$

Tổn thất nhiệt do tường lò được tính bằng 5% lượng nhiệt cháy của dầu và chất thải, còn tổn thất nhiệt do mở cửa lò đốt bằng 10% nhiệt mất mát qua tường lò [5].

$$Q_{tuong} = 0,05 \times (Q_{ct}^c + Q_{nl}^c) \quad (\text{kcal/h}) \quad (45)$$

$$Q_{mocua} = 0,1 \times Q_{tuong} \quad (\text{kcal/h}) \quad (46)$$

3. XÂY DỰNG PHẦN MỀM TÍNH TOÁN

Thành phần cấu tạo của phần mềm bao gồm nhiều hàm, chuỗi, công thức, phương trình và chương trình con hợp thành. Giải thuật bao gồm sáu bước như sau:

Bước 1: Sau khi các dữ liệu người dùng nhập đã xử lý xong thì chương trình con “lượng vật chất tham gia phản ứng” sẽ tiến hành quá trình tổng hợp khối lượng nhiên liệu và chất thải.

Bước 2: Chương trình con “tổng khối lượng vật chất vào lò” sẽ lấy kết quả từ “lượng vật chất tham gia phản ứng” và dữ liệu nhập vào để tính toán khối lượng vật chất được đưa vào lò, sau khi tính toán xong chương trình sẽ lưu vào bộ nhớ chờ được xử lý.

Bước 3: Thông qua kết quả từ chương trình con “tổng khối lượng vật chất vào lò” phần mềm sẽ tiếp tục xử lý bằng chương trình con “tổng khối lượng vật chất ra khỏi lò” và



tính toán được lượng vật chất từ lò đi ra, cứ sau mỗi bước xử lý bằng chương trình con thì kết quả sẽ được lưu vào bộ nhớ, đợi được các chương trình con khác gọi để thực thi.

Bước 4: Chương trình con “nhiệt lượng vật chất mang vào lò” sẽ sử dụng dữ liệu từ các chương trình con ở trên và các dữ liệu do người dùng nhập để tính toán ra được nhiệt lượng vật chất mang vào lò.

Bước 5: Chương trình con “nhiệt lượng vật chất mang ra khỏi lò” sẽ sử dụng dữ liệu từ các chương trình con ở trên và các dữ liệu do người dùng nhập vào để tính toán ra được nhiệt lượng vật chất mang ra khỏi lò.

Bước 6: Chương trình con “kết quả tính toán” sẽ tổng hợp tất cả các dữ liệu từ các chương trình con khác sẽ giải ra được lượng nhiên liệu tham gia thiêu đốt chất thải và khối lượng khí thải thoát ra khỏi lò thiêu.

Hình 1. Giao diện khi khởi động phần mềm

Hình 2. Giao diện sau khi chọn chế độ mở rộng

Sau khi khởi động phần mềm thì giao diện chính của phần mềm sẽ hiển thị như hình 1 và 2, màn hình làm việc chứa thông số nhập và số liệu xuất trên cùng một giao diện, giúp người dùng dễ theo dõi quá trình nhập thông số tránh những sai sót trong quá trình sử dụng.

4. KẾT LUẬN

Việc tính toán quá trình đốt xác gia cầm dịch bệnh theo hướng viết phần mềm là một đề tài mang tính mới, khoa học, không chỉ dừng lại ở một kết quả cố định như tính toán truyền thống, mà việc tính toán trở nên dễ dàng hơn, thuận tiện cho việc tính toán và kiểm tra các thông số đầu vào cũng như đầu ra của quá trình. Nghiên cứu này là một phần trợ giúp quan trọng trong việc tính toán, thiết kế và chế tạo lò thiêu xác gia cầm.

Nghiên cứu chế tạo lò đốt xác gia cầm dịch bệnh mang tính khoa học, tính cộng đồng, đem lại sự an toàn về môi trường, bảo vệ cho xã hội hiểm họa từ dịch cúm A H5N1. Cùng với việc nghiên cứu chế tạo, việc xây dựng phần mềm tính toán một cách toàn diện sẽ mang lại tiện ích thiết thực, mang lại sự thuận lợi trong việc tính toán thiết kế và chế tạo lò đốt xác gia cầm.

Phần mềm được viết dựa trên nền của phần mềm Matlab, giao diện người dùng được xây dựng tương đối trực quan, giúp cho việc trao đổi giữa người dùng và phần mềm trở nên

dễ dàng thuận lợi hơn trong việc tính toán. Phần mềm có thể được sử dụng độc lập với phần mềm Matlab 2010a nên không bị phụ thuộc vào phần mềm Matlab. ❖

Ngày nhận bài: 18/4/2023

Ngày phản biện: 25/5/2023

Tài liệu tham khảo:

- [1]. J. L. Albright and C. W. Alliston, *Effects of Varying the Environment upon the Performance of Dairy Cattle*. Journal of Animal Science, (1971) 32:566-577.
- [2]. J. Bujak, *Experimental study of the energy efficiency of an incinerator for medical waste*. Science Direc - Applied Energy, 86 (2009) 2386 - 2393.
- [3]. T. H. Nguyen, "Chemical Reactor Network Application to Predict the Emission of Nitrogen Oxides in an Industrial Combustion Chamber," Combustion Explosion and Shock Waves 53, 406-410 (2017).
- [4]. Nguyễn Thanh Hào; "Nghiên cứu tính toán lượng khí thải khi đốt rác thải y tế trong các bệnh viện tại Việt Nam", Tạp chí Cơ khí Việt Nam, 57÷60, Số 9 năm 2020.
- [5]. A. Vega-Galvez, A. Andres, E. Gonzalez, *Mathematical modelling on the drying process of yellow squat lobster fishery waste for animal feed*. Animal Feed Science and Technology, 151 (2009) 268-279.
- [6]. Brian R.Hunt, Ronald L., Lipsman, Jonathan M.Rosenberg, *A Guide to MATLAB for berginners and experienced users*, Cambridge - 2005.