

CƠ SỞ CHỌN CHIỀU CAO ỐNG KHÓI ĐẠT TIÊU CHUẨN MÔI TRƯỜNG THEO ĐIỀU KIỆN VIỆT NAM

BASIS FOR DETERMINATION OF STACK HEIGHT IN ACCORDANCE WITH ENVIRONMENTAL STANDARDS IN VIETNAM

Nguyễn Đình Huân, Trần Thị Minh Phương

Trường Đại học Bách khoa, Đại học Đà Nẵng; ndhuan@dut.udn.vn

Tóm tắt - Bài báo nghiên cứu các lý thuyết liên quan đến chiều cao và đường kính ống khói nhằm đạt các tiêu chuẩn xả thải không gây ô nhiễm môi trường theo điều kiện Việt Nam. Các thông số liên quan đến ống khói trong quá trình tính toán được lựa chọn từ nhiều nguồn tài liệu đáng tin cậy trên thế giới cũng như ở Việt Nam. Trên cơ sở các tiêu chuẩn liên quan đến ống khói, tác giả đã lập chương trình tính toán xác định các thông số ống khói để đạt tiêu chuẩn xả thải phù hợp với nguồn nhiên liệu và điều kiện khí tượng của Việt Nam hiện nay. Các kết quả tính toán được lập thành bảng hoặc đồ thị để các cơ sở sản xuất dễ dàng tra cứu khi cần xây dựng ống khói cho phù hợp với đặc thù sản xuất của nhà máy. Kết quả nghiên cứu cũng có thể được sử dụng để làm tài liệu tham khảo cho các cơ quan quản lý làm căn cứ để xây dựng tiêu chuẩn Việt Nam liên quan đến ống khói thải.

Từ khóa - chiều cao ống khói; đường kính ống khói; khuếch tán ô nhiễm; ô nhiễm không khí; thông số ống khói.

Abstract - This paper studies the theory related to stack height and diameter in accordance with environmental standards in Vietnam to prevent and reduce air pollution. Based on the previous reliable literature in the world as well as in Vietnam, the authors have developed simulation programs for determining stack parameters in accordance with the environmental criteria, types of fuel and meteorological conditions in Vietnam. It is expected that the present results in the forms of tables or graphs can be used to facilitate the design of stacks of production facilities as well as can be used as reference for the authorities to establish stack building regulations.

Key words - stack height; stack diameter; pollution dispersion; air pollution; stack parameters.

1. Đặt vấn đề

Công nghiệp phát triển mang lại sự tăng trưởng kinh tế, nhưng cũng gây ra không ít các vấn đề suy thoái môi trường trên toàn cầu, đặc biệt là ở những nước đang phát triển. Ống khói từ các khu công nghiệp (KCN) thường phát thải bụi và các loại hơi khí độc gây ô nhiễm môi trường không khí, đất, nước và ảnh hưởng trực tiếp đến sức khỏe con người. Chính vì vậy, việc kiểm soát ô nhiễm từ các ống khói là một vấn đề cần được quan tâm giải quyết.

Phần lớn các loại hình sản xuất đều phát sinh ra chất thải, trong đó các chất thải liên quan đến môi trường không khí rất khó kiểm soát. Việc thu hồi các khí ô nhiễm và thải ra ngoài bằng ống khói là một trong những biện pháp khá hữu hiệu để kiểm soát vấn đề ô nhiễm môi trường. Tuy nhiên, ở Việt Nam hiện nay chưa có một quy định rõ ràng nào về ống khói, các lý thuyết liên quan đến ống khói cũng rất hạn chế. Điều này gây không ít khó khăn cho các cơ sở sản xuất khi cần tham khảo tính toán để xây dựng ống khói cho công ty mình. Thông thường các cơ sở sản xuất tham khảo kinh nghiệm lẫn nhau dựa theo đặc thù ngành nghề tương tự để chọn chiều cao và đường kính ống khói, mà không chắc chắn rằng các thông số đó là phù hợp. Bên cạnh đó, các cơ sở sản xuất cũng chưa nắm rõ vai trò của ống khói trong các hoạt động sản xuất [2], nên dẫn đến tình trạng xây dựng ống khói ở các KCN hiện nay đang còn nhiều bất cập, không phù hợp với điều kiện xả thải, ô nhiễm môi trường vẫn cứ xảy ra.

Thông thường, khi sản xuất gây ra nhiều chất ô nhiễm, có nguy cơ ảnh hưởng đến sức khỏe công nhân thì buộc phải thu hồi những chất ô nhiễm này và giải phóng nhanh ra khỏi không gian làm việc để đảm bảo nồng độ cho phép trong môi trường lao động nằm trong giới hạn quy định tại

QĐ 3733-02/BYT[15]. Nhưng các chất thải này khi đưa ra bên ngoài sẽ có nguy cơ gây ô nhiễm môi trường không khí, ảnh hưởng đến dân cư xung quanh. Vì vậy, buộc phải xây dựng ống khói để pha loãng các chất ô nhiễm vào môi trường không khí, sao cho khi chúng lan truyền đến khu dân cư sẽ không vượt quá nồng độ cho phép theo QCVN 05:2013 [13]. Tuy nhiên, việc thải chất ô nhiễm qua ống khói sẽ làm tăng tải lượng chất ô nhiễm trong môi trường, vì thế QCVN 19: 2009 [11] được đưa ra để khống chế tải lượng chất thải này của các cơ sở sản xuất.

Qua đó ta thấy, việc xây dựng ống khói nhằm đạt tiêu chuẩn môi trường phải tuân thủ 3 điều kiện chính:

- Đảm bảo môi trường lao động bên trong nhà: QĐ 3733-02/BYT.
- Đảm bảo không làm tăng chất thải vào môi trường: QCVN 19:2009.
- Đảm bảo không ảnh hưởng đến dân cư xung quanh: QCVN 05:2013.

Hiện nay các cơ sở sản xuất tại các KCN không dựa theo 3 tiêu chí trên để xây dựng ống khói. Việc xây dựng thường tham khảo kinh nghiệm lẫn nhau, nên khi đạt được quy định này lại vi phạm quy định khác. Cụ thể:

- Không hút triệt để các chất ô nhiễm trong cơ sở sản xuất, làm nồng độ ô nhiễm tại nơi sản xuất tăng lên => không thỏa mãn QĐ 3733-02/BYT.
- Trước khi thải ra ống khói không lắp đặt thiết bị xử lý để giảm bớt tải lượng khí thải => gây vượt QCVN 19:2009.
- Đường kính và độ cao ống khói không phù hợp, làm khuếch tán ô nhiễm đến khu dân cư, vượt quá quy định cho phép => không thỏa mãn QCVN 05:2013.

Hiện nay chưa có tài liệu nào đề cập đầy đủ đồng thời đến các thông số ống khói để thỏa mãn cả 3 yếu tố nêu trên. Chính vì lý do đó, bài báo muốn dựa trên những lý thuyết liên quan đến ống khói và các căn cứ QCVN để lập trình phần mềm tính toán, đưa ra các thông số rõ ràng để các doanh nghiệp sản xuất tham khảo, lựa chọn thông số ống khói cho phù hợp với đặc thù sản xuất của công ty.

2. Giải quyết vấn đề

Căn cứ vào tải lượng các chất ô nhiễm phát sinh, các cơ sở sản xuất cần xác định hiệu suất xử lý của thiết bị để thỏa mãn điều kiện xả thải theo QCVN 19:2009. Khí thải đi ra khỏi thiết bị xử lý sẽ được chuyển đến ống khói và phát thải ra ngoài môi trường. Ống khói có nhiệm vụ pha loãng và khuếch tán các chất ô nhiễm này vào môi trường không khí, để nồng độ của chúng đến các khu dân cư không vượt quá tiêu chuẩn cho phép. Thông thường để kiểm tra nồng độ khuếch tán của ống khói đến khu dân cư, các cơ quan quản lý đo đạc và đối chiếu với QCVN 05:2013. Điều này có nhiều bất cập, hay nói cách khác là phương pháp này không thuyết phục, vì:

- Khó lựa chọn được điểm đo phù hợp do không thể xác định được vị trí ô nhiễm nhất của ống khói gây ra.
- Hướng và vận tốc gió ngoài trời thay đổi liên tục, nên kết quả đo không đáng tin cậy.
- Có nhiều nguồn thải (nhiều ống khói) cùng đưa chất ô nhiễm đến điểm đo, nên kết quả đo không phản ánh đúng ống khói đang khảo sát.

Chính vì vậy, cần có một công cụ khác đáng tin cậy hơn để giải quyết bất cập này. Mô hình khuếch tán ô nhiễm là một trong những công cụ được sử dụng khá phổ biến hiện nay để đánh giá mức độ ô nhiễm của ống khói gây ra đối với môi trường không khí xung quanh. Việc lập trình mô hình tính toán khuếch tán chất ô nhiễm từ ống khói dựa trên các điều kiện phát thải, điều kiện khí tượng và các thông số của ống khói là cần thiết.

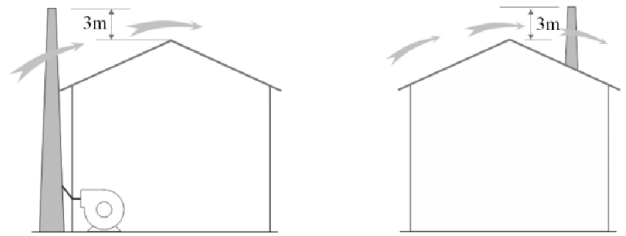
Có nhiều thông số liên quan đến ống khói, tuy nhiên có hai thông số chính cần phải xác định là chiều cao (h) và đường kính ống khói (D). Các cơ sở sản xuất chỉ cần dựa vào hai thông số này là có thể xây dựng ống khói đạt tiêu chuẩn môi trường.

2.1. Chiều cao ống khói

Cơ sở lý thuyết chứng minh rằng ống khói càng cao thì nồng độ chất ô nhiễm tại các điểm trên mặt đất càng giảm [3]. Bởi vì lượng chất ô nhiễm khuếch tán vào môi trường là không đổi, khi ống khói cao chất ô nhiễm được khuếch tán vào không khí thay vì phân bố trên mặt đất [1]. Tuy nhiên, ống khói chỉ cần đủ cao với một mức độ nào đó để nồng độ trên mặt đất không vượt quá tiêu chuẩn cho phép. Nếu xây ống khói cao quá sẽ ảnh hưởng đến yêu cầu kỹ thuật cũng như vấn đề kinh tế của doanh nghiệp.

Theo kinh nghiệm của các nước, việc lựa chọn chiều cao ống khói được xác định dựa vào hai cơ sở sau:

- Cơ sở 1: Chiều cao tối thiểu của ống khói phải cao hơn mặt đất từ 8 đến 10m, và phải cao hơn mái nhà (nhà có ống khói) là 3m [5].



Hình 1. Mối quan hệ giữa ống khói và mái nhà

- Cơ sở 2: Để không ảnh hưởng đến ngôi nhà liền kề (Hình 2), ống khói phải đạt được giá trị tính toán theo công thức sau [4,5]:

$$h = H_{ct} + 1,5 \times L_{ct} \quad (1)$$

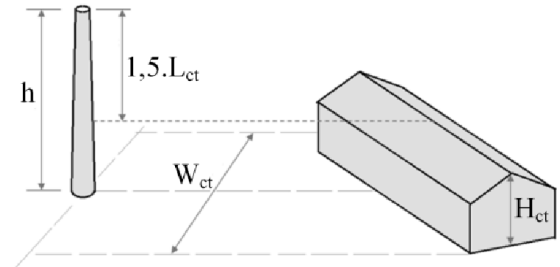
Trong đó:

h : chiều cao ống khói, tính từ mặt đất đến đỉnh ống khói, (m).

H_{ct} : chiều cao của công trình liền kề, (m).

L_{ct} : kích thước ngắn nhất (chọn giữa chiều cao – H_{ct} và chiều rộng – W_{ct}) của công trình liền kề, (m).

Ghi chú: “Công trình liền kề” là công trình nằm trong phạm vi bán kính $5L_{ct}$, nhưng nhỏ hơn 800 m.



Hình 2. Mối liên quan ống khói với công trình liền kề

Ống khói phải chọn theo giá trị lớn nhất của hai cơ sở tính toán nêu trên. Cách xác định này thường nhanh gọn nhưng không chặt chẽ. Vì chưa đề cập đến điều kiện khí tượng của địa phương cũng như lượng phát thải của ống khói, nên nồng độ phát tán đến các khu dân cư có thể vượt quá tiêu chuẩn cho phép. Do vậy, để chính xác hơn, bài báo này đề xuất thêm 1 cơ sở để tính chiều cao ống khói như phần đặt vấn đề đã nêu, đó là:

- Cơ sở 3: Dựa vào mô hình khuếch tán để xác định độ cao ống khói (h), sao cho nồng độ phát tán trên mặt đất không vượt quá tiêu chuẩn cho phép.

Cơ sở 3 này tính toán chủ yếu dựa trên khía cạnh công nghệ, nên kết quả đạt được đáng tin cậy hơn. Có nhiều mô hình khuếch tán được áp dụng hiện nay. Hai mô hình khá nổi tiếng thường hay áp dụng là Gauss và Berliand, kết quả sai khác giữa hai mô hình này không nhiều. Đối với Việt Nam, sử dụng mô hình Gauss sẽ phù hợp hơn. Bởi theo khuyến nghị của nhiều tác giả, mô hình này phù hợp với những ống khói có chiều cao ở mức trung bình [10], vốn rất phổ biến ở nước ta.

Các lý thuyết liên quan đến mô hình Gauss [3] được diễn giải như sau:

Nồng độ chất ô nhiễm tại điểm có tọa độ x, y, z theo mô hình Gauss:

$$C_{x,y,z} = \frac{M}{2 \times \pi \times \sigma_y \times \sigma_z \times u} \times \exp\left(-\frac{y^2}{2 \times \sigma_y^2}\right) \times \left\{ \exp\left[-\frac{(z-H)^2}{2 \times \sigma_z^2}\right] + \exp\left[-\frac{(z+H)^2}{2 \times \sigma_z^2}\right] \right\} \quad (2)$$

Trong đó:

C: nồng độ chất ô nhiễm tại vị trí có tọa độ x, y, z (g/m³);

M: lưu lượng chất ô nhiễm phát ra từ nguồn, (mg/s);

u: vận tốc gió, (m/s);

σ_y, σ_z - hệ số khuếch tán rối theo các phương y, z;

H: chiều cao hiệu quả của ống khói, (m).

Nồng độ chất ô nhiễm trên mặt đất (khi z = 0):

$$C_{x,y} = \frac{M}{\pi \times \sigma_y \times \sigma_z \times u} \times \exp\left[-\frac{1}{2} \times \left(\frac{y^2}{\sigma_y^2} + \frac{H^2}{\sigma_z^2}\right)\right] \quad (3)$$

Nồng độ ô nhiễm do ống khói gây ra theo trục gió đi qua ống khói trên mặt đất:

$$C_x = \frac{M}{\pi \times \sigma_y \times \sigma_z \times u} \times \exp\left[-\frac{H^2}{2 \times \sigma_z^2}\right] \quad (4)$$

Giá trị nồng độ cực đại do ống khói gây ra trên mặt đất:

$$C_x^{\max} = \frac{0,1656 \times M}{u \times \sigma_y \times H} \quad (5)$$

$$\text{Với } \sigma_{z(\max)} = \frac{H}{\sqrt{2}} \quad (6)$$

Chiều cao hiệu quả của ống khói được tính bằng công thức:

$$H = h + \Delta h \quad (7)$$

Trong đó:

h: chiều cao hình học của ống khói, (m);

Δh : độ nâng cao của dòng khí thải, (m). Đó là độ chênh của trục luồng khí thải so với đỉnh ống khói.

Theo khuyến cáo của các nhà khoa học Việt Nam, nên sử dụng công thức của Davidson W.F để xác định độ nâng cao của dòng khí thải như sau [3, 9]:

$$\Delta h = D \left(\frac{\omega}{u}\right)^{1,4} \left(1 + \frac{\Delta T}{T_{\text{khói}}}\right) \quad (8)$$

Trong đó:

$T_{\text{khói}} = t_{\text{khói}} + 273$

$\Delta T = t_{\text{khói}} - t_{\text{xq}}$

D: đường kính của miệng ống khói, (m);

ω : vận tốc phụt của luồng khói tại miệng ống khói, (m/s);

$t_{\text{khói}}$: nhiệt độ của khói thải, (°C);

t_{xq} : nhiệt độ môi trường không khí xung quanh, (°C).

2.2. Đường kính ống khói

Việc lựa chọn đường kính ống khói (D) phải căn cứ theo 3 tiêu chí chính sau:

- **Kinh tế:** Để giảm chi phí xây dựng thì các doanh nghiệp thường lựa chọn đường kính ống khói nhỏ. Tuy nhiên, khi đường kính nhỏ vận tốc trong ống khói sẽ tăng lên, làm tăng tổn thất của dòng không khí chuyển động trong đó, điều này sẽ ảnh hưởng đến khả năng làm việc của quạt.

- **Môi trường:** Nếu ống khói nhỏ thì vận tốc đi trong ống lớn, làm tăng khả năng phát tán khói tốt hơn, sự ô nhiễm đến khu dân cư xung quanh sẽ giảm. Ống khói lớn tốc độ phụt nhỏ, khó khuếch tán, gây ô nhiễm.

- **Kỹ thuật:** Khi lượng thải cố định, nếu ống khói nhỏ sẽ khó phát thải kịp, cần có quạt với công suất lớn để tăng cường việc thải. Điều này nhiều lúc không đạt được vì sự tổn thất trên đường ống cũng như khả năng hoạt động của quạt [2].

Với 3 tiêu chí nêu trên ta không thể chọn được ống khói quá nhỏ hay quá lớn, mà cần phải chọn ống khói có đường kính phù hợp. Mỗi liên hệ giữa đường kính ống khói với lưu lượng phát thải (L, m³/s) như sau:

$$L = \omega \times F = \omega \times \frac{\pi \times D^2}{4} \quad (9)$$

$$\Rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \times L}{\pi \times \omega}} \quad (10)$$

Trong đó:

F: tiết diện của ống khói, (m²).

Theo kinh nghiệm một số nước: Trong điều kiện bình thường vận tốc phụt ít nhất là 8m/s, khi có sương hoặc mưa âm thì lấy khoảng 9m/s [5]. Khoảng lựa chọn thích hợp được đề xuất là 15-16m/s [2].

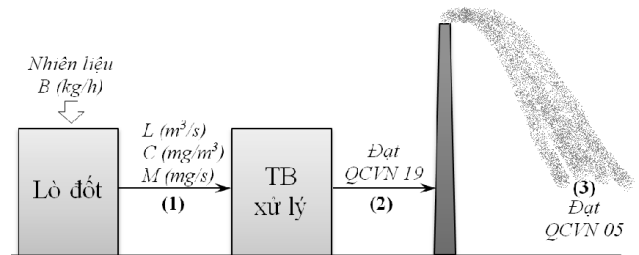
Bên cạnh đó, cần lưu ý đến sự ảnh hưởng của gió ngoài trời (u) đến sự phát tán luồng khí thải vào môi trường xung quanh. Để đảm bảo quá trình khuếch tán diễn ra được tốt hơn thì phải chọn vận tốc phụt (ω) đủ lớn so với vận tốc gió theo công thức [5]:

$$\frac{\omega}{u} \geq 1,5 \quad (11)$$

2.3. Phương pháp xác định chiều cao ống khói đạt TCVN

Trong thực tế, các cơ sở sản xuất chỉ biết được lượng nhiên liệu đốt sử dụng, mà không có đủ cơ sở để xác định đúng hiệu suất cần xử lý của thiết bị đạt QCVN 19:2009 cũng như ống khói phải thiết kế thế nào để đạt QCVN 05:2013. Vì lý do đó, tác giả sẽ thực hiện tính toán hiệu suất cần xử lý của thiết bị cũng như thông số ống khói cần xây dựng dựa trên lượng nhiên liệu mà nhà máy đang sử dụng.

Phương pháp thực hiện được mô tả như Hình 3.



Hình 3. Mô tả phương pháp tính toán

Theo như mô tả ở Hình 3, ở đây sẽ thực hiện tính toán cho 3 công đoạn:

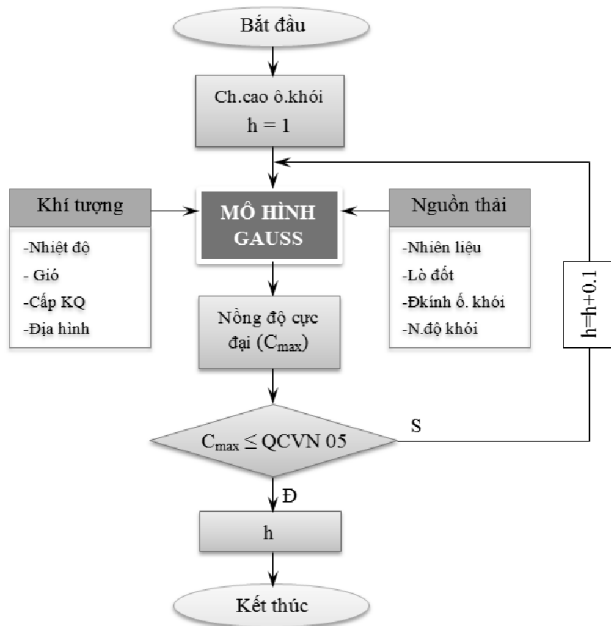
(1): Khi biết lượng nhiên liệu tiêu thụ B(kg/h), sẽ xác định lượng khói thải theo phương pháp Sản phẩm cháy [8] để tìm ra 3 thông số chính: Lưu lượng khói thải L(m³/s),

Nồng độ khói thải $C(\text{mg}/\text{m}^3)$, Tài lượng khói thải $M(\text{mg}/\text{s})$.

(2): Từ nồng độ $C(\text{mg}/\text{m}^3)$, so sánh với QCVN 19:2009 sẽ xác định được hiệu suất xử lý của thiết bị (η) theo công thức:

$$\eta = \frac{C - C_{\text{QCVN19}}}{C} \quad (12)$$

(3): Căn cứ vào lưu lượng thải $L(\text{m}^3/\text{s})$ và cơ sở lựa chọn đường kính ống khói như trình bày trong mục 2.2, ở đây sẽ xác định chiều ống khói (h) sao cho nồng độ cực đại trên trục gió qua ống khói (C_{max}) nhỏ hơn tiêu chuẩn cho phép QCVN 05:2013 theo thuật toán như Hình 4.

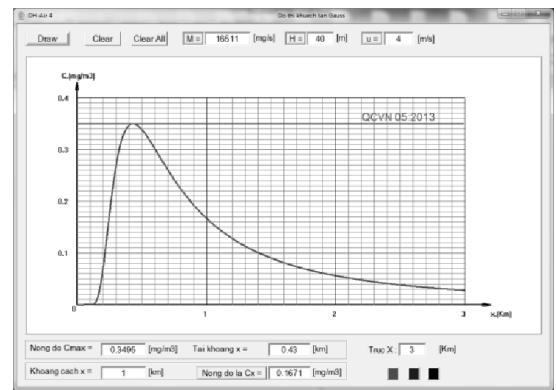


Hình 4. Sơ đồ thuật toán xác định chiều cao ống khói

Chương trình tính toán được thiết lập để xác định cho 3 công đoạn tính toán nêu trên thể hiện như Hình 5.

Hình 5. Chương trình tính hiệu suất xử lý và chiều cao ống khói đạt tiêu chuẩn môi trường theo điều kiện Việt Nam

Kết quả tính toán được kiểm tra theo chương trình mô phỏng khuếch tán ô nhiễm như Hình 6.



Hình 6. Chương trình mô phỏng khuếch tán

3. Kết quả tính toán

Các cơ sở sản xuất hiện nay sử dụng nhiên liệu chính là dầu FO, DO, than và gas. Trong đó có 2 loại nhiên liệu gây ô nhiễm nhất là: dầu FO (ô nhiễm SO_2) và than (ô nhiễm bụi), còn dầu DO và gas gây ô nhiễm không đáng kể. Chương trình tính ở Hình 5 có thể xác định được cho tất cả các loại nhiên liệu, tuy nhiên trong phạm vi bài báo chỉ đưa ra kết quả tính toán cho 2 loại nhiên liệu gây nhiều ô nhiễm như đã nêu.

3.1. Nhiên liệu dầu FO

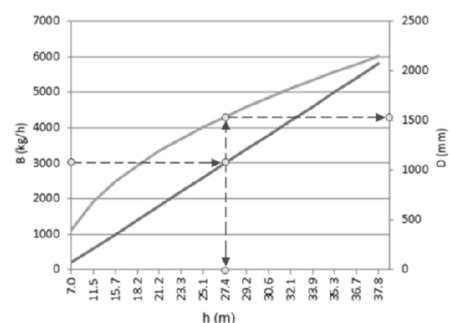
Theo kết quả tính toán, với lượng FO tiêu thụ dưới 400 kg/h thì không cần tính toán xác định chiều cao ống khói theo QCVN 05:2013, mà chỉ cần thiết kế, xây dựng ống khói vượt qua mái nhà 3m như mô tả Hình 1.

Khi nhiên liệu sử dụng trên 400kg/h thì cần căn cứ theo kết quả tính toán mà chương trình tính được như Bảng 1, rồi so sánh với Cơ sở 1 và Cơ sở 2 đã nêu trên để chọn giá trị lớn nhất làm chiều cao ống khói.

Bảng 1. Kết quả tính toán chiều cao và đường kính ống khói với nhiên liệu là dầu FO

B (kg/h)	L (m³/s)	h (m)	D (mm)
400	2,9	7	399
600	4,4	9,3	554
800	5,9	11,5	683
1.000	7,4	14,1	791
2.000	14,9	22,4	1.257
3.000	22,4	27,4	1.542

Dữ liệu trong Bảng 1 có thể lập thành đồ thị như Hình 7. Khi biết lượng nhiên liệu B (kg/h), có thể tra ra đường kính D (mm) và chiều cao ống khói h (m).

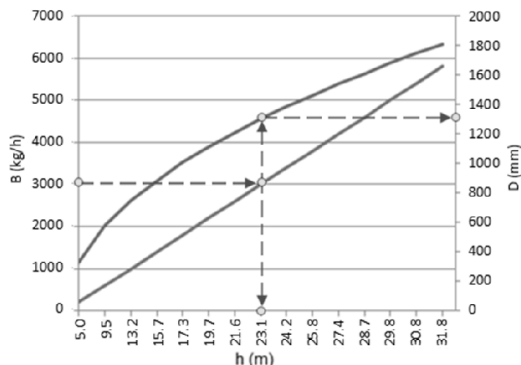


Hình 7. Tra đường kính và chiều cao ống khói (dầu FO)

Lưu ý: Kết quả ở đây chỉ sử dụng để xác định thông số ống khói khi các cơ sở sản xuất đã lắp đặt thiết bị xử lý đạt QCVN 19:2009. Theo kết quả chương trình tính toán, khuyến nghị cần xử lý SO₂ với hiệu suất 77%.

3.2. Nhiên liệu Than

Theo kết quả tính toán, với lượng than tiêu thụ dưới 500 kg/h thì chỉ cần làm ống khói vượt qua mái nhà 3m như mô tả Hình 1. Với lượng than lớn hơn kết quả tính toán thể hiện trong Hình 8.



Hình 8. Tra đường kính và chiều cao ống khói (Than)

Kết quả cho thấy mối liên hệ giữa lượng nhiên liệu và chiều cao ống khói phụ thuộc tuyến tính. Điều này hoàn toàn phù hợp với thực tế.

4. Kết luận

Các lập luận để xác định các thông số ống khói trình bày ở trên là có cơ sở rõ ràng và đáng tin cậy. Các tính toán áp dụng đã cập nhật điều kiện khí tượng cũng như loại nhiên liệu sử dụng phổ biến ở Việt Nam. Kết quả tính toán có thể giúp các cơ sở sản xuất tham khảo để dàng khi muốn xây dựng ống khói cho phù hợp với tình hình sản xuất. Tuy nhiên, để áp dụng, các nhà máy cần nội suy thông số ống khói theo kết quả trình bày ở bảng hoặc đồ thị tùy theo lượng nhiên liệu sử dụng thực tế.

Điều cần lưu ý là kết quả các thông số ống khói mà tính toán đưa ra trên đây để đạt QCVN 05:2013 chỉ áp dụng cho các cơ sở sản xuất đã lắp đặt thiết bị xử lý đạt QCVN 19:2009 (điều kiện mà tất cả các cơ sở sản xuất hiện nay phải thực hiện). Tuy nhiên, trong trường hợp khí thải vượt QCVN 19:2009 không nhiều lắm thì cần nâng chiều cao ống khói so với tính toán ở trên khi nhà máy không lắp đặt thiết bị xử lý.

Kết quả tính toán cho thấy, cùng lượng nhiên liệu đốt

như nhau, nhưng nếu sử dụng dầu FO sẽ gây ô nhiễm vượt tiêu chuẩn nhiều hơn so với dùng than. Do vậy, nếu không có tính toán cụ thể, khi sử dụng lượng nhiên liệu đốt bằng nhau thì cần xây dựng ống khói để thải khí thải của dầu FO cao hơn của than nhằm tránh ô nhiễm vượt QCVN 05:2013 (khuyến nghị cao hơn khoảng 16%).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Charles W. Steese, "Good Engineering Practice and the Tall Stack Rules: Judicial Disregard of the EPA's Delegated Duties", *36 Wash. U. J. Urb. & Contemp. L.*, 1989, 213-246.
- [2] F. W. Thomas, S. B. Carpenter & F. E. Gartrell, "Stacks—How High?", *Journal of the Air Pollution Control Association*, 1963, 13:5, 198-204.
- [3] GS. TS. Trần Ngọc Chân, *Ô nhiễm không khí & xử lý khí thải tập 1 – Ô nhiễm không khí và tính toán khuếch tán chất ô nhiễm*, NXB KHKT Hà Nội, 2000.
- [4] U.S. Environmental Protection Agency, "Guideline for Determination of Good Engineering Practice Stack Height (Technical Support Document for the Stack Height Regulations)", *EPA Publication No. EPA-450/4-80-023R*, (NTIS No. PB 85-225241), 1985.
- [5] "Requirements for the Discharge of Waste Gases, Fumes and Particulates to the Atmosphere - Technical Guideline number 8", *Environmental Planning and Studies Section (EPSS)*, Environment Department, Government of Dubai, 2011.
- [6] Ted Stathopoulos, Louis Lazure, Patrick Saathoff, Amit Gupta, "The effect of stack height, stack location and rooftop structures on air intakecontamination - A laboratory and full-scale study", *Studies and Research Projects report*, 2004.
- [7] Georgakis, K., Smith, J., Goodfellow, H. and Pye, J., "Review and evaluation of modelsestimating the minimum atmospheric dilution of gases exhausted near buildings", *Journal of the Air & Waste Management Assoc.*, Vol. 45, 1995, pp. 722-729.
- [8] Saathoff P., Stathopoulos T., Lazure L, Peperkamp H, "The influence of roof top structure on the dispersion of exhaust from a rooftop stack", *ASHRAE Transactions*, 2002, 108.
- [9] "Xác định chiều cao hiệu quả của ống khói khi tính khuếch tán ô nhiễm không khí", *TC Xây dựng*, số 7/2008.
- [10] Lê Văn Nãi, *Nghiên cứu ứng dụng mô hình khuếch tán ô nhiễm để đánh giá hiện trạng ô nhiễm môi trường không khí do các ống khói công nghiệp gây ra*, Luận án Tiến sĩ Khoa học Kỹ thuật, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội, 1993.
- [11] QCVN 19: 2009/BTNMT – *Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về khí thải CN đối với bụi và các chất vô cơ*.
- [12] QCVN 20: 2009/BTNMT– *Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về khí thải CN đối với một số chất hữu cơ*.
- [13] QCVN 05:2013/BTNMT – *Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng không khí xung quanh*.
- [14] QCVN 06:2013/BTNMT – *Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về một số chất độc hại trong không khí xung quanh*.
- [15] QĐ 3733:2002/BYT – 21 *Tiêu chuẩn vệ sinh lao động, 05 nguyên tắc và 07 thông số vệ sinh lao động*.

(BBT nhận bài: 18/12/2015, phản biện xong: 06/01/2016)