XỬ LÝ RÁC VƯỜN DOANH TRẠI QUÂN ĐỘI BẰNG MÔ HÌNH LÒ ĐỐT KIỂU CỘT NHỒI

Nguyễn Thành Luân*

Tóm tắt: *Hiện nay, tại các đơn vị quân đội chất thải rắn sinh hoạt được xử lý chủ yếu bằng hai phương pháp chính là chôn lấp và đốt. Việc áp dụng hai phương pháp này tại các đơn vị chưa đảm bảo về mặt môi trường do chôn lấp không hợp vệ sinh và đốt đống tự nhiên, gây ô nhiễm môi trường và ảnh hưởng sức khỏe của cán bộ chiến sĩ. Nghiên cứu này đặt mục tiêu thử nghiệm lò đốt kiểu cột nhồi để đề xuất một phương án xử lý rác thải vườn nhằm giảm thiểu tác động đến môi trường không khí xung quanh. Với ưu điểm là dễ vận hành và chi phí đầu tư thấp do đó loại lò đốt kiểu cột nhồi đã được lựa chọn để thí nghiệm do phù hợp với điều kiện thực tế tại các đơn vị. Để lựa chọn điều kiện phù hợp, nghiên cứu đã tiến hành với 4 chế độ cấp khí và trạng thái khác nhau của rác vườn. Kết quả thử nghiệm ban đầu với các mẫu rác vườn trên mô hình công suất 5 kg/giờ cho thấy, việc tăng cường cấp gió để sẽ rút ngắn thời gian xử lý. Với vận tốc gió 0,3 m/s, thời gian cháy là 22 phút nhanh hơn so với khi đốt ở vận tốc gió 0,08 m/s có thời gian cháy 30 phút. Kết quả đo đạc các thông số ô nhiễm trong khí thải như CO, NO_x và SO_2 đều dao động ở mức thấp cho thấy lò đốt kiểu cột nhồi có khả năng xử lý hiệu quả rác vườn.*

Từ khóa: Lò đốt; Rác vườn; Lò đốt kiểu cột nhồi.

1. MỞ ĐẦU

Chất thải rắn tại các đơn vị đóng quân bao gồm các loại: rác thải sinh hoạt (rác thải sinh hoạt trực tiếp từ cán bộ chiến sĩ và rác thải nhà bếp), lá cây,... Rác thải sinh hoạt gồm nhiều thành phần vô cơ: giấy, bao nilon và nhựa.

Chất thải rắn (CTR) hữu cơ phát sinh từ sinh hoạt hàng ngày tại các đơn vị quân đội nếu không được xử lý triệt để thì khi thải vào môi trường sẽ gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến môi trường đất, nước và không khí. Dưới tác động môi trường tự nhiên của nhiệt độ, độ ẩm và các vi sinh vật, chất thải hữu cơ bị phân hủy và sản sinh ra các chất khí như: NH_4^+ có mùi khai, H_2S mùi trứng thối, sulfur hữu cơ mùi bắp cải thối rữa, mecaptan hôi nồng, amin mùi cá ươn, diamin mùi thịt thối. Khi thải trực tiếp vào kênh rạch, sông, hồ, ao gây ô nhiễm môi trường nước, làm tắc nghẽn đường nước lưu thông, giảm diện tích tiếp xúc của nước với không khí dẫn tới giảm DO trong nước.



Hình 1. *Hình chôn lấp rác tại đơn vị.*



Hình 2. *Hình đốt rác tại đơn vị.*

Khi chất thải rắn hữu cơ phân hủy trong nước gây mùi hôi thối, gây phú dưỡng nguồn nước làm cho thủy sinh vật trong nguồn nước mặt bị suy thoái. CTR phân huỷ và các chất ô nhiễm khác biến đổi màu của nước thành màu đen, có mùi khó chịu. Ngoài ra tại các bãi rác, bãi chôn lấp CTR không hợp vệ sinh, không có hệ thống xử lý nước rác đạt tiêu chuẩn, nước rỉ rác có chứa hàm lượng chất ô nhiễm cao nếu không được thu gom, xử lý sẽ thâm nhập vào nguồn nước dưới đất gây

ô nhiễm môi trường nước nghiêm trọng. Bên cạnh đó, hóa chất và vi sinh vật từ CTR dễ dàng thâm nhập gây ô nhiễm đất, gây ô nhiễm nguồn nước ngầm và nhiễm vi sinh vật trứng giun và Coliform. Việc quản lý và xử lý CTR không hợp lý không những gây ô nhiễm môi trường mà còn ảnh hưởng rất lớn tới sức khoẻ con người, đặc biệt đối với các khu nhà ở của đơn vị đóng quân.

Hiện nay, tại các đơn vị đóng quân phương pháp xử lý chất thải rắn sinh hoạt chủ yếu là chôn lấp và đốt đống. Với các phương pháp đang sử dụng để xử lý rác sinh hoạt tại các đơn vị đóng quân hiện nay có khả năng gây ô nhiễm môi trường lớn, ảnh hưởng đến sức khỏe của bộ đội và người dân xung quanh do ảnh hưởng của mùi hôi, nước rỉ rác khi sử dụng phương pháp chôn lấp không hợp vệ sinh và do khí thải khi sử dụng phương pháp đốt đống. Do đó, việc nghiên cứu chế tạo lò đốt kiểu cột nhồi để xử lý rác sinh hoạt tại các đơn vị quân đội là cần thiết.

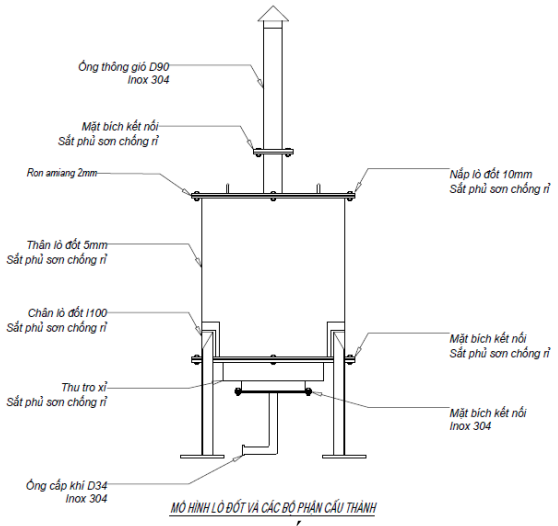
2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP THỰC NGHIỆM

2.1. Mô hình thực nghiệm lò đốt kiểu cột nhồi công suất 5 kg/giờ

a. Nguyên lý và mô hình thực nghiệm

Mô hình lò đốt kiểu cột nhồi hoạt động theo nguyên tắc từng mẻ, chất thải rắn được nạp vào qua nắp lò, sau khi nạp liệu xong sẽ tiến hành đóng nắp lò. Phía trên nắp lò có ống khói dùng để thoát khí thải ra ngoài, trên ống khói được thiết kế lỗ lấy mẫu để đặt đầu dò của thiết bị đo nhanh nhằm đánh giá hiệu quả của lò đốt. Phía dưới buồng đốt có hệ thống ghi lò nhằm phân phối khí cấp vào từ phía dưới vào cho quá trình cháy trong buồng lò. Ngoài ra, hệ thống ghi lò này còn có tác dụng thu gom tro cặn sau khi chất thải rắn bị đốt hết.

Tại buồng đốt có các khu vực chính gồm: khu vực cháy, khu vực sấy và khu vực nạp xếp theo thứ tự từ dưới lên trên. Chất thải rắn được nạp vào sẽ được đốt cháy ở khu vực cháy, trong quá trình cháy diễn ra nhiệt lượng sinh ra sẽ giúp sấy chất thải rắn ở phía trên tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình cháy. Phía trên khu vực sấy là khu vực nạp, là khu vực chất thải rắn mới được nạp vào chờ được sấy rồi đốt cháy. Chất thải rắn di chuyển từ khu vực nạp sang khu vực sấy và khu vực cháy dựa vào trọng lực của chất thải rắn và do quá trình đốt cháy làm giảm thể tích.



Hình 3. *Mô hình lò đốt và các bộ phận cấu thành.*



Hình 4. *Hình thực tế của mô hình lò đốt kiểu cột nhồi.*

b. Vật liệu và kích thước mô hình thực nghiệm lò đốt kiểu cột nhồi công suất 5 kg/giờ

Vật liệu:

- Thân lò đốt bằng thép dày 5 mm, lớp cách nhiệt bằng bông thủy tinh dày 0,1 m, lớp vỏ ngoài được sơn cách nhiệt;

- Nắp lò bằng thép dày 10mm được gắn cố định vào thân lò bằng bulong và có lớp chịu nhiệt dày 2mm;
- Ống khói được làm bằng inox 304;
- Đáy lò bằng thép dày 10 mm có bộ phận thu tro xỉ.

Kích thước:

Dựa vào khối lượng riêng chất thải rắn 59 kg/m^3 và khối lượng 1 mẻ 5 kg tính toán được kích thước mô hình lò đốt kiểu cột nhồi theo công thức V = m/D =5/59 = 0,085 m^3. Chọn thể tích buồng đốt V = 0,1 m^3.

$$V = \frac{\pi d^2 h}{4} \quad (1)$$

Căn cứ theo công thức (1) suy ra các thông số kích thước như sau:

- Đường kính trong của buồng đốt d = 0,4 m;
- Chiều cao buồng đốt là h = 2d = 0,8 m.

Rác vườn có năng lượng dao động trong khoảng 2.326 – 18.608 kJ/kg với đặc trưng là 6.513 kJ/kg [5] và tổn thất nhiệt qua tường lò ≤ 0,5% [3] từ đó tính toán được lớp cách nhiệt buồng đốt bằng bông thủy tinh dày 0,1 m.

c. Vận hành mô hình thực nghiệm lò đốt kiểu cột nhồi công suất 5 kg/giờ

Các bước vận hành mô hình gồm cấp rác vườn vào mô hình thông qua mặt bích giữa thân lò và nắp lò, bật quạt cấp khí và điều chỉnh lưu lượng phù hợp, mồi lửa để bắt đầu quá trình đốt, đóng mặt bích giữa thân lò và nắp lò, trong quá trình đốt sẽ đo đạc khí thải để đánh giá hiệu quả của mô hình, sau khi kết thúc quá trình đốt và nhiệt độ lò trở về bình thường sẽ tiến hành tháo tro xỉ thông qua mặt bích ở đáy lò.

2.2. Điều kiện thực nghiệm

Quá trình thực nghiệm được tiến hành trên mô hình lò đốt kiểu cột nhồi công suất 5 kg/giờ với rác vườn được lấy tại các đơn vị đóng quân thuộc Quân đoàn 4 trong điều kiện thực tế và không chứa rác sinh hoạt có khối lượng riêng chất thải đặc trưng là 59 kg/m^3 và độ ẩm đặc trưng là 30%. Các điều kiện thực nghiệm trên mô hình gồm: Chế độ cấp gió, chế độ cấp nhiên liệu và ảnh hưởng của thành phần chất thải rắn.

2.3. Các thiết bị, dụng cụ thực nghiệm

a. Thiết bị, dụng cụ thực nghiệm

- Thiết bị phân tích khí thải Testo 350 XL.
- Thiết bị đo tốc độ gió Testo 410 – 2.

b. Phương pháp thực nghiệm

Phương pháp đo nhanh khí thải: Theo phương pháp CTM 30&34 kết hợp với phương pháp US EPA Method 1 và phương pháp HD-KT-01 do Viện Nhiệt đới môi trường biên soạn.

Phương pháp xác định vận tốc và lưu lượng khí thải: Theo US EPA Method 2.

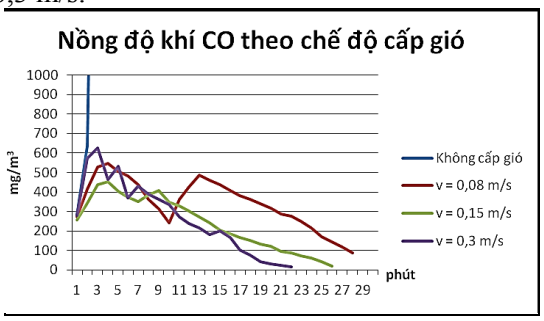
3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của chế độ cấp gió

Điều kiện thử nghiệm:

- Khối lượng rác cấp: 5 kg;
- Thành phần rác: Lá cây khô;
- Thông số thay đổi: Tốc độ gió
  + Không cấp gió;
  + Cấp gió thấp v = 0,08 m/s;

+ Cấp gió trung bình v = 0,15 m/s;
+ Cấp gió cao v = 0,3 m/s.



Hình 5. *Nồng độ khí CO theo chế độ cấp gió.*

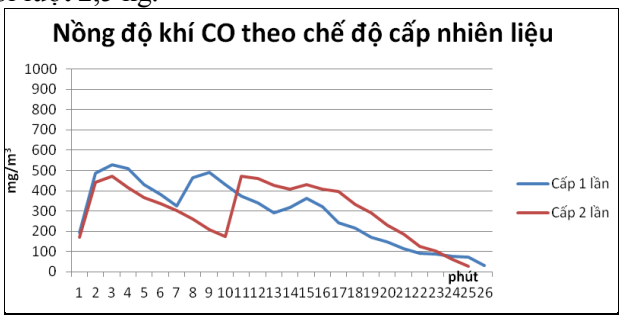
Mô hình lò đốt không thể hoạt động khi không cấp gió, khi không cấp gió mô hình lò đốt sẽ trở thành mô hình nhiệt phân sinh ra rất nhiều khí CO và quá trình nhiệt phân này chỉ diễn ra được khoảng 5 phút sẽ kết thúc do không có nguồn cung cấp nhiệt cho quá trình nhiệt phân.

Đối với các chế độ cấp gió khác nhau quá trình hoạt động của mô hình diễn ra tương đồng với nồng độ khí CO tăng lên từ từ rồi sau đó giảm xuống theo chu kỳ do quá trình sụt xuống của chất thải rắn trong lò. Do đặc thù của lò đốt nên chất thải rắn phía trên được sấy trước khi bị đốt nên so với lúc mới nạp liệu thì thông số khí CO giảm dần do quá trình đốt chất thải rắn diễn ra tốt hơn. Chế độ cấp gió ảnh hưởng tới thời gian đốt của 1 mẻ, tốc độ cấp gió càng cao thì thời gian đốt sẽ được rút ngắn. Tốc độ cấp gió cao hoặc thấp ban đầu sẽ làm sinh khói nhiều do việc cháy của chất thải rắn không tốt, nhưng việc cấp khí tốc độ cao giúp cho quá trình cháy diễn ra nhanh hơn sau khi chất thải rắn bắt đầu tự cháy được. Do đó, việc cấp gió nên điều chỉnh theo từng giai đoạn cháy nhằm đảm bảo hiệu quả cháy tốt nhất của chất thải rắn trong lò.

3.2. Ảnh hưởng của chế độ cấp nhiên liệu

Điều kiện thử nghiệm

- Khối lượng rác cấp: 5 kg;
- Thành phần rác: Lá cây khô;
- Chế độ cấp gió: Cấp gió trung bình 0,15 m/s;
- Thông số thay đổi: Chế độ cấp nhiên liệu
  + Cấp 1 mẻ 5 kg;
  + Cấp 2 lượt mỗi lượt 2,5 kg.



Hình 6. *Nồng độ khí CO theo chế độ cấp nhiên liệu.*

Việc cấp nhiên liệu 1 lần/mẻ làm cho khí CO và khói phát sinh nhiều trong giai đoạn ban đầu và kéo dài hơn so với cấp nhiên liệu 2 lần/mẻ nguyên nhân là do khi cấp 1 lượng chất thải rắn lớn sẽ diễn ra quá trình nén tự nhiên của nhiên liệu làm chất thải rắn khó cháy hơn. Thời gian đốt của chế độ cấp liệu 2 lần/mẻ nhanh hơn chế độ cấp liệu 1 lần/mẻ khoảng 1 phút.

Ở cả 2 chế độ cấp nhiên liệu đều diễn ra quá trình tăng giảm CO theo chu kỳ do việc chất

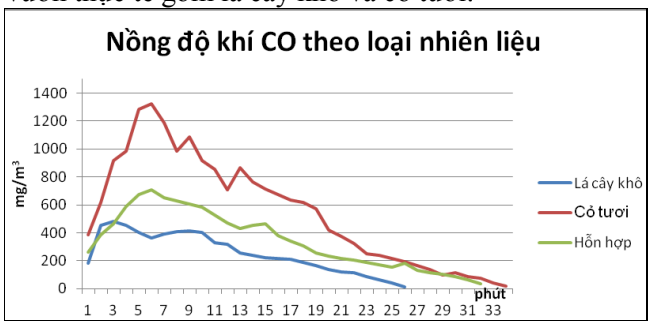
thải rắn sau khi cháy hết sẽ bị sụt xuống để dồn chất thải rắn xuống tiếp tục đốt.

Qua hình 6 có thể thấy rõ ở phút thứ 10 của chế độ cấp 2 lần/mẻ CO đột ngột tăng cao, nguyên nhân là do cấp liệu lần 2, sau khi cấp liệu lần 2 lượng CO phát sinh lớn hơn giai đoạn 1 do lượng chất thải rắn của giai đoạn 1 cháy chưa hết hoàn toàn đã được bổ sung thêm.

3.3. Ảnh hưởng của thành phần nhiên liệu

Điều kiện thử nghiệm

- Khối lượng rác cấp: 5 kg;
- Thành phần rác: Lá cây khô, cỏ tươi;
- Chế độ hoạt động: Cấp gió trung bình 0,15 m/s, rác cấp 1 lần/mẻ;
- Thông số thay đổi: thành phần rác
  + Lá cây khô;
  + Cỏ tươi;
  + Hỗn hợp rác vườn thực tế gồm lá cây khô và cỏ tươi.



Hình 7. *Nồng độ khí CO với các thành phần nhiên liệu.*

Chất thải rắn có độ ẩm càng lớn thì thời gian đốt càng lâu tương ứng cỏ tươi sẽ có thời gian đốt cao nhất sau đó là hỗn hợp gồm lá cây, cỏ tươi và cuối cùng là lá cây khô.

Độ ẩm cao của chất thải rắn dẫn tới phát sinh nhiều khói trong quá trình đốt, trong quá trình đốt cỏ tươi giai đoạn đầu phát sinh một lượng khói rất lớn do độ ẩm cao của cỏ tươi ảnh hưởng tới hiệu quả cháy nhưng với cấu tạo của lò đốt nên sau khi cỏ tươi bắt đầu cháy thì quá trình cháy diễn ra khá nhanh do nhiệt lượng sinh ra từ quá trình cháy sẽ sấy cỏ tươi chưa cháy tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình cháy.

Đối với chất thải rắn có độ ẩm vừa phải như trường hợp của hỗn hợp lá cây và cỏ tươi lò đốt vẫn làm việc hiệu quả tuy nhiên nồng độ trung bình của khí CO vẫn cao hơn so với việc đốt lá cây khô.

3.4. Đánh giá hiệu quả của mô hình lò đốt kiểu cột nhồi

Điều kiện vận hành mô hình như sau:

- Chế độ cấp gió: Điều chỉnh theo từng giai đoạn, trong đó giai đoạn ổn định giữ mức gió trung bình;
- Chế độ cấp liệu: 1 lần/mẻ;
- Khối lượng chất thải rắn: 5 kg/mẻ;
- Thành phần chất thải rắn: Hỗn hợp rác vườn với thành phần chính là lá cây khô ở trạng thái tự nhiên.

Bảng 1. *Kết quả đo đạc khí thải lò đốt cột nhồi với nhiên liệu là rác vườn.*

STT	Thông số	Số liệu đo đạc	QCVN 61-MT:2016/BTNMT
1	SO_2 (mg/m^3)	<10	250
2	NO_x (mg/m^3)	<10	500
3	CO (mg/m^3)	241,6	250
4	O_2 (%)	20,63	6 - 15



Hình 8. *Nồng độ khí CO trong quá trình đốt của mô hình lò đốt.*

Nồng độ khí SO_2 và khí NO_x thấp dưới ngưỡng phát hiện của thiết bị đo nhanh Testo 350 XL, khí SO_2 thấp là do bản chất thành phần nhiên liệu không chứa hợp chất lưu huỳnh. Đối với khí NO_x do quá trình đốt tự nhiên và chỉ đốt 1 cấp nên việc sinh khí NO_x không đáng kể. Do thành phần 2 thông số khí thải này nằm dưới ngưỡng phát hiện của thiết bị nên hình 8 chỉ thể hiện nồng độ khí CO theo thời gian của quá trình đốt của mô hình.

Nồng độ khí CO có giá trị trung bình đạt QCVN 61-MT:2016/BTNMT, tuy nhiên, trong quá trình đốt có thời điểm nồng độ CO cao đến 567 mg/m^3. Nồng độ khí CO trong quá trình đốt tăng giảm liên tục do quá trình cháy và quá trình sụt của chất thải rắn nhưng nhìn chung thì nồng độ khí CO có xu hướng giảm theo thời gian vì rác ở phía trên được sấy nhờ nhiệt của quá trình đốt phía đáy lò làm quá trình cháy của rác diễn ra dễ dàng hơn. Việc nồng độ khí CO có thời điểm cao hơn QCVN cho phép là không thể tránh khỏi do lò đốt chỉ đốt 1 cấp trong điều kiện cháy tự nhiên. Thời gian xử lý hết 5 kg rác vườn là 28 phút căn cứ vào nồng độ khí CO (sau 28 phút thì nồng độ khí CO < 10 mg/m^3).

4. KẾT LUẬN

Kết quả thử nghiệm ban đầu với các mẫu rác vườn trên mô hình công suất 5 kg/giờ đưa ra được mối quan hệ nghịch chiều giữa thời gian xử lý và vận tốc cấp gió. Với vận tốc gió 0,3 m/s, thời gian cháy là 22 phút nhanh hơn so với khi đốt ở vận tốc gió 0,08 m/s có thời gian cháy 30 phút. Kết quả đo đạc các thông số ô nhiễm trong khí thải như CO, NO_x và SO_2 đều dao động ở mức thấp cho thấy lò đốt kiểu cột nhồi có khả năng xử lý hiệu quả rác vườn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Hoàng Kim Cơ, Nguyễn Công Cẩn, Đỗ Ngân Thanh. *"Tính toán thiết kế lò công nghiệp, tập 1"*. NXB Khoa học và Kỹ thuật. 1985.

[2] Lê Anh Kiên, "*Phân tích hệ thống quá trình đốt nhiệt phân chất thải rắn công nghiệp đặc trưng"*, 2010.

[3] Nguyễn Xuân Nguyên và cộng sự. *"Thiết kế công nghệ và thiết kế chi tiết lò đốt chất thải công nghiệp UCE - 80kg/giờ"*. 2006.

[4] Shin, D. and Choi, *"The combustion of simulated waste particles in a fixed bed"*. Combustion and Flame, 2000. 121 (1-2): p. 167-180.

[5] Tchobanoglous, G., Theisen, H. and Vigil, S.A. *"Integrated Solid Waste Management: Engineering Principle and Management Issue"*., McGraw Hill Inc., New York, 1993.

[6] Yang. Y.B., et al., *"Fuel size effect on pinewood combustion in a packed bed"*. Fuel, 2005. **84**(16): p. 2026-2038

[7] Yang. Y.B., et al., *"Effects of fuel devolatilisation on the combustion of wood chips and incineration of simunicipal solid wastes in a packed bed"*. Fuel, 2003. **82**(18): p. 2205-2221.

[8] Yang. Y.B., V.N. Sharifi, and J. Swithenbank, *"Effects of air flow rate fuel moisture on the burning behaviours of biomass and simulated municipal solid wastes in packed beds"*. Fuel, 2004. **83**(11-12): p. 1553-1562.

[9] Yang. Y.B., et al., *"A diffusion model for particle mixing in a packed bed of burning solids"*. Fuel, 2005. **84**(2-3): p225.
[10] Yang, Y.B., et al., *"Effect of fuel properties on biomass combustion. Part II. Modelling approach-identification of the controlling factors"*. Fuel, 2005. 84 (16): p. 2116-2130.

ABSTRACT

GARDEN WASTE DISPOSAL IN THE MILITARY BARRACKS BY MODEL OF PACKED BED INCINERATOR

Currently, at military barracks, domestic solid waste is mainly treated by two main methods: landfilling and burning. The application of these two methods in units is not environmentally safe due to unsanitary burial and natural burning, polluting the environment and affecting the health of soldiers. This study aims to test the packed bed incinerator to propose a treatment option for garden waste to minimize the impact on the surrounding air environment. With the advantage of being easy to operate and low investment costs, the packed bed incinerator was selected for researching because it is suitable for the actual conditions at military units. To select the right conditions, the study was conducted with 4 air supply modes and different states of garden waste. The initial study results with garden waste samples on the 5 kg/h capacity model show that increasing the air supply will shorten the treatment time. With the air supply speed of 0.3 m/s, the burning time is 22 minutes faster than when burning at the air supply speed of 0.08 m/s with a burning time of 30 minutes. The measurement results of pollution parameters in the exhaust gas such as CO, NO_x and SO_2 all have low pollutant concentrations at low levels, showing that the packed bed incinerator is capable of effectively treating garden waste.

Keywords: Incinerators; Garden waste; Packed bed.

Nhận bài ngày 16 tháng 9 năm 2021
Hoàn thiện ngày 20 tháng 10 năm 2021
Chấp nhận đăng ngày 28 tháng 10 năm 2021

Địa chỉ: Viện Nhiệt đới môi trường/Viện Khoa học và Công nghệ quân sự.
*Email: thanhluan.vittep@gmail.com.