

Áp suất điểm đầu là 20,7bar và $\frac{L}{D^{1,25}}$ bằng 0 được biểu diễn trong Hình B.1 ở điểm S1. Áp dụng điểm cuối được tìm thấy vào khoảng 15,7bar ở điểm T₁, trong đó giá trị $\frac{L}{D^{1,25}}$ là 0,165 giao nhau với giá trị $\frac{L}{D^{1,25}}$ ở 1,075.

Nếu đường này kết thúc ở một đầu phun duy nhất, diện tích tương đương miệng đầu phun phải được gán cho áp suất điểm cuối để kiểm tra lưu lượng ở mức mong muốn là 454kg/phút.

Tham khảo Bảng B.8 sẽ nhận thấy rằng mức lưu lượng xả sẽ là 0,9913kg/phút.mm² của diện tích tương đương của miệng đầu phun khi áp suất miệng đầu phun là 15,9bar. Diện tích tương đương của miệng đầu phun bằng lưu lượng tổng chia cho lưu lượng trên một milimét vuông.

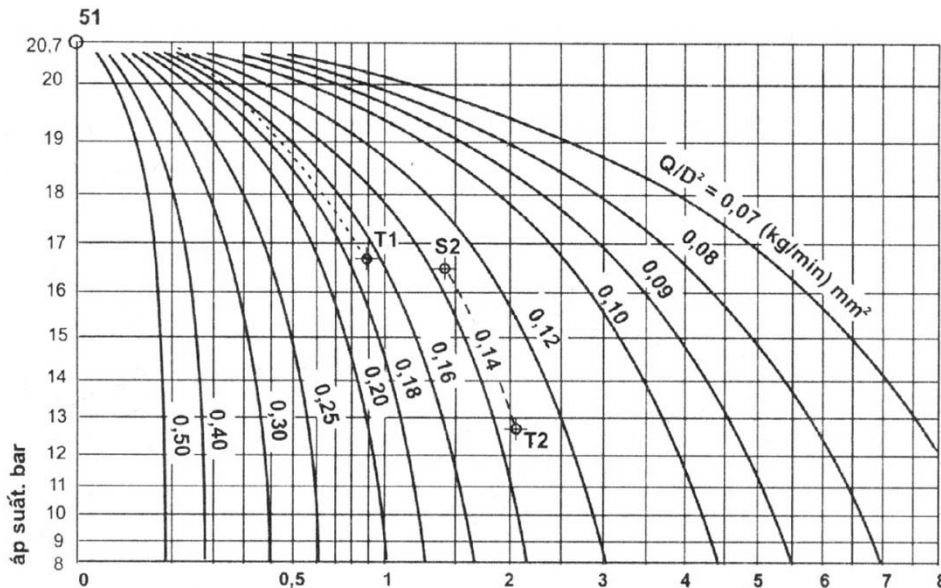
Bảng B.1 Giá trị Y và Z đối với hệ thống áp suất thấp

Áp suất		Y	Z
Bar	MPa		
20,7	2,07	0	0
20	2	665	0,12
19	1,9	1500	0,295
18	1,8	2201	0,470
17	1,7	2790	0,645
16	1,6	3258	0,820
15	1,5	3696	0,994
14	1,4	4045	1,169
13	1,3	4338	1,344
12	1,2	4584	1,519
11	1,1	4789	1,693
10	1,0	4962	1,868

Bảng B.2 Giá trị Y và Z đối với hệ thống áp suất cao

Áp suất		Y	Z
Bar	MPa		
51,7	5,17	0	0
51,0	5,10	554	0,0035
50,5	5,05	972	0,0600
50,0	5,00	1325	0,0825
47,5	4,75	3037	0,2100
45,0	4,50	4616	0,3300
42,5	4,25	6129	0,4270
40,0	4,00	7256	0,5700
37,5	3,75	8283	0,7000
35,0	3,50	9277	0,8300
32,5	3,25	10050	0,9500
30,0	3,00	10823	1,0860

Áp suất		Y	Z
Bar	MPa		
27,5	2,75	11507	1,2400
25,0	2,50	12193	1,4300
22,5	2,25	12502	1,6200
20,0	2,00	12855	1,8400
17,5	1,75	12187	2,1400
14,0	1,40	13408	2,5900



Hình B1: Sự giảm áp suất trong ống dẫn đối với áp suất lưu trữ 20,7bar (2,07MPa)

Diện tích tương đương miệng đầu phun

$$\frac{4,54kg/phút}{0,9913kg/phút/mm^2} = 458mm^2$$

Trên quan điểm thực tế, người thiết kế sẽ chọn một đầu phun chuẩn có một diện tích tương đương gần nhất với diện tích được tính toán. Nếu diện tích miệng đầu phun lớn hơn một ít, thì lưu lượng thực tế sẽ lớn hơn một ít và các áp suất điểm cuối sẽ phần nào thấp hơn giá trị đã tính là 15,7bar.

B.3. Trong ví dụ trên, nếu thay một đầu lớn vào điểm cuối, đường ống bắt vào hai ống nhỏ, cần phải xác định áp suất ở đầu cuối của mỗi ống nhánh. Để minh họa cho trình tự này, giả thiết rằng các ống nhánh bằng nhau vào có 40mm ống cỡ 40 với chiều dài tương đương là 60mm và lưu lượng trong mỗi một nhánh là 227kg/phút.

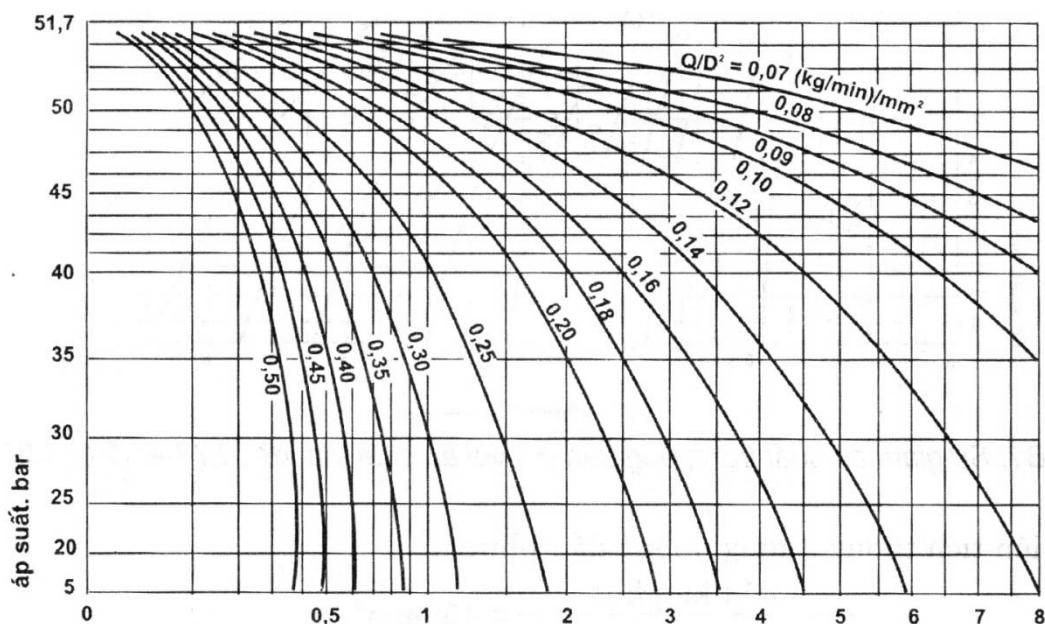
Các giá trị $\frac{Q}{D^2}$ và $\frac{L}{D^{1,25}}$ được tính toán cho ống nhánh là:

$$\frac{Q}{D^2} = \frac{227}{1673} = 0,136 kg/phút/mm^2$$

$$\frac{L}{D^{1,25}} = \frac{61}{103,4} = 0,59 mm^{1,25}$$

Từ Hình B.1, áp suất điểm đầu là 15,7bar (áp suất điểm cuối của đường ống chính) giao nhau với đường $\frac{Q}{D^2} = 0,136$ ở điểm S₂ cho một giá trị của $\frac{L}{D^{1,25}} = 1,6$. Áp suất điểm cuối được tìm thấy bằng cách di chuyển đường $\frac{Q}{D^2}$ sang phải một khoảng cách là 0,59 theo trục hoành $\frac{L}{D^{1,25}}$, nghĩa là $\frac{L}{D^{1,25}} = 1,60 + 0,59 = 2,19$ tới điểm T₂ ở đó áp suất điểm cuối là 11,4bar. Với áp suất điểm cuối mới này và lưu lượng 227kg/phút, diện tích yêu cầu của đầu phun ở cuối mỗi ống nhánh thu được từ Bảng B.7 là xấp xỉ 368mm².

Ta sẽ nhận thấy rằng nó chỉ hơi nhỏ hơn một ít so với ví dụ một đầu phun lớn duy nhất, nhưng lưu lượng xả giảm đi một nửa bởi áp suất giảm.



Hình B2: Sự giảm áp trong ống dẫn đối với áp suất lưu trữ 51,7bar (5,17MPa)

B.4. Trong hệ thống áp suất cao, ống góp được cấp khí cacbon dioxide bởi một bình khí rời. Lưu lượng tổng này được chia cho số bình khí để có được lưu lượng từ mỗi bình khí. Khả năng lưu thông ở van của bình khí và ống nối với ống góp sẽ thay đổi tùy theo kết cấu và kích thước với mỗi người sản xuất. Đối với bất kỳ một van nào, ống nối và bộ ghép nối, chiều dài tương đương có thể được xác định bằng chiều dài đơn vị của kích thước ống tiêu chuẩn. Với thông tin này, có thể sử dụng công thức tính lưu lượng để vẽ một đường biểu diễn lưu lượng đối với sự giảm áp. Điều này cho ta một phương pháp thuận tiện để xác định áp suất của ống đối với một van và tổ hợp các ống nối.

B.5. Các Bảng B.3 và B.4 quy định chiều dài tương đương của các phụ tùng đường ống để xác định chiều dài tương đương cho các hệ thống đường ống. Các bảng này chỉ đưa ra các hướng dẫn có thể sử dụng các số liệu của người sản xuất. Bảng B.3 quy định cho các phụ tùng nối ống bằng ren và Bảng B.4 cho các phụ tùng nối ống bằng hàn. Cả hai bảng đều cho các cỡ kích thước ống 40; tuy nhiên, đối với tất cả các mục đích thực tiễn, những số liệu này cũng có thể dùng cho các cỡ kích thước ống 80.

B.6. Đối với các thay đổi danh nghĩa về độ nâng của đường ống, và về áp suất ở đầu được nâng cao là không đáng kể. Tuy nhiên, nếu có một sự thay đổi lớn về độ nâng thì phải xét đến yếu tố này. Việc điều chỉnh áp suất ở đầu được nâng cao trên một mét (1m), độ nâng phụ thuộc vào áp suất trung bình của đường ống tại chỗ được nâng vì mật độ thay đổi theo áp suất.

Thông số điều chỉnh được cho trong các Bảng B.5 và B.6 tương ứng với các hệ thống áp suất thấp và áp suất cao. Áp suất ở điểm cuối phải trừ đi lượng điều chỉnh khi dòng khí đi lên cao và được cộng với lượng điều chỉnh khi dòng khí đi xuống. Áp suất điểm cuối ở miệng xả đã được xác định để có thể chọn các đầu phun có kích cỡ thích hợp.

Đối với hệ thống áp suất thấp, lưu lượng xả qua các miệng đầu phun tương đương là các giá trị cho trong Bảng B.8. Các áp suất thiết kế của đầu phun ở nhiệt độ lưu trữ 21°C không được nhỏ hơn 14bar.

Bảng B.3 Chiều dài tương đương của các phụ tùng nối ống bằng ren

Kích thước danh nghĩa của đường ống		Ống khuỷu 45°	Ống khuỷu 90°	Ống khuỷu 90° dài và ống chữ T	Ống chữ T	Khớp nối hay van cửa
Inch	mm	m	M	m	m	m
3/8	10	0,18	0,4	0,24	0,82	0,09
1/2	15	0,24	0,52	0,3	1	0,12
3/4	20	0,3	0,67	0,43	1,4	0,15
1	25	0,4	0,85	0,55	1,7	0,18
1¼	32	0,52	1,1	0,7	2,3	0,24
1½	40	0,61	1,3	0,82	2,7	0,27
2	50	0,79	1,7	1,1	3,41	0,37
2½	65	0,94	2	1,2	4,08	0,43
3	80	1,2	2,5	1,6	5,06	0,55
4	100	1,5	3,26	2	6,64	0,73
5	125	1,9	4,08	2,6	8,35	0,91
6	150	2,3	4,94	3,08	10	1,1

Bảng B.4 Chiều dài tương đương của các phụ tùng nối ống bằng hàn

Kích thước danh nghĩa của đường ống		Ống khuỷu 45°	Ống khuỷu 90°	Ống khuỷu 90° dài và ống chữ T	Ống chữ T	Khớp nối hay van cửa
Inch	mm	m	M	m	m	m
3/8	10	0,06	0,21	0,15	0,49	0,09
1/2	15	0,09	0,24	0,21	0,64	0,12
3/4	20	0,12	0,33	0,27	0,85	0,15
1	25	0,15	0,43	0,33	1,1	0,18
1¼	32	0,21	0,55	0,46	1,4	0,24
1½	40	0,24	0,64	0,52	1,6	0,27
2	50	0,3	0,85	0,67	2,1	0,37
2½	65	0,37	1	0,82	2,5	0,43

Kích thước danh nghĩa của đường ống		Ống khuỷu 45°	Ống khuỷu 90°	Ống khuỷu 90° dài và ống chữ T	Ống chữ T	Khớp nối hay van cửa
Inch	mm	m	M	m	m	m
3	80	0,46	1,2	1	3,11	0,55
4	100	0,61	1,6	1,3	4,08	0,73
6	150	0,91	2,5	2	6,16	1,1

Bảng B.5 Lượng điều chỉnh độ nâng đối với các hệ thống áp suất thấp

Áp suất ống trung bình		Lượng điều chỉnh độ nâng	
bar	MPa	bar/m	MPa/m
20,7	2,07	0,100	0,010
19,3	1,93	0,0776	0,0078
17,9	17,9	0,0599	0,0060
16,5	16,5	0,0468	0,0047
15,2	1,52	0,0378	0,0038
13,8	1,38	0,0303	0,0030
12,4	1,24	0,0242	0,0024
11,0	1,10	0,0192	0,0019
10,0	1,00	0,0162	0,0016

Bảng B.6 Lượng điều chỉnh độ nâng đối với các hệ thống áp suất thấp

Áp suất ống trung bình		Lượng điều chỉnh độ nâng	
bar	MPa	bar/m	MPa/m
51,7	5,17	0,0796	0,0080
48,3	4,83	0,0679	0,0068
44,8	4,48	0,0677	0,0068
41,4	4,14	0,0486	0,0049
37,9	3,79	0,0400	0,0040
34,5	3,45	0,0339	0,0034
31,0	3,10	0,0283	0,0028
27,6	2,76	0,0238	0,0024
24,1	2,41	0,0192	0,0019
20,7	2,07	0,0158	0,0016
17,2	1,72	0,0124	0,0012
14,0	1,40	0,0102	0,0010

Bảng B.7 Lưu lượng xả của diện tích tương đương miệng đầu phun ⁽¹⁾ đối với hệ thống áp suất thấp

Áp suất ở miệng đầu phun		Lưu lượng xả kg/phút/mm ²
bar	MPa	
20,7	2,07	2,967
20,0	2,00	2,039
19,3	1,93	1,670
18,6	1,86	1,441
17,9	17,9	1,283
17,2	1,72	1,164
16,5	16,5	1,072
15,9	1,59	0,9913
15,2	1,52	0,9175
14,5	1,45	0,8507
13,8	1,38	0,791
13,1	1,31	0,7368
12,4	1,24	0,6869
11,7	1,17	0,6412
11,0	1,10	0,599
10,0	1,00	0,54
⁽¹⁾ Dựa theo đầu phun đơn tiêu chuẩn có lỗ vào tròn với hệ số là 0,98		

Bảng B.8 Lưu lượng xả của diện tích tương đương miệng đầu phun ⁽¹⁾ đối với các hệ thống áp suất thấp

Áp suất ở miệng đầu phun		Lưu lượng xả kg/phút/mm ²
bar	MPa	
51,7	5,17	3,255
50,0	5,00	2,703
48,3	4,83	2,401
46,5	4,65	2,172
44,8	4,48	1,993
43,1	4,31	1,839
41,4	4,14	1,705
39,6	3,96	1,589
37,9	3,79	1,487
36,2	3,62	1,396

Áp suất ở miệng đầu phun		Lượng xả kg/phút/mm ²
bar	MPa	
34,5	3,45	1,308
32,8	3,28	1,223
31,0	3,10	1,139
29,3	2,93	1,062
27,6	2,76	0,9843
25,9	2,59	0,907
24,1	2,41	0,8296
22,4	2,24	0,7593
20,7	2,07	0,689
17,2	1,72	0,5484
14,0	1,40	0,4833
⁽¹⁾ Dựa theo đầu phun đơn tiêu chuẩn có lỗ vào tròn với hệ số là 0,98		

B.7. Trong các hệ thống áp suất cao, thời hạn để thực hiện dòng khí cân bằng thường là không đáng kể. Trong các hệ thống áp suất thấp, thời hạn và lượng cacbon dioxit hóa hơi trong việc làm mát ống cần được tính toán và lưu lượng dòng khí cân bằng phải được tăng lên cho phù hợp để có thể tính được như sau:

$$t_d = \frac{mC_p(T_1 - T_2)}{0,507Q} + \frac{16850V}{Q}$$

$$m_v = \frac{mC_p(T_1 - T_2)}{H}$$

Trong đó:

m là khối lượng ống, tính bằng kilogam;

C_p là nhiệt lượng riêng của kim loại làm ống, tính bằng kilojun trên kilogam⁽¹⁾; $\frac{kJ}{kg}$

T_1 là nhiệt độ trung bình của ống trước khi xả, tính bằng °C

T_2 là nhiệt độ trung bình của cacbon dioxit, tính bằng °C⁽²⁾

Q là lưu lượng thiết kế, tính bằng kilogam trên phút; $\frac{kg}{ph}$

V là thể tích ống, tính bằng mét khối, m^3

H là nhiệt ẩn hóa hơi của cacbon dioxit lỏng, tính bằng kilojun trên kilogam⁽³⁾; $\frac{kJ}{kg}$

¹ $C_p=0,46kJ/kg$.

² Giả thiết $T_2=15,6^\circ C$ đối với áp suất cao và $T_2=20,6^\circ C$ đối với các thiết bị áp suất thấp trong những điều kiện chuẩn.

³ $H=150,7kJ/kg$ không gian đối với áp suất cao và $H=276,3kJ/kg$ không gian đối với các hệ thống áp suất thấp.

*Phụ lục C (tham khảo)***THÔNG TIN VỀ CACBON DIOXIT VÀ CÁC ỨNG DỤNG**

Các chất chứa cacbon dioxit là chất không màu, không mùi và là khí trơ không dẫn điện. Cacbon dioxit nặng gấp một lần rưỡi không khí. Một kilogam cacbon dioxit lỏng ở áp suất khí quyển và ở 0°C sẽ tạo ra gần 0,51m³ khí. Cacbon dioxit được chứa thành bình chịu áp lực thông thường tồn tại dưới dạng khí hóa lỏng.

Cacbon dioxit dập tắt đám cháy là do giảm hàm lượng ôxy trong khí quyển tới điểm không hỗ trợ cho sự cháy.

Cacbon dioxit thích hợp cho việc dập tắt các dạng cháy sau:

- Cháy các chất lỏng hay các chất rắn hóa lỏng được;
- Cháy các chất khí, trừ các trường hợp sau khi dập cháy có thể phát triển một môi trường nổ do khí tiếp tục thoát ra;

Trong một số điều kiện nhất định, cháy các vật liệu rắn thường có gốc là chất hữu cơ trong đó sự cháy thường xảy ra cùng với các tàn lửa hồng;

- Cháy các dụng cụ điện đang hoạt động;

Cacbon dioxit không thích hợp trong việc chữa cháy các vật liệu sau:

- Các hóa chất mà bản thân có chứa nguồn cung cấp ôxy như xenlulô nitorát;
- Các kim loại có hoạt tính hóa học và các hydroxyt của chúng (như natri, kali, magiê, titan và zincroni). Nồng độ cacbon dioxit đậm đặc sử dụng trong các hệ thống chữa cháy có tác dụng gây ngạt và phải được coi là nguy hiểm cao. Do đó, những yêu cầu về an toàn trong Điều 5 phải được xem xét một cách nghiêm túc.

Phụ lục D (tham khảo)
VÍ DỤ VỀ TÍNH TOÁN

D.1. Lưu lượng bằng phương pháp thể tích – Ví dụ 1

D.1.1. Sự cố (mối nguy hiểm)

Buồng phun sơn (những yêu cầu đối với khoảng chứa đầy và bụi sẽ là một tính toán riêng biệt; $K_B = 1$)

D.1.2. Kích thước thực

Rộng 2,44m (mặt mở);

Cao 2,13m;

Sâu 1,83m;

D.1.3. Thể tích giả định

$$2,44m \times 2,13m (1,83m \text{ sâu} + 0,6m)^{(1)} = 12,63m^3$$

D.1.4. Tỷ số phần trăm của chu vi đóng kín

$$\frac{2,44 + 1,83 + 1,83}{2,44 + 2,44 + 1,83 + 1,83} = \frac{6,1}{8,54} \times 100 = 71\%$$

D.1.5. Lưu lượng xả cho 71% độ đóng kín

$$4^{(2)} + (1 - 0,71) \times (16 - 4)^{(2)} = 7,48 \frac{kg}{ph.m^3}$$

D.1.6. Lưu lượng xả

$$12,63(m^3) \times 7,48 \left(\frac{kg}{ph.m^3} \right) = 94,47 \frac{kg}{ph}$$

D.1.7. Yêu cầu cacbon dioxit

$$94,47 \frac{kg}{ph} \times 0,5 \text{ phút} \times 1,4 \text{ (bao gồm hơi)}^{(3)} = 66,13kg$$

D.2. Lưu lượng bằng phương pháp thể tích – Ví dụ 2

D.2.1. Sự cố

Máy in có bốn cạnh và đỉnh mở (không có vách rắn liên tục; $K_B = 1$)

D.2.2. Kích thước thực

Rộng 2,44m;

Cao 2,13m;

Sâu 1,83m;

D.2.3. Thể tích giả định

$$2,42m \times 2,72m \times 1,82 = 11,98m^3$$

D.2.4. Tỷ số phần trăm của chu vi đóng kín

0%

¹ Xem 16.2.2

² Xem tốc độ xả đặc biệt tổng cộng và tối thiểu ở 16.3.3

³ Xem 16.1.1

D.2.5. Lưu lượng xả cho 0% độ đóng kín

$$16 \frac{kg}{ph.m^3}^{(1)}$$

D.2.6. Lưu lượng xả

$$11,98m^3 \times 16 \frac{kg}{ph.m^3} = 191,7 \frac{kg}{ph}$$

D.2.7. Yêu cầu cacbon dioxit

$$191,7 \frac{kg}{ph} \times 0,5phút \times 1,4 \text{ (bao gồm hơi)}^{(3)} = 134,2kg$$

D.3. Lưu lượng bằng phương pháp diện tích

D.3.1. Sự cố

Bể tôi ($K_B = 1$)

D.3.2. Các kích thước bề mặt

Rộng 0,92m;

Dài 2,13m;

D.3.3. Vị trí đầu phun

Giả thiết sự khảo sát chỉ ra rằng các đầu có thể đặt ở đâu đó, từ 0,92m đến 1,83m cách xa bề mặt chất lỏng mà không ảnh hưởng đến sự vận hành.

D.3.4. Thủ tục

Từ các đầu phun được xác nhận theo danh mục ⁽²⁾ của người sản xuất, chọn một số tối thiểu các đầu phun sẽ phủ một diện tích $2,13 \times 0,92m$. Giả thiết danh mục có một đầu phun với diện tích phủ ước lượng là $1,08m^2$ và mức lưu lượng là $22,3 \frac{kg}{ph}$. Như vậy, hai đầu phun sẽ phủ một chiều dài 2,16m và một chiều rộng là 1,08m.

D.3.5. Tổng mức lưu lượng

$$1 \times 22,3 \frac{kg}{ph} = 22,3 \frac{kg}{ph}$$

D.3.6. Yêu cầu cacbon dioxit

$$22,3 \frac{kg}{ph} \times 0,5phút \times 1,4 \text{ (bao gồm hơi)} = 15,6kg$$

D.4. Hệ thống chữa cháy thể tích

D.4.1. Buồng chứa

Buồng chứa đối với rượu etylic ($K_B = 1,34$) có một lỗ hở (không được đóng lại) là $2m \times 1m$.

D.4.2. Các kích thước thực

Dài 16m;

Rộng 10m;

Cao 3,5m;

D.4.3. Thể tích giả định

¹ Xem tốc độ xả đặc biệt ở 16.3.3

² Danh mục các đầu phun của người sản xuất là một bảng số các đầu phun tỷ lệ giữa diện tích phủ tương ứng với chiều cao của bề mặt bảo vệ và lưu lượng đã cho tính bằng kilogam trên phút ($\frac{kg}{ph}$)

$$V_V = 16 \times 10 \times 3,5 = 560 m^3$$

D.4.4. Thể tích bổ sung cho thông gió

$$V_Z = 0 m^3$$

D.4.5. Thể tích khấu trừ

$$V_G = 0 m^3$$

$$V = 560 - 0 - 0 = 560 m^3$$

D.4.6. Tổng diện tích bề mặt của tất cả các cạnh

$$A = (16 \times 10 \times 2) + (16 \times 3,5 \times 2) + (10 \times 3,5 \times 2) = 502 m^2$$

D.4.7. Tổng diện tích bề mặt của tất cả các khe hở

$$A_{OV} = 2 \times 1 = 2 m^2$$

D.4.8. Diện tích

$$A = 502 + 60 = 562 m^2$$

D.4.9. Lượng thiết kế cacbon dioxit

$$m = 1,34 \times \left(0,2 \frac{kg}{m^2} \times 562 m^2 + 0,7 \frac{kg}{m^3} \times 560 m^3 \right) = 675,9 kg .$$