

**BỘ LIÊN BANG NGA VỀ
PHÒNG VỆ DÂN SỰ, TÌNH TRẠNG KHẨN CẤP
VÀ KHẮC PHỤC HẬU QUẢ THIÊN TAI
TỔ CHỨC NGÂN SÁCH NHÀ NƯỚC LIÊN BANG
"ĐẶT HÀNG CỦA TOÀN NGA" HUY HIỆU DANH DỰ
"VIỆN NGHIÊN CỨU PHÒNG CHÁY"**

**HƯỚNG DẪN ÁP DỤNG SP 12.13130.2009
“XÁC ĐỊNH LOẠI NHÀ, TÒA NHÀ VÀ CÁC CÔNG TRÌNH LẮP
ĐẶT NGOÀI TRỜI THEO NGUY CƠ NỔ VÀ CHÁY”**

Mátxcova 2014

Các tác giả: *I.M. Smolin, N.L. Poletaev, D.M. Gordienko, Yu.N. Shebeko, E.V. Smirnov* (FGBU VNIPO EMERCOM của Nga).

Sổ tay hướng dẫn này được phát triển dựa trên việc phê duyệt và thực hiện lệnh của Bộ Tình trạng khẩn cấp Nga ngày 25 tháng 3 năm 2009 Số 182 [SP 12.13130.2009](#) “Xác định các loại cơ sở, tòa nhà và công trình lắp đặt ngoài trời về nguy cơ cháy nổ.”

Quy trình xác định và các phương pháp đơn giản hóa để tính toán các thông số về nguy cơ cháy nổ và phân loại cơ sở có nguy hiểm cháy nổ, quy trình xác định phân loại nguy cơ cháy nổ của các công trình lắp đặt ngoài trời, thông tin về nguy cơ cháy nổ và các thông tin vật lý và tính chất hóa học của các chất lỏng và vật liệu dễ cháy và dễ cháy được sử dụng rộng rãi, các chất và vật liệu dễ cháy. Ví dụ về tính toán các loại mặt bằng, tòa nhà và công trình lắp đặt ngoài trời về nguy cơ cháy nổ của các đối tượng cụ thể được trình bày.

Sổ tay hướng dẫn này nhằm mục đích sử dụng thực tế cho các tổ chức liên quan đến việc phân loại các cơ sở sản xuất và kho, các tòa nhà và hệ thống lắp đặt ngoài trời theo nguy cơ cháy nổ.

1. QUY ĐỊNH CHUNG

Liên quan đến việc phê duyệt và có hiệu lực của Lệnh của Bộ Tình trạng khẩn cấp Nga ngày 25 tháng 3 năm 2009 Số 182 [SP 12.13130.2009](#) “Xác định các loại cơ sở, tòa nhà và công trình lắp đặt ngoài trời có nguy cơ cháy nổ,” thay thế Sổ tay hướng dẫn sử dụng [NPB 105-95](#) “Xác định các loại cơ sở và tòa nhà theo nguy cơ cháy nổ”.

Mức độ liên quan của việc thay thế Hướng dẫn sử dụng [NPB 105-95](#) được xác định bằng cách đưa ra cách phân loại lắp đặt ngoài trời theo nguy cơ cháy và phương pháp tính toán chỉ tiêu nguy hiểm cháy đối với công trình lắp đặt ngoài trời trong [NPB 105-03](#) và sau đó là trong [SP 12.13130.2009](#), giới thiệu Bản sửa đổi số 1 của SP 12.13130.2009, làm rõ phương pháp tính toán để xác định loại phòng B4 và phương pháp tính toán để xác định kích thước ngang của các vùng giới hạn hỗn hợp khí và hơi nước-không khí có nồng độ nhiên liệu trên giới hạn nồng độ thấp hơn của sự lan truyền ngọn lửa, giới thiệu vào [SP 12.13130.2009](#) phương pháp tính toán để xác định khối lượng hơi được làm nóng đến điểm sôi của chất lỏng dễ cháy và dễ cháy, đồng thời khuyến khích người sử dụng và tổ chức về các vấn đề xác định loại cơ sở, tòa nhà và công trình lắp đặt ngoài trời về khả năng cháy nổ và nguy cơ cháy nổ liên quan đến các quy định của [NPB 105-03](#), [SP 12.13130.2009](#) và Hướng dẫn sử dụng [NPB 105-95](#).

Một phần quan trọng của các đề xuất và ý kiến liên quan đến mong muốn đưa vào tài liệu quy trình xác định và phương pháp đơn giản hóa để tính toán các thông số nguy hiểm cháy nổ và các loại cơ sở có nguy cơ cháy nổ, quy trình xác định các loại nguy hiểm cháy nổ lắp đặt ngoài trời về nguy cơ hỏa hoạn, thông tin về nguy cơ cháy nổ cũng như các tính chất vật lý và hóa học của chất lỏng dễ cháy (chất lỏng dễ cháy), chất lỏng dễ cháy (FL), khí dễ cháy (GG), bụi dễ cháy cũng như

các chất và vật liệu rắn dễ cháy làm ví dụ về tính toán các loại mặt bằng, tòa nhà và công trình lắp đặt ngoài trời về nguy cơ cháy nổ của các đối tượng cụ thể. Các tài liệu thuộc loại này là đối tượng được xem xét trong tài liệu phương pháp này, trong đó có các giải thích chi tiết về việc sử dụng thực tế các phương pháp tính toán để xác định các loại cơ sở, tòa nhà và hệ thống lắp đặt ngoài trời về nguy cơ cháy nổ.

Sổ tay hướng dẫn này cung cấp quy trình xác định và các phương pháp đơn giản hóa để tính toán các thông số về nguy cơ cháy nổ và các loại cơ sở có nguy cơ cháy nổ, quy trình xác định các loại công trình lắp đặt ngoài trời đối với nguy cơ cháy, thông tin về các đặc tính nguy hiểm cháy nổ của các chất và vật liệu dễ cháy được sử dụng rộng rãi và các ví dụ điển hình về tính toán cho các loại cơ sở, tòa nhà và công trình lắp đặt ngoài trời về nguy cơ cháy nổ của các đối tượng cụ thể.

Sổ tay khảo sát các phương pháp tính toán để xác định loại mặt bằng (A, B, B1 - B4, D, D), công trình (A, B, C, D, E) và công trình lắp đặt ngoài trời (AN, BN, VN, GN, DN) đối với các vụ nổ, phòng cháy và nguy cơ hỏa hoạn trong đó có các loại khí dễ cháy, chất lỏng dễ cháy và dễ cháy, bụi dễ cháy và các chất và vật liệu rắn dễ cháy (lưu thông).

Trình tự và quy trình thực hiện các tính toán cần thiết, lựa chọn dữ liệu ban đầu, căn cứ cho phương án tính toán, có tính đến đặc thù của quy trình sản xuất công nghệ, được phản ánh trong các ví dụ điển hình về tính toán các loại mặt bằng, tòa nhà và lắp đặt bên ngoài đối với nguy cơ cháy nổ.

Dữ liệu cần thiết để thực hiện các tính toán trên được trình bày trong Phụ lục. [1](#) - [4](#).

2. QUY TRÌNH XÁC ĐỊNH VÀ PHƯƠNG PHÁP ĐƠN GIẢN ĐỂ TÍNH CÁC THÔNG SỐ NGUY CƠ CHÁY NỔ CỦA KHÍ CHÁY

2.1. Theo quy định tại Phụ lục A [\[1 \]](#), xác định được khối lượng khí dễ cháy (GG) m (kg) thoát vào cơ sở do sự cố thiết kế.

2.2. Theo công thức hóa học của GG [\[2 \]](#); Phụ lục 1] xác định giá trị hệ số cân bằng hóa học của oxy trong phản ứng cháy β sử dụng công thức (A.3) [\[1 \]](#).

2.3. Nồng độ cân bằng hóa học của GG C_{st} (% thể tích) được tính theo công thức (A.3) [\[1 \]](#).

2.4. Theo [\[3 \]](#), nhiệt độ không khí tối đa tuyệt đối cho một vùng khí hậu nhất định được xác định, tương ứng với nhiệt độ tính toán t_p (°C) trong phòng đang xem xét.

2.5. Từ dữ liệu tham khảo [\[2 \]](#); Phụ lục 1] xác định khối lượng mol M (kg · kmol⁻¹) GG và nhiệt dung riêng của quá trình đốt cháy N_t (J · kg⁻¹).

2.6. Mật độ GG ρ_g (kg · m⁻³) được tính theo công thức (A.2) [\[1 \]](#).

2.7. Theo A.1.4 [\[1 \]](#), thể tích tự do của phòng V_{st} (m³) được xác định.

2.8. Áp suất nổ dư ΔP (kPa) đối với GG quy định tại đoạn A.2.1 [\[1 \]](#), trừ hydro, ở giá trị $Z = 0,5$ được xác định theo công thức

$$\Delta P = 1,332 \cdot 10^4 \cdot \frac{m}{V_{ce} \cdot \rho_r \cdot C_{ct}} \quad (1)$$

2.9. Đối với hydro, metan, etan, propan và butan, áp suất nổ dư ΔP (kPa) theo có thể xác định theo các công thức: khoản A.2.1 [\[1 \]](#) có thể xác định theo các công thức:

- đối với hydro ($Z = 1,0$)

$$\Delta P = 717 \cdot \frac{m}{V_{ce} \cdot \rho_r}; \quad (2)$$

- đối với khí mêtan ($Z = 0,5$)

$$\Delta P = 1,077 \cdot 10^3 \cdot \frac{m}{V_{ce} \cdot \rho_r}; \quad (3)$$

- đối với etan ($Z = 0,5$)

$$\Delta P = 1,718 \cdot 10^3 \cdot \frac{m}{V_{CB} \cdot \rho_r}; \quad (4)$$

- đối với propan ($Z = 0,5$)

$$\Delta P = 3,115 \cdot 10^3 \cdot \frac{m}{V_{CB} \cdot \rho_r}; \quad (5)$$

- đối với butan ($Z = 0,5$)

$$\Delta P = 4,015 \cdot 10^3 \cdot \frac{m}{V_{CB} \cdot \rho_r}; \quad (6)$$

2.10. Áp suất nổ dư ΔP (kPa) đối với GG quy định tại đoạn A.2.2 [1], trừ hydro, ở giá trị $Z = 0,5$ được xác định theo công thức

$$\Delta P = 4,718 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{m \cdot H_T}{V_{CB}}; \quad (7)$$

2.11. Đối với hydro, metan, etan, propan và butan, áp suất nổ dư ΔP (kPa), theo A.2.2 [1], có thể được xác định bằng các công thức:

- đối với hydro ($Z = 1,0$)

$$\Delta P = 1,14 \cdot 10^4 \cdot \frac{m}{V_{CB}}; \quad (8)$$

- đối với khí metan ($Z = 0,5$)

$$\Delta P = 2,36 \cdot 10^3 \cdot \frac{m}{V_{CB}}; \quad (9)$$

- đối với etan ($Z = 0,5$)

$$\Delta P = 2,47 \cdot 10^3 \cdot \frac{m}{V_{CB}}; \quad (10)$$

- đối với propan ($Z = 0,5$)

$$\Delta P = 2,19 \cdot 10^3 \cdot \frac{m}{V_{CB}}; \quad (11)$$

- đối với butan ($Z = 0,5$)

$$\Delta P = 2,16 \cdot 10^3 \cdot \frac{m}{V_{CB}}; \quad (12)$$

2.12. Loại phòng nguy hiểm cháy nổ được xác định dựa trên giá trị thu được của áp suất nổ dư ΔP (kPa). Nếu $\Delta P > 5$ kPa thì phòng đó thuộc loại nguy hiểm cháy nổ A. Nếu $\Delta P \leq 5$ kPa thì phòng đó không thuộc loại nguy hiểm cháy nổ loại A và xác định thêm loại phòng đó tùy theo đặc tính nguy hiểm cháy và lượng chất, vật liệu lưu thông trong phòng được thực hiện theo yêu cầu tại khoản 5.2 [1].

3. QUY TRÌNH XÁC ĐỊNH VÀ CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐƠN GIẢN ĐỂ TÍNH CÁC THÔNG SỐ CHÁY, NGUY HIỂM NỔ CỦA CHẤT LỎNG CHÁY, CHÁY

3.1. Theo khoản 2.1 - 2.7 Mục 2 của Hướng dẫn này xác định giá trị của các thông số tương ứng đối với chất lỏng dễ cháy (chất lỏng dễ cháy) và chất lỏng dễ cháy (LC).

3.2. Từ tài liệu tham khảo [2] tìm được các giá trị của hằng số Antoine A , B và C_a và giá trị áp suất hơi bão hòa P_n (kPa) được xác định bằng tính toán theo công thức

$$P_n = 10^{A - \frac{B}{T_p + C_a}}$$

3.3. Tốc độ bay hơi của chất lỏng và khí dễ cháy W ($\text{kg} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$), quy định tại đoạn A.2.7 [1], có thể được tính bằng công thức (A.13) [1].

3.4. Theo bảng A.2 [1] giá trị của hệ số η được chọn. Trong trường hợp không có hệ thống thông gió khẩn cấp hoặc vận hành liên tục hệ thống thông gió chung trong phòng thì giá trị của hệ

số η lấy bằng 1,0. Nếu có sự cố khẩn cấp hoặc vận hành liên tục thông gió chung trong phòng đáp ứng yêu cầu tại khoản A.2.3 [1] thì lưu lượng không khí trong phòng được xác định $U = A \cdot L$, trong đó A là tốc độ trao đổi không khí của thông gió khẩn cấp (s^{-1}) và L là chiều dài của phòng, m. Dựa vào các giá trị của U và t_p xác định được giá trị của hệ số η .

3.5. Giá trị khối lượng mol của chất lỏng và khí dễ cháy M ($kg \cdot kmol^{-1}$) được xác định [2 ; phụ lục 1, 2]. Sử dụng công thức (A.13) [1], tính được cường độ bay hơi của chất lỏng và khí dễ cháy W ($kg \cdot s^{-1} \cdot m^{-2}$).

3.6. Theo A.2.5 [1], khối lượng chất lỏng dễ cháy và hơi chất lỏng m (kg) đi vào phòng được tính toán.

3.7. Áp suất nổ dư ΔP (kPa) đối với chất lỏng và khí dễ cháy quy định tại A.2.1 [1], tại giá trị $Z = 0,3$, được xác định theo công thức

$$\Delta P = 7,99 \cdot 10^3 \cdot \frac{m}{V_{cb} \cdot \rho_{\pi} \cdot C_{CT}} \quad (13)$$

3.8. Đối với nhiên liệu diesel mùa đông, xăng AI-93 mùa đông, hexan, m-xylene, toluene, diethyl ete, axeton và rượu etylic, áp suất nổ dư ΔP (kPa) theo đoạn A.2.1 [1] tại giá trị $Z = 0,3$ có thể được xác định bằng công thức:

- cho nhiên liệu diesel

$$\Delta P = 7,144 \cdot 10^3 \cdot \frac{m}{V_{cb} \cdot \rho_{\pi}} \quad (14)$$

- dùng cho xăng AI-93

$$\Delta P = 3,936 \cdot 10^3 \cdot \frac{m}{V_{cb} \cdot \rho_{\pi}} \quad (15)$$

- đối với hexan

$$\Delta P = 3,507 \cdot 10^3 \cdot \frac{m}{V_{cb} \cdot \rho_{\pi}} \quad (16)$$

- đối với m-xylene

$$\Delta P = 3,440 \cdot 10^3 \cdot \frac{m}{V_{cb} \cdot \rho_{\pi}} \quad (17)$$

- đối với toluen

$$\Delta P = 2,379 \cdot 10^3 \cdot \frac{m}{V_{cb} \cdot \rho_{\pi}} \quad (18)$$

- đối với dietylen (tại $t_p < t_{kip} = 34,5^\circ C$ - nhiệt độ sôi của dietylen):

$$\Delta P = 1,859 \cdot 10^3 \cdot \frac{m}{V_{cb} \cdot \rho_{\pi}} \quad (19)$$

- đối với axeton

$$\Delta P = 959,3 \cdot \frac{m}{V_{cb} \cdot \rho_{\pi}} \quad (20)$$

- đối với rượu etylic

$$\Delta P = 902,2 \cdot \frac{m}{V_{cb} \cdot \rho_{\pi}} \quad (21)$$

3.9. Áp suất nổ dư ΔP (kPa) đối với chất lỏng và khí dễ cháy quy định tại A.2.2 [1], tại giá trị $Z = 0,3$, được xác định theo công thức

$$\Delta P = 2,831 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{m \cdot H_T}{V_{cb}} \quad (22)$$

3.10. Đối với m-xylene, hexane, xăng AI-93, nhiên liệu diesel, toluene, dietyl ete, axeton và rượu etylic, áp suất nổ dư ΔP (kPa) theo đoạn A.2.2 [1] tại giá trị $Z = 0,3$ có thể được xác định bằng công thức:

- đối với m-xylen

$$\Delta P = 1,496 \cdot 10^3 \cdot \frac{m}{V_{CB}}; \quad (23)$$

- đối với hexan

$$\Delta P = 1,277 \cdot 10^3 \cdot \frac{m}{V_{CB}}; \quad (24)$$

- dùng cho xăng mùa đông AI-93

$$\Delta P = 1,251 \cdot 10^3 \cdot \frac{m}{V_{CB}}; \quad (25)$$

- cho nhiên liệu diesel mùa đông

$$\Delta P = 1,234 \cdot 10^3 \cdot \frac{m}{V_{CB}}; \quad (26)$$

- đối với toluen

$$\Delta P = 1,159 \cdot 10^3 \cdot \frac{m}{V_{CB}}; \quad (27)$$

- đối với dietylen (tại $t_p < t_{kip} = 34,5^\circ\text{C}$ - điểm sôi của dietylen)

$$\Delta P = 966,8 \cdot \frac{m}{V_{CB}}; \quad (28)$$

- đối với axeton

$$\Delta P = 887,8 \cdot \frac{m}{V_{CB}}; \quad (29)$$

- đối với rượu etylic

$$\Delta P = 865,2 \cdot \frac{m}{V_{CB}}; \quad (30)$$

3.11. Đối với xăng axeton và AI-93, áp suất nổ vượt ΔP (kPa) theo A.2.1 [1] tùy theo thông số $\frac{m_{\text{ж}}}{V_{CB}}$ (m_f là khối lượng chất lỏng dễ cháy đi vào phòng) tại giá trị $Z = 0,3$, tùy thuộc vào sự bay hơi hoàn toàn khối bề mặt tràn (nhỏ hơn diện tích phòng), nhiệt độ $t_p = 45^\circ\text{C}$ và nếu không tính di chuyển của không khí trong phòng có thể được tính toán trong các điều kiện quy định và cho các giá trị nhiệt độ khác nhau t_p sử dụng công thức:

- đối với axeton:

$$\text{при } t_p = 20^\circ\text{C}: \Delta P = 338,4 \cdot \frac{m_{\text{ж}}}{V_{CB}}; \quad (31)$$

$$\text{при } t_p = 25^\circ\text{C}: \Delta P = 404,1 \cdot \frac{m_{\text{ж}}}{V_{CB}}; \quad (32)$$

$$\text{при } t_p = 30^\circ\text{C}: \Delta P = 410,9 \cdot \frac{m_{\text{ж}}}{V_{CB}}; \quad (33)$$

$$\text{при } t_p = 35^\circ\text{C}: \Delta P = 417,7 \cdot \frac{m_{\text{ж}}}{V_{CB}}; \quad (34)$$

$$\text{при } t_p = 40^\circ\text{C}: \Delta P = 424,5 \cdot \frac{m_{\text{ж}}}{V_{\text{CB}}}; \quad (35)$$

$$\text{при } t_p = 45^\circ\text{C}: \Delta P = 431,3 \cdot \frac{m_{\text{ж}}}{V_{\text{CB}}}; \quad (36)$$

- đối với xăng AI-93:

$$\text{при } t_p = 20^\circ\text{C}: \Delta P = 993,6 \cdot \frac{m_{\text{ж}}}{V_{\text{CB}}}; \quad (37)$$

$$\text{при } t_p = 25^\circ\text{C}: \Delta P = 1010,6 \cdot \frac{m_{\text{ж}}}{V_{\text{CB}}}; \quad (38)$$

$$\text{при } t_p = 30^\circ\text{C}: \Delta P = 1027,6 \cdot \frac{m_{\text{ж}}}{V_{\text{CB}}}; \quad (39)$$

$$\text{при } t_p = 35^\circ\text{C}: \Delta P = 1044,6 \cdot \frac{m_{\text{ж}}}{V_{\text{CB}}}; \quad (40)$$

$$\text{при } t_p = 40^\circ\text{C}: \Delta P = 1061,6 \cdot \frac{m_{\text{ж}}}{V_{\text{CB}}}; \quad (41)$$

$$\text{при } t_p = 45^\circ\text{C}: \Delta P = 1078,6 \cdot \frac{m_{\text{ж}}}{V_{\text{CB}}}; \quad (42)$$

3.12. Loại phòng về mức độ nguy hiểm cháy nổ được xác định dựa trên giá trị thu được của áp suất nổ dư ΔP (kPa). Nếu $\Delta P > 5$ kPa thì phòng thuộc loại cháy nổ A (B). Nếu $\Delta P \leq 5$ kPa thì phòng không thuộc loại cháy nổ A (B) và tiến hành xác định thêm loại phòng tùy thuộc vào đặc tính nguy hiểm cháy nổ và lượng chất, vật liệu lưu thông trong phòng theo yêu cầu của khoản 5.2 [1].

4. QUY TRÌNH XÁC ĐỊNH VÀ CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐƠN GIẢN ĐỂ TÍNH CÁC THÔNG SỐ MỨC ĐỘ NGUY HIỂM CHÁY NỔ CỦA BỤI CHÁY

4.1. Theo quy định tại Phụ lục A [1], xác định được khối lượng bụi cháy m (kg) lơ lửng trong thể tích của phòng do tình huống khẩn cấp gây ra.

4.2. Áp suất nổ dư ΔP (kPa) đối với bụi dễ cháy theo A.2.2 [1] tại giá trị $Z = 0,5$ được xác định theo công thức

$$\Delta P = 47,18 \cdot \frac{m \cdot H_{\text{T}}}{V_{\text{CB}}}, \quad (43)$$

trong đó H_{T} là nhiệt cháy của chất đó, $\text{MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$.

4.3. Việc tính toán nồng độ cân bằng hóa học của nhiên liệu rắn với công thức hóa học đã biết, bao gồm, ví dụ, các nguyên tử C, H, N, O, P, Al trong không khí, được thực hiện trên cơ sở phương trình hóa học cho quá trình oxy hóa chất này với không khí có công thức tổng $(\text{O}_2 + 3,77\text{N}_2)$ tạo thành sản phẩm phản ứng tương ứng sau: CO_2 , H_2O , N_2 , P_2O_5 , Al_2O_3 , v.v. Các sản phẩm tương tác nguyên tử được đề cập có thể được tìm thấy trong cuốn sách của V.T. Monakhova [4].

Đối với một chất rắn có công thức tổng hóa học chưa xác định, giá trị nồng độ cân bằng hóa học $\rho_{\text{st}, \text{X}}$ có thể được xác định bằng thực nghiệm, ví dụ, trong các thí nghiệm tiêu chuẩn để xác định nhiệt đốt cháy, trong đó cần phải đo thêm sự giảm khối lượng oxy Δm_{O} trong buồng đốt trong

môi trường oxy của phần mẫu thử của chất này $\Delta m_X : \rho_{st, X} = (\Delta m_X / \Delta m_O) \cdot M_O$, trong đó $M_O \approx 0,24 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ là khối lượng oxy có trong 1 m^3 không khí có thành phần bình thường ở nhiệt độ phòng.

4.4. Loại phòng về nguy cơ cháy nổ được xác định dựa trên giá trị thu được của áp suất nổ vượt quá ΔP (kPa). Nếu $\Delta P > 5 \text{ kPa}$ thì phòng thuộc loại nguy hiểm cháy nổ loại B. Nếu $\Delta P \leq 5 \text{ kPa}$ thì phòng không thuộc loại nguy hiểm cháy nổ loại B và xác định thêm loại phòng tùy theo tính chất nguy hiểm cháy và số lượng các chất, vật liệu lưu thông trong phòng được thực hiện theo yêu cầu tại khoản 5.2 [1].

5. VÍ DỤ ĐẶC BIỆT VỀ TÍNH TOÁN LOẠI NHÀ Ở VÀ TÒA NHÀ THEO NGUY HIỂM NỔ, CHÁY

5.1. Phòng có khí dễ cháy

Ví dụ 1

1. Dữ liệu ban đầu.

1.1. Phòng pin có thể tích $V_p = 27,2 \text{ m}^3$ được trang bị pin SK-4 gồm 12 pin và SK-1 gồm 13 pin.

1.2. Nhiệt độ không khí tuyệt đối tối đa theo [3] tại khu vực xây dựng là 38°C (Ekaterinburg).

1.3. Giải thích phương án thiết kế cho giai đoạn bất lợi nhất liên quan đến vụ nổ.

1.3.1. Khi tính toán áp suất vượt quá của vụ nổ, khoảng thời gian bất lợi nhất liên quan đến vụ nổ, liên quan đến việc hình thành và sạc pin đã xả hoàn toàn với điện áp trên 2,3V trên mỗi cell pin và giá trị cao nhất của dòng sạc, vượt quá bốn lần dòng sạc tối đa, được lấy làm phương án thiết kế.

1.3.2. Pin được sạc với công suất định mức tối đa ($A \cdot h$). Số lượng pin được sạc đồng thời được thiết lập tùy thuộc vào điều kiện hoạt động, công suất và điện áp của nguồn dòng ngoài. Thời gian hydro đi vào phòng tương ứng với giai đoạn sạc cuối cùng với lượng khí thoát ra dồi dào và được lấy bằng 1 giờ ($T = 3600 \text{ s}$).

1.3.3. Nhiệt độ tuyệt đối tối đa của không khí bên ngoài tại khu vực đông dân cư (vùng khí hậu) theo SNiP 23-01-99* [3] được lấy làm nhiệt độ thiết kế.

1.4. Tính toán lượng hydro đi vào phòng khi sạc pin.

1.4.1. Khối lượng hydro được giải phóng trong một nguyên tố ở trạng thái cân bằng động được thiết lập giữa cường độ dòng điện nạp và lượng khí thoát ra là:

$$\frac{M}{I \cdot T} = \frac{1}{F} \cdot \frac{A}{Z} = \frac{1}{9,65 \cdot 10^4} \cdot \frac{1 \cdot 10^{-3}}{1} = 1,036 \cdot 10^{-8} \text{ кг} \cdot \text{A}^{-1} \cdot \text{s}^{-1},$$

trong đó $F = 9,65 \cdot 10^4 \text{ A} \cdot \text{s} \cdot \text{mol}^{-1}$ - Hằng số Faraday; A là đơn vị khối lượng nguyên tử của hydro, bằng $1 \text{ amu} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{mol}^{-1}$; $Z = 1$ - hóa trị hydro; I - dòng sạc, A; T - thời gian sạc ước tính, s.

1.4.2. Thể tích hydro đi vào phòng khi sạc nhiều pin, m^3 , có thể được xác định theo công thức

$$V_H = \frac{1,036 \cdot 10^{-8}}{\rho_r} \cdot 4 \cdot [I_1 \cdot n_1 + I_2 \cdot n_2 + \dots + I_i \cdot n_i] \cdot 3600,$$

trong đó ρ_g là mật độ của hydro ở nhiệt độ không khí thiết kế, $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$; I_i - dòng sạc tối đa của pin thứ i , A; n_i là số lượng pin của pin thứ i . Mật độ của hydro được xác định theo công thức

$$\rho_r = \frac{M}{V_0 \cdot (1 + \alpha \cdot t_p)}, \text{кг} \cdot \text{м}^{-3},$$

trong đó M là khối lượng của 1 kilomol hydro, bằng $2 \text{ kg} \cdot \text{kmol}^{-1}$; V_0 là thể tích kmol khí ở điều kiện thường, bằng $22,413 \text{ m}^3 \cdot \text{kmol}^{-1}$; $\alpha = 0,00367 \text{ độ}^{-1}$ - hệ số giãn nở nhiệt của khí; t_p - nhiệt độ không khí thiết kế, °C.

Dòng sục tối đa được lấy theo GOST 825-73 “Pin chỉ để lắp đặt cố định”.

1.5. Nồng độ cân bằng hóa học của hydro $C_{ст}$ được tính theo công thức A.3 [1]:

$$C_{ст} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot 0,5} = 29,24 \% (\text{o.б.});$$

$$\beta = 0 + \frac{2 - 0}{4} - \frac{0}{2} = 0,5.$$

1.6. Mật độ hydro ở nhiệt độ không khí tính toán sẽ bằng:

$$\rho_r = \frac{2}{22,413 \cdot (1 + 0,00367 \cdot 38)} = 0,0783 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}.$$

1.7. Thể tích hydro đi vào phòng ắc quy khi sục 2 ắc quy SK-4 và SK⁻¹ sẽ là:

$$V_{\text{H}} = \frac{1,036 \cdot 10^{-8}}{0,0783} \cdot [4 \cdot 9 \cdot 13 + 4 \cdot 36 \cdot 12] \cdot 3600 = 1,046 \text{ м}^3.$$

1.8. Dung lượng trống của phòng pin sẽ là:

$$V_{\text{св}} = 0,8 \cdot V_{\text{п}} = 0,8 \cdot 27,2 = 21,76 \text{ м}^3.$$

2. Áp suất nổ dư ΔP của hydro trong phòng ắc quy theo công thức (2) Cho phép sẽ bằng:

$$\Delta P = 717 \cdot \frac{m}{V_{\text{св}} \cdot \rho_r} = 717 \cdot \frac{V_{\text{H}}}{V_{\text{св}}} = 717 \cdot \frac{1,046}{21,76} = 34,5 \text{ кПа}.$$

Do áp suất nổ vượt quá tính toán lớn hơn 5 kPa nên phòng ắc quy phải được xếp vào loại A.

3. Tính toán áp suất nổ dư ΔP của hydro trong phòng ắc quy, có xét đến hoạt động thông gió khẩn cấp hoặc vận hành liên tục thông gió chung đáp ứng yêu cầu tại khoản A.2.3 [1] (thời gian hydro đi vào thể tích của phòng $T = 3600 \text{ s}$).

3.1. Với tốc độ trao đổi không khí được tạo ra bởi thông gió khẩn cấp bằng 8 h^{-1} , thể tích hydro đi vào phòng sẽ là:

$$V_{\text{H}}^* = \frac{V_{\text{H}}}{(A/360) \cdot T + 1} = \frac{1,046}{8 + 1} = 0,116 \text{ м}^3.$$

Áp suất nổ dư ΔP sẽ bằng:

$$\Delta P = 717 \cdot \frac{0,116}{21,76} = 3,8 \text{ кПа}.$$

3.2. Khi trang bị hệ thống thông gió khẩn cấp cho phòng pin hoặc vận hành hệ thống thông gió liên tục với tốc độ trao đổi không khí $A = 8 \text{ h}^{-1}$, đáp ứng các yêu cầu của khoản A.2.3 [1], [SP 7.13130.2009](#) [5] và [PUE](#) [6], cho phép không xếp phòng ắc quy vào loại A.

Theo khoản 5.2 và bảng. 1 [1] với áp suất nổ thiết kế không quá 5 kPa, phòng ắc quy phải được phân loại thành loại B1 - B4, tùy theo tải trọng cháy đặt trong phòng ắc quy.

Ví dụ 2

1. Dữ liệu ban đầu.

1.1. Trạm điều hành của một doanh nghiệp vận tải cơ giới đối với xe tải chạy bằng khí nén thiên nhiên. Thể tích phòng $V_p = 300 \text{ m}^3$. Thể tích tự do của phòng $V_{\text{st}} = 0,8 \cdot V_p = 0,8 \cdot 300 = 240$

m^3 . Thể tích của một hình trụ chứa khí thiên nhiên bị nén là $V = 50 \text{ l} = 0,05 \text{ m}^3$. Áp suất trong xi lanh $P_1 = 2 \cdot 10^4 \text{ kPa}$.

1.2. Thành phần chính của khí thiên nhiên nén là metan (98% (thể tích). Khối lượng mol của metan $M = 16,04 \text{ kg} \cdot \text{kmol}^{-1}$.

2. Giải thích phương án thiết kế của vụ tai nạn.

Khi xác định áp suất nổ vượt quá ΔP , việc giảm áp suất của một xi lanh bằng khí thiên nhiên nén và việc nó đi vào thể tích của phòng được coi là phiên bản thiết kế của vụ tai nạn. Nhiệt độ không khí tuyệt đối tối đa tại khu vực nhất định (Moscow) theo [SNIIP 23-01-99](#) [3] $t_p = 37^\circ\text{C}$ được lấy làm nhiệt độ thiết kế.

Mật độ của khí metan ở $t_p = 37^\circ\text{C}$ sẽ là:

$$\rho_r = \frac{16,04}{22,413 \cdot (1 + 0,00367 \cdot 37)} = 0,6301 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}.$$

3. Khối lượng m khí metan đi vào cơ sở khi xảy ra sự cố thiết kế được xác định theo công thức (A.6) và (A.7) [1]:

$$V_a = 0,01 \cdot 2 \cdot 10^4 \cdot 0,05 = 10 \text{ м}^3;$$

$$m = 10 \cdot 0,6301 = 6,301 \text{ кг}.$$

4. Áp suất nổ dư ΔP xác định theo công thức (9) của SGK sẽ là:

$$\Delta P = 2,36 \cdot 10^3 \cdot \frac{6,301}{240} = 62 \text{ кПа}.$$

5. Áp suất vượt quá tính toán của vụ nổ vượt quá 5 kPa, do đó, mặt bằng của trạm chẩn đoán thuộc loại A.

Ví dụ 3

1. Dữ liệu ban đầu.

1.1. Vị trí của khu vực tăng trưởng silicon. Sự phát triển của đa tinh thể silicon được thực hiện bằng cách khử silicon tetrachloride trong khí quyển hydro ở hai hệ thống lắp đặt với áp suất trong lò phản ứng $P_1 = 200 \text{ kPa}$. Hydro được cung cấp cho các hệ thống lắp đặt từ một bộ thu đặt bên ngoài địa điểm thông qua đường ống thép không gỉ có đường kính $d = 0,02 \text{ m}$ (bán kính $r = 0,01 \text{ m}$) dưới áp suất $P_2 = 300 \text{ kPa}$. Tổng chiều dài đường ống từ van tự động có truyền động điện, đặt bên ngoài công trường, đến các công trình lắp đặt là $L_1 = 15 \text{ m}$. Thể tích lò phản ứng $V = 0,09 \text{ m}^3$. Nhiệt độ của bề mặt lò phản ứng nóng là $t = 1200^\circ\text{C}$. Thời gian tự động tắt theo dữ liệu hộ chiếu là $T_a = 3 \text{ s}$. Lưu lượng khí trong đường ống $q = 0,06 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Kích thước phòng $L \times S \times H = 15,81 \cdot 15,81 \cdot 6 \text{ m}$ Thể tích phòng $V_p = 1500 \text{ m}^3$. Thể tích tự do của phòng $V_{st} = 0,8 \cdot 1500 = 1200 \text{ m}^3$. Diện tích phòng $F = 250 \text{ m}^2$.

1.2. Khối lượng mol của hydro $M = 2,016 \text{ kg} \cdot \text{kmol}^{-1}$. Giới hạn nồng độ dưới của quá trình truyền ngọn lửa hydro $C_{LEL} = 4,1\%$ (thể tích). Nồng độ cân bằng hóa học của hydro $C_{st} = 29,24\%$ (thể tích). Áp suất nổ hydro tối đa $P_{max} = 730 \text{ kPa}$. Silicon tetrachloride là một chất không cháy. Các chất hình thành do phản ứng hóa học là chất không cháy.

2. Giải thích phương án thiết kế của vụ tai nạn.

Khi xác định áp suất dư thừa của vụ nổ, việc giảm áp suất của một lò phản ứng và giải phóng hydro từ nó cũng như đường ống cung cấp vào thể tích phòng được coi là phiên bản thiết kế của vụ tai nạn. Nhiệt độ không khí tuyệt đối tối đa trong khu vực nhất định (Voronezh) theo [3] $t_p = 41^\circ\text{C}$ được lấy làm nhiệt độ thiết kế. Mật độ của hydro ở $t_p = 41$

$^{\circ}\text{C} \rho_r = \frac{2,016}{22,143 \cdot (1+0,00367 \cdot 41)} = 0,0782 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$. Thời gian tắt đường ống dự kiến theo A.1.2 c) [1] $T_a = 120 \text{ s}$.

3. Khối lượng m của hydro đi vào phòng trong sự cố thiết kế được xác định theo công thức (A.6) - (A.10) [1]:

$$\begin{aligned} V_a &= 0,01 \cdot 200 \cdot 0,09 = 0,18 \text{ м}^3; \\ V_{lt} &= 0,06 \cdot 120 = 7,2 \text{ м}^3; \\ V_{2t} &= 0,01 \cdot 3,14 \cdot 300 \cdot 0,012 \cdot 15 = 0,014 \text{ м}^3; \\ V_t &= 7,2 + 0,014 = 7,214 \text{ м}^3; \\ m &= (0,18 + 7,214) \cdot 0,0782 = 0,5782 \text{ кг}. \end{aligned}$$

4. Hệ số tham gia hydro vào vụ nổ Z được xác định theo Phụ lục E [1].

4.1. Nồng độ hydro trung bình $C_{\text{trung bình}}$ trong phòng sẽ là:

$$C_{\text{cp}} = \frac{100 \cdot 0,5782}{0,0782 \cdot 1200} = 0,62 \% (\text{o6.});$$

$$C_{\text{av}} = 0,62\% (\text{thể tích}) < 0,5 \cdot C_{\text{LEL}} = 0,5 \cdot 4,1 = 2,05\% (\text{thể tích}).$$

Từ đó có thể xác định được giá trị hệ số tham gia của hydro trong vụ nổ Z bằng phương pháp tính toán.

4.2. Giá trị của hệ số tiền mũ C_0 sẽ là:

$$C_0 = 3,77 \cdot 10^3 \cdot \frac{0,5782}{0,0782 \cdot 1200} = 23,23 \% (\text{o6.}).$$

4.3. Khoảng cách X_{NKPR} , Y_{NKPR} và Z_{NKPR} sẽ là:

$$X_{\text{HKPP}} = Y_{\text{HKPP}} = 1,1314 \cdot 15,81 \cdot \left(\ln \frac{1,38 \cdot 23,23}{4,1} \right)^{0,5} = 25,65 \text{ м};$$

$$Z_{\text{HKPP}} = 0,0253 \cdot 6 \cdot \left(\ln \frac{1,38 \cdot 23,23}{4,1} \right)^{0,5} = 0,218 \text{ м}.$$

4.4. Giá trị tính toán của hệ số tham gia của hydro trong vụ nổ Z sẽ bằng:

$$Z = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{0,5782} \cdot 0,0782 \cdot \left(23,23 + \frac{4,1}{1,38} \right) \cdot 250 \cdot 0,218 = 0,97.$$

5. Áp suất nổ dư ΔP theo công thức (A.1) [1] sẽ là:

$$\Delta P = (730 - 101) \cdot \frac{0,5782 \cdot 0,97}{1200 \cdot 0,0782} \cdot \frac{100}{29,24} \cdot \frac{1}{3} = 4,29 \text{ кПа}.$$

6. Áp suất nổ vượt quá tính toán không vượt quá 5 kPa. Vị trí của vùng phát triển silicon không thuộc loại A. Theo mục 5.2 và bảng. 1 [1] có áp suất nổ thiết kế không quá 5 kPa, phòng này cần được xếp vào loại B1 - B4, tùy theo tải trọng cháy đặt trong phòng của vùng phát triển silicon.

5.2. Phòng có chất lỏng dễ cháy

Ví dụ 4

1. Dữ liệu ban đầu.

1.1. Phòng chứa axeton. Mười thùng có thể tích axeton trong mỗi thùng $V_a = 80 \text{ l} = 0,08 \text{ м}^3$ được chứa trong phòng. Kích thước phòng $L \times S \times H = 12 \cdot 6 \cdot 6 \text{ м}$ Thể tích phòng $V_p = 432 \text{ м}^3$. Thể tích tự do của phòng $V_{st} = 0,8 \cdot 432 = 345,6 \text{ м}^3$. Diện tích phòng $F = 72 \text{ м}^2$.

1.2. Khối lượng mol của axeton $M = 58,08 \text{ кг} \cdot \text{kmol}^{-1}$. Các hằng số phương trình của Antoine: $A = 6,37551$; $B = 1281,721$; $C_a = 237,088$. Công thức hóa học của axeton là $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$.

Khối lượng riêng của axeton (lỏng) là $\rho_l = 790,8 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$. Điểm chớp cháy của axeton $t_{fsp} = -18^\circ\text{C}$.

2. Giải thích phương án thiết kế của vụ tai nạn.

Khi xác định áp suất dư của vụ nổ, việc giảm áp suất của một thùng và làm đổ axeton xuống sàn phòng được lấy làm phương án thiết kế của vụ tai nạn, dựa trên điều kiện 1 lít axeton đổ trên 1 m^2 của sàn phòng. Nhiệt độ không khí tuyệt đối tại khu vực đã cho (Murmansk) theo [3] $t_p = 32^\circ\text{C}$ được lấy làm nhiệt độ tính toán.

3. Chúng tôi xác định các thông số về nguy cơ cháy nổ theo yêu cầu của [1] và Sách hướng dẫn này.

3.1. Sử dụng công thức (A.2) [1], giá trị mật độ hơi axeton ở nhiệt độ thiết kế $t_p = 32^\circ\text{C}$ được xác định:

$$\rho_n = \frac{58,08}{22,413 \cdot (1 + 0,00367 \cdot 32)} = 2,3190 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}.$$

3.2. Theo Cẩm nang, xác định được giá trị áp suất hơi bão hòa của axeton, $P_n = 40,95 \cdot \text{кПа}$ ($\lg P_n = 6,37551 - \frac{1281,721}{(32+237,88)} = 1,612306$, từ đó tính được giá trị $P_n = 40,95 \text{ kPa}$).

3.3. Sử dụng công thức (A.13) [1], cường độ bay hơi của axeton được xác định

$$W = 10^{-6} \cdot \sqrt{58,08 \cdot 40,95} = 3,1208 \cdot 10^{-4} \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-1}.$$

4. Diện tích trần ước tính của lượng chứa trong một thùng axeton là:

$$F_{va} = 1,0 \cdot V_a = 1,0 \cdot 80 = 80 \text{ м}^2.$$

Vì diện tích căn phòng $F = 72 \text{ м}^2$ nhỏ hơn diện tích tính toán vụ tràn axeton $F_{va} = 80 \text{ м}^2$ nên cuối cùng ta chấp nhận $F_{va} = F = 72 \text{ м}^2$.

5. Khối lượng hơi axeton vào phòng, m , được tính theo công thức (A.12) [1]:

$$m = 3,1208 \cdot 10^{-4} \cdot 72 \cdot 3600 = 80,891 \text{ кг}.$$

Trong trường hợp này, chỉ có khối lượng axeton tràn ra khỏi thùng sẽ bay hơi và $m = m_p = V_a \cdot \rho_w = 0,08 \cdot 790,8 = 63,264 \text{ кг}.$

6. Áp suất nổ dư ΔP theo công thức (20) Lợi ích sẽ bằng:

$$\Delta P = 959,3 \cdot \frac{63,264}{345,6 \cdot 2,3190} = 75,7 \text{ кПа}.$$

7. Áp suất nổ vượt quá tính toán vượt quá 5 kPa nên kho chứa axeton thuộc loại A.

Ví dụ 5

1. Dữ liệu ban đầu.

1.1. Mặt bằng của thùng nhiên liệu trung gian dành cho nhà máy điện diesel dự phòng có bố cục thống nhất. Trong phòng có một bình xăng có thể tích nhiên liệu diesel loại “Z” (GOST 305-82) $V_a = 6,3 \text{ м}^3$. Kích thước phòng $L \times S \times H = 4,0 \cdot 4,0 \cdot 3,6 \text{ м}$ Thể tích phòng $V_p = 57,6 \text{ м}^3$. Thể tích tự do của phòng $V_{st} = 0,8 \cdot 57,6 = 46,08 \text{ м}^3$. Diện tích phòng $F = 16 \text{ м}^2$. Tổng chiều dài của đường ống có đường kính $d_1 = 57 \text{ мм} = 0,057 \text{ м}$ ($r_1 = 0,0285 \text{ м}$), được giới hạn bởi các van (bằng tay) lắp đặt ở phần đầu vào và đầu ra của đường ống, là $L_1 = 10 \text{ м}$. tiêu thụ trong đường ống $q = 1,5 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} = 0,0015 \text{ м}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

1.2. Khối lượng mol của loại nhiên liệu diesel “Z” $M = 172,3 \text{ кг} \cdot \text{kmol}^{-1}$. Tổng công thức $\text{C}_{12,343} \text{H}_{23,889}$. Mật độ của chất lỏng ở nhiệt độ $t = 25^\circ\text{C}$ $\rho_l = 804 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$. Các hằng số phương trình Antoine: $A = 5,07828$; $B = 1255,73$; $C_a = 199,523$. Điểm chớp cháy $t_{fsp} > 40^\circ\text{C}$. Nhiệt cháy. Giới hạn nồng độ dưới của sự lan truyền ngọn lửa $C_{LEL} = 0,6\%$ (thể tích). $H_T = Q_n^p = 4,359 \cdot 10^7 \text{ Дж} \cdot \text{кг}^{-1} = 43,59 \text{ МДж} \cdot \text{кг}^{-1}$

2. Giải thích phương án thiết kế của vụ tai nạn.

Khi xác định áp suất vượt quá của vụ nổ, việc giảm áp suất của bình nhiên liệu và giải phóng đường ống dẫn vào và xả nhiên liệu diesel vào thể tích phòng được coi là phiên bản thiết kế của vụ tai nạn. Nhiệt độ không khí tuyệt đối tối đa tại khu vực nhất định (Blagoveshchensk) theo [3] $t_p = 41^\circ\text{C}$ được lấy làm nhiệt độ thiết kế. Mật độ hơi nhiên liệu diesel ở $t_p = 41^\circ\text{C}$

$$\rho_{\pi} = \frac{172,3}{22,413 \cdot (1 + 0,00367 \cdot 41)} = 6,6820 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}.$$

Thời gian tắt đường ống ước tính theo mục A.1.2 [1] $T_a = 300 \text{ s}$, thời gian bay hơi theo mục A.1.2 e) [1] $T = 3600 \text{ s}$.

3. Thể tích V_f và diện tích tràn F và nhiên liệu diesel cung cấp trong sự cố thiết kế được xác định theo quy định tại khoản A.1.2 [1]:

$$V_{\pi} = V_a + q \cdot T_a + \pi \cdot r_1^2 \cdot L_1 = 6,3 + 0,0015 \cdot 300 + 3,14 \cdot$$

$$\cdot 0,0285^2 \cdot 10 = 6,776 \text{ м}^3 = 6776 \text{ л};$$

$$F_{\pi} = 1,0 \cdot 6776 = 6776 \text{ м}^2.$$

Vì diện tích phòng $F = 16 \text{ м}^2$ nhỏ hơn diện tích tính toán tràn dầu diesel $F_{\pi} = 6776 \text{ м}^2$ nên cuối cùng ta chấp nhận $F_{\pi} = F = 16 \text{ м}^2$.

4. Xác định áp suất hơi bão hòa của nhiên liệu diesel P_n ở nhiệt độ thiết kế $t_p = 41^\circ\text{C}$:

$$\lg P_n = 5,07828 - \frac{1255,73}{199,523 + 41} = -0,142551;$$

$$P_n = 0,72 \text{ kPa}.$$

5. Tốc độ bay hơi W của nhiên liệu diesel sẽ là:

$$W = 10^{-6} \cdot 1,0 \cdot \sqrt{172,3} \cdot 0,72 = 9,45 \cdot 10^{-6} \text{ кг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}.$$

6. Khối lượng hơi nhiên liệu diesel đi vào phòng, m , sẽ bằng:

$$m = 9,45 \cdot 10^{-6} \cdot 16 \cdot 3600 = 0,5443 \text{ kg}.$$

7. Xác định hệ số tham gia của hơi nhiên liệu diesel vào vụ nổ Z theo Phụ lục E [1].

7.1. Nồng độ trung bình của hơi nhiên liệu diesel C trung bình trong phòng sẽ là:

$$C_{\text{cp}} = \frac{100 \cdot 0,5443}{6,682 \cdot 46,08} = 0,18 \% (\text{об.});$$

$$C_{\text{av}} = 0,18\% (\text{thể tích}) < 0,5 \cdot C_{\text{LEL}} = 0,5 \cdot 0,6 = 0,3\% (\text{thể tích}).$$

Từ đó có thể xác định được giá trị hệ số tham gia của hơi nhiên liệu diesel vào vụ nổ Z bằng phương pháp tính toán.

7.2. Giá trị của C_n sẽ bằng:

$$C_n = 100 \cdot \frac{0,72}{101} = 0,71 \% (\text{об.}).$$

7.3. Giá trị nồng độ cân bằng hóa học của hơi nhiên liệu diesel C_{st} theo công thức (A.3) [1], tính theo công thức hóa học tổng của nhiên liệu diesel, sẽ là:

$$\beta = 12,343 + \frac{23,889}{4} = 18,32;$$

$$C_{\text{cr}} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot 18,32} = 1,12 \% (\text{об.}).$$

7.4. Giá trị của tham số C^* sẽ bằng:

$$C^* = 1,9 \cdot 1,12 = 2,13\% (\text{thể tích}).$$

7.5. Vì $C_n = 0,71\% < C^* = 2,13\% (\text{vol.})$ nên ta tính giá trị của tham số X :

$$X = \frac{C_{\text{H}}}{C^*} = \frac{0,71}{2,13} = 0,33.$$

7.6. Theo hình. D.1 Phụ lục D [1] với giá trị $X = 0,33$, ta xác định được giá trị hệ số tham gia của hơi nhiên liệu diesel vào vụ nổ $Z = 0$.

8. Áp suất nổ dư ΔP theo công thức (A.1) [1] sẽ là:

$$\Delta P = (900 - 101) \cdot \frac{0,5443 \cdot 0}{46,08 \cdot 6,682} \cdot \frac{100}{1,12} \cdot \frac{1}{3} = 0 \text{ kPa}.$$

9. Áp suất nổ dư tính toán không vượt quá 5 kPa. Vị trí thùng nhiên liệu trung gian của nhà máy điện diesel dự phòng có bố trí thống nhất không thuộc loại A hoặc loại B. Theo Điều B.2 và Bảng. B.1 [1] chúng ta sẽ kiểm tra xem mặt bằng có thuộc loại B1 - B4 hay không.

10. Theo mục B.2 [1], ta xác định tải trọng cháy Q và tải trọng cháy riêng g :

$$G = V_f \cdot \rho_f = 6,776 \cdot 804 = 5448 \text{ kg};$$

$$Q = G \cdot Q_{\text{H}}^p = 5448 \cdot 43,59 = 237478 \text{ MJ};$$

$$S = F = 16 \text{ m}^2;$$

$$g = \frac{Q}{S} = \frac{237478}{16} = 14842 \text{ MJ} \cdot \text{m}^{-2}.$$

11. Tải trọng cháy riêng lớn hơn $2200 \text{ MJ} \cdot \text{m}^{-2}$. Vị trí thùng nhiên liệu trung gian của nhà máy điện diesel dự phòng được bố trí thống nhất theo bảng. B.1 [1] thuộc loại B1.

Ví dụ 6

1. Dữ liệu ban đầu.

1.1. Phòng sấy và tắm của xưởng máy điện. Trong phòng có hai thùng để phủ vecni BT-99 cho các cuộn dây cột bằng phương pháp nhúng với đường ống vào và ra. Kích thước phòng $L \times S \times H = 32 \cdot 10 \cdot 8 \text{ m}$. Thể tích phòng $V_p = 2560 \text{ m}^3$. Thể tích tự do của phòng $V_{\text{st}} = 0,8 \cdot 2560 = 2048 \text{ m}^3$. Diện tích phòng $F = 320 \text{ m}^2$. Thể tích mỗi bể là $V_{\text{ap}} = 0,5 \text{ m}^3$. Mức độ đổ đầy vecni vào bể là $\varepsilon = 0,9$. Thể tích vecni trong bể là $V_a = \varepsilon \cdot V_{\text{ap}} = 0,9 \cdot 0,5 = 0,45 \text{ m}^3$. Chiều dài và đường kính của đường ống cung cấp (áp suất) giữa bể và máy bơm lần lượt là $L_1 = 10 \text{ m}$ và $d_1 = 25 \text{ mm} = 0,025 \text{ m}$. Chiều dài và đường kính của đường ống thoát giữa van và bể lần lượt là $L_2 = 10 \text{ m}$ và $d_2 = 40 \text{ mm} = 0,04 \text{ m}$. Công suất bơm $q = 6,5 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Thời gian tắt bơm $T_a = 300 \text{ s}$. 10 chiếc được nạp và dỡ luân phiên vào mỗi thùng cùng một lúc. cuộn dây cực được đặt trong giỏ. Gương bay hơi hơ của mỗi bể là $F_{\text{emk}} = 1,54 \text{ m}^2$. Tổng bề mặt 10 chiếc. cuộn dây cột mới sơn $F_{\text{sv.okr}} = 6,28 \text{ m}^2$.

1.2. Vecni BT-99 ([GOST 8017-74](#)) chứa 46% (khối lượng) xylene và 2% (trọng lượng) rượu trắng ở dạng dung môi. Tổng khối lượng dung môi chứa ($\varphi_1 = 95,83\%$ (wt.) xylene và $\varphi_2 = 4,17\%$ (wt.) rượu trắng. Mật độ của vecni BT-99 $\rho_w = 953 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$. Khối lượng mol xylene $M = 106,17 \text{ kg} \cdot \text{kmol}^{-1}$, rượu trắng $M = 147,3 \text{ kg} \cdot \text{kmol}^{-1}$. Công thức hóa học của xylene C_8H_{10} , rượu trắng $\text{C}_{10,5}\text{H}_{21,0}$ Tỷ trọng của chất lỏng xylen $\rho_1 = 855 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$, màu trắng. tinh thần $\rho_1 = 760 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$. Điểm chớp cháy của xylene $t_{\text{fsp}} = 29^\circ\text{C}$, tinh thần trắng $t_{\text{fsp}} = 33^\circ\text{C}$. Giới hạn nồng độ thấp hơn của sự lan truyền ngọn lửa xylene $C_{\text{NLPR}} = 1,1\%$ (thể tích), tinh thần trắng $C_{\text{LEL}} = 0,7\%$ (thể tích). Nhiệt đốt cháy của xylen $\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} = 43,15 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$, rượu trắng $\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} = 43,97 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ Các hằng số của phương trình Antoine $A = 6,17972$; $C_a = 220,535$; $H_{\tau} = Q_{\text{H}}^p = 43154$

$$H_{\tau} = Q_{\text{H}}^p = 43966$$

2. Giải thích phương án thiết kế của vụ tai nạn.

Khi xác định áp suất dư của vụ nổ, độ giảm áp của một bể bằng vecni để phủ các cuộn dây cực bằng phương pháp nhúng và sự rò rỉ vecni từ đường ống áp lực và đường ống xả khi máy bơm đang chạy, sau đó là sự cô tràn vecni trên sàn của căn phòng, được lấy làm phiên bản thiết kế của

vụ tai nạn. Xylene và rượu trắng bay hơi khỏi bề mặt của lớp sơn bóng bị đổ, cũng như từ bề mặt mở của bể thứ hai và từ bề mặt của các cuộn dây cực sơn bóng không tải (10 chiếc.). Nhiệt độ không khí tuyệt đối tối đa ở một khu vực nhất định (Moscow) được lấy làm nhiệt độ thiết kế theo [3] $t_p = 37^\circ\text{C}$. Mật độ hơi ở $t_p = 37^\circ\text{C}$:

$$\text{ксилола } \rho_n = \frac{106,17}{22,413 \cdot (1 + 0,00367 \cdot 37)} = 4,1706 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3};$$

$$\text{уайт - спирита } \rho_n = \frac{147,3}{22,413 \cdot (1 + 0,00367 \cdot 37)} = 5,7864 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3};$$

Thời gian ngừng dự kiến của đường ống và máy bơm theo mục A.1.2 c) [1] $T_a = 300 \text{ s}$, thời gian bay hơi theo mục A.1.2 e) [1] $T = 3600 \text{ s}$.

3. Thể tích V_f , diện tích tràn F_p của lớp sơn bóng đi vào phòng trong thời gian xảy ra sự cố thiết kế và diện tích bay hơi F_n được xác định theo quy định tại khoản A.1.2 [1]:

$$V_{\text{ж}} = V_a + q \cdot T_a + \frac{\pi}{4} \cdot (d_1^2 \cdot L_1 + d_2^2 \cdot L_2) = 0,45 + 6,5 \cdot 10^{-5} \cdot 300 +$$

$$+ 0,785 \cdot (0,025^2 \cdot 10 + 0,04^2 \cdot 10) = 0,487 \text{ м}^3 = 487 \text{ l};$$

$$F_p = 0,5 \cdot 487 = 243,5 \text{ м}^2;$$

$$F_{\text{ва}} = F_p + F_{\text{điện dung}} + F_{\text{ánh sáng env.}} = 243,5 + 1,54 + 6,28 = 251,3 \text{ м}^2.$$

4. Xác định áp suất hơi bão hòa P_n của xylene và rượu trắng ở nhiệt độ thiết kế $t_p = 37^\circ\text{C}$:

- đối với xylene

$$\lg P_n = 6,17972 - \frac{1478,16}{(220,535 + 37)} = 0,440073;$$

$$P_{\text{ва}} = 2,755 \text{ kPa};$$

- cho tinh thần trắng

$$\lg P_n = 7,13623 - \frac{2218,3}{(273,15 + 37)} = 0,016116;$$

$$P_n = 0,964 \text{ kPa}.$$

5. Tốc độ bay hơi W của dung môi sẽ là:

- đối với xylene

$$W = 10^{-6} \cdot 1,0 \cdot \sqrt{106,17} \cdot 2,755 = 2,8387 \cdot 10^{-5} \text{ кг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1};$$

- theo tinh thần trắng

$$W = 10^{-6} \cdot 1,0 \cdot \sqrt{147,3} \cdot 0,964 = 1,1700 \cdot 10^{-5} \text{ кг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1};$$

6. Theo quy định tại khoản A.2.5 [1], chúng tôi xác định khối lượng hơi vào phòng, m , dựa trên thành phần nguy hiểm nhất - xylene:

$$m = 2,8387 \cdot 10^{-5} \cdot 251,3 \cdot 3600 = 25,6812 \text{ kg}.$$

7. Việc xác định hệ số tham gia của hơi dung môi trong vụ nổ Z được thực hiện theo Phụ lục E [1], lấy các giá trị của các thông số tính toán đối với xylene hoặc rượu trắng nguy hiểm nhất về hậu quả của vụ nổ.

7.1. Nồng độ trung bình C_{av} của hơi dung môi trong phòng sẽ là:

$$C_{cp} = \frac{100 \cdot 25,6812}{4,1706 \cdot 2048} = 0,30 \% \text{ (об.)};$$

$$C_{av} = 0,30\% \text{ (thể tích)} < 0,5 \cdot C_{LEL} = 0,5 \cdot 0,7 = 0,35\% \text{ (thể tích)}.$$

Từ đó có thể xác định được giá trị hệ số tham gia của hơi dung môi trong vụ nổ Z bằng phương pháp tính toán.

7.2. Giá trị của C_n sẽ bằng:

$$C_n = 100 \cdot \frac{2,755}{101} = 2,73 \% \text{ (об.)}.$$

7.3. Giá trị của C_0 sẽ bằng:

$$C_0 = 2,73 \cdot \left(\frac{25,6812 \cdot 100}{2,73 \cdot 4,1706 \cdot 2048} \right)^{0,41} = 1,105 \% \text{ (об.)}.$$

7.4. Khoảng cách X_{HKPR} , Y_{HKPR} , Z_{HKPR} sẽ là:

$$X_{HKPR} = 1,1958 \cdot 32 \cdot \left(1,0 \cdot \ln \frac{1,25 \cdot 1,105}{0,7} \right)^{0,5} = 31,55 \text{ м};$$

$$Y_{HKPR} = 1,1958 \cdot 10 \cdot \left(1,0 \cdot \ln \frac{1,25 \cdot 1,105}{0,7} \right)^{0,5} = 9,86 \text{ м};$$

$$Z_{HKPR} = 0,04714 \cdot 8 \cdot \left(1,0 \cdot \ln \frac{1,25 \cdot 1,105}{0,7} \right)^{0,5} = 0,31 \text{ м}.$$

7.5. Hệ số tham gia của hơi dung môi trong vụ nổ Z theo công thức (E.2) Phụ lục E [1] sẽ là:

$$Z = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{25,618} \cdot 5,7864 \cdot \left(1,105 + \frac{1,1}{1,25} \right) \cdot 320 \cdot 0,31 = 0,222.$$

8. Giá trị nồng độ cân bằng hóa học C_{st} theo công thức (A.3) [1] sẽ là:

- đối với xylene

$$\beta = 8 + \frac{10}{4} = 10,5;$$

$$C_{cr} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot 1,05} = 1,93 \% \text{ (об.)};$$

- cho tinh thần trắng

$$\beta = 10,5 + \frac{21}{4} = 15,75;$$

$$C_{cr} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot 15,75} = 1,29 \% \text{ (об.)};$$

9. Áp suất nổ dư ΔP theo công thức (A.1) [1] sẽ là:

$$\Delta P = (900 - 101) \cdot \frac{25,6812 \cdot 0,222}{2048 \cdot 4,1706} \cdot \frac{100}{1,29} \cdot \frac{1}{3} = 13,8 \text{ кПа}.$$

10. Áp suất dư tính toán của vụ nổ vượt quá 5 kPa nên mặt bằng của bộ phận sấy và tấm của phân xưởng máy điện thuộc loại B.

11. Tính toán áp suất nổ dư ΔP tại bộ phận sấy và ngâm tấm của xưởng máy điện, có xét đến hoạt động thông gió khẩn cấp hoặc vận hành thông gió chung liên tục đáp ứng yêu cầu tại khoản A.2.3 [1]. Trường hợp được xem xét với tỷ lệ trao đổi thông gió khẩn cấp là $A = 6 \text{ h}^{-1}$.

11.1. Với tốc độ trao đổi không khí được tạo ra bởi thông gió khẩn cấp bằng $A = 6 \text{ h}^{-1} = 1,6667 \cdot 10^{-3} \text{ s}^{-1}$, theo điều 3.4 của Hướng dẫn, tốc độ di chuyển không khí trong phòng sẽ là:

$$U = A \cdot L = 1,6667 \cdot 10^{-3} \cdot 32 = 0,05 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}.$$

11.2. Tốc độ bay hơi W của dung môi (đối với xylene) ở tốc độ dòng không khí trong phòng $U = 0,05 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ (với một số hệ số dự trữ $\eta = 1,6$ theo Bảng A.2 [1]) sẽ bằng:

$$W = 10^{-6} \cdot 1,6 \cdot \sqrt{106,17} \cdot 2,755 = 4,5420 \cdot 10^{-5} \text{ кг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}.$$

11.3. Khối lượng hơi dung môi vào phòng (xylene) m sẽ là:

$$m_{\text{vào}} = 4,5420 \cdot 10^{-5} \cdot 251,3 \cdot 3600 = 41,0906 \text{ kg}.$$

11.4. Khối lượng hơi dung môi m trong phòng, có tính đến hoạt động của hệ thống thông gió khẩn cấp hoặc hoạt động liên tục của hệ thống thông gió chung đáp ứng yêu cầu của điều A.2.3 [1], sẽ bằng:

$$m = \frac{m_{\text{и}}}{A \cdot T + 1} = \frac{41,0906}{1,6667 \cdot 10^{-3} \cdot 3600 + 1} = 5,8700 \text{ кг}.$$

11.5. Nồng độ trung bình C_{av} của hơi dung môi trong phòng sẽ là:

$$C_{\text{ср}} = \frac{100 \cdot 5,8700}{4,1706 \cdot 2048} \approx 0,07 \% (\text{oб.});$$

$$C_{\text{av}} = 0,07\% (\text{thể tích}) < 0,5 \cdot C_{\text{LEL}} = 0,5 \cdot 0,7 = 0,35\% (\text{thể tích}).$$

Từ đó có thể xác định được giá trị hệ số tham gia của hơi dung môi trong vụ nổ Z bằng phương pháp tính toán.

11.6. Giá trị của C_0 sẽ bằng:

$$C_0 = 2,73 \cdot \left(\frac{5,8700 \cdot 100}{2,73 \cdot 4,1706 \cdot 2048} \right)^{0,46} = 0,502 \% (\text{oб.})$$

11.7. Khoảng cách $X_{\text{НКПР}}$, $Y_{\text{НКПР}}$, $Z_{\text{НКПР}}$ sẽ là:

$$X_{\text{НКПР}} = 1,1958 \cdot 32 \cdot \left(1,0 \cdot \ln \frac{1,27 \cdot 0,502}{0,7} \right)^{0,5} = 0 \text{ м};$$

$$Y_{\text{НКПР}} = 1,1958 \cdot 10 \cdot \left(1,0 \cdot \ln \frac{1,27 \cdot 0,502}{0,7} \right)^{0,5} = 0 \text{ м};$$

$$Z_{\text{НКПР}} = 0,3536 \cdot 8 \cdot \left(1,0 \cdot \ln \frac{1,27 \cdot 0,502}{0,7} \right)^{0,5} = 0 \text{ м}.$$

Các giá trị $X_{\text{НКПР}}$, $Y_{\text{НКПР}}$, $Z_{\text{НКПР}}$ theo Phụ lục E [1] được lấy bằng 0, vì logarit của các hệ số chỉ ra trong công thức đều cho giá trị âm. Do đó, theo công thức (E.1) Phụ lục E [1], hệ số tham gia hơi dung môi cũng bằng $Z = 0$. Thay giá trị hệ số $Z = 0$ vào công thức (A.1) [1], ta thu được áp suất nổ dư $\Delta P = 0 \text{ kPa}$.

11.8. Áp suất nổ dư tính toán không vượt quá 5 kPa , do đó, phòng của bộ phận sấy và tắm của xưởng máy điện khí được trang bị hệ thống thông gió khẩn cấp hoặc vận hành liên tục thông gió chung đáp ứng yêu cầu tại khoản A.2.3 [1], với tốc độ trao đổi không khí $A = 6 \text{ h}^{-1}$, không thuộc loại A hoặc B. Theo điều B.2 và bảng B.1 [1] chúng ta sẽ kiểm tra xem mặt bằng có thuộc loại B1 - B4 hay không.

11.9. Theo khoản B.2 [1], ta xác định tải trọng cháy Q và tải trọng cháy riêng g :

$$G = 2 \cdot V_{\text{а}} \cdot \rho_{\text{w}} = 2 \cdot 0,45 \cdot 855 = 769,5 \text{ kg};$$

$$Q = G \cdot Q_{\text{н}}^{\text{р}} = 769,5 \cdot 43,97 = 33835 \text{ МДж};$$

$S = 2 \cdot F_{\text{công suất}} = 1,54 \cdot 2 = 3,08 \text{ m}^2$
(theo đoạn B.2 [1], ta lấy $S = 10 \text{ m}^2$);

$$g = \frac{Q}{S} = \frac{33835}{10} = 3383,5 \text{ МДж} \cdot \text{м}^{-2}.$$

11.10. Tải trọng cháy riêng lớn hơn $2200 \text{ MJ} \cdot \text{m}^{-2}$. Mặt bằng của bộ phận sấy và tắm của xưởng máy điện khi được trang bị hệ thống thông gió khẩn cấp hoặc vận hành liên tục hệ thống thông gió chung đáp ứng yêu cầu tại khoản A.2.3 [1], có tốc độ trao đổi không khí $A = 6 \text{ h}^{-1}$ theo bản. B.1 [1] thuộc loại B1.

5.3. Phòng có chất lỏng dễ cháy và dễ cháy

Ví dụ 7

1. Dữ liệu ban đầu.

1.1. Phòng dành cho bể tiếp nhận hexan đã được làm mát của bộ phận chiết dầu tắm. Trong phòng có một bình chứa có thể tích hexan $V_a = 40 \text{ l} = 0,04 \text{ m}^3$ và máy bơm nước nóng. Kích thước phòng $L \times S \times H = 12 \cdot 6 \cdot 6 \text{ m}$ Thể tích phòng $V_p = 432 \text{ m}^3$. Thể tích tự do của phòng $v_{st} = 0,8 \cdot 432 = 345,6 \text{ m}^3$. Diện tích phòng $F = 72 \text{ m}^2$. Nhiệt độ của hexan trong bể hexan được làm mát là $T_a = 50^\circ\text{C} = 323,2 \text{ K}$. Tổng thể tích hexan chảy từ đường ống vào và đường ống ra trong trường hợp khẩn cấp là $V_{tr} = 1 \text{ l} = 0,001 \text{ m}^3$.

1.2. Khối lượng mol của hexan $M = 86,177 \text{ kg} \cdot \text{kmol}^{-1}$. Các hằng số phương trình Antoine: $A = 5,99517$; $B = 1166,274$; $C_a = 223,661$. Công thức hóa học của hexan là C_6H_{14} . Mật độ của hexan (lỏng) ở nhiệt độ chất lỏng $t_1 = 50^\circ\text{C}$ $\rho_1 = 631,8 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$. Nhiệt dung trung bình của hexan ở khoảng nhiệt độ $0 \div 100^\circ\text{C}$ $C_1 = 2514 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$. Điểm chớp cháy của hexan $t_{fsp} = -23^\circ\text{C}$. Nhiệt độ sôi của hexan là $t_k = 68,74^\circ\text{C}$.

2. Giải thích phương án thiết kế của vụ tai nạn.

Khi xác định áp suất dư của vụ nổ, việc giảm áp suất của bể tiếp nhận và giải phóng đường ống dẫn khí hexan vào và ra vào thể tích của phòng được coi là phiên bản thiết kế của vụ tai nạn. Nhiệt độ thiết kế được lấy là nhiệt độ gia nhiệt của hexan trong bể tiếp nhận $t_{p,2} = 50^\circ\text{C}$. Nhiệt độ không khí tuyệt đối tối đa ở khu vực này (Moscow) theo [3] $t_{p,1} = 37^\circ\text{C}$.

3. Chúng tôi xác định các thông số nguy hiểm cháy nổ bằng cách sử dụng [1] và Sách hướng dẫn này.

3.1. Mật độ hơi của hexan (công thức A.2 [1]) sẽ là:

$$\text{при } t_{p,1} = 37^\circ\text{C} \rho_n = \frac{86,177}{22,413 \cdot (1 + 0,00367 \cdot 37)} = 3,3852 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3};$$

$$\text{при } t_{p,2} = 50^\circ\text{C} \rho_n = \frac{86,177}{22,413 \cdot (1 + 0,00367 \cdot 50)} = 3,2488 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3};$$

3.2. Áp suất hơi bão hòa của hexan ở nhiệt độ $t_{p,1} = 37^\circ\text{C}$ và $t_{p,2} = 50^\circ\text{C}$ sẽ lần lượt là (mục 3.2 của Cẩm nang):

$$\lg P_{n,1} = 5,99517 - \frac{1166,274}{37 + 223,661} = 1,520876;$$

$$P_{n,1} = 33,18 \text{ kPa};$$

$$\lg P_{n,2} = 5,99517 - \frac{1166,274}{50 + 223,661} = 1,733423;$$

$$P_{n,2} = 54,13 \text{ kPa.}$$

3.3. Nhiệt dung riêng bay hơi của hexan $L_{\text{исп}}$ ($\text{J} \cdot \text{kg}^{-1}$) ở nhiệt độ $t_{p,2} = 50^\circ\text{C}$ được tính theo công thức (A.15) [1]:

$$L_{\text{исп}} = \frac{19,173 \cdot 10^3 \cdot B \cdot T_a^2}{(T_a + C_a - 273,2)^2 \cdot M} =$$

$$= \frac{19,173 \cdot 10^3 \cdot 1166,224 \cdot 323,2^2}{(323,2 + 223,661 - 273,2)^2 \cdot 86,177} = 361923 \text{ Дж} \cdot \text{кг}^{-1}.$$

3.4. Thể tích hexan thoát vào phòng, V_g (m^3), sẽ là:

$$V_g = V_a + V_{\text{tr}} = 0,04 + 0,001 = 0,041 \text{ m}^3.$$

3.5. Khối lượng hexan thoát vào phòng m_p (kg) sẽ là:

$$m_p = V_g \cdot \rho_w = 0,041 \cdot 631,8 = 25,904 \text{ kg.}$$

3.6. Diện tích ước tính của hexane $F_{\text{và}}$ (m^2) bị tràn sẽ là:

$$F_{\text{và}} = 1,0 \cdot V_g = 1,0 \cdot 41 = 41 \text{ m}^2.$$

4. Để xác định khối lượng m_1 (kg) của hơi hexan bay hơi trong quá trình làm nguội chất lỏng tràn từ $t_{p,2} = 50^\circ\text{C}$ đến $t_{p,1} = 37^\circ\text{C}$, chúng ta sử dụng công thức (A.14) [1]:

$$m_1 = 0,02 \cdot \sqrt{M} \cdot P_{n,2} \cdot \frac{C_{\text{ж}} \cdot m_{\text{n}}}{L_{\text{исп}}} = 0,02 \cdot \sqrt{86,177} \cdot 54,13 \cdot$$

$$\cdot \frac{2514 \cdot 25,904}{361923} = 1,808 \text{ кг.}$$

5. Tốc độ bay hơi W ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) của hexan ở nhiệt độ thiết kế $t_{p,1} = 37^\circ\text{C}$ được xác định theo công thức (A.13) [1]:

$$W = 10^{-6} \cdot \eta \cdot \sqrt{M} \cdot P_{n,1} = 10^{-6} \cdot 1,0 \cdot \sqrt{86,177} \cdot 33,18 = 3,0802 \cdot 10^{-4} \text{ кг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}.$$

6. Khối lượng m_2 (kg) hơi hexan bốc hơi khỏi bề mặt vết tràn ở nhiệt độ thiết kế $t_{p,1} = 37^\circ\text{C}$, theo công thức (A.12) [1] sẽ là:

$$m_2 = 3,0802 \cdot 10^{-4} \cdot 41 \cdot 3600 = 45,464 \text{ kg.}$$

7. Tổng khối lượng hexan bay hơi sẽ là:

$$m = m_1 + m_2 = 1,808 + 45,464 = 47,272 \text{ kg.}$$

Vì $m_p = 25,904 < m = 47,272 \text{ kg}$, chúng tôi giả sử rằng khối lượng hexan giải phóng trong quá trình giảm áp khẩn cấp của bể tiếp nhận bay hơi hoàn toàn, tức là. $m = m_p = 25,904 \text{ kg}$.

8. Áp suất nổ dư ΔP theo công thức (16) Lợi ích sẽ bằng:

$$\Delta P = 3,507 \cdot 10^3 \cdot \frac{25,904}{345,6 \cdot 3,2488} = 80,91 \text{ кПа.}$$

9. Áp suất vượt quá tính toán của vụ nổ vượt quá 5 kPa, do đó, mặt bằng của bể tiếp nhận hexan được làm mát thuộc loại A.

Ví dụ 8

1. Dữ liệu ban đầu.

1.1. Phòng bơm Dimethylformamid (DMF). Trong phòng có ba máy bơm DMF từ bộ sưu tập đặt bên ngoài phòng, trong đó DMF được lấy từ khối chưng cất ở đáy cột chưng cất ở nhiệt độ $T_1 = 130^\circ\text{C} = 403,2 \text{ K}$. Nhiệt độ của DMF được làm nóng trong bộ sưu tập $T_a = 110^\circ\text{C} = 383,2 \text{ K}$. Công suất của một máy bơm $q = 1 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1} = 2,78 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} = 0,278 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$. Van tự động được lắp đặt trên đường ống vào và ra của máy bơm bên ngoài cơ sở (thời gian tắt $\tau = 120 \text{ s}$). Thể tích DMF trong đường ống đầu ra và đầu vào, có tính đến thể tích DMF trong máy bơm

cho một máy bơm, là $V_{tp} = 0,02 \text{ m}^3 = 20 \text{ l}$. Kích thước phòng $L \times S \times H = 18 \cdot 6 \cdot 6 \text{ m}$ Diện tích phòng $F = 108 \text{ m}^2$. Thể tích phòng $V_p = 648 \text{ m}^3$. Thể tích tự do của phòng $V_{st} = 0,8 \cdot 648 = 518,4 \text{ m}^3$.

1.2. Khối lượng mol của DMF $M = 73,1 \text{ kg} \cdot \text{kmol}^{-1}$. Các hằng số phương trình Antoine: $A = 6,15939$; $B = 1482,985$; $C_a = 204,342$. Công thức hóa học của DMF là $\text{C}_3\text{H}_7\text{ON}$. Nồng độ cân bằng hóa học của DMF $C_{st} = 4,64\%$ (thể tích). Mật độ của chất lỏng DMF ở $t = 25^\circ\text{C}$ là $\rho_1 = 950 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ (với biên độ cho $t = 110^\circ\text{C}$ trong tính toán). Nhiệt dung của DMF được lấy với một mức dự phòng để tính hexan $C_f = 2514 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ (ví dụ 7 của Sách hướng dẫn). Điểm chớp cháy DMF $t_{fsp} = 53^\circ\text{C}$. Điểm sôi DMF $t_k = 153^\circ\text{C}$. Chúng tôi lấy nhiệt đốt cháy $Q_H^p = 45,105 \text{ МДж} \cdot \text{кг}^{-1}$ có biên độ để tính toán hexan (Phụ lục 1 của Sách hướng dẫn).

2. Giải thích phương án thiết kế của vụ tai nạn.

Khi xác định áp suất vượt quá của vụ nổ, việc giảm áp suất của một máy bơm và lối ra khỏi nó cũng như các đường ống đầu vào và đầu ra của DMF vào thể tích của căn phòng được coi là phiên bản thiết kế của vụ tai nạn. Nhiệt độ thiết kế được lấy là nhiệt độ gia nhiệt của DMF trong bộ thu nhiệt $t_{p,2} = 110^\circ\text{C}$. Nhiệt độ không khí tuyệt đối tối đa ở khu vực này (Moscow) theo [3] $t_{p,1} = 37^\circ\text{C}$.

3. Chúng tôi xác định các thông số về nguy cơ cháy nổ theo yêu cầu của [1] và Sách hướng dẫn này.

3.1. Mật độ hơi của DMF ở $t_{p,1} = 37^\circ\text{C}$ sẽ là:

$$\rho_n = \frac{73,1}{22,413 \cdot (1 + 0,00367 \cdot 37)} = 2,8716 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3};$$

tại $t_{p,2} = 110^\circ\text{C}$

$$\rho_n = \frac{73,1}{22,413 \cdot (1 + 0,00367 \cdot 110)} = 2,3235 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3};$$

3.2. Áp suất hơi bão hòa của DMF ở nhiệt độ $t_{p,2} = 110^\circ\text{C}$ sẽ tương ứng (mục 3.2 của Cẩm nang):

$$\lg P_H = 6,15939 - \frac{1482,985}{110 + 204,342} = 1,441646;$$

$$P_n = 27,65 \text{ kPa}.$$

3.3. Nhiệt dung riêng bay hơi $L_{\text{bay hơi}}$ ($\text{J} \cdot \text{kg}^{-1}$) của DMF ở nhiệt độ $t_{p,2} = 110^\circ\text{C}$ được tính theo công thức (A.15) [1]:

$$L_{\text{исп}} = \frac{19,173 \cdot 10^3 \cdot B \cdot T_a^2}{(T_a + C_a - 273,2)^2 \cdot M} = \frac{19,173 \cdot 10^3 \cdot 1482,985 \cdot 383,2^2}{(383,2 + 204,342 - 273,2)^2 \cdot 73,1} = 578037 \text{ Дж} \cdot \text{кг}^{-1}.$$

3.4. Thể tích V_d (m^3) của DMF thoát vào phòng và diện tích tràn chất lỏng F_p (m^2) sẽ là:

$$V_d = q \cdot \tau + V_{tp} = 2,78 \cdot 10^{-4} \cdot 120 + 0,02 = 0,0334 + 0,02 = 0,0534 \text{ m}^3 = 53,4 \text{ l};$$

$$F_p = 1,0 \cdot V_d = 1,0 \cdot 53,4 = 53,4 \text{ m}^2.$$

3.5. Khối lượng DMF thoát vào phòng m_p (kg) sẽ là:

$$m_p = V_d \cdot \rho_w = 0,0534 \cdot 950 = 50,73 \text{ kg}.$$

4. Khối lượng m (kg) của hơi DMF tạo thành trong quá trình bay hơi của chất lỏng DMF được nung nóng được xác định theo công thức (A.14) [1]:

$$m = 0,02 \cdot \sqrt{M} \cdot P_{\text{н}} \cdot \frac{C_{\text{ж}} \cdot m_{\text{п}}}{L_{\text{исп}}} = 0,02 \cdot \sqrt{73,1} \cdot 27,65 \cdot \frac{2514 \cdot 50,73}{578037} = 1,043 \text{ кг.}$$

5. Áp suất nổ dư ΔP theo công thức (13) của Quyển lợi sẽ là:

$$\Delta P = 7,99 \cdot 10^3 \cdot \frac{1,043}{518,4 \cdot 2,3235 \cdot 4,64} = 1,49 \text{ кПа.}$$

6. Áp suất nổ dư tính toán không vượt quá 5 kPa. Phòng bơm dimethylformamide không thuộc loại A hoặc B. Theo điều B.2 và bảng. B.1 [1] chúng ta sẽ kiểm tra xem mặt bằng có thuộc loại B1 - B4 hay không.

7. Theo khoản B.2 [1], ta xác định tải trọng cháy Q và tải trọng cháy riêng g :

$$Q = G \cdot Q_{\text{н}}^{\text{p}} = 152,2 \cdot 45,105 = 6865 \text{ МДж;}$$

$$G = 3 \cdot m_{\text{p}} = 3 \cdot 50,73 = 152,2 \text{ kg;}$$

$$g = \frac{Q}{S} = \frac{6865}{108} = 63,6 \text{ МДж} \cdot \text{м}^{-2};$$

$$S = 3 \cdot F_{\text{p}} = 3 \cdot 53,4 = 160,2 \text{ м}^2.$$

Vì $F < F_{\text{p}}$ nên ta lấy $S = F = 108 \text{ м}^2$.

8. Tải trọng cháy riêng nhỏ hơn $180 \text{ MJ} \cdot \text{м}^{-2}$ nhưng diện tích nơi có tải cháy lớn hơn 10 м^2 . Phù hợp với bảng. B.1 [1] Phòng bơm dimethylformamid thuộc loại B3.

5.4. Phòng có bụi dễ cháy

Ví dụ 9

1. Dữ liệu ban đầu.

1.1. Phòng sản xuất nơi đóng gói đồ uống liền khô có kích thước như sau: chiều cao - 8 m, chiều dài - 30 m, chiều rộng - 10 m. Thể tích tự do của phòng là $V_{\text{st}} = 0,8 \cdot 8 \cdot 30 \cdot 10 = 1920 \text{ м}^3$. Trong phòng có một máy trộn, là một thùng chứa hình trụ có thiết bị hình vít tích hợp để trộn đều các thành phần bột của đồ uống, được nạp qua đầu vào nằm ở phía trên. Tải một lần vật liệu phân tán vào máy trộn là $m_{\text{p}} = m = 300 \text{ kg}$. Thành phần chính của hỗn hợp bột là đường (hơn 95% (trọng lượng), gây nguy cơ cháy nổ lớn nhất. Hỗn hợp bột được chuẩn bị trong máy trộn được đưa vào máy đóng gói, nơi phân phối đồ uống khô (30 g mỗi) vào bao bì nhựa. Một lượng đáng kể vật liệu chứa bụi trong máy trộn và việc thu gom bụi thường xuyên trong phòng giúp có thể bỏ qua bụi bám trên sàn, tường và các bề mặt khác khi biện minh cho kịch bản tai nạn ước tính.

1.2. Loại phòng được tính toán dựa trên bụi đường, hiện diện với số lượng quá lớn so với các thành phần khác của đồ uống khô. Nhiệt cháy của bụi $H_{\text{t}} = 16477 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} = 1,65 \cdot 10^7 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$. Sự phân bố bụi theo kích thước hạt được trình bày trong bảng.

Tỷ lệ bụi, micron	$\leq 100 \text{ }\mu\text{m}$	200 μm	500 μm	$\leq 1.000 \text{ }\mu\text{m}$
Phần khối lượng, % (khối lượng.)	5	10	40	100

Kích thước hạt tối hạn của huyền phù bụi đường dễ nổ là $d^* = 200 \text{ micron}$.

2. Giải thích phương án thiết kế của vụ tai nạn.

Vì các khí dễ cháy, chất lỏng dễ cháy có điểm chớp cháy không quá 28°C , cũng như các chất và vật liệu có thể phát nổ và cháy khi tương tác với nước, oxy không khí hoặc với nhau, không được lưu thông trong phòng, căn phòng này không thuộc loại A.

Theo khoản 5.2 [1], nên xem xét khả năng phân loại phòng này vào loại B vì chỉ có bụi dễ cháy lưu thông trong phòng, để kiểm tra khả năng phân loại phòng này vào loại B, một vụ tai nạn kèm theo sự hình thành. cần xem xét đám mây bụi dễ cháy và áp suất nổ quá mức.

Tình huống khẩn cấp, đi kèm với việc giải phóng vật liệu dễ cháy lớn nhất vào thể tích của phòng, có liên quan đến việc giảm áp suất của máy trộn, như một thùng chứa lượng vật liệu dễ cháy lớn nhất. Quá trình giảm áp suất có thể liên quan đến vụ nổ huyền phù trong máy trộn: trong quá trình trộn, hỗn hợp nổ gồm bột dễ cháy và không khí được tạo ra trong thể tích của máy trộn, hỗn hợp này có thể bốc cháy do phóng tĩnh điện hoặc do phóng điện. vật kim loại lạ rơi vào thiết bị khi nạp các bộ phận ban đầu; Việc cọ xát vật liệu tạp chất giữa mũi khoan và thân máy trộn sẽ làm nóng nó đến nhiệt độ đủ để đốt cháy hỗn hợp bụi-không khí. Vụ nổ bụi trong thể tích máy trộn khiến bụi thoát ra trong thể tích phòng và gây ra vụ nổ thứ cấp. Việc xếp phòng vào loại B phụ thuộc vào giá trị áp suất vượt quá tính toán của vụ nổ.

3. Áp suất nổ dư ΔP được tính theo công thức (A.4) [1], trong đó hệ số bụi tham gia vào vụ nổ Z được tính theo công thức (A.16) [1] (đối với $d^* \leq 200 \mu\text{m}$ $F = 10\% = 0,1$) và bằng:

$$Z = 0,5 \cdot F = 0,5 \cdot 0,1 = 0,05.$$

Từ đây chúng tôi nhận được:

$$\Delta P = \frac{m \cdot H_T \cdot P_0 \cdot Z}{V_{\text{ce}} \cdot \rho_B \cdot C_p \cdot T_0} \cdot \frac{1}{K_H} = \frac{300 \cdot 1,65 \cdot 10^7 \cdot 101 \cdot 0,05}{1920 \cdot 1,2 \cdot 1010 \cdot 300 \cdot 3} = 11,9 \text{ кПа}.$$

4. Áp suất dư tính toán của vụ nổ vượt quá 5 kPa nên mặt bằng để đóng gói túi đựng đồ uống liền khô thuộc loại B.

Ví dụ 10

1. Dữ liệu ban đầu.

1.1. Kho của nhà máy xay bột để bảo quản bột trong bao 50 kg. Thể tích tự do của phòng $V_{\text{st}} = 1000 \text{ m}^3$. Việc thu gom bụi shift trong phòng cho phép bạn bỏ qua bụi bám trên sàn, tường và các bề mặt khác ($m = 0$). Việc sắp xếp các túi được thực hiện thủ công bởi công nhân kho. Chiều cao nâng tối đa của túi không vượt quá 2 m.

1.2. Chất nguy hiểm dễ cháy nổ duy nhất trong phòng là bột mì: một sản phẩm phân tán mịn (kích thước hạt nhỏ hơn 100 micron). Nhiệt cháy $H_t = 1,8 \cdot 10^7 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$. Kích thước hạt tối hạn của huyền phù nổ của bụi bột là $d^* = 250 \text{ micron}$.

1.3. Thông tin cần thiết để xác định nồng độ cân bằng hóa học của bụi bột ρ_{st} trong không khí ở điều kiện bình thường (áp suất khí quyển 101,3 kPa, nhiệt độ 20 °C) có thể được xác định theo một trong ba cách:

1) chỉ thị trực tiếp giá trị: $\rho_{\text{st}} = 0,25 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$;

2) chỉ ra thông tin về công thức tổng quát của thành phần hóa học của chất, ví dụ, ở dạng $C_y H_B O_K N_A$. Trong trường hợp này, việc tính ρ_{st} được thực hiện trên cơ sở phương trình hóa học cho quá trình oxy hóa một chất nhất định với không khí thành sản phẩm phản ứng tương ứng (CO_2 , H_2O và N_2) - theo công thức

$$\rho_{\text{st}} = 0,0087 \cdot (12 \cdot U + B + 16 \cdot K + 14 \cdot A) / (U + B/4 - K/2).$$

Nếu có các nguyên tử khác trong công thức tổng của chất, ví dụ S, P, Al, v.v., cần tính đến các sản phẩm oxy hóa bổ sung trong tính toán: SO_3 , P_2O_5 , Al_2O_3 , v.v. .;

3) kết quả đo thực nghiệm về sự hao hụt khối lượng oxy Δm_{O} trong buồng nơi khối lượng thử của chất thử Δm_{X} được đốt trong môi trường có oxy (ví dụ, trong hệ thống lắp đặt để xác định nhiệt đốt cháy của một chất theo [GOST 21261-91](#)).

Trong trường hợp này, việc tính ρ_{st} được thực hiện theo công thức

$$\rho_{\text{st}} = (\Delta m_{\text{X}} / \Delta m_{\text{O}}) \cdot M_{\text{O}},$$

trong đó M_{O} là khối lượng oxy có trong 1 m^3 không khí; cho phép lấy $M_{\text{O}} = 0,24 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$.

2. Giải thích phương án thiết kế của vụ tai nạn.

Vì các khí dễ cháy, chất lỏng dễ cháy có điểm chớp cháy không quá 28 ° C, cũng như các chất và vật liệu có thể phát nổ và cháy khi tương tác với nước, oxy không khí hoặc với nhau, không được lưu thông trong phòng, căn phòng này không thuộc loại A.

Theo khoản 5.2 [1], nên xem xét khả năng phân loại cơ sở này vào loại B vì chỉ có bụi dễ cháy lưu thông trong đó, để kiểm tra khả năng phân loại cơ sở này vào loại B, một vụ tai nạn kèm theo sự hình thành của một loại. đám mây bụi dễ cháy cần được xem xét và áp suất nổ vượt quá.

Tình huống khẩn cấp với sự hình thành của đám mây bụi-không khí có thể liên quan đến việc vỡ hộp đựng (một trong các túi bột), do đó lượng bên trong của nó ($m_{av} = 50$ kg), đi vào phòng từ độ cao tối đa có thể ($H = 2$ m), tạo thành huyền phù dễ nổ. Với một giới hạn an toàn nhất định, chúng ta sẽ lấy thể tích của đám mây bụi-không khí hình thành trong trường hợp này bằng thể tích của hình nón có chiều cao H và bán kính đáy cũng bằng H . Trong trường hợp này, dung lượng của đám mây khẩn cấp sẽ là:

$$V_{aw} = (1/3) \cdot H \cdot \pi \cdot H^2 = (1/3) \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 2^2 = 8,4 \text{ m}^3.$$

3. Hệ số tham gia bụi trong vụ nổ Z được tính theo công thức (A.16) [1] và là:

$$Z = 0,5 \cdot F = 0,5 \cdot 1 = 0,5.$$

4. Khối lượng bụi ước tính m (kg) lơ lửng trong thể tích của phòng do tình huống khẩn cấp xác định theo công thức (A.17) [1]:

$$m = \min \left\{ m_{bz} + m_{ab}, \rho_{ct} \cdot V_{ab} / Z \right\}.$$

Vì $m_{in} + m_{av} = 0 + 50 = 50$ kg; $\rho_{st} \cdot V_{ab} / Z = 0,25 \cdot 8,4 / 0,5 = 4,2$ kg nên lấy $m = 4,2$ kg.

Để thực hiện phép tính ΔP một cách đáng tin cậy, nên giải thích ý nghĩa vật lý của công thức (A.17) được sử dụng ở đây [1]. Áp suất không khí quá mức trong phòng trong quá trình đốt cháy huyền phù được giải thích là do sự giải phóng nhiệt của phản ứng oxy hóa nhiên liệu phân tán với oxy trong không khí. Do đó, tính toán cuối cùng về áp suất nổ bao gồm tổng khối lượng bụi bị đốt cháy trong đám mây bụi không khí m và đặc tính tỏa nhiệt của quá trình đốt cháy một đơn vị lượng bụi H_t . Rõ ràng là khối lượng m không thể vượt quá tổng khối lượng bụi trong đám mây này ($m_{up} + m_{av}$), được viết ở dòng trên cùng của công thức (A.17) [1]. Nhưng khối lượng m có thể nhỏ hơn ($m_{in} + m_{av}$). Điều thứ hai xảy ra trong trường hợp đốt cháy các đám mây bụi-không khí được làm giàu bằng nhiên liệu, khi không có đủ oxy trong không khí để đốt cháy hoàn toàn bụi trong đám mây như vậy. Đối với các hỗn hợp “giàu” như vậy, khối lượng bụi cháy sẽ bị giới hạn bởi hàm lượng oxy trong đám mây và do đó không được vượt quá giá trị $\rho_{st} \cdot V_{av}$ được trình bày ở dòng cuối cùng của công thức (A.17) [1]. Chúng ta hãy nói thêm rằng việc hiệu chỉnh ($1/Z$) cho giá trị đã chỉ ra là do đặc thù của phép tính ΔP , trong đó khối lượng bụi cháy thực sự có dạng phức $m \cdot Z$.

5. Việc xác định áp suất nổ dư ΔP được thực hiện theo công thức (A.4) [1]:

$$\Delta P = \frac{m \cdot H_t \cdot P_0 \cdot Z}{V_{cb} \cdot \rho_b \cdot C_p \cdot T_0 \cdot K_H} = \frac{4,2 \cdot 1,8 \cdot 10^7 \cdot 101,3 \cdot 0,5}{1000 \cdot 1,2 \cdot 1010 \cdot 300 \cdot 3} = 3,51 \text{ кПа}.$$

6. Áp suất nổ dư tính toán không vượt quá 5 kPa, do đó, cơ sở bảo quản bột mì được đề cập không thuộc loại B và phải được phân loại vào loại B1 - B4 tùy theo tải trọng cháy trong phòng này.

5.5. Phòng có chất lỏng dễ cháy

Khi xác định loại cơ sở trong các ví dụ dưới đây, các quy định sau được tính đến [1]:

- chọn kịch bản sự cố bất lợi nhất làm kịch bản thiết kế trong đó có liên quan đến thiết bị có tải trọng cháy cao nhất (mục A.1.1, B.1 [1]);

- diện tích tải cháy được xác định có tính đến đặc thù của công nghệ; diện tích tải cháy được hiểu là diện tích bề mặt của gương chất lỏng trong thiết bị, diện tích trần chất lỏng lỏng từ thiết bị, bị giới hạn bởi các cạnh, pallet, diện tích chiếm chỗ của thiết bị, thùng chứa nước xả, v.v.

Ví dụ 11

Phân xưởng tách, nén khí và nén các sản phẩm tách khí. Phòng máy. Trong phòng có các chất dễ cháy (dầu tuabin, dầu công nghiệp và các loại dầu khác có điểm chớp cháy trên 61°C), được tuần hoàn trong máy nén ly tâm và máy nén piston. Lượng dầu trong máy nén là 15 kg. Số lượng máy nén: 5. Nhiệt độ gia nhiệt của dầu trong máy nén thấp hơn điểm chớp cháy của chúng.

Chúng ta hãy xác định loại phòng trong trường hợp lượng dầu trong mỗi máy nén là 15 kg và không có tải trọng cháy nào khác.

Theo khoản B.2 [1], tải trọng cháy được xác định từ hệ thức

$$Q = \sum_{i=1}^n G_i \cdot Q_{Hi}^p,$$

trong đó G_i là lượng vật liệu thứ i của tải trọng cháy, kg; Q_{Hi}^p - nhiệt trị thấp hơn của vật liệu thứ i của tải cháy, $\text{MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$.

Nhiệt trị thấp nhất của dầu tuabin là $41,87 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$. Tải trọng cháy sẽ bằng:

$$Q = 15 \cdot 41,87 = 628 \text{ MJ}.$$

Theo điều kiện công nghệ, diện tích tải cháy là $6-8 \text{ m}^2$. Theo mục B.2 [1], chúng tôi chấp nhận diện tích bố trí tải cháy $S = 10 \text{ m}^2$. Tải trọng cháy cụ thể sẽ là:

$$q = \frac{Q}{S} = \frac{628}{10} = 6,28 \text{ МДж} \cdot \text{м}^{-2}.$$

Phù hợp với bảng. B.1 [1] cơ sở có tải trọng cháy cụ thể nhất định có thể được phân loại vào loại B₄ ($q \leq 180 \text{ MJ} \cdot \text{m}^{-2}$) với điều kiện là phương pháp bố trí nó đáp ứng các yêu cầu cần thiết nêu trong Phụ lục B [1].

Đối với tải cháy gồm chất lỏng và khí dễ cháy thì khoảng cách giữa các khu vực trần tải cháy phải lớn hơn mức tối đa.

Trong nhà, khoảng cách tối thiểu từ bề mặt đám cháy đến dây dưới của giàn H khoảng 9 m, trong điều kiện ($H < 11 \text{ m}$) thì khoảng cách lớn nhất l_{pr} phải thỏa mãn bất đẳng thức.

$$l_{pr} \geq 26 - H \text{ hoặc tại } H = 9 \text{ m } l_{pr} \geq 17 \text{ m}.$$

Vì đối với phòng máy không đáp ứng điều kiện này (khoảng cách giữa các tổ máy không quá 6 m) nên phòng máy theo Bảng. B.1 [1] thuộc loại B₃.

Ví dụ 12

Chúng ta hãy xác định loại phòng cho một trường hợp khác, khi lượng dầu trong một trong các máy nén (có lượng dầu lớn nhất) là 1200 kg.

Theo đoạn B.2 [1], tải trọng cháy sẽ bằng:

$$Q = 1200 \cdot 41,87 = 50244 \text{ MJ}.$$

Theo điều kiện công nghệ, diện tích tải cháy là 30 m^2 . Theo mục B.2 [1], chúng tôi chấp nhận diện tích bố trí tải cháy $S = 30 \text{ m}^2$. Tải trọng cháy cụ thể sẽ là:

$$q = \frac{Q}{S} = \frac{50244}{30} = 1674,8 \text{ МДж} \cdot \text{м}^{-2}.$$

Phù hợp với bảng. B.1 [1] cơ sở có tải trọng cháy cụ thể nhất định có thể được phân loại là loại B₂, với điều kiện là phương pháp bố trí nó đáp ứng các yêu cầu cần thiết nêu trong Phụ lục B [1].

Trong phòng này, khoảng cách tối thiểu H từ bề mặt tải cháy đến lớp phủ là khoảng 6,5 m.

Hãy xác định xem điều kiện có được đáp ứng hay không

$$Q \geq 0,64 \cdot g \cdot H^2.$$

Sau khi thay các giá trị số vào ta được:

$$0,64 \cdot g \cdot N^2 = 0,64 \cdot 2200 \cdot 6,5^2 = 59488 \text{ MJ}.$$

Vì $Q = 50244 \text{ MJ}$ và không thỏa mãn điều kiện $Q \geq 59488 \text{ MJ}$ nên phòng máy theo bảng. B.1 [1] thuộc loại B2.

Ví dụ 13

Chúng ta hãy xác định loại phòng được đưa ra trong ví dụ 11 cho một trường hợp khác, khi lượng dầu trong một trong các máy nén (có lượng dầu lớn nhất) là 1200 kg.

Theo đoạn B.2 [1], tải trọng cháy sẽ bằng:

$$Q = 1200 \cdot 41,87 = 50244 \text{ MJ}.$$

Theo điều kiện công nghệ, diện tích tải cháy là 26 m^2 . Theo mục B.2 [1], chúng tôi chấp nhận diện tích bố trí tải cháy $S = 26 \text{ m}^2$. Tải trọng cháy cụ thể sẽ là:

$$g = \frac{Q}{S} = \frac{50244}{26} = 1932,5 \text{ МДж} \cdot \text{м}^{-2}.$$

Phù hợp với bảng. B.1 [1] cơ sở có tải trọng cháy cụ thể nhất định có thể được phân loại là loại B2, với điều kiện là phương pháp bố trí nó đáp ứng các yêu cầu cần thiết nêu trong Phụ lục B [1].

Trong phòng này, khoảng cách tối thiểu H từ bề mặt tải cháy đến lớp phủ là khoảng 9 m.

Hãy xác định xem điều kiện có được đáp ứng hay không

$$Q \geq 0,64 \cdot g \cdot N^2.$$

Sau khi thay các giá trị số vào ta được:

$$0,64 \cdot g \cdot N^2 = 0,64 \cdot 2200 \cdot 9^2 = 114048 \text{ MJ}.$$

Vì $Q = 50244 \text{ MJ}$ và điều kiện $Q \geq 114048 \text{ MJ}$ không được thỏa mãn nên theo bảng. B.1 [1] Buồng máy thuộc loại B2.

Ví dụ 14

Hãy xác định loại của cùng một phòng (ví dụ 13) cho trường hợp lượng dầu trong một trong các máy nén (có lượng dầu lớn nhất) là 7000 kg.

Theo đoạn B.2 [1], tải trọng cháy sẽ bằng:

$$Q = 7000 \cdot 41,87 = 293090 \text{ MJ}.$$

Theo điều kiện công nghệ, diện tích tải cháy là 130 m^2 . Theo mục B.2 [1], chúng tôi chấp nhận diện tích bố trí tải cháy $S = 130 \text{ m}^2$. Tải trọng cháy cụ thể sẽ là:

$$g = \frac{Q}{S} = \frac{293090}{130} = 2254,5 \text{ МДж} \cdot \text{м}^{-2}.$$

Phù hợp với bảng. B.1 [1] Buồng máy có tải trọng cháy xác định thuộc loại B1.

5.6. Cơ sở có chất và vật liệu rắn dễ cháy

Ví dụ 15

Xây dựng kho hàng. Đây là một nhà kho nhiều giá cung cấp khả năng lưu trữ các vật liệu không cháy trong hộp các tông trên giá kim loại. Mỗi dãy trong số mười dãy giá có mười tầng, mười sáu ngăn, trong đó đựng ba hộp các tông nặng 1 kg mỗi thùng. Tầng trên của thùng chứa các tông trên kệ là 5 m, chiều cao của đai dưới so với mặt sàn là 7,2 m. Chiều dài của giá là 48 m, chiều rộng là 1,2 m, khoảng cách giữa các hàng. giá đỡ là 2,8 m.

Theo số liệu ban đầu, diện tích đặt tải cháy mỗi dãy là $57,6 \text{ m}^2$.

Hãy xác định tổng lượng vật liệu dễ cháy (bìa cứng) trong mỗi dãy kệ:

$$10 \text{ tầng} \cdot 16 \text{ ngăn} \cdot 3 \text{ hộp} \cdot 1 \text{ kg} = 480 \text{ kg}.$$

Nhiệt trị thấp nhất của bìa cứng là $13,4 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$. Tải trọng cháy sẽ bằng:

$$Q = 480 \cdot 13,4 = 6432 \text{ MJ.}$$

Tải trọng cháy cụ thể sẽ là:

$$g = \frac{Q}{S} = \frac{6432}{57,6} = 111,7 \text{ МДж} \cdot \text{м}^2.$$

Giá trị tải trọng cháy cụ thể này tương ứng với loại B4. Tuy nhiên, diện tích đặt tải cháy vượt quá 10 m^2 . Vì vậy, cơ sở này không thuộc loại B4. Phù hợp với bảng. B.1 [1] mặt bằng nhà kho thuộc loại B3.

Ví dụ 16

Phòng thí nghiệm sản xuất. Trong phòng thí nghiệm có: một tủ hút hóa chất, một bàn cân vi phân, hai chiếc ghế. Trong phòng thí nghiệm có thể bố trí một diện tích 10 m^2 trên đó có một chiếc bàn và hai chiếc ghế làm bằng gỗ. Tổng khối lượng gỗ ở khu vực này khoảng 47 kg.

Nhiệt trị thấp nhất của gỗ là $13,8 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$. Tải trọng cháy sẽ bằng:

$$Q = 13,8 \cdot 47 = 648,6 \text{ MJ.}$$

Diện tích cháy là $2,5 \text{ m}^2$. Theo mục B.2 [1], chúng tôi chấp nhận diện tích bố trí tải cháy $S = 10 \text{ m}^2$. Tải trọng cháy cụ thể sẽ là:

$$g = \frac{Q}{S} = \frac{648,6}{10} = 64,9 \text{ МДж} \cdot \text{м}^{-2}.$$

Phù hợp với bảng. B.1 [1] mặt bằng của phòng thí nghiệm sản xuất có tải trọng cháy cụ thể nhất định thuộc loại B4.

Vì không có khu vực nào khác có nguy cơ cháy nổ trong khuôn viên phòng thí nghiệm, theo Bảng. B.1 và điều B.2 [1] cơ sở của phòng thí nghiệm sản xuất không được kiểm tra thuộc loại B3.

Ví dụ 17

Phòng gara. Tải trọng cháy chính của ô tô là cao su, nhiên liệu, dầu bôi trơn và vật liệu polyme nhân tạo. Lượng trung bình của các vật liệu này cho một chiếc xe tải như sau: cao su - 118,4 kg, nhiên liệu diesel - 120 kg, dầu bôi trơn - 18 kg, bột polyurethane - 4 kg, polyetylen - 1,8 kg, polyvinyl clorua - 2,6 kg, bìa cứng - 2,5 kg, da nhân tạo - 9 kg. Tổng khối lượng vật liệu dễ cháy là 276,3 kg. Như đã trình bày ở ví dụ 5 ở trên, đối với nhiên liệu diesel $\Delta P = 0$, tức là phòng không thuộc loại A hoặc B.

Nhiệt trị thấp nhất là: dầu bôi trơn - $41,87 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$, cao su - $33,52 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$, nhiên liệu diesel - $43,59 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$, bột polyurethane - $24,3 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$, polyetylen - $47,14 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$, polyvinyl clorua - $14,31 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$, bìa cứng - $13,4 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$, da nhân tạo - $17,76 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$. Tải trọng cháy sẽ bằng:

$$Q = 18 \cdot 41,87 + 118,4 \cdot 33,52 + 120 \cdot 43,59 + 4 \cdot 24,3 + 1,8 \cdot 47,14 + 2,5 \cdot 13,4 + 9 \cdot 17,76 + 2,6 \cdot 14,31 = 10365,8 \text{ MJ.}$$

Khoảng cách tối thiểu H từ bề mặt chất cháy đến lớp phủ là 6 m. Diện tích đặt chất cháy là $S = 10 \text{ m}^2$. Tải trọng cháy cụ thể sẽ là:

$$g = \frac{Q}{S} = \frac{10365,8}{10} = 1036,6 \cdot \text{МДж} \cdot \text{м}^2.$$

Phù hợp với bảng. B.2 [1] gian phòng có tải trọng cháy xác định thuộc loại B3.

Hãy xác định xem điều kiện B.2 có thỏa mãn không [1]

$$Q \geq 0,64 \cdot g \cdot H^2.$$

Sau khi thay các giá trị số vào ta được:

$$0,64 \cdot g \cdot H^2 = 0,64 \cdot 1400 \cdot 6^2 = 32256 \text{ MJ.}$$

Vì $Q = 10365,8 \text{ MJ}$ và không thỏa mãn điều kiện $Q \geq 32256 \text{ MJ}$ nên mặt bằng gara thuộc loại B3.

5.7. Khu vực chứa khí dễ cháy, chất lỏng dễ cháy, chất lỏng dễ cháy, bụi, chất rắn và vật liệu

Ví dụ 18

1. Dữ liệu ban đầu.

1.1. Mặt bằng xưởng sơn và giao hàng của nhà lắp ráp máy kéo. Trong xưởng, máy kéo sơn màu được sơn và sấy khô trên hai dây chuyền. Buồng sấy sử dụng khí tự nhiên làm nhiên liệu. Sơn thừa từ các buồng sơn được rửa sạch bằng nước thành bể đông tụ, từ đó, sau khi tách khỏi nước, sơn sẽ được loại bỏ qua đường ống bên ngoài phòng để xử lý tiếp.

1.2. Chất và vật liệu được sử dụng:

- khí metan tự nhiên (hàm lượng 99,2% (thể tích);
- đất GF-0119, [GOST 23343-78](#) ;
- men ML-152, [GOST 18099-78](#) ;
- dung môi, [GOST 10214-78](#) hoặc [GOST 1928-79](#) (thành phần nguy hiểm nhất trong thành phần dung môi sơn lót và men).

1.3. Tính chất lý hóa của các chất và vật liệu [2].

Khối lượng mol, $\text{kg} \cdot \text{kmol}^{-1}$:

- metan $M_{\text{CH}_4} = 16,04$;
- dung môi $M_{\text{C}_{8,5}\text{H}_{11}} = 113,2$.

Nhiệt độ thiết kế t_p , °C:

- trong nhà $t_p = 39$ [3];
- trong buồng sấy $t_k = 80$.

Mật độ chất lỏng, $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$:

- dung môi $\rho_{\text{C}_{8,5}\text{H}_{11}}^* = 850$.

Mật độ khí và hơi, $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$.

- metan $\rho_{\text{CH}_4}^{39^\circ\text{C}} = \frac{M}{22,413 \cdot (1 + 0,00367 \cdot t_p)} = 0,6260$;

- dung môi $\rho_{\text{C}_{8,5}\text{H}_{11}}^{39^\circ\text{C}} = 4,4182 (\rho_c)$; $\rho_{\text{C}_{8,5}\text{H}_{11}}^{80^\circ\text{C}} = 3,9043$.

Áp suất riêng phần của hơi bão hòa ở nhiệt độ 39°C [2], kPa:

- dung môi $\lg P_{\text{H,C}_{8,5}\text{H}_{11}} = 6,2276 - \frac{1529,33}{226,679 + t_n}$;
 $P_{\text{H,C}_{8,5}\text{H}_{11}} = 3,0$.

Tốc độ bay hơi ở 39°C , $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$:

- dung môi $W_c = 10^{-6} \cdot \sqrt{113,2 \cdot 3,0} = 3,1919 \cdot 10^{-5}$.

1.4. Đặc tính nguy hiểm cháy nổ [2].

Điểm chớp cháy, °C:

- dung môi $t_{\text{vsp}} = 21$.

Giới hạn nồng độ dưới của sự lan truyền ngọn lửa (LCFL),% (thể tích):

- metan $C_{\text{HKPP,CH}_4} = 5,28$;
- dung môi $C_{\text{HKPP,C}_{8,5}\text{H}_{11}} = 1,0$.

Nồng độ cân bằng hóa học, % (thể tích):

- metan $C_{\text{CT,CH}_4} = 9,36$;
- dung môi $C_{\text{CT,C}_{8,5}\text{H}_{11}} = 1,80 (C_{\text{CT,c}})$.

1.5. Kích thước mặt bằng và các thông số của quy trình công nghệ.

1.5.1. Kích thước chung của nhà xưởng: $L = 264,7$ m, $S = 30,54$ m, $H = 15,75$ m Thể tích phòng $V_p = 264,7 \cdot 30,54 \cdot 15,75 = 127322,0$ m³.

1.5.2. Diện tích nhíp sơn với các phòng xây sẵn ở mức 0,00: $F_{\text{tổng}} = 264,7 \cdot 30,54 = 8083,94$ m².

1.5.3. Diện tích mặt bằng xây dựng:

- tiền đình (trục B/1) $F_{1, \text{xây dựng}} = 1,75 \cdot 3,49 = 6,11$ m²;
- PSU (trục K - K/1) $F_{2, \text{tích hợp}} = 1,97 \cdot 6,61 = 13,02$ m²;
- Mặt bằng (trục L/3 - R/1) $F_{3, \text{xây dựng}} = 82,76 \cdot 6,55 = 542,08$ m²;
- Mặt bằng (trục Y - X1) $F_{4, \text{xây dựng}} = 50,04 \cdot 6,55 = 327,76$ m²;
- Tổng diện tích mặt bằng xây dựng:

$$F_{\text{tích hợp}} = F_{1, \text{tích hợp}} + F_{2, \text{tích hợp}} + F_{3, \text{tích hợp}} + F_{4, \text{tích hợp}} = 6,11 + 13,02 + 542,08 + 327,76 = 888,97 \text{ m}^2.$$

1.5.4. Diện tích nhíp sơn không có mặt bằng xây dựng:

$$F_{\text{op}} = F_{\text{tổng}} - F_{\text{xây dựng}} = 8083,94 - 888,97 = 7194,97 \text{ m}^2.$$

1.5.5. Thể tích nhíp sơn với diện tích F_{op} và chiều cao H :

$$V_{\text{bvp}} = 7194,97 \cdot 15,75 = 113320,78 \text{ m}^3.$$

1.5.6. Khối lượng cơ sở xây dựng vào khoảng 6.500:

- Buồng thông gió (tầng 6.500, trục B/1, bảng điều khiển):

$$V_{1, \text{xây dựng}} = 1,95 \cdot 27,05 \cdot 9,25 = 487,91 \text{ m}^3;$$

- Buồng thông gió (cấp 6.500, trục X/X1, bảng điều khiển):

$$V_{2, \text{được xây dựng}} = 5,47 \cdot 23,99 \cdot 9,25 = 1213,83 \text{ m}^3;$$

- Buồng thông gió (tầng 6.500, trục I/2 - K/2):

$$V_{3, \text{được xây dựng}} = 23,92 \cdot 7,27 \cdot 9,25 - 13,02 \cdot 9,25 = 1488,12 \text{ m}^3;$$

- Buồng thông gió (mức 6.500, trục P/1 - U):

$$V_{4, \text{xây}} = 5,43 \cdot 6,55 \cdot 9,25 = 328,99 \text{ m}^3;$$

- Buồng thông gió (tầng 6.500, P/2 - trục U, bảng điều khiển):

$$V_{5, \text{xây}} = 0,72 \cdot 27,0 \cdot 9,25 = 179,82 \text{ m}^3;$$

- Tổng khối lượng mặt bằng xây dựng:

$$V_{1-6, \text{đã xây dựng}} = V_{1, \text{đã xây dựng}} + V_{2, \text{đã xây dựng}} + V_{3, \text{đã xây dựng}} + V_{4, \text{đã xây dựng}} + V_{5, \text{đã xây dựng}} = 3698,67 \text{ m}^3.$$

1.5.7. Khối lượng vẽ không có khối lượng $V_{1-5, \text{tích hợp}}$:

$$V_1 = V_{\text{bvp}} - V_{1-5, \text{được xây dựng}} = 113320,78 - 3698,67 = 109622,11 \text{ m}^3.$$

1.5.8. Số lượng trên không gian tích hợp là 12.030:

- Buồng thông gió (tầng 12.030, trục L/3 - M/1):

$$V_{1, \text{per}} = 10,5 \cdot 6,55 \cdot 3,72 = 255,84 \text{ m}^3;$$

- Mặt bằng (tầng 6.500, trục M/1 - M/3):

$$V_{2, \text{per}} = 6,5 \cdot 6,55 \cdot 9,25 = 393,82 \text{ m}^3;$$

- Buồng thông gió (tầng 12.030, trục M/3 - H/1):

$$V_{3, \text{per}} = 5,08 \cdot 6,55 \cdot 3,72 = 123,78 \text{ m}^3;$$

- Mặt bằng (độ cao 7.800, trục F - X):

$$V_{4, \text{per}} = 23,1 \cdot 6,55 \cdot 7,95 - 5,82 \cdot 2,72 \cdot 2,82 = 1158,23 \text{ m}^3;$$

- tiền đình (độ cao 3,74, trục B/1):

$$V_{4, \text{per}} = 1,75 \cdot 3,49 \cdot 2,26 = 13,80 \text{ m}^3;$$

- PSU (cấp 3.040, trục K - K/1):

$$V_{6, \text{per}} = 1,97 \cdot 6,61 \cdot 2,96 = 38,54 \text{ m}^3;$$

- tổng khối lượng trên mặt bằng xây dựng:

$$V_{1-6, \text{làn}} = V_{1, \text{làn}} + V_{2, \text{làn}} + V_{3, \text{làn}} + V_{4, \text{làn}} + V_{5, \text{làn}} + V_{6, \text{làn}} = 1984,01 \text{ m}^3.$$

1.5.9. Thể tích bể đông tụ ở -2.500 và 0,00

$$(L = 80,5 \text{ m}, S = 3,60 \text{ m}, H = 2,10 \text{ m}):$$

$$V_b = (1,90 \cdot 6,40 + 2,40 \cdot 5,00 + 1,40 \cdot 4,00 + 6,40 \cdot 3,10 + 66,4 \cdot 2,60 + 2,0 \cdot 2,50) \cdot 2,20 + 76,20 \cdot 1,00 \cdot 2,10 = 659,95 \text{ m}^3.$$

1.5.10. Diện tích khu vực sơn của xưởng sơn và giao hàng:

$$V_p = V_1 + F_{1, \text{per}} + V_b = 109622,11 + 1984,01 + 659,95 = 112266,07 \text{ m}^3.$$

1.5.11. Miễn phí khối lượng diện tích sơn của xưởng sơn và giao hàng:

$$V_{cw} = 0,8 \cdot V_p = 0,8 \cdot 112266,07 = 89812,86 \text{ m}^3 \approx 89813 \text{ m}^3.$$

1.5.12. Độ dày lớp sơn:

- đất FL-03 $\delta_g = 15 \text{ } \mu\text{m}$;

- men ML-152 $\delta_e = 20 \text{ micron}$.

1.5.13. Tiêu thụ sơn và vecni:

- đất FL-03K $G_{g, \text{fl}} = 3,97 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \mu\text{m}^{-1}$;

- men ML-152 $G_e = 4,2 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \mu\text{m}^{-1}$.

1.5.14. Hàm lượng dung môi dễ cháy trong sơn, vecni:

- đất FL-03K $\varphi_{g, \text{fl}} = 67\%$ (khối lượng);

- men ML-152 $\varphi_e = 78\%$ (khối lượng).

1.5.15. Lượng dung môi tiêu thụ trên một đơn vị diện tích bề mặt máy kéo cần sơn:

- dung môi (đất FL-03K) $G_{\text{rfl}} = 2,66 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \mu\text{m}^{-1}$;

- dung môi (men ML-152) $G_{pe} = 3,276 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \mu\text{m}^{-1}$.

1.5.16. Năng suất băng tải xét theo diện tích áp dụng sơn và vecni:

- dây chuyền sơn máy kéo phiên bản nối tiếp:

$$n_{k, s} = 407,3 \text{ m}^2 \cdot \text{h}^{-1} = 6,79 \text{ m}^2 \cdot \text{min}^{-1} = 0,1131 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1};$$

- Dây chuyền sơn máy kéo phiên bản xuất khẩu:

$$n_{k, e} = 101,8 \text{ m}^2 \cdot \text{h}^{-1} = 1,70 \text{ m}^2 \cdot \text{min}^{-1} = 0,0283 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}.$$

1.5.17. Công suất băng tải dựa trên khối lượng dung môi có trong sơn và vecni được ứng dụng:

- Thi công sơn lót FL-03K (dung môi), sơn đầu kéo phiên bản xuất khẩu:

$$n_{p, \text{fl}} = 101,8 \cdot 15 \cdot 2,66 \cdot 10^{-3} = 4,0618 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1} = 0,001128 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1};$$

- Ứng dụng tráng men ML-152 (dung môi), sơn máy kéo phiên bản xuất khẩu:

$$n_{p, e} = 101,8 \cdot 20 \cdot 3,276 \cdot 10^{-3} = 6,6699 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1} = 0,001853 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1};$$

- ứng dụng men ML-152 (dung môi), sơn máy kéo hàng loạt:

$$n_{r, es} = 407,3 \cdot 20 \cdot 3,276 \cdot 10^{-3} = 26,6863 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1} = 0,007413 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}.$$

2. Giải thích các phương án thiết kế cho vụ tai nạn.

2.1. Giảm áp suất đường ống cung cấp khí tự nhiên cho máy tạo nhiệt trong khi băng tải đang chạy.

2.1.1. Dòng khí mêtan trong đường ống cung cấp ở áp suất $P_{\text{CH}_4} = 178,4 \text{ kPa}$:

$$G_{\text{CH}_4} = 714 \text{ kg} \cdot \text{ч}^{-1} = 0,19844 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}.$$

2.1.2. Khối lượng khí m_{CH_4} thoát ra từ đường ống có đường kính $d_g = 0,219 \text{ m}$ và tổng chiều dài các đoạn đường ống $L_g = 1152 \text{ m}$, theo đoạn văn. A.1.2 c) và A.2.4 [1] sẽ là:

$$m_{\text{CH}_4} = 0,19844 \cdot 300 + 0,01 \cdot 3,14 \cdot 178,4 \cdot \frac{0,219^2}{4} \cdot 1152 \cdot 0,626 = 107,97 \text{ kg}.$$

2.1.3. Khối lượng dung môi bay hơi khỏi sản phẩm sơn khi băng tải chạy trong trường hợp khẩn cấp $T_a = 3600 \text{ s} = 1 \text{ giờ}$ [1] có tính đến hệ số dư của sơn, vecni $K_u = 2$ sẽ là:

- Dây chuyền sơn nối tiếp máy kéo, sơn tráng men ML-152:

$$m_{es} = 2 \cdot n_{r,es} \cdot T_a = 2 \cdot 26,6863 \cdot 1 = 53,3726 \text{ kg};$$

- Dây chuyền sơn máy kéo xuất khẩu, sơn lót FL-03K:

$$m_{ge} = 2 \cdot n_{r,fl} \cdot T_a = 2 \cdot 4,0618 \cdot 1 = 8,1236 \text{ kg};$$

- Dây chuyền sơn máy kéo xuất khẩu, sơn men ML-152:

$$m_{ee} = 2 \cdot n_{r,e} \cdot T_a = 2 \cdot 6,6699 \cdot 1 = 13,3398 \text{ kg}.$$

2.1.4. Khối lượng dung môi m_{pb} (kg) bay hơi khỏi bề mặt tự do của bể đồng tụ $F_{bq} = 226,84 \text{ m}^2$ trong trường hợp khẩn cấp $T_a = 3600 \text{ s}$ [1] sẽ là:

$$m_{rb} = W_c \cdot F_{bq} \cdot T_a = 3,1919 \cdot 10^{-5} \cdot 226,84 \cdot 3600 = 26,0658 \text{ kg}.$$

2.2. Giảm áp suất thùng phun sơn khi băng tải đang chạy.

2.2.1. Khối lượng dung môi vào phòng trong trường hợp khẩn cấp từ bể phun sơn $V_{bq} = 60 \text{ l} = 0,06 \text{ m}^3$ và đường ống có đường kính $d_{bko} = d_{bko} = 0,04 \text{ m}$ và chiều dài $(L_{bko} + L_{bkp}) = 312 \text{ m}$ sẽ là:

$$m_{\delta k} = K_H \cdot n_{p3} \cdot \tau_a + [V_{\delta k} + 0,785 \cdot (d_{\delta ko}^2 \cdot L_{\delta ko} + d_{\delta kp}^2 \cdot L_{\delta kp})] \cdot \varphi_3 \cdot \rho_{C_{8,5}H_{11}}^* = 2 \cdot 0,007413 \cdot 300 + [0,06 + 0,785 \cdot (0,04^2 \cdot 156 + 0,04^2 \cdot 156)] \cdot 0,78 \cdot 850 = 304,04 \text{ кг}.$$

2.2.2. Diện tích bay hơi $F_{v\&bq}$ (m^2) tính từ bề mặt men ML-152 tràn ra khỏi bể và đường ống sẽ bằng:

$$F_{v,\delta k} = \frac{m_{\delta k} \cdot 100}{\varphi_3 \cdot \rho_{C_{8,5}H_{11}}^*} = \frac{304,04 \cdot 1000}{0,78 \cdot 850} = 458,6 \text{ m}^2.$$

2.2.3. Khối lượng dung môi m_{rbb} (kg) bay hơi khỏi bề mặt tự do của vùng đồng tụ và khỏi bề mặt men ML-152 tràn ra khỏi bể phun sơn sẽ bằng:

$$m_{rbb} = m_{rb} + W_c \cdot F_{v,bk} \cdot T_a = 26,0658 + 3,1919 \cdot 10^{-5} \cdot 458,6 \cdot 3600 = 78,7628 \text{ kg}.$$

2.2.4. Khối lượng dung môi m_{pk} (kg) bay hơi khỏi sản phẩm sơn khi băng tải chạy (mục 2.1.3) sẽ là:

$$m_{rk} = m_{ec} + m_{ge} + m_{ee} = 53,3726 + 8,1236 + 13,3398 = 74,836 \text{ kg}.$$

2.2.5. Khối lượng hơi dung môi $m_{p,p}$ (kg) vào phòng trong trường hợp khẩn cấp sẽ bằng:

$$m_{p,p} = m_{rbb} + m_{pk} = 78,7628 + 74,836 = 153,5988 \text{ kg}.$$

2.3. Giảm áp suất thùng phun sơn, dùng băng tải.

2.3.1. Khối lượng dung môi m_{rbb} (kg) bay hơi từ mặt thoáng của bể và từ mặt men ML-152 tràn ra khỏi bể phun sơn (mục 2.2.3).

2.3.2. Diện tích các bề mặt sơn nằm trên dây chuyền công nghệ sơn máy kéo xuất khẩu và sản xuất hàng loạt và khối lượng dung môi có trong sơn, vecni áp dụng lên các bề mặt này sẽ là:

- Khu vực sơn lót FL-03K, dây chuyền sơn máy kéo xuất khẩu:

$$F_{th} = 260 \text{ m}^2;$$

$$m_{địa lý} = K_{v\&} \cdot G_{rfl} \cdot F_{th} \cdot \delta_g = 2 \cdot 2,66 \cdot 10^{-3} \cdot 260 \cdot 15 = 20,7480 \text{ kg};$$

- Bộ phận phối đất FL-03K, dây chuyền sơn máy kéo phiên bản xuất khẩu:

$$F_{gs} = 227,5 \text{ m}^2;$$

$$m_{ges} = G_{rfl} \cdot F_{gs} \cdot \delta_g = 2,66 \cdot 10^{-3} \cdot 227,5 \cdot 15 = 9,0772 \text{ kg};$$

- Khu vực tráng men ML-152, dây chuyền sơn máy kéo xuất khẩu:

$$F_{eo} = 305,5 \text{ m}^2;$$

$$m_{eoe} = K_{\text{v\ddot{a}}} \cdot G_{\text{re}} \cdot F_{eo} \cdot \delta_e = 2 \cdot 3,276 \cdot 10^{-3} \cdot 305,5 \cdot 20 = 40,0327 \text{ kg};$$

- Bộ phận sấy men ML-152, dây chuyền sơn máy kéo phiên bản xuất khẩu:

$$Diện\ tích = 500,5 \text{ m}^2;$$

$$m_{ese} = G_{\text{re}} \cdot F_{ese} \cdot \delta_e = 3,276 \cdot 10^{-3} \cdot 500,5 \cdot 20 = 32,7928 \text{ kg};$$

- Khu vực ứng dụng tráng men ML-152, dây chuyền sơn máy kéo nối tiếp:

$$Feoc = 533 \text{ m}^2;$$

$$m_{eos} = K_{\text{v\ddot{a}}} \cdot G_{\text{re}} \cdot F_{eos} \cdot \delta_e = 2 \cdot 3,276 \cdot 10^{-3} \cdot 533 \cdot 20 = 69,8443 \text{ kg};$$

- Bộ phận sấy men ML-152, dây chuyền sơn máy kéo nối tiếp:

$$F_{ess} = 1092 \text{ m}^2;$$

$$mess = G_{\text{re}} \cdot F_{ess} \cdot \delta_e = 3,276 \cdot 10^{-3} \cdot 1092 \cdot 20 = 71,5478 \text{ kg}.$$

2.4. Giảm áp suất đường ống cung cấp khí tự nhiên cho máy tạo nhiệt, dùng băng tải.

2.4.1. Khối lượng khí m_{CH_4} thoát ra từ đường ống (mục [2.1.2](#)).

2.4.2. Khối lượng dung môi bay hơi khỏi bề mặt sơn và bề mặt tự do (mục [2.3.2](#) và [2.1.4](#)).

3. Việc tính toán áp suất nổ dư ΔP cho các tình huống khẩn cấp khác nhau được thực hiện theo công thức (A.1) [[1](#)].

3.1. Giảm áp suất đường ống cung cấp khí tự nhiên cho máy phát nhiệt trong khi băng tải đang chạy:

$$\begin{aligned} \Delta P = & \frac{(P_{\text{max}} - P_0) \cdot 100}{V_{\text{ce}} \cdot K_{\text{H}}} \cdot \left[\frac{m_{\text{CH}_4} \cdot Z_{\text{r}}}{\rho_{\text{CH}_4} \cdot C_{\text{ct,CH}_4}} + \frac{m_{\text{p6}} \cdot Z_{\text{n}}}{\rho_{\text{c}}^{39^\circ\text{C}} \cdot C_{\text{ct,c}}} + \right. \\ & \left. + \frac{(m_{\text{zc}} + m_{\text{r3}} + m_{\text{z}}) \cdot Z_{\text{n}}}{\rho_{\text{c}}^{80^\circ\text{C}} \cdot C_{\text{ct,c}}} \right] = \frac{799 \cdot 100}{89813 \cdot 3} \cdot \left[\frac{107,97 \cdot 0,5}{0,626 \cdot 9,36} + \right. \\ & \left. + \frac{26,0658 \cdot 0,3}{4,4182 \cdot 1,8} + \frac{(53,3726 + 8,1236 + 13,3398) \cdot 0,3}{3,9043 \cdot 1,8} \right] = \\ & = 0,2965 \cdot (9,2135 + 0,9833 + 3,1946) = 3,97 \text{ kPa}. \end{aligned}$$

Áp suất vượt quá tính toán của vụ nổ không vượt quá 5 kPa nên trong tình huống khẩn cấp này, mặt bằng của xưởng sơn và giao hàng không thuộc loại A hoặc B.

3.2. Giảm áp suất thùng phun sơn khi băng tải đang chạy:

$$\begin{aligned} \Delta P = & \frac{(P_{\text{max}} - P_0) \cdot Z_{\text{n}}}{V_{\text{ce}} \cdot K_{\text{H}}} \cdot \frac{100}{C_{\text{ct,c}}} \cdot \left[\frac{m_{\text{p66}}}{\rho_{\text{c}}^{39^\circ\text{C}}} + \frac{m_{\text{pk}}}{\rho_{\text{c}}^{80^\circ\text{C}}} \right] = \\ & = \frac{799 \cdot 0,3 \cdot 100}{89813 \cdot 3 \cdot 1,8} \cdot \left[\frac{78,7628}{4,4182} + \frac{74,836}{3,9043} \right] = \\ & = 0,04942 \cdot (17,8269 + 19,1676) = 1,83 \text{ kPa}. \end{aligned}$$

Áp suất vượt quá tính toán của vụ nổ không vượt quá 5 kPa nên trong tình huống khẩn cấp này, mặt bằng của xưởng sơn và giao hàng không thuộc loại A hoặc B.

3.3. Hạ áp thùng phun sơn, dùng băng tải:

$$\Delta P = \frac{(P_{\text{max}} - P_0) \cdot Z_{\text{n}}}{V_{\text{ce}} \cdot K_{\text{H}}} \cdot \frac{100}{C_{\text{ct,c}}} \cdot \left[\frac{m_{\text{p66}}}{\rho_{\text{c}}^{39^\circ\text{C}}} + \right.$$

$$\begin{aligned}
& + \frac{(m_{\text{r30}} + m_{\text{r3c}} + m_{\text{303}} + m_{\text{3c3}} + m_{\text{30c}} + m_{\text{3cc}})}{\rho_c^{80^\circ\text{C}}} \Big] = \\
& = \frac{799 \cdot 0,3 \cdot 100}{89813 \cdot 3 \cdot 1,8} \cdot \left[\frac{78,7628}{4,4182} + \right. \\
& \left. + \frac{(20,740 + 9,077 + 40,0327 + 32,7928 + 69,8443 + 71,5478)}{3,9043} \right] = \\
& = 0,04942 \cdot (17,8269 + 62,5062) = 3,97 \text{ kPa}.
\end{aligned}$$

Áp suất vượt quá tính toán của vụ nổ không vượt quá 5 kPa nên trong tình huống khẩn cấp này, mặt bằng của xưởng sơn và giao hàng không thuộc loại A hoặc B.

3.4. Giảm áp suất đường ống cung cấp khí tự nhiên cho máy phát nhiệt, dùng băng tải:

$$\begin{aligned}
\Delta P &= \frac{(P_{\text{max}} - P_0) \cdot 100}{V_{\text{CB}} \cdot K_{\text{H}}} \cdot \left[\frac{m_{\text{CH}_4} \cdot Z_{\text{r}}}{\rho_{\text{CH}_4} \cdot C_{\text{CT,CH}_4}} + \frac{m_{\text{p6}} \cdot Z_{\text{n}}}{\rho_c^{39^\circ\text{C}} \cdot C_{\text{CT,C}}} + \right. \\
& \left. + \frac{(m_{\text{r30}} + m_{\text{r3c}} + m_{\text{303}} + m_{\text{3c3}} + m_{\text{30c}} + m_{\text{3cc}}) \cdot Z_{\text{n}}}{\rho_c^{80^\circ\text{C}} \cdot C_{\text{CT,C}}} \right] = \\
& = \frac{799 \cdot 100}{89813 \cdot 3} \cdot \left[\frac{107,97 \cdot 0,5}{0,626 \cdot 9,36} + \frac{26,0658 \cdot 0,3}{4,4182 \cdot 1,8} + \right. \\
& \left. + \frac{(20,7480 + 9,0772 + 40,0327 + 32,7928 + 69,8443 + 71,5478) \cdot 0,3}{3,9043 \cdot 1,8} \right] = \\
& = 0,2965 \cdot (9,2135 + 0,9833 + 10,4177) = 6,11 \text{ kPa}.
\end{aligned}$$

Áp suất vượt quá tính toán của vụ nổ vượt quá 5 kPa nên trong tình huống khẩn cấp này, mặt bằng của xưởng sơn và giao hàng thuộc loại A.

Ví dụ 19

1. Dữ liệu ban đầu.

1.1. Phòng bảo quản và đóng gói máy móc. Trong phòng, bề mặt máy được tẩy nhờn trong dung dịch nước trisodium phosphate với synthanol DS-10, các bộ phận máy riêng lẻ được tẩy nhờn bằng rượu trắng và bề mặt máy được xử lý (bôi dầu) bằng dầu công nghiệp I-50. Kích thước phòng $L \times S \times H = 54,0 \cdot 12,0 \cdot 12,7 \text{ m}$ Thể tích phòng $V_{\text{p}} = 8229,6 \text{ m}^3$. Thể tích tự do của phòng $V_{\text{st}} = 0,8 \cdot 8229,6 = 6583,7 \text{ m}^3 \approx 6584 \text{ m}^3$. Diện tích phòng $F = 648 \text{ m}^2$. Tẩy nhờn máy móc bằng dung dịch trisodium phosphate ($m_1 = 20,7 \text{ kg}$) bằng syntanol DS-10 ($m_2 = 2,36 \text{ kg}$) được thực hiện trong bể cỡ $L_1 \times S_1 \times H_1 = 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \text{ m}$ ($F_1 = 1,5 \text{ m}^2$). Các bộ phận máy riêng lẻ được tẩy dầu mỡ trong tủ hút kích thước $L_2 \times S_2 \times H_2 = 1,2 \cdot 0,8 \cdot 2,85 \text{ m}$ ($F_2 = 0,96 \text{ m}^2$) với rượu trắng, được bảo quản trong tủ trong một thùng chứa có thể tích của $V_a = 3 \text{ l} = 0,003 \text{ m}^3$ (định mức ngày). Việc xử lý bề mặt máy công cụ được thực hiện trong bể dầu công nghiệp I-50 cỡ $L_3 \times S_3 \times H_3 = 1,15 \cdot 0,9 \cdot 0,72 \text{ m}$ ($F_3 = 1,035 \text{ m}^2$, $V_3 = 0,7452 \text{ m}^3$) ở nhiệt độ $t = 140^\circ\text{C}$. Khối lượng dầu công nghiệp I-50 trong bể $m_3 = 538 \text{ kg}$. Cạnh bể tra dầu máy có chỗ để máy đóng gói kích thước $L_4 \times S_4 = 6,0 \cdot 4,0 \text{ m}$ ($F_4 = 24,0 \text{ m}^2$), trên đó có giấy đóng gói có trọng lượng $m_4 = 24 \text{ kg}$ và các tấm bìa cân $m_5 = 1650 \text{ kg}$.

1.2. Trisodium phosphate là một chất không cháy. Công thức thô của rượu trắng là $C_{10,5}H_{21,0}$. Khối lượng mol của rượu trắng $M = 147,3 \text{ kg} \cdot \text{kmol}^{-1}$. Hằng số phương trình Antoine cho tinh linh trắng: $A = 7,13623$; $B = 2218,3$; $C_a = 273,15$. Điểm chớp cháy của rượu trắng $t_{\text{fsp}} > 33^\circ\text{C}$, dầu công nghiệp I-50 $t_{\text{fsp}} = 200^\circ\text{C}$, synthanol DS-10 $t_{\text{pf}} = 247^\circ\text{C}$. Tỷ trọng chất lỏng ở nhiệt độ $t = 25^\circ\text{C}$: rượu trắng $\rho_1 = 790 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$, dầu công nghiệp I-50 $\rho_1 = 903 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$, syntanol DS-10 $\rho_1 = 980 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$. Nhiệt cháy của rượu trắng, dầu công nghiệp I-50 theo công thức Bass $= 50460 - 8,545 \cdot \rho_w = 50460 - 8,545 \cdot 903 = 42744 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} = 42,744 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$, giấy bao bì $= 13,272 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$, tấm ốp gỗ $= 20,853 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$. $H_r = Q_H^p = 43,966 \text{ МДж} \cdot \text{кг}^{-1} = 4,397 \cdot 10^7 \text{ Дж} \cdot \text{кг}^{-1}$

2. Giải thích phương án thiết kế của vụ tai nạn.

Khi xác định áp suất dư của vụ nổ, việc giảm áp suất của thùng chứa rượu trắng được coi là phương án thiết kế khi xảy ra tai nạn. Nhiệt độ không khí tuyệt đối tối đa trong khu vực nhất định (Vologda) theo [3] $t_p = 35^\circ\text{C}$ được lấy làm nhiệt độ thiết kế. Mật độ hơi cồn trắng ở $t_p = 35^\circ\text{C}$

$$\rho_n = \frac{147,3}{22,413 \cdot (1 + 0,00367 \cdot 35)} = 5,8240 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}.$$

Thời gian bay hơi theo A.1.2 e) [1] $T = 3600 \text{ s}$.

3. Khối V và diện tích trần F và rượu trắng lọt vào phòng khi xảy ra sự cố thiết kế theo khoản A.1.2. [1] sẽ là:

$$V_f = V_a = 0,003 \text{ m}^3 = 3 \text{ l};$$

$$F_{\text{v}} = 1,0 \cdot 3 = 3 \text{ m}^2.$$

4. Xác định áp suất P_n của hơi rượu trắng bão hòa ở nhiệt độ thiết kế $t_p = 35^\circ\text{C}$:

$$\lg P_n = 7,136230 - \frac{2218,3}{273,15 + 35} = -0,062537;$$

$$P_n = 0,87 \text{ kPa}.$$

5. Tốc độ bay hơi của rượu trắng W sẽ là:

$$W = 10^{-6} \cdot 1,0 \cdot \sqrt{147,3 \cdot 0,87} = 1,056 \cdot 10^{-5} \text{ кг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}.$$

6. Khối lượng hơi thần trắng vào phòng sẽ bằng:

$$m = 1,056 \cdot 10^{-5} \cdot 3 \cdot 3600 = 0,114 \text{ kg}.$$

7. Áp suất nổ dư ΔP theo công thức (22) của Quyền lợi sẽ là:

$$\Delta P = 2,831 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{0,114 \cdot 4,397 \cdot 10^7}{6584} = 0,02 \text{ кПа}.$$

8. Áp suất nổ dư tính toán không vượt quá 5 kPa. Phòng bảo quản, đóng gói máy không thuộc loại A hoặc B. Theo mục B.2 và bảng. B.1 [1] chúng ta sẽ kiểm tra xem mặt bằng có thuộc loại B1 - B4 hay không.

9. Theo khoản B.2 [1], ta xác định tải trọng cháy Q và tải trọng cháy riêng g :

$$G_3 = m_3 = 538 \text{ kg}, G_4 = m_4 = 24 \text{ kg}, G_5 = m_5 = 1650 \text{ kg};$$

$$Q = 538 \cdot 42,744 + 24 \cdot 13,272 + 1650 \cdot 20,583 = 57277 \text{ MJ};$$

$$S = F_3 + F_4 = 1,035 + 24,0 = 25,035 \text{ m}^2;$$

$$g = \frac{Q}{S} = \frac{57277}{25,035} = 2288 \text{ МДж} \cdot \text{м}^{-2}.$$

10. Tải trọng cháy riêng vượt quá 2200 $\text{MJ} \cdot \text{m}^{-2}$. Phòng bảo quản, đóng gói máy móc theo bàn. B.1 [1] thuộc loại B1.

Ví dụ 20

1. Dữ liệu ban đầu.

1.1. Vị trí của máy trộn, máy bơm và bộ lọc sơ cấp và thứ cấp. Trong phòng này, hỗn hợp ngâm tẩm vật liệu chống thấm được chuẩn bị và bơm vào bể ngâm tẩm của dây chuyền sản xuất đặt ở phòng khác. BNK 45/190 bitum, polypropylene và chất độn (talc) được sử dụng làm thành phần của hỗn hợp. Tổng cộng có 8 máy trộn trong phòng: 6 máy trộn có thể tích $V_a = 10 \text{ m}^3$ mỗi máy, trong đó hai máy trộn chứa đầy nhựa đường và một máy trống; 2 máy trộn có thể tích $V_a = 15 \text{ m}^3$ mỗi máy. Tất cả các máy trộn đều được làm nóng bằng dầu điện nhiệt (allotherm-1), được cung cấp từ phòng nồi hơi và có nhiệt độ $t = 210^\circ\text{C}$. Nhiệt độ của nhựa đường và hỗn hợp trong máy trộn $t = 190^\circ\text{C}$. Hỗn hợp bao gồm bitum BNK 45/190 - 8 t, polypropylen - 1 t, talc - 1 t. Polypropylen được cung cấp trong một thùng duy nhất ở dạng hạt có trọng lượng $m_1 = 250 \text{ kg}$. 1 tấn polypropylen dạng hạt chứa tới 0,3 kg bụi. Polypropylen được nạp từ thùng chứa vào phễu trộn có thể tích $V_a = 1 \text{ m}^3$. Lượng polypropylen trong phễu $m_2 = 400 \text{ kg}$, do đó bụi trong phễu này ở dạng hạt chứa $m_3 = 0,12 \text{ kg}$.

Trong quá trình xử lý, polypropylen và các chất đồng trùng hợp của nó, khi được nung nóng trên nhiệt độ $t = 150^\circ\text{C}$, có thể giải phóng vào không khí các sản phẩm dễ bay hơi của quá trình phân hủy oxy hóa nhiệt có chứa axit hữu cơ, hợp chất carbonyl và carbon monoxide. Đồng thời, 1,7 kg sản phẩm khí được giải phóng trên 1 tấn nguyên liệu thô (tính theo axit axetic).

Kích thước phòng $L \times S \times H = 24 \times 36 \times 12 \text{ m}$ Thể tích phòng $V_p = 10368 \text{ m}^3$. Thể tích tự do của phòng $V_{st} = 0,8 \cdot 10368 = 8294,4 \text{ m}^3$. Diện tích phòng $F = 864 \text{ m}^2$.

Công suất bơm với dầu điện nhiệt (allotherm-1) $n_1 = 170 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1} = 0,0472 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} = 71,5 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}$. Tổng cộng có $m_4 = 15$ tấn dầu trong hệ thống tuần hoàn dầu điện nhiệt. Chiều dài tối đa của đường ống vào và ra bằng dầu điện nhiệt giữa các van thủ công và máy trộn là $L_1 = 19 \text{ m}$, đường kính $d_1 = 150 \text{ mm} = 0,15 \text{ m}$. Công suất của bơm cung cấp hỗn hợp cho bể ngâm tẩm, $n_2 = 10 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1} = 0,00278 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} = 2,78 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}$ (đối với nhựa đường có polypropylen $2,5 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}$), và xả hỗn hợp vào máy trộn từ bể $n_3 = 5 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1} = 0,00139 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} = 1,39 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}$ (đối với nhựa đường có polypropylen $1,25 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}$). Chiều dài tối đa của đường ống vào và ra có hỗn hợp giữa van thủ công và máy trộn là $L_2 = 15 \text{ m}$, đường kính $d_2 = 150 \text{ mm} = 0,15 \text{ m}$. $n_4 = 25 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1} = 0,007 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} = 7 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}$. Chiều dài tối đa của đường ống cấp nước giữa van tay và máy trộn là $L_3 = 20 \text{ m}$, đường kính $d_3 = 150 \text{ mm} = 0,15 \text{ m}$.

Theo quy định công nghệ, từ 1 tấn hạt polypropylene khi cho vào máy trộn sẽ có 30 g (0,03 kg) bụi chứa trong hạt lọt vào phòng. Việc hút bụi ướt định kỳ được thực hiện ít nhất một lần trong một ca, việc hút bụi ướt nói chung được thực hiện ít nhất mỗi tháng một lần. Năng suất xử lý polypropylen $n_5 = 1,65 \text{ t} \cdot \text{h}^{-1}$. Tỷ lệ bụi thải vào thể tích phòng và đọng lại trên các bề mặt khó tiếp cận và tiếp cận để làm sạch lần lượt là $\beta_1 = 0,2$ và $\beta_2 = 0,8$.

1.2. Talc là một chất không cháy. Điểm chớp cháy của bitum BNK 45/190 $t_{fsp} = 212^\circ\text{C}$, allotherm-1 $t_{fsp} = 214^\circ\text{C}$. Tỷ trọng của chất lỏng bitum $\rho_1 = 1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$, allotherm-1 $\rho_1 = 1514 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$. Nhiệt cháy của nhựa đường theo công thức Bass $N_t = 50460 - 8,545 \cdot \rho_w = 41915 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} = 41,92 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$, allotherm-1 $N_t = 50460 - 8,545 \cdot 1514 = 37523 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} = 37,52 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$, polypropylen $N_t = 44000 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} = 44,0 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$. $Q_H^P \quad Q_H^P \quad Q_H^P$

2. Giải thích phương án thiết kế của vụ tai nạn.

Khi xác định áp suất dư của vụ nổ, áp suất bất lợi nhất về hậu quả của vụ nổ được chấp nhận là một trong hai phương án tai nạn được tính toán. Phiên bản đầu tiên của vụ tai nạn là tình trạng giảm áp suất trong hầm khi nạp polypropylen vào máy trộn. Phương án thứ hai là giảm áp suất đường ống ở khu vực giữa máy trộn và van phía trước máy bơm bơm hỗn hợp từ bể đến máy trộn.

2.1. Giảm áp suất của phễu khi nạp polypropylen vào máy trộn. Việc tính toán được thực hiện theo các đoạn văn. A.3.2 - A.3.6.

2.1.1. Cường độ tích tụ bụi n_6 trong phòng khi chất máy trộn polypropylen từ thùng chứa vào phễu, theo dữ liệu ban đầu, sẽ là:

$$n_6 = 0,03 \cdot 1,65 = 0,0495 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}.$$

2.1.2. Khối lượng bụi M_1 thải vào thể tích của phòng trong khoảng thời gian (30 ngày = 720 giờ) giữa các lần hút bụi chung ($\beta_1 = 0,2$; $\alpha = 0$) sẽ bằng:

$$m_1 = 0,0495 \cdot 720 \cdot 0,2 = 7,128 \text{ kg}.$$

2.1.3. Khối lượng bụi M_2 thoát vào thể tích của phòng trong khoảng thời gian (8 giờ) giữa các lần hút bụi hiện tại ($\beta_2 = 0,8$; $\alpha = 0$) sẽ bằng:

$$m_2 = 0,0495 \cdot 8 \cdot 0,8 = 0,317 \text{ kg}.$$

2.1.4. Khối lượng bụi đọng lại trong phòng tại thời điểm xảy ra tai nạn m_p ($K_g = 1,0$; $K_y = 0,7$) và khối lượng bụi xoáy m_{vz} ($K_{vz} = 0,9$) sẽ là:

$$m_{\pi} = \frac{1}{0,7} \cdot (7,128 + 0,317) = 10,636 \text{ кг};$$

$$m_{\pi\pi} = 10,636 \cdot 0,9 = 9,572 \text{ кг}.$$

2.1.5. Khối lượng bụi bay vào phòng do tình huống khẩn cấp sẽ bằng:

$$m_{ab} = m_3 = 0,12 \text{ kg}.$$

2.1.6. Khối lượng bụi ước tính m lơ lửng trong thể tích của phòng do tình huống khẩn cấp sẽ là:

$$m = 9,572 + 0,12 = 9,692 \text{ kg}.$$

2.2. Giảm áp suất đường ống ở khu vực giữa máy trộn và van phía trước máy bơm bơm hỗn hợp từ bồn tắm đến máy trộn. Việc tính toán được thực hiện theo mục A.1.2 [1] và dữ liệu ban đầu.

2.2.1. Khối lượng của hỗn hợp ra khỏi máy trộn ($V_a = 15 \text{ m}^3$) và đường ống có bơm m_{cm} đang chạy sẽ bằng ($q = n_3$; $T_a = 300 \text{ s}$):

$$m_{cm} = \left(V_a + q \cdot T_a + \frac{\pi}{4} \cdot d_2^2 \cdot L_2 \right) \cdot \rho_{\kappa} = (15 + 0,00139 \cdot 300 + \frac{\pi}{4} \cdot 0,15^2 \cdot 15) \cdot$$

$$\cdot 1000 = 15682 \text{ kg}.$$

2.2.2. Khối lượng của polypropylen m_{pr} có khối lượng m_{cm} sẽ là, với tỷ lệ bitum, polypropylen và talc là 8:1:1:

$$m_{\pi\pi} = \frac{1}{10} \cdot m_{cm} = \frac{1}{10} \cdot 15682 = 1568,2 \text{ кг}.$$

2.2.3. Khối lượng hydrocarbon dễ bay hơi m được giải phóng trong quá trình phân hủy oxy hóa nhiệt từ polypropylen có trong hỗn hợp tràn (1,7 kg sản phẩm khí được giải phóng từ 1 tấn polypropylen) sẽ bằng:

$$m = 0,0017 \cdot m_{pr} = 0,0017 \cdot 1568,2 = 2,7 \text{ kg}.$$

3. Áp suất nổ dư ΔP đối với hai phương án thiết kế xảy ra sự cố được xác định theo công thức (22) và (43) của Sổ tay.

3.1. Áp suất nổ dư ΔP trong tình huống khẩn cấp liên quan đến việc giảm áp suất của nhiên liệu khi nạp polypropylen vào máy trộn sẽ là:

$$\Delta P = 47,18 \cdot \frac{9,692 \cdot 44,0}{8294,4} = 2,42 \text{ кПа}.$$

3.2. Áp suất nổ dư ΔP trong tình huống khẩn cấp liên quan đến việc giảm áp suất của đường ống ở khu vực giữa máy trộn và van phía trước máy bơm bơm hỗn hợp từ bồn tắm đến máy trộn sẽ:

$$\Delta P = 2,831 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{2,7 \cdot 44,0 \cdot 106}{8294,4} = 0,4 \text{ кПа.}$$

4. Áp suất nổ dư tính toán cho từng phương án sự cố không vượt quá 5 kPa. Mặt bằng của máy trộn, máy bơm và bộ lọc sơ cấp và thứ cấp không thuộc loại A hoặc B. Theo điều B.2 và bảng. B.1 [1] chúng ta sẽ kiểm tra xem mặt bằng có thuộc loại B1 - B4 hay không.

5. Xét thấy trong phòng có một lượng chất dễ cháy khá lớn, để đơn giản cho việc tính toán, chúng ta sẽ chỉ thực hiện tính toán cho nhựa đường và hỗn hợp đặt trong 4 máy trộn có thể tích $V_a = 10 \text{ m}^3$ mỗi máy và trong hai máy trộn có thể tích $V_a = 15 \text{ m}^3$ mỗi máy. Trong trường hợp này, lượng dầu điện nhiệt tuần hoàn không được tính đến. Ngoài ra, để đơn giản hóa phép tính, chúng ta sẽ thực hiện phép tính bằng cách sử dụng một giá trị nhiệt lượng duy nhất cho tất cả các thành phần và chất của nhựa đường, bằng $Q_{\text{н}}^{\text{p}} = 41,92 \text{ МДж} \cdot \text{кг}^{-1}$.

6. Theo khoản B.2 [1], ta xác định tải trọng cháy Q và tải trọng cháy riêng g :

$$G = 4 \cdot 10 \cdot 1000 + 2 \cdot 15 \cdot 0,9 \cdot 1000 = 67000 \text{ kg;}$$

$$Q = 67000 \cdot 41,92 = 2808640 \text{ MJ;}$$

$$S = F = 864 \text{ m}^2 ;$$

$$g = \frac{2808640}{864} = 3251 \text{ МДж} \cdot \text{м}^{-2}.$$

7. Tải trọng cháy riêng vượt quá $2200 \text{ MJ} \cdot \text{м}^{-2}$. Vị trí của máy trộn sơ cấp và thứ cấp, máy bơm và bộ lọc theo bảng. B.1 [1] thuộc loại B1.

5.8. Ví dụ về tính toán cấp công trình nguy hiểm cháy nổ

5.8.1. Tòa nhà loại A

Ví dụ 21

1. Dữ liệu ban đầu. Tòa nhà công nghiệp sáu tầng. Tổng diện tích của tòa nhà là $F = 9000 \text{ m}^2$. Tòa nhà có mặt bằng loại A với tổng diện tích $F_A = 400 \text{ m}^2$.

2. Xác định hạng công trình.

Tổng diện tích mặt bằng loại A là 4,44% và không vượt quá 5% diện tích toàn bộ mặt bằng của tòa nhà nhưng lớn hơn 200 m^2 . Theo khoản 6.2 [1] thì nhà thuộc loại A.

Ví dụ 22

1. Dữ liệu ban đầu. Nhà công nghiệp 3 tầng. Tổng diện tích của tòa nhà là $F = 20.000 \text{ m}^2$. Tòa nhà có mặt bằng loại A với tổng diện tích $F_A = 2000 \text{ m}^2$. Những cơ sở này được trang bị hệ thống chữa cháy tự động.

2. Xác định hạng công trình.

Tổng diện tích của mặt bằng loại A được trang bị hệ thống chữa cháy tự động là 10% và không vượt quá 25% diện tích của tất cả các mặt bằng của tòa nhà, nhưng hơn 1000 m^2 . Theo khoản 6.2 [1] thì nhà thuộc loại A.

5.8.2. Tòa nhà loại B

Ví dụ 23

1. Dữ liệu ban đầu.

Tòa nhà công nghiệp sáu tầng. Tổng diện tích của tòa nhà là $F = 32000 \text{ m}^2$. Diện tích mặt bằng 2 khu A là $F_A = 150 \text{ m}^2$, khu B - $F_B = 400 \text{ m}^2$, tổng diện tích khu A và B - $F_{A,B} = 550 \text{ m}^2$.

2. Xác định hạng công trình.

Tổng diện tích mặt bằng loại A là 0,47% và không vượt quá 5% diện tích toàn bộ mặt bằng của tòa nhà và 200 m². Theo khoản 6.2 [1], tòa nhà không thuộc loại A. Tổng diện tích mặt bằng loại A và B là 1,72% và không vượt quá 5% diện tích của tất cả các mặt bằng của tòa nhà, nhưng hơn 200 m². Theo khoản 6.4 [1] thì nhà thuộc loại B.

Ví dụ 24

1. Dữ liệu ban đầu.

Nhà công nghiệp hai tầng. Tổng diện tích của tòa nhà là $F = 15.000 \text{ m}^2$. Diện tích mặt bằng loại A là $F_A = 800 \text{ m}^2$, loại B là $F_B = 600 \text{ m}^2$, tổng diện tích mặt bằng loại A và B là $F_{A, B} = 1400 \text{ m}^2$. Mặt bằng loại A và B được trang bị hệ thống chữa cháy tự động.

2. Xác định hạng công trình.

Tổng diện tích mặt bằng loại A được trang bị hệ thống chữa cháy tự động là 5,33% và không vượt quá 25% diện tích toàn bộ mặt bằng của tòa nhà và 1000 m². Theo khoản 6.3 [1], nhà không thuộc loại A. Tổng diện tích các mặt bằng loại A và B được trang bị hệ thống chữa cháy tự động là 9,33% và không vượt quá 25% diện tích căn nhà. tất cả mặt bằng của tòa nhà, nhưng hơn 1000 m². Theo các đoạn văn. 6.4 và 6.5 [1] tòa nhà thuộc loại B.

5.8.3. Tòa nhà loại B

Ví dụ 25

1. Dữ liệu ban đầu.

Tòa nhà công nghiệp tám tầng. Tổng diện tích của tòa nhà là $F = 40.000 \text{ m}^2$. Trong tòa nhà không có mặt bằng loại A và B. Diện tích mặt bằng loại B1 - B3 là $F_B = 8000 \text{ m}^2$.

2. Xác định hạng công trình.

Tổng diện tích các mặt bằng loại B1 - B3 bằng 20% diện tích toàn bộ mặt bằng của tòa nhà, tức là trên 10%. Theo khoản 6.6 [1] thì nhà thuộc loại B.

Ví dụ 26

1. Dữ liệu ban đầu.

Nhà công nghiệp 3 tầng. Tổng diện tích của tòa nhà là $F = 12000 \text{ m}^2$. Diện tích mặt bằng loại A và B là $F_{A, B} = 180 \text{ m}^2$, loại B1 - B3 - $F_B = 5000 \text{ m}^2$, tổng diện tích các loại A, B, B1 - B3 - $F_{A, B, B} = 5180 \text{ m}^2$.

2. Xác định hạng công trình.

Tổng diện tích mặt bằng loại A và B bằng 1,5% diện tích toàn bộ mặt bằng của tòa nhà và không vượt quá 200 m². Theo các đoạn văn. 6.2 và 6.4, tòa nhà không thuộc hạng A hoặc B. Tổng diện tích các mặt bằng hạng A, B, B1 - B3 là 43,17% diện tích tất cả các mặt bằng của tòa nhà, lớn hơn 5%. Theo khoản 6.6 [1] thì nhà thuộc loại B.

Ví dụ 27

1. Dữ liệu ban đầu.

Nhà công nghiệp hai tầng. Tổng diện tích của tòa nhà là $F = 20.000 \text{ m}^2$. Diện tích mặt bằng loại A và B là $F_{A, B} = 900 \text{ m}^2$, loại B1 - B3 - $F_B = 4000 \text{ m}^2$, tổng diện tích các loại A, B, B1 - B3 - $F_{A, B, B} = 4900 \text{ m}^2$. Các cơ sở hạng A, B, B1 - B3 được trang bị hệ thống chữa cháy tự động.

2. Xác định hạng công trình.

Tổng diện tích mặt bằng loại A và B, được trang bị hệ thống chữa cháy tự động là 4,5% và không vượt quá 25% diện tích toàn bộ mặt bằng của tòa nhà và 1000 m². Theo các đoạn văn. 6.3 và 6.5 [1] tòa nhà không thuộc loại A hoặc B. Tổng diện tích các mặt bằng loại A, B, B1 - B3 là 24,5% và không vượt quá 25% diện tích của tất cả các mặt bằng của tòa nhà, nhưng hơn 3500 m². Theo khoản 6.7 [1] thì nhà thuộc loại B.

5.8.4. Tòa nhà loại G

Ví dụ 28

1. Dữ liệu ban đầu.

Tòa nhà công nghiệp sáu tầng. Tổng diện tích của tòa nhà là $F = 30.000 \text{ m}^2$. Tòa nhà không có mặt bằng loại A và B. Diện tích mặt bằng các hạng mục B1 - B3 là $F_B = 1800 \text{ m}^2$, hạng G - $F_G = 2000 \text{ m}^2$, tổng diện tích mặt bằng các hạng mục B1 - B3, G - $F_{B,G} = 3800 \text{ m}^2$.

2. Xác định hạng công trình.

Tổng diện tích các mặt bằng loại B1 - B3 là 6% và không vượt quá 10% diện tích toàn bộ mặt bằng của tòa nhà. Theo khoản 6.6 [1], tòa nhà không thuộc hạng B. Tổng diện tích các mặt bằng hạng B1 - B3, D bằng 12,67% diện tích toàn bộ mặt bằng của tòa nhà, vượt quá 5%. Theo các đoạn văn. 6.6 và 6.8 [1] tòa nhà thuộc loại G.

Ví dụ 29

1. Dữ liệu ban đầu.

Nhà công nghiệp 4 tầng. Tổng diện tích tòa nhà là $F = 16.000 \text{ m}^2$. Diện tích mặt bằng loại A và B là $F_{A,B} = 800 \text{ m}^2$, mặt bằng loại B1 - B3 - $F_B = 1500 \text{ m}^2$, mặt bằng loại G - $F_G = 3000 \text{ m}^2$, tổng diện tích: loại A, B, B1 - B3 - $F_{A,B,C} = 2300 \text{ m}^2$, tổng diện tích loại A, B, B1 - B3, D - $F_{A,B,C,G} = 5300 \text{ m}^2$. Các cơ sở hạng A, B, B1 - B3 được trang bị hệ thống chữa cháy tự động.

2. Xác định hạng công trình.

Tổng diện tích mặt bằng loại A và B, được trang bị hệ thống chữa cháy tự động là 5% và không vượt quá 25% diện tích toàn bộ mặt bằng của tòa nhà và 1000 m^2 . Theo các đoạn văn. 6.3 và 6.5 [1] nhà không thuộc hạng A hoặc B. Tổng diện tích các mặt bằng hạng A, B, B1 - B3 được trang bị hệ thống chữa cháy tự động là 14,38% và không vượt quá 25% diện tích của tất cả các mặt bằng của tòa nhà và 3500 m^2 . Theo khoản 6.7 [1], nhà không thuộc loại B. Tổng diện tích các mặt bằng loại A, B, B1 - B3, D, trong đó mặt bằng loại A, B, B1 - B3 được trang bị lắp đặt hệ thống chữa cháy tự động, chiếm 31,12% diện tích của tất cả các mặt bằng của tòa nhà, lớn hơn 25% và 5000 m^2 . Theo các đoạn văn. 6.7, 6.8 và 6.9 [1] tòa nhà thuộc loại G.

5.8.5. Tòa nhà loại D

Ví dụ 30

1. Dữ liệu ban đầu.

Nhà công nghiệp một tầng. Tổng diện tích của tòa nhà là $F = 8000 \text{ m}^2$. Diện tích mặt bằng loại A và B là $F_{A,B} = 600 \text{ m}^2$, loại B1 - B3 - $F_B = 1000 \text{ m}^2$, loại G - $F_G = 200 \text{ m}^2$, loại B4 và D - $F_{B4,D} = 6200 \text{ m}^2$, tổng diện tích các loại A, B, B1 - B3 - $F_{A,B,C} = 1600 \text{ m}^2$, tổng diện tích các loại A, B, B1 - B3, D - $F_{A,B,C,G} = 1800 \text{ m}^2$. Các cơ sở hạng A, B, B1 - B3 được trang bị hệ thống chữa cháy tự động.

2. Xác định hạng công trình.

Tổng diện tích mặt bằng loại A và B, được trang bị hệ thống chữa cháy tự động là 7,5% và không vượt quá 25% diện tích toàn bộ mặt bằng của tòa nhà và 1000 m^2 . Theo các đoạn văn. 6.3 và 6.5 [1] nhà không thuộc hạng A hoặc B. Tổng diện tích các căn nhà hạng A, B, B1 - B3 được trang bị hệ thống chữa cháy tự động là 20% và không vượt quá 25% diện tích của tất cả các mặt bằng của tòa nhà và 3500 m^2 . Theo khoản 6.7 [1], nhà không thuộc loại B. Tổng diện tích các mặt bằng loại A, B, B1 - B3, D, trong đó mặt bằng loại A, B, B1 - B3 được trang bị lắp đặt hệ thống chữa cháy tự động, chiếm 22,5% và không vượt quá 25% diện tích của tất cả các mặt bằng của tòa nhà và 5000 m^2 . Theo các đoạn văn. 6.9 và 6.10 [1] nhà không thuộc loại A, B, C và D. Do đó thuộc loại D.

Ví dụ 31

1. Dữ liệu ban đầu.

Nhà công nghiệp 5 tầng. Tổng diện tích của tòa nhà là $F = 25.000 \text{ m}^2$. Tòa nhà không có mặt bằng loại A và B. Diện tích mặt bằng các loại B1 - B3 là $F_B = 1000 \text{ m}^2$, loại G - $F_G = 200 \text{ m}^2$, loại B4 và D - $F_{B4, D} = 23800 \text{ m}^2$, tổng diện tích các loại B1 - B3, G - $F_{B, G} = 1200 \text{ m}^2$.

2. Xác định hạng công trình.

Tổng diện tích các mặt bằng loại B1 - B3 là 4% và không vượt quá 10% diện tích toàn bộ mặt bằng của tòa nhà. Theo khoản 6.6 [1], tòa nhà không thuộc hạng B. Tổng diện tích các mặt bằng hạng B1 - B3, D là 4,8% và không vượt quá 5% diện tích tất cả các mặt bằng của tòa nhà xây dựng. Theo các đoạn văn. 6.8 và 6.10 [1] nhà không thuộc hạng A, B, C và D. Do đó thuộc hạng D.

Ví dụ 32

1. Dữ liệu ban đầu.

Nhà công nghiệp hai tầng. Tổng diện tích của cơ sở là $F = 10000 \text{ m}^2$. Không có mặt bằng loại A, B, B1 - B3 và D. Diện tích mặt bằng loại B4 là $F_{B4} = 2000 \text{ m}^2$, loại D - $F_D = 8000 \text{ m}^2$.

2. Xác định hạng công trình.

Theo khoản 6.10 [1] thì nhà thuộc loại D.

6. VÍ DỤ ĐIỂN HÌNH TÍNH TOÁN LOẠI CÔNG TRÌNH LẮP ĐẶT NGOÀI TRỜI DO NGUYỄN HIỂM CHÁY

6.1. Lắp đặt ngoài trời với khí dễ cháy

Ví dụ 33

1. Dữ liệu ban đầu.

1.1. Lắp đặt ngoài trời. Một bể phân tách được đặt ở khu vực thoáng đãng và được thiết kế để tách khí propylene khỏi hơi ẩm có thể xảy ra. Bể phân tách được đặt phía sau hàng rào lắp đặt ống đốt ở khoảng cách $L_2 = 75 \text{ m}$ (chiều dài đường ống thoát) từ ngọn lửa và $L_1 = 700 \text{ m}$ (chiều dài đường ống cung cấp) từ lắp đặt bên ngoài của thiết bị làm lạnh propylene xe đạp. Ở đầu và cuối đường ống vào và ra đều lắp đặt các van tự động (thời gian đáp ứng của van $\tau = 120 \text{ s}$). Đường kính đường ống vào và ra $d_{tr1} = -d_{tr2} = 500 \text{ mm} = 0,5 \text{ m}$. Thể tích bể phân ly $V_a = 50 \text{ m}^3$. Áp suất khí $P = P_1 = P_2 = 2500 \text{ kPa}$, lưu lượng khí $G = 40000 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1} = 11,1111 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}$, nhiệt độ khí $t_g = 60^\circ \text{C}$.

1.2. Khối lượng mol của propylene $M = 42,08 \text{ kg} \cdot \text{kmol}^{-1}$. Công thức hóa học C_3H_6 . Nhiệt dung riêng khi đốt cháy propylene $Q_{cr} = 45604 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} = 45,604 \cdot 10^6 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$. Mật độ của propylene ở $t_g = 60^\circ \text{C}$ sẽ là:

$$\rho_r = \frac{42,08}{22,413 \cdot (1 + 0,00367 \cdot 60)} = 1,5387 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}.$$

2. Giải thích phương án thiết kế của vụ tai nạn.

Khi xác định áp suất nổ dư ΔP trong quá trình đốt cháy hỗn hợp khí dễ cháy và không khí trong không gian mở, giả sử đường ống hoặc bể phân tách giảm áp suất, tại đó khối lượng khí đi vào không gian mở sẽ là tối đa.

3. Khối lượng m của propylene đi vào không gian mở trong sự cố thiết kế từ đường ống (m_1, m_2) hoặc bể phân tách (m_3) được xác định có tính đến các công thức ở đoạn B.1.4 [1]:

$$m_1 = G \cdot \tau + 0,01 \cdot 0,785 \cdot d_{tr1}^2 \cdot L_1 \cdot P \cdot \rho_r = 11,1111 \cdot 120 + 0,01 \cdot$$

$$0,785 \cdot 0,5^2 \cdot 700 \cdot 2500 \cdot 1,5387 = 1333,3 + 5284,5 = 6617,8 \text{ kg};$$

$$m_2 = G \cdot \tau + 0,01 \cdot 0,785 \cdot d_{tr2}^2 \cdot L_2 \cdot P \cdot \rho_r = 1333,3 + 0,01 \cdot 0,785 \cdot$$

$$\cdot 0,5^2 \cdot 75 \cdot 2500 \cdot 1,5387 = 1333,3 + 566,2 = 1899,5 \text{ kg};$$

$$m_3 = G \cdot \tau + 0,01 \cdot V_a \cdot P \cdot \rho_g = 1333,3 + 0,01 \cdot 50 \cdot 2500 \cdot 1,5387 = \\ = 1333,3 + 1923,4 = 3256,3 \text{ kg}.$$

Khối lượng tối đa của propylene lọt vào không gian mở khi xảy ra sự cố thiết kế là $m = m_1 = 6617,8 \text{ kg}$.

4. Áp suất dư ΔP (kPa) của vụ nổ ở khoảng cách $r = 30 \text{ m}$ tính từ vị trí lắp đặt bên ngoài bể tách theo công thức (B.14) và (B.15) [1] sẽ là:

$$\Delta P = P_0 \cdot \left(\frac{0,8 \cdot m_{np}^{0,33}}{r} + \frac{3 \cdot m_{np}^{0,66}}{r^2} + \frac{5 \cdot m_{np}}{r^3} \right) = \\ = 101 \cdot \left(\frac{0,8 \cdot 6677^{0,33}}{30} + \frac{3 \cdot 6677^{0,66}}{30^2} + \frac{5 \cdot 6677}{30^3} \right) = \\ = 101 \cdot (0,488 + 1,114 + 1,236) = 101 \cdot 2,838 = 287 \text{ kPa};$$

$$m_{np} = \frac{Q_{cr}}{Q_0} \cdot m \cdot Z = \frac{45,604 \cdot 10^6}{4,52 \cdot 10^6} \cdot 6617,8 \cdot 0,1 = 6677 \text{ кг}.$$

5. Do đó, áp suất nổ dư tính toán vượt quá 5 kPa ở khoảng cách 30 m tính từ hệ thống lắp đặt ngoài trời, theo điều 7.3 và bảng. 2 [1] Lắp đặt bên ngoài bể phân tách để tách propylene khí cháy khỏi hơi ẩm có thể thuộc loại AN.

Ví dụ 34

1. Dữ liệu ban đầu.

1.1. Lắp đặt ngoài trời. Lưu trữ ethylene đẳng nhiệt (IES). Bể chứa ethylene đẳng nhiệt (ISE) là bể chứa kim loại có vách đôi. Không gian giữa các bức tường bên trong và bên ngoài được lấp đầy bằng vật liệu cách nhiệt - một lớp đá trân châu xốp. Thể tích bể $V_p = 10000 \text{ m}^3$. Hệ số độ đầy bể tối đa $\alpha = 0,95$. Nhiệt độ của etylen hóa lỏng $T_1 = -103 \text{ }^\circ\text{C} = 170,2 \text{ K}$. Áp suất hơi etylen trong bể $P_p = 103,8 \text{ kPa}$. Hồ chứa nằm trong bờ kè bê tông có diện tích $F = 5184 \text{ m}^2$ ($L = S = 72 \text{ m}$, $H = 2,2 \text{ m}$).

Trong trường hợp khẩn cấp, toàn bộ thể tích ethylene hóa lỏng từ bể chứa đi vào đê, có tính đến ethylene đi vào từ đường ống vào và đường ống ra đến các van ngắt là $V_1 = 9850 \text{ m}^3$ với khối lượng $m_1 = 5,5948 \cdot 10^6 \text{ kg}$.

1.2. Khối lượng mol của etylen $M = 28,05 \text{ kg} \cdot \text{kmol}^{-1} = 0,02805 \text{ kg} \cdot \text{mol}^{-1}$. Nhiệt dung riêng khi đốt cháy etylen $Q_{cr} = 46988 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} = 46,988 \cdot 10^6 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$. Mật độ của ethylene hóa lỏng ở điểm sôi $T_k = -103,7 \text{ }^\circ\text{C} = 169,5 \text{ K}$ bằng $\rho_1 = 568 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$. Nhiệt độ không khí tuyệt đối tối đa và tốc độ gió (luồng không khí) trung bình vào mùa hè ở khu vực này (Tomsk) theo [3] lần lượt là $t_p = T_0 = 36 \text{ }^\circ\text{C} = 309,2 \text{ K}$ và $U = 3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Nhiệt mol bay hơi của etylen hóa lỏng $L_{isp} = 481,62 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} = 4,8162 \cdot 10^5 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} = 13509,4 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1}$. Hệ số dẫn nhiệt của bê tông $\lambda_t = 1,3 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, không khí $\lambda_{in} = 0,0155 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$. Nhiệt dung của bê tông $C_{TV} = 840 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$. Mật độ bê tông $\rho_{TV} = 2000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$. Độ nhớt động học của không khí $\nu_{in} = 18,5 \cdot 10^{-6} \text{ Pa} \cdot \text{s} = 1,62 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Mật độ không khí ở $t_p = 36 \text{ }^\circ\text{C}$ sẽ là:

$$\rho_{\text{B}} = \frac{28,96}{22,413 \cdot (1 + 0,00367 \cdot 36)} = 1,14134 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}.$$

Mật độ của khí ethylene ở $T_f = -103^\circ\text{C}$ sẽ là:

$$\rho_r = \frac{28,5}{2,413 \cdot [1 + 0,00367 \cdot (-103)]} = 2,021 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}.$$

2. Giải thích phương án thiết kế của vụ tai nạn.

Khi xác định áp suất nổ dư ΔP trong quá trình đốt cháy hỗn hợp khí dễ cháy với không khí trong không gian hở, độ giảm áp của đường ống giữa bể chứa ethylene đẳng nhiệt và các van ngắt lắp đặt trên bờ kè ở cửa vào và cửa ra đường ống và giải phóng ethylene hóa lỏng và khí vào không gian xung quanh cùng với sự tràn ethylene hóa lỏng bên trong bờ kè.

3. Khối lượng m_l của khí etylen đi vào không gian mở trong sự cố thiết kế từ IRE được xác định theo các công thức (B.2), (B.3) [1]:

$$m_l = 0,01 \cdot P_p \cdot (1 - \alpha) \cdot V_p \cdot \rho_g = 0,01 \cdot 103,8 \cdot 0,05 \cdot 10000 \cdot 2,0121 = 1044 \text{ kg}.$$

4. Khối lượng riêng m_{sp} của etylen hóa lỏng bay hơi trong thời gian $t = 3600 \text{ s}$ tính từ bờ theo công thức (B.11) [1] sẽ là:

$$\begin{aligned} m_{yd} &= \frac{M}{L_{исп}} \cdot (T_0 - T_{ж}) \cdot \left(2\lambda_{тв} \cdot \sqrt{\frac{t}{\pi \cdot a} + \frac{5,1 \cdot \sqrt{Re} \cdot \lambda_{в} \cdot t}{d}} \right) = \\ &= \frac{0,02805}{1,35094 \cdot 10^4} \cdot (309,2 - 170,2) \cdot \left(2 \cdot 1,3 \cdot \sqrt{\frac{3600}{3,14 \cdot 7,74 \cdot 10^{-7}}} + \right. \\ &\quad \left. + \frac{5,1 \cdot \sqrt{1,51 \cdot 10^7} \cdot 0,00155 \cdot 3600}{81,3} \right) = 2,89 \cdot 10^{-4} \cdot (1 \cdot 10^5 + \\ &\quad + 0,14 \cdot 10^5) = 32,95 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-2}; \end{aligned}$$

$$\alpha = \frac{\lambda_{тв}}{C_{тв} \cdot \rho_{гв}} = \frac{1,3}{840 \cdot 2000} = 7,74 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2 \cdot \text{с}^{-1};$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{в}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 5184}{3,14}} = 81,3 \text{ м};$$

$$F_{ва} = F = 5184 \text{ м}^2;$$

$$Re = \frac{U \cdot d}{\nu_{в}} = \frac{3 \cdot 81,3}{1,62 \cdot 10^{-5}} = 1,51 \cdot 10^7.$$

5. Khối lượng m của hơi (khí) ethylene thoát ra không gian xung quanh trong quá trình xảy ra sự cố thiết kế sẽ bằng:

$$m = m_l + m_{đập} \cdot F_{ва} = 1044 + 32,95 \cdot 5184 = 1044 + 170813 = 171857 \text{ kg}.$$

6. Áp suất dư ΔP của vụ nổ ở khoảng cách $r = 30 \text{ m}$ tính từ hệ thống IRE bên ngoài theo công thức (B.14) và (B.15) [1] sẽ là:

$$\Delta P = 101 \cdot \left(\frac{0,8 \cdot 178655^{0,33}}{30} + \frac{3 \cdot 178655^{0,66}}{30^2} + \frac{5 \cdot 178655}{30^3} \right) =$$

$$= 101 \cdot (1,442 + 9,754 + 33,084) = 101 \cdot 44,28 = 4472 \text{ kPa};$$

$$m_{\text{np}} = \frac{46,988 \cdot 10^6}{4,52 \cdot 10^6} \cdot 171857 \cdot 0,1 = 178655 \text{ кг.}$$

7. Do đó, áp suất vượt quá tính toán của vụ nổ vượt quá 5 kPa ở khoảng cách 30 m tính từ hệ thống lắp đặt ngoài trời, theo điều 7.3 và bảng. 2 [1] Lắp đặt bên ngoài bể ethylene đẳng nhiệt thuộc loại AN.

Ví dụ 35

1. Dữ liệu ban đầu.

Dữ liệu ban đầu tương tự như ví dụ 33. Tần suất giảm áp của bình chứa dưới áp suất dẫn đến rò rỉ khí tiếp theo đối với tất cả các kích cỡ rò rỉ được trình bày trong Bảng. P.1.1 [7]. Để tính toán đơn giản, tần suất xuất hiện của kích bản sự cố đang xem xét trong năm đối với tất cả các quy mô rò rỉ được lấy bằng $Q = 6,2 \cdot 10^{-5}$ năm⁻¹.

2. Theo tính toán từ ví dụ 33, giá trị áp suất nổ dư ΔP ở khoảng cách $r = 30$ m tính từ vị trí lắp đặt ngoài trời là 287 kPa.

3. Xung của sóng áp suất i (Pa · s) được tính theo công thức (B.23) [1]:

$$i = \frac{123 \cdot m_{\text{np}}^{0,66}}{r} = \frac{123 \cdot 6677^{0,66}}{30} = 1371 \text{ Па} \cdot \text{с.}$$

4. Ta tính giá trị hàm probit Pr bằng công thức (D.1) và (D.2) [1]:

$$Pr = 5 - 0,26 \cdot \ln(V) = 5 - 0,26 \cdot \ln(5,32 \cdot 10^{-7}) = 5 + 3,76 = 8,76;$$

$$V = \left(\frac{17500}{\Delta P} \right)^{8,4} + \left(\frac{290}{i} \right)^{9,3} = \left(\frac{17500}{287000} \right)^{8,4} + \left(\frac{290}{1371} \right)^{9,3} =$$

$$= 6,24 \cdot 10^{-11} + 5,32 \cdot 10^{-7} = 5,32 \cdot 10^{-7}.$$

5. Theo bảng. D.1 [1] đối với giá trị thu được của hàm probit, chúng ta xác định xác suất có điều kiện gây thương tích cho một người $Q_d > 0,999$. Ta chấp nhận $Q_d = 1,0$.

6. Nguy cơ cháy $P(a)$ (năm⁻¹) tại một điểm nhất định trên lãnh thổ (a), ở khoảng cách 30 m tính từ hệ thống lắp đặt ngoài trời, được xác định theo hệ thức (1) [1]:

$$R(a) = Q_d \cdot Q = 1,0 \cdot 6,2 \cdot 10^{-5} = 6,2 \cdot 10^{-5} \text{ năm}^{-1}.$$

7. Theo bảng, mức độ nguy cơ hỏa hoạn do khả năng đốt cháy propylene với sự hình thành sóng áp suất vượt quá một phần triệu (10^{-6}) mỗi năm ở khoảng cách 30 m so với lắp đặt ngoài trời. 2 [1] Lắp đặt bên ngoài bể phân tách để tách propylene khí cháy khỏi hơi ẩm có thể thuộc loại AN.

Ví dụ 36

1. Dữ liệu ban đầu.

Dữ liệu ban đầu tương tự như ví dụ 33. Tần suất giảm áp Q (năm⁻¹) của bình chịu áp với rò rỉ tiếp theo đối với tất cả các kích cỡ rò rỉ ở các đường kính xả d (m) khác nhau được trình bày trong Bảng. Khoản 1.1 [7] và tương ứng là:

$$d_1 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ m}, Q_1 = 4,0 \cdot 10^{-5} \text{ năm}^{-1};$$

$$d_2 = 12,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}, Q_2 = 1,0 \cdot 10^{-5} \text{ năm}^{-1};$$

$$d_3 = 25 \cdot 10^{-3} \text{ m}, Q_3 = 6,2 \cdot 10^{-6} \text{ năm}^{-1};$$

$$d_4 = 50 \cdot 10^{-3} \text{ m}, Q_4 = 3,8 \cdot 10^{-6} \text{ năm}^{-1};$$

$$d_5 = 100 \cdot 10^{-3} \text{ m}, Q_5 = 1,7 \cdot 10^{-6} \text{ năm}^{-1};$$

phá hủy hoàn toàn, $Q_6 = 3,0 \cdot 10^{-7} \text{ năm}^{-1}$.

2. Lưu lượng nguồn propylene G ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) theo số liệu ban đầu là:

$$G_{\text{ист}} = \frac{G}{0,785 \cdot d_{\text{тп1}}^2} = \frac{11,1111}{0,785 \cdot 0,5^2} = 56,6170 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}.$$

3. Lưu lượng propylen G ($\text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$) qua các đường kính thoát ra khác nhau là:

$$G_1 = 0,785 \cdot d_1^2 \cdot G_{\text{ист}} = 0,785 \cdot 0,005^2 \cdot 56,617 = 1,11111 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1};$$

$$G_2 = 0,785 \cdot d_2^2 \cdot G_{\text{ист}} = 0,785 \cdot 0,0125^2 \cdot 56,617 = 6,9444 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1};$$

$$G_3 = 0,785 \cdot d_3^2 \cdot G_{\text{ист}} = 0,785 \cdot 0,0025^2 \cdot 56,617 = 0,0278 \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1};$$

$$G_4 = 0,785 \cdot d_4^2 \cdot G_{\text{ист}} = 0,785 \cdot 0,05^2 \cdot 56,617 = 0,1111 \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1};$$

$$G_5 = 0,785 \cdot d_5^2 \cdot G_{\text{ист}} = 0,785 \cdot 0,1^2 \cdot 56,617 = 0,4444 \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1};$$

$$G_6 = 0,785 \cdot d_{\text{тп1}}^2 \cdot G_{\text{ист}} = 0,785 \cdot 0,5^2 \cdot 56,617 = 11,1111 \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1}.$$

4. Khối lượng propylene m đi vào không gian hở trong quá trình giảm áp suất của thùng chứa thông qua các đường kính thoát ra khác nhau là:

$$m_1 = G_1 \cdot \tau + 0,01 \cdot V a_a \cdot P - \rho_g = 11,1111 \cdot 10^{-3} \cdot 120 + 0,01 \cdot 50 \cdot 2500 \cdot 1,5387 = 0,13 + 1923,4 = 1923,5 \text{ kg};$$

$$m_2 = 6,9444 \cdot 10^{-3} \cdot 120 + 1923,4 = 1924,2 \text{ kg};$$

$$m_3 = 0,0278 \cdot 120 + 1923,4 = 1926,7 \text{ kg};$$

$$m_4 = 0,1111 \cdot 120 + 1923,4 = 1976,7 \text{ kg};$$

$$m_5 = 0,4444 \cdot 120 + 1923,4 = 1976,7 \text{ kg};$$

$$m_6 = 11,1111 \cdot 120 + 1923,4 = 3256,7 \text{ kg}.$$

5. Áp suất nổ dư ΔP ở khoảng cách $r = 30 \text{ m}$ tính từ vị trí lắp đặt bên ngoài của bể phân tách khi nó được giảm áp qua các đường kính dòng chảy ra khác nhau theo công thức (B.14) và (B.15) [1] sẽ là:

$$\begin{aligned} \Delta P_1 &= P_0 \cdot \left(\frac{0,8 \cdot m_{\text{np1}}^{0,33}}{r} + \frac{3 \cdot m_{\text{np1}}^{0,66}}{r^2} + \frac{5 \cdot m_{\text{np1}}}{r^3} \right) = \\ &= 101 \cdot \frac{0,8 \cdot 1940,7^{0,33}}{30} + \frac{3 \cdot 1940,7^{0,66}}{30^2} + \frac{5 \cdot 1940,7}{30^3} = 118,8 \text{ кПа}; \\ m_{\text{np1}} &= \frac{Q_{\text{сг}}}{Q_0} \cdot m_1 \cdot Z = \frac{45,604 \cdot 10^6}{4,52 \cdot 10^6} \cdot 1923,5 \cdot 0,1 = 1940,7 \text{ кг}; \end{aligned}$$

$$\Delta P_2 = 101 \cdot \left(\frac{0,8 \cdot 1941,4^{0,33}}{30} + \frac{3 \cdot 1941,4^{0,66}}{30^2} + \frac{5 \cdot 1941,4}{30^3} \right) = 118,9 \text{ кПа};$$

$$mpr2 = 1,009 \cdot 1924,2 = 1941,4 \text{ kg};$$

$$\Delta P_3 = 101 \cdot \left(\frac{0,8 \cdot 1944^{0,33}}{30} + \frac{3 \cdot 1944^{0,66}}{30^2} + \frac{5 \cdot 1944}{30^3} \right) = 119 \text{ кПа};$$

$$mpr_3 = 1,009 \cdot 1926,7 = 1944 \text{ kg};$$

$$\Delta P_4 = 101 \cdot \left(\frac{0,8 \cdot 1954^{0,33}}{30} + \frac{3 \cdot 1954^{0,66}}{30^2} + \frac{5 \cdot 1954}{30^3} \right) = 119,4 \text{ кПа};$$

$$mpr4 = 1,009 \cdot 1936,7 = 1954 \text{ kg};$$

$$\Delta P_5 = 101 \cdot \left(\frac{0,8 \cdot 1944^{0,33}}{30} + \frac{3 \cdot 1994^{0,66}}{30^2} + \frac{5 \cdot 1944}{30^3} \right) = 121 \text{ кПа};$$

$$mpr5 = 1,009 \cdot 1976,7 = 1994 \text{ kg};$$

$$\Delta P_6 = 101 \cdot \left(\frac{0,8 \cdot 3286^{0,33}}{30} + \frac{3 \cdot 3286^{0,66}}{30^2} + \frac{5 \cdot 3286}{30^3} \right) = 171 \text{ кПа};$$

$$mpr6 = 1,009 \cdot 3256,7 = 3286 \text{ kg}.$$

6. Xung lực của sóng áp suất i được tính theo công thức (B.23) [1]:

$$i_1 = \frac{123 \cdot m_{np1}^{0,66}}{r} = \frac{123 \cdot 1940,7^{0,66}}{30} = 606,5 \text{ Па} \cdot \text{с};$$

$$i_2 = \frac{123 \cdot 1941,4^{0,66}}{30} = 606,6 \text{ Па} \cdot \text{с};$$

$$i_3 = \frac{123 \cdot 1944^{0,66}}{30} = 607,2 \text{ Па} \cdot \text{с};$$

$$i_4 = \frac{123 \cdot 1954^{0,66}}{30} = 609,2 \text{ Па} \cdot \text{с};$$

$$i_5 = \frac{123 \cdot 1994^{0,66}}{30} = 617,4 \text{ Па} \cdot \text{с};$$

$$i_6 = \frac{123 \cdot 3286^{0,66}}{30} = 858,6 \text{ Па} \cdot \text{с}.$$

7. Xác định giá trị hàm probit Pr bằng công thức (D.1) và (D.2) [1]:

$$Pr_1 = 5 - 0,26 \cdot \ln(V_1) = 5 - 0,26 \cdot \ln(1,047 \cdot 10^{-3}) = 6,78;$$

$$V_1 = \left(\frac{17500}{\Delta P_1} \right)^{8,4} + \left(\frac{290}{i} \right)^{9,3} = \left(\frac{17500}{118800} \right)^{8,4} + \left(\frac{290}{606,5} \right)^{9,3} = 1,047 \cdot 10^{-3};$$

$$Pr_2 = 5 - 0,26 \cdot \ln(1,046 \cdot 10^{-3}) = 6,78;$$

$$V_2 = \left(\frac{17500}{118900} \right)^{8,4} + \left(\frac{290}{606,6} \right)^{9,3} = 1,046 \cdot 10^{-3};$$

$$Pr_3 = 5 - 0,26 \cdot \ln(1,036 \cdot 10^{-3}) = 6,79;$$

$$V_3 = \left(\frac{17500}{119000} \right)^{8,4} + \left(\frac{290}{607,2} \right)^{9,3} = 1,036 \cdot 10^{-3};$$

$$Pr_4 = 5 - 0,26 \cdot \ln(1,0005 \cdot 10^{-3}) = 6,79;$$

$$V_4 = \left(\frac{17500}{119000} \right)^{8,4} + \left(\frac{290}{609,2} \right)^{9,3} = 1,005 \cdot 10^{-3};$$

$$Pr_5 = 5 - 0,26 \cdot \ln(8,873 \cdot 10^{-4}) = 6,83;$$

$$V_5 = \left(\frac{17500}{121000} \right)^{8,4} + \left(\frac{290}{617,4} \right)^{9,3} = 8,873 \cdot 10^{-4};$$

$$Pr_6 = 5 - 0,26 \cdot \ln(4,131 \cdot 10^{-5}) = 7,62;$$

$$V_6 = \left(\frac{17500}{171000} \right)^{8,4} + \left(\frac{290}{858,6} \right)^{9,3} = 4,131 \cdot 10^{-5};$$

8. Theo bảng. D.1 [1] đối với các giá trị thu được của hàm probit ta xác định xác suất có điều kiện gây thương tích cho một người Q_d :

$$Q_{d1} = 0,962, Q_{d2} = 0,962, Q_{d3} = 0,963, Q_{d4} = 0,963, Q_{d5} = 0,966, Q_{d6} = 0,996.$$

9. Nguy cơ cháy $P(a)$ tại một điểm nhất định trên lãnh thổ (a), ở khoảng cách 30 m tính từ hệ thống lắp đặt ngoài trời, được tính theo hệ số (1) [1]:

$$P(a) = Q_{d1} \cdot Q_1 + Q_{d2} \cdot Q_2 + Q_{d3} \cdot Q_3 + Q_{d4} \cdot Q_4 + Q_{d5} \cdot Q_5 +$$

$$+ Q_{d6} \cdot Q_6 = 0,962 \cdot 4,0 \cdot 10^{-5} + 0,962 \cdot 1,0 \cdot 10^{-5} + 0,963 \cdot$$

$$\cdot 6,2 \cdot 10^{-6} + 0,963 \cdot 3,8 \cdot 10^{-6} + 0,966 \cdot 1,7 \cdot 10^{-6} +$$

$$+ 0,996 \cdot 3,0 \cdot 10^{-7} = 3,848 \cdot 10^{-5} + 0,962 \cdot 10^{-5} + 5,971 \cdot 10^{-6} +$$

$$+ 3,659 \cdot 10^{-6} + 1,642 \cdot 10^{-6} + 2,988 \cdot 10^{-7} = 5,967 \cdot 10^{-5}.$$

10. Do đó, mức độ nguy cơ hỏa hoạn do khả năng đốt cháy propylene với sự hình thành sóng áp suất vượt quá một phần triệu (10^{-6}) mỗi năm ở khoảng cách 30 m tính từ hệ thống lắp đặt ngoài

trời, theo Bảng. 2 [1] Lắp đặt bên ngoài bể phân tách để tách propylene khí cháy khỏi hơi ẩm có thể thuộc loại AN.

6.2. Lắp đặt ngoài trời với chất lỏng dễ cháy

Ví dụ 37

1. Dữ liệu ban đầu.

1.1. Lắp đặt ngoài trời. Kho axeton. Là tổ gồm 8 bể nằm ngang, mỗi bể có thể tích 10 m^3 (hệ số đầy bể $\alpha = 0,9$). Acetone đến từ đường sắt. bể chứa qua đường ống cung cấp qua ống nạp axeton vào bể chứa kho. Acetone được phân phối vào các thùng chứa riêng biệt thông qua đường ống xả qua ống xả axeton. Các bể chứa axeton được nối với nhau bằng đường ống. Van thủ công được lắp đặt trên tất cả các đường ống và ống góp. Kho có nền đất đắp có diện tích $F_{ob} = F_u = 14 \cdot 17,6 = 246,4 \text{ m}^2$ (F_u là diện tích bốc hơi, m^2). Chiều cao nền đắp $H_{ob} = 1,5 \text{ m}$.

1.2. Khối lượng mol của axeton $M = 58,08 \text{ kg} \cdot \text{kmol}^{-1}$. Công thức hóa học $\text{C}_3 \text{H}_6 \text{O}$. Điểm chớp cháy $t_{fsp} = -18^\circ \text{C}$. Nhiệt dung riêng khi đốt cháy của axeton $Q_{cr} = 31360 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} = 31,36 \cdot 10^6 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$. Mật độ chất lỏng $\rho_l = 790,8 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$. Nhiệt độ không khí tối đa tuyệt đối ở khu vực này (Perm) [3] là $t_p = 37^\circ \text{C}$. Mật độ hơi của axeton ở $t_p = 37^\circ \text{C}$ là . Các hằng số của phương trình Antoine là $A = 6,37551$, $B = 1281,721$, $C_a = 237,088$.

$$\rho_{\pi} = \frac{58,08}{22,413 \cdot (1 + 0,00367 \cdot 37)} = 2,815 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$$

1.3. Áp suất hơi bão hòa của axeton P_n (kPa) ở nhiệt độ thiết kế $t_p = 37^\circ \text{C}$ sẽ là:

$$\lg P_n = A - \frac{B}{t_p + C_a} = 6,37551 - \frac{1281,721}{37 + 237,088} = 1,6992;$$

$$P_n = 50,03 \text{ kPa}.$$

1.4. Tốc độ bay hơi W ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) của axeton được tính theo công thức (B.10) [1]:

$$W = 10^{-6} \cdot \sqrt{M} \cdot P_n = 10^{-6} \cdot \sqrt{58,08} \cdot 50,03 = 3,8128 \cdot 10^{-4} \text{ кг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}.$$

2. Giải thích phương án thiết kế của vụ tai nạn.

Khi xác định áp suất nổ dư ΔP trong quá trình đốt cháy hỗn hợp hơi axeton dễ cháy với không khí trong không gian hở, để đơn giản trong tính toán, việc giảm áp suất một bể bằng axeton, làm tràn axeton từ bể ra bờ kè, tính đến sự bay hơi của axeton từ bề mặt vết tràn và sự xâm nhập của hơi axeton vào không gian xung quanh.

3. Khối lượng hơi axeton m (kg) đi vào không gian xung quanh, theo công thức (B.8) [1], được xác định từ biểu thức:

$$m = W \cdot F_{\text{và}} \cdot T = 3,8128 \cdot 10^{-4} \cdot 246,4 \cdot 3600 = 338,2 \text{ kg}.$$

4. Áp suất dư ΔP (kPa) của vụ nổ ở khoảng cách $r = 30 \text{ m}$ tính từ vị trí lắp đặt bên ngoài kho chứa axeton theo công thức (B.14) và (B.15) sẽ là:

$$\Delta P = P_0 \cdot \left(\frac{0,8 \cdot m_{\text{np}}^{0,33}}{r} + \frac{3 \cdot m_{\text{np}}^{0,66}}{r^2} + \frac{5 \cdot m_{\text{np}}}{r^3} \right) = 101 \cdot \left(\frac{0,8 \cdot 234,6^{0,33}}{30} + \right.$$

$$\left. \frac{3 \cdot 234,6^{0,66}}{30^2} + \frac{5 \cdot 234,6}{30^3} \right) = 33 \text{ кПа};$$

$$m_{\text{np}} = \frac{Q_{cr}}{Q_0} \cdot m \cdot Z = \frac{31,36 \cdot 10^6}{4,52 \cdot 10^6} \cdot 338,2 \cdot 0,1 = 234,6 \text{ кг}.$$

5. Do đó, áp suất nổ dư tính toán vượt quá 5 kPa ở khoảng cách 30 m tính từ hệ thống lắp đặt ngoài trời, theo điều 7.3 và bảng. 2 [1] Lắp đặt ngoài trời kho chứa axeton thuộc loại AN.

Ví dụ 38

1. Dữ liệu ban đầu.

1.1. Lắp đặt ngoài trời. Khu vực mở dành cho xe bồn (AT) dùng để đổ nhiên liệu diesel vào các bể chứa ngầm. Thể tích nhiên liệu diesel trong máy điều hòa là $V_f = 6 \text{ m}^3$. Trang web không có hàng rào.

1.2. Khối lượng mol của nhiên liệu diesel $M = 172,3 \text{ kg} \cdot \text{kmol}^{-1}$. Công thức hóa học $\text{C}_{12.343} \text{H}_{23.889}$. Điểm chớp cháy $t_{fsp} > 35^\circ\text{C}$. Nhiệt dung riêng khi đốt cháy nhiên liệu diesel $Q_{cg} = 43590 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} = 43,59 \cdot 10^6 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$. Mật độ chất lỏng $\rho_l = 815 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$. Nhiệt độ không khí tối đa tuyệt đối ở khu vực này (Tula) [3] là $t_p = 38^\circ\text{C}$. Mật độ hơi của nhiên liệu diesel ở $t_p = 38^\circ\text{C}$ là:

$$\rho_n = \frac{172,3}{22,413 \cdot (1 + 0,00367 \cdot 38)} = 6,7466 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}.$$

Các hằng số của phương trình Antoine là $A = 5,07818$, $B = 1255,73$, $C_a = 199,523$. Giới hạn nồng độ dưới của sự lan truyền ngọn lửa $C_{LEL} = 0,61\%$ (thể tích).

1.3. Áp suất hơi bão hòa của nhiên liệu diesel P_n ở nhiệt độ thiết kế $t_p = 38^\circ\text{C}$ sẽ là :

$$\lg P_n = 5,07818 - \frac{1255,73}{38 + 199,53} = -0,20859;$$

$$P_n = 0,62 \text{ kPa}.$$

1.4. Tốc độ bay hơi W của nhiên liệu diesel được tính theo công thức (B.10) [1]:

$$W = 10^{-6} \cdot \sqrt{M} \cdot P_n = 10^{-6} \cdot \sqrt{172,3} \cdot 0,62 = 8,14 \cdot 10^{-6} \text{ кг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}.$$

2. Giải thích phương án thiết kế của vụ tai nạn.

Khi xác định áp suất nổ dư ΔP trong quá trình đốt cháy hỗn hợp hơi nhiên liệu diesel dễ cháy với không khí trong không gian trống, sự giảm áp suất của bình AC, sự tràn nhiên liệu diesel nhận được từ bình AC lên bề mặt nằm ngang, sự bay hơi của giả định nhiên liệu diesel từ bề mặt tràn dầu và sự xâm nhập của hơi nhiên liệu diesel vào không gian xung quanh.

3. Khối lượng hơi nhiên liệu diesel m đi vào không gian xung quanh từ bề mặt bay hơi F và được xác định theo đoạn B.1.3 d) và công thức (B.8) [1] từ biểu thức:

$$m = W \cdot F_{\text{và}} \cdot T = 8,14 \cdot 10^{-6} \cdot 900 \cdot 3600 = 26,374 \text{ kg};$$

$$F_{\text{và}} = 0,15 \cdot V_f \cdot 1000 = 0,15 \cdot 6000 = 900 \text{ м}^2.$$

4. Kích thước ngang của vùng R_{NLPR} , giới hạn diện tích nồng độ vượt quá giới hạn nồng độ dưới của sự lan truyền ngọn lửa C_{NLPR} , theo công thức (B.13) [1] sẽ là:

$$R_{\text{НКПР}} = 3,1501 \cdot \sqrt{\frac{3600}{3600}} \cdot \left(\frac{0,62}{0,61}\right)^{0,813} \cdot \left(\frac{26,374}{6,7466 \cdot 0,62}\right)^{0,333} = 5,9 \text{ м}.$$

5. Áp suất nổ dư ΔP ở khoảng cách $r = 30 \text{ m}$ tính từ vị trí lắp đặt bên ngoài của vị trí lắp đặt điện xoay chiều theo công thức (B.14) và (B.15) [1] sẽ là:

$$\Delta P = 101 \cdot \left(\frac{0,8 \cdot 25,4^{0,33}}{30} + \frac{3 \cdot 25,4^{0,66}}{30^2} + \frac{5 \cdot 25,4}{30^3} \right) = 11,2 \text{ кПа};$$

$$m_{\text{np}} = \frac{43,59 \cdot 10^6}{4,52 \cdot 10^6} \cdot 26,374 \cdot 0,1 = 25,4 \text{ кг}.$$

6. Do đó, áp suất nổ dư tính toán vượt quá 5 kPa ở khoảng cách 30 m tính từ hệ thống lắp đặt ngoài trời, theo điều 7.3 và bảng. 2 [1] Việc lắp đặt bộ ngoài trời cho xe bồn dùng nhiên liệu diesel thuộc loại BN.

Ví dụ 39

1. Dữ liệu ban đầu.

Dữ liệu ban đầu tương tự như ví dụ 38. Tần suất giảm áp của các bể chứa chất lỏng dễ cháy ở áp suất gần bằng áp suất khí quyển, sau đó là dòng chất lỏng chảy ra đối với mọi kích cỡ rò rỉ được trình bày trong bảng. Khoản 1.1 [7] và tương ứng là:

$$d_1 = 0,025 \text{ m}, Q_1 = 8,8 \cdot 10^{-5} \cdot \text{năm}^{-1};$$

$$d_2 = 0,1 \text{ m}, Q_2 = 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot \text{năm}^{-1};$$

$$\text{phá hủy hoàn toàn}, Q_3 = 5,0 \cdot 10^{-6} \cdot \text{năm}^{-1}.$$

Tần suất xuất hiện của kích bản tai nạn được xem xét trong năm đối với mọi quy mô rò rỉ là $Q = 1,05 \cdot 10^{-4} \text{ năm}^{-1}$.

2. Theo tính toán từ ví dụ 38, giá trị áp suất nổ dư ΔP ở khoảng cách $r = 30 \text{ m}$ tính từ vị trí lắp đặt ngoài trời là 11,2 kPa.

3. Xung lực của sóng áp suất i được tính theo công thức (B.23) [1]:

$$i = \frac{123 \cdot m_{\text{np1}}^{0,66}}{r} = \frac{123 \cdot 25,4^{0,66}}{30} = 34,7 \text{ Па} \cdot \text{с}.$$

4. Xác định giá trị hàm probit Pr bằng công thức (D.1) và (D.2) [1]:

$$Pr = 5 - 0,26 \cdot \ln(V) = 5 - 0,26 \cdot \ln(3,76 \cdot 10^8) = -0,134;$$

$$V = \left(\frac{17500}{\Delta P} \right)^{8,4} + \left(\frac{290}{i} \right)^{9,3} = \left(\frac{17500}{11200} \right)^{8,4} + \left(\frac{290}{34,7} \right)^{9,3} = 42,47 + 3,76 \cdot 10^8 = 3,76 \cdot 10^8.$$

5. Theo bảng. A.4.2 và công thức (A.4.2) [6] để thu được giá trị của hàm probit, chúng ta xác định xác suất có điều kiện gây thương tích cho một người $Q_d = 1,42 \cdot 10^{-7}$.

6. Nguy cơ cháy $P(a)$ tại một điểm nhất định trong lãnh thổ (a), ở khoảng cách 30 m tính từ hệ thống lắp đặt ngoài trời, được tính theo hệ số (1) [1]:

$$P(a) = Q_d Q = 1,42 \cdot 10^{-7} \cdot 1,05 \cdot 10^{-4} = 1,49 \cdot 10^{-11} \text{ năm}^{-1}.$$

7. Do đó, mức độ nguy cơ hỏa hoạn do khả năng đốt cháy hơi nhiên liệu diesel với sự hình thành sóng áp suất không vượt quá một phần triệu (10^{-6}) mỗi năm ở khoảng cách 30 m tính từ hệ thống lắp đặt ngoài trời, theo Bàn. 2 [1] Việc lắp đặt sàn hở ngoài trời cho xe bồn không thuộc loại BN.

8. Phù hợp với đoạn văn. 7.2 và 7.3 [1] chúng tôi sẽ kiểm tra việc lắp đặt ngoài trời xem có thuộc loại HV hay không.

9. Hãy đánh giá các thông số của hệ số góc chiếu xạ F_q có trong công thức (B.27) [1]:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 900}{3,14}} = 33,86 \text{ m};$$

$$F = Fu = 900 \text{ m}^2;$$

$$H = 42 \cdot d \cdot \left(\frac{M}{\rho_e \cdot \sqrt{g \cdot d}} \right)^{0,61} = 42 \cdot 33,86 \cdot \left(\frac{0,04}{1,34 \cdot \sqrt{9,81 \cdot 33,86}} \right)^{0,61} = 31,5 \text{ m};$$

$$M = 0,04 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1} \text{ (Bảng B.1 [1])};$$

$$\rho_{\text{B}} = \frac{28,96}{22,413 \cdot (1 + 0,00367 \cdot 38)} = 1,134 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3},$$

$$h = \frac{2 \cdot H}{d} = \frac{2 \cdot 31,5}{33,86} = 1,86;$$

$$S = \frac{2 \cdot r}{d} = \frac{2 \cdot 30}{33,86} = 1,77;$$

$$B = \frac{1 + S^2}{2 \cdot S} = \frac{1 + 1,77^2}{2 \cdot 1,77} = 1,17;$$

$$A = \frac{h^2 + S^2 + 1}{2 \cdot S} = \frac{1,86^2 + 1,77^2 + 1}{2 \cdot 1,77} = 2,14;$$

$$\begin{aligned} F_v = & \frac{1}{\pi} \left[\frac{1}{S} \cdot \arctg \left(\frac{h}{\sqrt{S^2 - 1}} \right) \right] - \frac{h}{S} \cdot \left\{ \arctg \left(\sqrt{\frac{S-1}{S+1}} \right) - \right. \\ & \left. - \frac{A}{\sqrt{A^2 - 1}} \cdot \arctg \left(\sqrt{\frac{(A+1) \cdot (S-1)}{(A-1) \cdot (S+1)}} \right) \right\} = \\ = & \frac{1}{3,14} \cdot \left[\frac{1}{1,77} \cdot \arctg \left(\frac{1,86}{\sqrt{1,77^2 - 1}} \right) - \frac{1,86}{1,77} \cdot \left\{ \arctg \left(\sqrt{\frac{1,77-1}{1,77+1}} \right) - \right. \right. \\ & \left. \left. - \frac{2,14}{\sqrt{2,14^2 - 1}} \cdot \arctg \left(\sqrt{\frac{(2,14+1) \cdot (1,77-1)}{(2,14-1) \cdot (1,77+1)}} \right) \right\} \right] = \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 0,3185 \cdot [0,56 \cdot \arctg 1,274 - 1,051 \cdot \{ \arctg 0,527 - \\ &- 1,131 \cdot \arctan 0,875 \}] = 0,3185 \cdot [0,5115 + 0,3447] = 0,3185 \cdot 0,8562 = 0,2727; \end{aligned}$$

$$F_{\text{H}} = \frac{1}{\pi} \cdot \left[\frac{B - \frac{1}{S}}{\sqrt{B^2 - 1}} \cdot \arctg \left(\sqrt{\frac{(B+1) \cdot (S-1)}{(B-1) \cdot (S+1)}} \right) - \right.$$

$$\begin{aligned}
& -\frac{A - \frac{1}{S}}{\sqrt{A^2 - 1}} \cdot \arctg \left(\sqrt{\frac{(A + 1) \cdot (S - 1)}{(A - 1) \cdot (S + 1)}} \right) = \\
& = \frac{1}{3,14} \cdot \left[\frac{1,17 - \frac{1}{1,77}}{\sqrt{1,17^2 - 1}} \cdot \arctg \left(\sqrt{\frac{(1,17 + 1) \cdot (1,77 - 1)}{1,17 - 1 \cdot (1,77 + 1)}} \right) - \right. \\
& \quad \left. \frac{2,14 - \frac{1}{1,77}}{\sqrt{2,14^2 - 1}} \cdot \arctg \left(\sqrt{\frac{(2,14 + 1) \cdot (1,77 - 1)}{2,14 - 1 \cdot (1,77 + 1)}} \right) \right] = \\
& = 0,3185 \cdot [0,996 \cdot \arctg 1,884 - 0,832 \cdot \arctg 0,875] = \\
& = 3,185 \cdot [1,078 - 0,598] = 0,3185 \cdot 0,48 = 0,1529;
\end{aligned}$$

$$F_q = \sqrt{F_v^2 - F_H^2} = \sqrt{0,27272^2 + 0,15292^2} = 0,3126.$$

10. Xác định hệ số truyền qua khí quyển τ bằng công thức (B.34) [1]:

$$\tau = \exp [-7,0 \cdot 10^{-4} \cdot (r - 0,5 \cdot d)] = \exp [-7,0 \cdot 10^{-4} \cdot (30 - 0,5 \cdot 33,86)] = 0,9909.$$

11. Ta tính cường độ bức xạ nhiệt q ($\text{kW} \cdot \text{m}^{-2}$) trong quá trình đốt cháy chất lỏng tràn bằng công thức (B.24) [1]:

$$q = E_f \cdot F_q \cdot \tau = 25 \cdot 0,3126 \cdot 0,9909 = 7,74 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2};$$

$$E_f = 25 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2} \text{ (Bảng B.1 [1])}.$$

12. Do đó, cường độ bức xạ nhiệt tính toán vượt quá $4 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2}$ ở khoảng cách 30 m tính từ hệ thống lắp đặt ngoài trời, theo điều 7.3 và bảng. 2 [1] Việc lắp đặt sản phẩm ngoài trời cho xe bồn dùng nhiên liệu diesel thuộc loại HV.

6.3. Lắp đặt ngoài trời với chất lỏng dễ cháy được làm nóng

Ví dụ 40

1. Dữ liệu ban đầu.

1.1. Lắp đặt ngoài trời. Cửa hàng máy kéo sợi. Bể chứa dầu làm mát nóng AMT-300 được đặt ở khu vực thoáng đãng. Thể tích dầu làm mát trong thùng là $V_f = 30 \text{ m}^3$. Van tự động được lắp đặt trên đường ống vào và ra. Thể tích dầu làm mát AMT-300 được cung cấp trong quá trình giảm áp khẩn cấp của container từ đường ống vào và ra là $V_{tr} = 5 \text{ m}^3$. Trang web không có hàng rào. Nhiệt độ làm nóng chất làm mát $t_f = 280^\circ\text{C} = 553,2 \text{ K}$ (T_a).

1.2. Khối lượng mol của dầu làm mát AMT-300 là $M = 312,9 \text{ kg} \cdot \text{kmol}^{-1}$. Công thức hóa học $\text{C}_{22,25} \text{H}_{33,48} \text{S}_{0,34} \text{N}_{0,07}$. Điểm chớp cháy $t_{fsp} > 170^\circ\text{C}$. Nhiệt dung riêng khi đốt cháy của dầu làm mát AMT-300 bằng $Q_{cr} = 42257 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} = 42,257 \cdot 10^6 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$. Mật độ của chất lỏng ở $t_1 = 280^\circ\text{C}$ là $C_1 = 794 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$. Nhiệt dung của chất làm mát ở $t_1 = 280^\circ\text{C}$ bằng $C_1 = 2480 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$. Các hằng số của phương trình Antoine là $A = 6,12439$, $B = 2240,001$, $C_a = 167,85$.

1.3. Áp suất hơi bão hòa của chất làm mát P_n và ở nhiệt độ ban đầu của chất làm mát được gia nhiệt $t_1 = 280^\circ\text{C} = 553,2 \text{ K}$ (Ha) là:

$$\lg P_{\text{н}} = 6,12439 - \frac{2240,001}{t_{\text{ж}} + 167,85} = 6,12439 - \frac{2240,001}{280 + 167,85} ;$$

$$P_{\text{н}} = 13,26 \text{ kPa} .$$

1.4. Nhiệt bay hơi của chất làm mát $L_{\text{исп}}$ ($\text{J} \cdot \text{kg}^{-1}$) theo công thức (A.15) [1] sẽ bằng:

$$L_{\text{исп}} = \frac{19,173 \cdot 10^3 \cdot B \cdot T_{\text{а}}^2}{(T_{\text{а}} + C_{\text{а}} - 273,2)^2 \cdot M} =$$

$$\frac{19,173 \cdot 10^3 \cdot 2240,001 \cdot 553,2^2}{(553,2 + 167,85 - 273,2)^2 \cdot 312,9} = 209427 \text{ Дж} \cdot \text{кг}^{-1}.$$

2. Giải thích phương án thiết kế của vụ tai nạn.

Khi xác định áp suất nổ dư ΔP trong quá trình đốt cháy hỗn hợp hơi nước làm mát dễ cháy với không khí trong không gian mở, sự giảm áp suất của bồn chứa dầu làm mát nóng AMT-300, sự tràn chất làm mát từ bồn chứa lên bề mặt nằm ngang, giả định sự bay hơi của chất làm mát nóng từ bề mặt vết tràn và sự xâm nhập của hơi chất làm mát vào không gian xung quanh.

3. Khối lượng chất lỏng $m_{\text{п}}$ (kg) đi vào không gian xung quanh là:

$$m_{\text{п}} = (V_{\text{f}} + V_{\text{tr}}) \cdot \rho_{\text{f}} = (30 + 5) \cdot 794 = 27790 \text{ kg}.$$

4. Khối lượng hơi m (kg) hình thành trong quá trình bay hơi của chất lỏng được đun nóng được xác định theo hệ thức (A.14) [1]:

$$m = 0,02 \cdot \sqrt{M} \cdot P_{\text{н}} \cdot \frac{C_{\text{ж}} \cdot m_{\text{п}}}{L_{\text{исп}}} =$$

$$= 0,02 \cdot \sqrt{312,9} \cdot 13,26 \cdot \frac{2480 \cdot 27790}{209427} = 1543,8 \text{ кг}.$$

5. Áp suất nổ dư ΔP ở khoảng cách $r = 30$ m tính từ vị trí lắp đặt bên ngoài bể chứa dầu làm mát AMT-300 theo công thức (B.14) và (B.15) [1] sẽ là:

$$\Delta P = 101 \cdot \left(\frac{0,8 \cdot 1443,3^{0,33}}{30} + \frac{3 \cdot 1443,3^{0,66}}{30^2} + \frac{5 \cdot 1443,3}{30^3} \right) = 97,7 \text{ кПа};$$

$$m_{\text{мп}} = \frac{42,257 \cdot 10^6}{4,52 \cdot 10^6} \cdot 1543,8 \cdot 0,1 = 1443,3 \text{ кг}.$$

6. Do đó, áp suất nổ dư tính toán vượt quá 5 kPa ở khoảng cách 30 m tính từ hệ thống lắp đặt ngoài trời, theo điều 7.3 và bảng. 2 [1] Lắp đặt bên ngoài bể chứa dầu làm mát nóng AMT-300 thuộc loại BN.

Ví dụ 41

1. Dữ liệu ban đầu.

1.1. Lắp đặt ngoài trời. Hệ thống gia nhiệt nước-glycol. Bể chứa ethylene glycol thải được đặt ở khu vực thoát đăng. Thể tích etylen glycol trong bình là $V_{\text{f}} = 3,0 \text{ m}^3$. Van tự động được lắp đặt trên đường ống vào và ra. Thể tích ethylene glycol được cung cấp trong quá trình giảm áp khẩn cấp của bể từ đường ống vào và ra là $V_{\text{tr}} = 0,2 \text{ m}^3$. Trang web không có hàng rào. Nhiệt độ của ethylene glycol vào bể chứa là $t_{\text{f}} = 120^\circ\text{C} = 393,2 \text{ K}$ ($T_{\text{а}}$).

1.2. Khối lượng mol của ethylene glycol $M = 62,068 \text{ kg} \cdot \text{kmol}^{-1}$. Công thức hóa học $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$. Điểm chớp cháy $t_{\text{fsp}} = 111^\circ\text{C}$. Nhiệt dung riêng khi đốt cháy ethylene glycol $Q_{\text{cr}} = 19329 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} = 19329 \cdot 10^6 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$. Mật độ của chất lỏng ở $t_1 = 120^\circ\text{C}$ bằng $\rho_1 = 987 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$. Nhiệt dung của chất lỏng ở $t_1 = 120^\circ\text{C}$ là $C_1 = 2820 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$. Các hằng số của phương

trình Antoine là $A = 8,13754$, $B = 2753,183$, $C_a = 252,009$. Nhiệt độ không khí tối đa tuyệt đối ở khu vực này (vùng Nogliki, Sakhalin) [3] là $t_p \equiv 37^\circ \text{C}$.

1.3. Áp suất hơi bão hòa của ethylene glycol P_h ở nhiệt độ chất lỏng ban đầu $t_1 = 120^\circ \text{C} = 393,2 \text{ K}$ (T_a) là:

$$\lg P_h = 8,13754 - \frac{2753,183}{120 + 252,009};$$

$$P_h = 5,45 \text{ кПа.}$$

1.4. Nhiệt bay hơi của ethylene glycol L_{isp} theo công thức (A.15) [1] sẽ bằng:

$$L_{isp} = \frac{19,173 \cdot 10^3 \cdot 2753,183 \cdot 393,2^2}{(393,2 + 252,009 - 273,2)^2 \cdot 62,068} = 950118 \text{ Дж} \cdot \text{кг}^{-1}.$$

2. Giải thích phương án thiết kế của vụ tai nạn.

Khi xác định áp suất nổ dư ΔP trong quá trình đốt cháy hỗn hợp hơi ethylene glycol dễ cháy với không khí trong không gian mở, quá trình giảm áp suất của bình chứa ethylene glycol đã đun nóng, sự tràn ethylene glycol từ bình chứa lên bề mặt nằm ngang, Giả sử sự bay hơi của ethylene glycol đã được làm nóng từ bề mặt vết tràn và sự xâm nhập của hơi ethylene glycol vào không gian xung quanh.

3. Khối lượng chất lỏng m_p đi vào không gian xung quanh là:

$$m_p = (V_f + V_{tr}) \cdot \rho_f = (3,0 + 0,2) \cdot 987 = 3158,4 \text{ кг.}$$

4. Khối lượng hơi m tạo thành trong quá trình bay hơi của chất lỏng được đun nóng được xác định theo hệ thức (A.14) [1]:

$$m = 0,02 \cdot \sqrt{62,068} \cdot 5,45 \cdot \frac{2820 \cdot 3158,4}{950118} = 8,05 \text{ кг.}$$

5. Áp suất nổ dư ΔP ở khoảng cách $r = 30 \text{ m}$ tính từ vị trí lắp đặt bên ngoài bể chứa ethylene glycol thải theo công thức (B.14) và (B.15) [1] sẽ là:

$$\Delta P = 101 \cdot \left(\frac{0,8 \cdot 3,44^{0,33}}{30} + \frac{3 \cdot 3,44^{0,66}}{30^2} + \frac{5 \cdot 3,44}{30^3} \right) = 4,87 \text{ кПа};$$

$$m_{np} = \frac{19,329 \cdot 10^6}{4,52 \cdot 10^6} \cdot 8,05 \cdot 0,1 = 3,44 \text{ кг.}$$

6. Do đó, Áp suất nổ dư khoảng cách 30 m tính từ vị trí lắp đặt ngoài trời không vượt quá 5 kPa, theo bảng. 2 [1] Việc lắp đặt bên ngoài khu vực mở cho bể chứa ethylene glycol thải không thuộc loại BN.

7. Phù hợp với đoạn văn. 7.2 và 7.3 [1] chúng tôi sẽ kiểm tra việc lắp đặt ngoài trời xem có thuộc danh mục BN không.

8. Hãy ước tính các thông số của hệ số góc chiếu xạ F_q có trong công thức (B.27) [1]:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 480}{3,14}} = 24,73 \text{ м};$$

$$F = F_{va} = 0,15 \cdot 1000 \cdot (V_f + V_{tr}) = 0,15 \cdot 1000 \cdot (3 + 0,2) = 480 \text{ м}^2;$$

$$H = 42 \cdot d \cdot \left(\frac{M}{\rho_g \cdot \sqrt{g \cdot d}} \right)^{0,61} = 42 \cdot 24,73 \cdot \left(\frac{0,04}{1,138 \cdot \sqrt{9,81 - 24,73}} \right) = 25,2 \text{ м};$$

$$M = 0,04 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1} \text{ (Bảng B.1 [1])};$$

$$\rho_{\text{B}} = \frac{28,96}{22,413 \cdot (1 + 0,00367 \cdot 37)} = 1,138 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3};$$

$$h = \frac{2 \cdot H}{d} = \frac{2 \cdot 25,2}{24,73} = 2,04;$$

$$S = \frac{2 \cdot r}{d} = \frac{2 \cdot 30}{24,73} = 2,43;$$

$$B = \frac{1 + S^2}{2 \cdot S} = \frac{1 + 2,43^2}{2 \cdot 2,43} = 1,42;$$

$$A = \frac{h^2 + S^2 + 1}{2 \cdot S} = \frac{2,04^2 + 2,43^2 + 1}{2 \cdot 2,43} = 2,28;$$

$$F_v = \frac{1}{\pi} \cdot \left[\frac{1}{S} \cdot \arctg\left(\frac{h}{\sqrt{S^2 - 1}}\right) - \frac{h}{s} \cdot \right.$$

$$\left. \cdot \left\{ \arctg\left(\frac{S-1}{S+2}\right) - \frac{A}{\sqrt{A^2 - 1}} \cdot \arctg\left(\sqrt{\frac{(A+1) \cdot (S-1)}{(A-1) \cdot (S+1)}}\right) \right\} \right] =$$

$$= \frac{1}{3,14} \cdot \left[\frac{1}{2,43} \cdot \arctg\left(\frac{2,04}{\sqrt{2,43^2 - 1}}\right) - \frac{2,04}{2,43} \cdot \left\{ \arctg\left(\sqrt{\frac{2,43 - 1}{2,43 + 1}}\right) - \right. \right.$$

$$\left. \left. - \frac{2,28}{\sqrt{2,28^2 - 1}} \cdot \arctg\left(\sqrt{\frac{(2,28 + 1) \cdot (2,43 - 1)}{2,28 - 1} \cdot (2,43 + 1)}\right) \right\} \right] = 0,3185 \cdot$$

$$\cdot [0,412 \cdot \arctg 0,921 - 0,840 \cdot \{ \arctg 0,646 - 1,113 \cdot \arctg 1,034 \}] =$$

$$= 0,3185 \cdot [0,3066 + 0,2681] = 0,1830;$$

$$F_{\text{H}} = \frac{1}{\pi} \cdot \left[\frac{B - \frac{1}{S}}{\sqrt{B^2 - 1}} \cdot \arctg\left(\sqrt{\frac{(B+1) \cdot (S-1)}{(B-1) \cdot (S+1)}}\right) - \frac{A - \frac{1}{S}}{\sqrt{A^2 - 1}} \cdot \right.$$

$$\left. \cdot \arctg\left(\sqrt{\frac{(A+1) \cdot (S-1)}{(A-1) \cdot (S+1)}}\right) \right] = \frac{1}{3,14} \cdot \arctg\left[\frac{1,42 - \frac{1}{2,43}}{\sqrt{1,42^2 - 1}}\right].$$

$$\cdot \arctg \left(\sqrt{\frac{(1,42 + 1) \cdot (2,43 - 1)}{(1,42 - 1) \cdot (2,43 + 1)}} \right) - \frac{2,28 - \frac{1}{2,43}}{\sqrt{2,28^2 - 1}} \cdot \arctg \left(\sqrt{\frac{(2,28 + 1) \cdot (2,43 - 1)}{(2,28 - 1) \cdot (2,43 + 1)}} \right) = 0,3185 \cdot [1,000 \cdot \arctg 1,550 -$$

$$- 0,912 \cdot \arctg 1,034] = 0,3185 \cdot [0,9978 - 0,7315] = 0,0848;$$

$$F_q = \sqrt{F_v^2 + F_h^2} = \sqrt{1830^2 + 0,0848^2} = 0,2017.$$

9. Xác định hệ số truyền qua khí quyển τ bằng công thức (B.34) [1]:

$$\tau = \exp [-7,0 \cdot 10^{-4} \cdot (r - 0,5 \cdot d)] = \exp [-7,0 \cdot 10^{-4} \cdot (30 - 0,5 \cdot 24,73)] = 0,9877.$$

10. Ta tính cường độ bức xạ nhiệt q trong quá trình đốt cháy chất lỏng tràn theo công thức (B.24) [1]:

$$q = E_f \cdot F_q \cdot \tau = 19 \cdot 0,2017 \cdot 0,9877 = 3,78 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2};$$

$$E_f = 19 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2} \text{ (Bảng B.1 [1] đối với dầu).}$$

11. Do đó, cường độ bức xạ nhiệt tính toán không vượt quá $4 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2}$ ở khoảng cách 30 m tính từ hệ thống lắp đặt ngoài trời, theo điều 7.3 và bảng. 2 [1] Việc lắp đặt bên ngoài bể chứa ethylene glycol thải nằm ở khu vực thoáng đảng không thuộc loại HV và thuộc loại DN.

6.4. Lắp đặt ngoài trời có bụi dễ cháy

Ví dụ 42

1. Dữ liệu ban đầu.

1.1. Phễu tiếp nhận của hệ thống hút của xưởng nghiền sản phẩm gỗ có thể tích 30 m^3 được làm bằng vải lọc, đặt dưới mái che tại khu vực thoáng đảng của xí nghiệp.

1.2. Bụi gỗ mịn (kích thước hạt nhỏ hơn 100 micron) với số lượng lên tới 5000 kg tích tụ trong hầm. Nhiệt cháy của bụi gỗ $N_t = 1,5 \cdot 10^7 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$. Kích thước hạt tối hạn của bụi gỗ lơ lửng dễ nổ là $d^* = 250 \mu\text{m}$. Nồng độ cân bằng hóa học được giả sử là $\rho_{st} = 0,25 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$. Trong thể tích bộ lọc, có thể hình thành đám mây bụi gỗ dễ nổ khi bụi bám (rơi ra khỏi thành phễu) bị khuấy động bởi luồng không khí chứa đầy bụi đi vào phễu.

1.3. Thông tin cần thiết để xác định nồng độ cân bằng hóa học của bụi bột ρ_{st} trong không khí ở điều kiện bình thường (áp suất khí quyển 101,3 kPa, nhiệt độ 20°C) có thể được xác định theo một trong ba cách:

1) chỉ thị trực tiếp giá trị: $\rho_{st} = 0,25 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$;

2) chỉ ra thông tin về công thức tổng quát của thành phần hóa học của chất, ví dụ, ở dạng $C_y H_B O_K N_A$. Trong trường hợp này, việc tính ρ_{st} được thực hiện trên cơ sở phương trình hóa học cho quá trình oxy hóa một chất nhất định với không khí thành sản phẩm phản ứng tương ứng (CO_2 , H_2O và N_2) - theo công thức

$$\rho_{st} = 0,0087 \cdot (12 \cdot U + B + 16 \cdot K + 14 \cdot A) / (U + V/4 - K/2).$$

Nếu có nguyên tử khác trong công thức tổng của chất, ví dụ S, P, Al thì phải tính thêm các sản phẩm oxy hóa SO_3 , P_2O_5 , Al_2O_3 khi tính toán;

3) kết quả đo thực nghiệm về sự hao hụt khối lượng oxy Δm_O trong buồng nơi khối lượng thử của chất thử Δm_X được đốt trong môi trường có oxy (ví dụ, trong hệ thống lắp đặt để xác định nhiệt đốt cháy của một chất theo [GOST 21261-91](#)).

Trong trường hợp này, việc tính ρ_{st} được thực hiện theo công thức

$$\rho_{st} = (\Delta m_X / \Delta m_O) \cdot M_O,$$

trong đó M_O là khối lượng oxy có trong 1 m³ không khí; cho phép lấy $M_O = 0,24 \text{ kg} \cdot \text{m}^3$.

2. Giải thích phương án thiết kế của vụ tai nạn.

Vì hệ thống lắp đặt được đề cập không chứa khí dễ cháy, chất lỏng dễ cháy có nhiệt độ chớp cháy không quá 28 °C, các chất và (hoặc) vật liệu có thể cháy khi tương tác với nước, oxy không khí và (hoặc) với nhau, điều này cài đặt không thuộc danh mục AN.

Do hệ thống lắp đặt có chứa bụi dễ cháy nên cần nghiên cứu khả năng phân loại hệ thống lắp đặt này là BN. Để làm điều này, hãy xem xét một vụ tai nạn kèm theo sự hình thành của đám mây bụi dễ cháy và tính toán áp suất dư của vụ nổ.

Tình huống khẩn cấp dẫn đến sự bốc cháy của đám mây bụi-không khí dễ cháy trong thể tích bộ lọc có liên quan đến sự xuất hiện của nguồn đánh lửa trong thể tích nhiên liệu dưới dạng:

- các hạt âm i do luồng không khí bụi mang đến;
- phóng tĩnh điện với năng lượng vượt quá năng lượng đánh lửa tối thiểu của đám mây bụi-không khí.

Tần suất xảy ra các tình huống khẩn cấp như vậy vẫn chưa được biết.

Thể tích khí treo bị cháy ở chế độ khẩn cấp trùng với thể tích của hàm $V_{av} = 30 \text{ m}^3$.

3. Do thiếu thông tin về tần suất xảy ra tình huống khẩn cấp được xem xét nên không thể đánh giá mức độ nguy cơ hỏa hoạn. Theo khoản 7.3 [1], trong trường hợp này, cho phép sử dụng các tiêu chí để phân loại hệ thống lắp đặt vào loại BN dựa trên giá trị áp suất vượt quá tính toán AP trong quá trình đốt cháy hỗn hợp bụi-không khí ở khoảng cách bằng 30 m từ lắp đặt bên ngoài.

Dưới đây là phép tính ΔR .

4. Hệ số tham gia bụi trong vụ nổ Z được tính theo công thức (A.16) [1] và là:

$$Z = 0,5 \cdot F = 0,5 \cdot 1 = 0,5$$

5. Khối lượng ước tính của bụi lơ lửng m (kg) liên quan đến việc hình thành tình trạng khẩn cấp được xác định theo công thức (B.17) [1]:

$$m = \min \left\{ \frac{m_{bz} + m_{ab}}{\rho_{ct} \cdot V_{ab} / Z} \right\}$$

Vì $m_{in} + m_{av} = 0 + 5000 = 5000 \text{ kg}$; $\rho_{st} \cdot V_{av} / Z = 0,25 \cdot 30 / 0,5 = 15 \text{ kg}$, nên lấy $m = 15 \text{ kg}$.

Để thực hiện các phép tính AR một cách đáng tin cậy, nên giải thích ý nghĩa vật lý của công thức (A.17) được sử dụng ở đây [1]. Áp suất không khí quá mức trong phòng trong quá trình đốt cháy huyền phù được giải thích là do sự giải phóng nhiệt của phản ứng oxy hóa nhiên liệu phân tán với oxy trong không khí. Do đó, tính toán cuối cùng về áp suất nổ bao gồm tổng khối lượng bụi bị đốt cháy trong đám mây bụi không khí m và đặc tính tỏa nhiệt của quá trình đốt cháy một đơn vị lượng bụi H_t . Rõ ràng là khối lượng m không thể vượt quá tổng khối lượng bụi trong đám mây này ($m_{up} + m_{aw}$), được viết ở dòng trên cùng của công thức (A.17) [1]. Nhưng khối lượng m có thể nhỏ hơn ($m_{in} + m_{av}$). Điều thứ hai xảy ra trong trường hợp đốt cháy các đám mây bụi-không khí được làm giàu bằng nhiên liệu, khi không có đủ oxy trong không khí để đốt cháy hoàn toàn bụi trong đám mây như vậy. Đối với các hỗn hợp “giàu” như vậy, khối lượng bụi cháy sẽ bị giới hạn bởi hàm lượng oxy trong đám mây và do đó không được vượt quá giá trị $\rho_{st} \cdot V_{av}$, xuất hiện ở dòng cuối cùng của công thức (A.17) [1]. Chúng ta hãy nói thêm rằng việc hiệu chỉnh ($1/Z$) cho giá trị được chỉ ra là do đặc thù của phép tính ΔP , trong đó khối lượng bụi cháy thực sự có dạng phức $m \cdot Z$.

6. Khối lượng giảm của bụi cháy m_{pr} , kg, được xác định theo công thức (B.21) [1] :

$$m_{pr} = m \cdot Z \cdot N_t / N_{t0} = 15 \cdot 0,1 \cdot 1,5 \cdot 10^7 / 4,52 \cdot 10^6 = 4,9 \text{ kg.}$$

7. Việc xác định áp suất nổ dư ΔP ở khoảng cách $r = 30$ m tính từ hệ thống lắp đặt ngoài trời được thực hiện theo công thức (B.22) [1]:

$$\Delta P = P_0 \cdot \left(\frac{0,8 \cdot m_{np}^{0,33}}{r} + \frac{3 \cdot m_{np}^{0,66}}{r^2} + \frac{5 \cdot m}{r^3} \right) =$$

$$= 101,3 \cdot (0,8 \cdot 4,9^{0,33} / 30 + 3 \cdot 4,9^{0,66} / 30^2 + 5 \cdot 4,9 / 30^3) = 5,6 \text{ kPa.}$$

8. Vì ΔP vượt quá 5 kPa, theo tiêu chí ở khoản 7.3 [1], hệ thống lắp đặt ngoài trời được đề cập phải được phân loại là BN.

Ví dụ 43

1. Dữ liệu ban đầu.

Số liệu ban đầu tương tự như ví dụ 42 với sự khác biệt là tần suất xảy ra các tình huống tai nạn đang xét trong năm đã biết: $Q = 10^{-3}$ năm⁻¹. Thông tin bổ sung: mật độ khối của bụi gỗ là $\rho_n = 300 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$, góc nghiêng của bụi gỗ là $\alpha = 45^\circ$, tốc độ đốt cháy khối lượng của bụi gỗ là $0,01 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$; mật độ không khí $\rho_{in} = 1,2 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$.

Hệ thống lắp đặt được đề cập không chứa khí dễ cháy, chất lỏng dễ cháy có điểm chớp cháy không quá 28°C , các chất và (hoặc) vật liệu có thể cháy khi tương tác với nước, oxy không khí và (hoặc) với nhau. Vì lý do này, cài đặt này không được phân loại là AN.

Có bụi dễ cháy trong quá trình lắp đặt. Vì lý do này, cần phải điều tra khả năng phân loại cài đặt này là BU. Để làm điều này, hãy xem xét một vụ tai nạn kèm theo sự hình thành của đám mây bụi dễ cháy và tính toán áp suất dư của vụ nổ.

2. Theo tính toán từ ví dụ trước, giá trị áp suất nổ dư ΔP ở khoảng cách $r = 30$ m tính từ vị trí lắp đặt ngoài trời là 5,6 kPa.

3. Xung của sóng áp suất i , Pa · s, được tính theo công thức (B.23) [1]:

$$i = 123 \cdot m_{np}^{0,66} / r = 123 \cdot 4,9^{0,66} / 30 = 11,7 \text{ Па} \cdot \text{s.}$$

4. Ta tính giá trị hàm probit Pr bằng công thức (D.1) và (D.2) [1]:

$$Pr = 5 - 0,26 \cdot \ln(V) = 5 - 7,7 = -2,7,$$

$$\text{trong đó } V = (17500 / \Delta R)^{8,4} + (290 / i)^{9,3} = (17500 / 5600)^{8,4} + (290 / 11,7)^{9,3} = 9,3 \cdot 10^{12}.$$

5. Theo bảng D.1 [1] đối với giá trị thu được của hàm probit, chúng ta xác định xác suất có điều kiện gây thương tích cho một người: $Q_d < 0,001$.

6. Nguy cơ cháy $P(a)$ (năm⁻¹) tại một điểm nhất định trên lãnh thổ (a), ở khoảng cách 30 m tính từ hệ thống lắp đặt ngoài trời, được xác định theo hệ thức (1) [1]:

$$R(a) = Q_d \cdot Q < 10^{-6} \text{ năm}^{-1}.$$

7. Vì $P(a) < 10^{-6}$ năm⁻¹, việc lắp đặt ngoài trời được đề cập không thuộc loại BN.

8. Do đó, việc lắp đặt ngoài trời được đề cập không thuộc loại AN và BN. Theo các yêu cầu của khoản 7.2 [1], chúng tôi sẽ xem xét khả năng phân loại hệ thống lắp đặt ngoài trời này thành loại HV. Chỉ có bụi dễ cháy trong hệ thống lắp đặt và câu trả lời cho câu hỏi hệ thống lắp đặt có thuộc loại HV theo tiêu chí của khoản 7.3 [1] hay không phụ thuộc vào giá trị tính toán của cường độ bức xạ nhiệt từ đám cháy gây ra. do sự bốc cháy của bụi tràn ra từ hệ thống lắp đặt ở khoảng cách $r = 30$ m tính từ hệ thống lắp đặt.

9. Theo yêu cầu của điều B.4.1, nên chọn phương án tai nạn bất lợi nhất, trong đó lượng bụi lớn nhất tham gia vào quá trình đốt cháy, tương ứng với việc lấp đầy hoàn toàn dung tích nhiên liệu, nghĩa là một thể tích bụi bằng $V_p = 30 \text{ m}^3$. Lượng bụi này khi rơi xuống đất sẽ tạo thành một vật có dạng hình nón (góc nghiêng là $\alpha = 45^\circ \text{C}$) có chiều cao H bằng bán kính đáy R .

Cân bằng thể tích của hình nón với thể tích bụi ban đầu, ta thu được:

$$(1/3) \cdot \pi \cdot R^2 \cdot H = V_p,$$

$$\text{từ đó suy ra: } H = R = (3 \cdot V_p / \pi)^{1/3} = (3 \cdot 30 / 3.14)^{1/3} = 3 \text{ m.}$$

10. Theo công thức (B.24) [1], cường độ bức xạ nhiệt q , $\text{kW} \cdot \text{m}^{-2}$, trong quá trình đốt cháy vật liệu rắn được tính theo công thức

$$q = E_f \cdot F_q \cdot \tau,$$

trong đó E_f là mật độ bức xạ nhiệt trung bình bề mặt của ngọn lửa, $\text{kW} \cdot \text{m}^{-2}$; F_q - hệ số góc chiếu xạ; τ là hệ số truyền qua khí quyển.

Theo ghi chú trên bảng. B.1 cho phép lấy $E_f = 40 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2}$.

Từ những xem xét chung, có thể suy ra rằng độ lớn của hệ số góc của bức xạ tuân theo hệ thức

$$F_q \leq S_{\max} / r_{\min}^2,$$

trong đó $S_{\max}$ là diện tích chiếu tối đa có thể có của vật thể có dạng ngọn lửa xung quanh vật thể đang cháy; $r_{\min}$ - khoảng cách tối thiểu từ ngọn lửa đến một điểm nằm ở khoảng cách $r = 30$ m tính từ hệ thống lắp đặt ngoài trời.

Theo B.5.1 [1], khi cháy một lớp bụi gỗ mỏng hình trụ, nằm trên bề mặt trái đất và có đường kính $d = 2R = 6$ m thì hình dạng của ngọn lửa có thể được biểu diễn dưới dạng hình trụ có đáy bằng đường kính và chiều cao H bằng

$$H = 42 \cdot d \cdot [M / (\rho_{\text{in}} \cdot g^{0.5} \cdot d^{0.5})]^{0.61} = 42 \cdot 6 \cdot [0,01 / 1,2 \cdot 9,8^{0.5} \cdot 6^{0.5}] = 3,84 \text{ m.}$$

Vì hình dạng của bụi tràn là hình nón có chiều cao nhỏ hơn (3 m), với một giới hạn an toàn vừa đủ, chúng ta sẽ ước chừng hình dạng của ngọn lửa bằng một hình trụ thẳng đứng có đường kính 6 m và chiều cao bằng tổng của chiều cao của hình trụ và chiều cao ngọn lửa thu được trước đó, nghĩa là 6,84 m.

Đối với ngọn lửa có hình dạng đang xét $S_{\max} = \pi \cdot R^2$; $r_{\text{trong}} = r - R$. Như vậy,

$$F_q \leq 3,14 \cdot 3^2 / (30 - 3)^2 = 0,04.$$

Theo công thức (B.34) [1]

$$\tau = \exp [-7 \cdot 10^{-4} \cdot (r - R)] = \exp [-7 \cdot 10^{-4} \cdot (30 - 3)] = 0,98.$$

Tổng hợp kết quả ước lượng ta thu được: $q \leq 40 \cdot 0,04 \cdot 0,98 = 1,6 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2}$.

11. Vì $q < 4 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2}$, theo tiêu chí ở khoản 7.3 [1], hệ thống lắp đặt ngoài trời được đề cập không thuộc loại HV.

12. Theo yêu cầu của khoản 7.2 [1], chúng tôi sẽ xem xét khả năng phân loại hệ thống lắp đặt ngoài trời này vào loại GN. Do hệ thống lắp đặt không chứa các chất và vật liệu không cháy ở trạng thái nóng, nóng và (hoặc) nóng chảy, nên quá trình xử lý chúng đi kèm với việc giải phóng nhiệt bức xạ, tia lửa và (hoặc) ngọn lửa và cũng không có chất dễ cháy khí, chất lỏng và (hoặc) chất rắn hiện diện, được đốt cháy hoặc xử lý làm nhiên liệu, hệ thống lắp đặt này không thuộc danh mục GN.

13. Do hệ thống lắp đặt ngoài trời được đề cập không thuộc các loại AN, BN, VN và GN nên hệ thống lắp đặt này phù hợp với các yêu cầu của khoản 7.2 [1] và bảng. 2 nên được phân loại là DN.

6.5. Lắp đặt ngoài trời với chất lỏng dễ cháy

Ví dụ 44

1. Dữ liệu ban đầu.

1.1. Lắp đặt ngoài trời. Mở khu vực chứa dầu công nghiệp I-5A trong thùng kim loại. Thể tích chất lỏng trong 40 thùng $V_f = 7,2 \text{ m}^3$. Trang web không có hàng rào.

1.2. Dầu công nghiệp I-5A là chất lỏng dễ cháy. Điểm chớp cháy $t_{fsp} > 118^{\circ}\text{C}$. Mật độ của chất lỏng ở $t_1 = 20^{\circ}\text{C}$ bằng $\rho_1 = 888 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$. Nhiệt độ không khí tối đa tuyệt đối ở khu vực này (Vladimir) [3] là $t_p = 37^{\circ}\text{C}$.

2. Giải thích phương án thiết kế của vụ tai nạn.

Khi tính cường độ bức xạ nhiệt trong quá trình đốt thùng kim loại bằng dầu công nghiệp I-5A, giả định rằng nó tràn từ thùng lên một mặt phẳng nằm ngang và cháy trên bề mặt vết tràn. Diện tích tràn chất lỏng $F = 1080 \text{ m}^2$.

3. Phù hợp với đoạn văn. 7.2 và 7.3 [1] chúng tôi sẽ kiểm tra việc lắp đặt ngoài trời xem có thuộc loại HV hay không.

4. Đánh giá các thông số của hệ số góc chiếu xạ F_q có trong công thức (B.27) [1]:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1080}{3,14}} = 37,1 \text{ m};$$

$$H = 42 \cdot d \cdot \left(\frac{M}{\rho_B \cdot \sqrt{g \cdot d}} \right)^{0,61} = 42 \cdot 37,1 \cdot \left(\frac{0,04}{1,138} \cdot \sqrt{9,81 \cdot 37,1} \right)^{0,61} = 33,4 \text{ m};$$

$$M = 0,04 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1} \text{ (Bảng B.1 [1])};$$

$$\rho_B = \frac{28,96}{22,413(1 + 0,00367 \cdot 37)} = 1,138 \text{ кг} \cdot \text{м}^3;$$

$$h = \frac{2 \cdot H}{d} = \frac{2 \cdot 33,4}{37,1} = 1,80;$$

$$S = \frac{2 \cdot r}{d} = \frac{2 \cdot 30}{37,1} = 1,62$$

$$B = \frac{1 + S^2}{2 \cdot S} = \frac{1 + 1,62^2}{2 \cdot 1,62} = 1,12;$$

$$A = \frac{h^2 + S^2 + 1}{2 \cdot S} = \frac{1,8^2 + 1,62^2 + 1}{2 \cdot 1,62} = 2,12;$$

$$F_v = \frac{1}{\pi} \cdot \left[\frac{1}{S} \cdot \arctg \left(\frac{h}{\sqrt{S^2 - 1}} \right) - \frac{h}{S} \cdot \right.$$

$$\left. \cdot \left\{ \arctg \left(\sqrt{\frac{S-1}{S+1}} \right) - \frac{A}{\sqrt{A^2 - 1}} \cdot \arctg \left(\sqrt{\frac{(A+1) \cdot (S-1)}{(A-1) \cdot (S+1)}} \right) \right\} \right] =$$

$$= \frac{1}{3,14} \cdot \left[\frac{1}{1,62} \cdot \arctg \left(\frac{1,8}{\sqrt{1,62^2 - 1}} \right) - \frac{1,8}{1,62} \cdot \left\{ \arctg \left(\frac{1,62 - 1}{\sqrt{1,62 + 1}} \right) - \right.$$

$$- \frac{2,12}{\sqrt{2,12^2 - 1}} \cdot \arctg \left(\sqrt{\frac{(2,12 + 1) \cdot (1,62 - 1)}{(2,12 - 1) - (1,62 + 1)}} \right) \Bigg] = 0,3185 \cdot$$

$$\cdot [0,617 \cdot \arctg 1,412 - 1,111 \cdot \{ \arctg 0,486 - 1,134 \cdot \arctg 0,812 \}] =$$

$$= 0,3185 \cdot [0,5890 + 0,3193] = 0,2893;$$

$$F_{\text{H}} = \frac{1}{\pi} \cdot \left[\frac{B - \frac{1}{S}}{\sqrt{B^2 - 1}} \cdot \arctg \left(\sqrt{\frac{(B + 1) \cdot (S - 1)}{(B - 1) \cdot (S + 1)}} \right) - \frac{A - \frac{1}{S}}{\sqrt{A^2 - 1}} \cdot$$

$$\cdot \arctg \left(\sqrt{\frac{(A + 1) \cdot (S - 1)}{(A - 1) \cdot (S + 1)}} \right) \Bigg] = \frac{1}{3,14} \cdot \arctg \left[\frac{1,12 - \frac{1}{1,62}}{\sqrt{1,12^2 - 1}} \cdot$$

$$\cdot \arctg \left(\sqrt{\frac{(1,12 + 1) \cdot (1,62 - 1)}{(1,12 - 1) \cdot (1,62 + 1)}} \right) - \frac{2,12 - \frac{1}{1,62}}{\sqrt{2,12^2 - 1}} \cdot$$

$$\cdot \arctg \left(\sqrt{\frac{(2,12 + 1) \cdot (1,62 - 1)}{(2,12 - 1) \cdot (1,62 + 1)}} \right) \Bigg] = 0,3185 \cdot [0,997 \cdot \arctg 2,045 -$$

$$- 0,804 \cdot \arctan 0,812] = 3,185 \cdot [1,1126 - 0,5483] = 0,1797;$$

$$F_{\text{q}} = \sqrt{F_{\text{v}}^2 + F_{\text{H}}^2} = \sqrt{0,2893^2 + 0,1797^2} = 0,3406.$$

5. Xác định hệ số truyền qua khí quyển τ bằng công thức (B.34) [1]:

$$\tau = \exp [-7,0 \cdot 10^{-4} \cdot (r - 0,5 \cdot d)] = \exp [-7,0 \cdot 10^{-4} \cdot (30 - 0,5 \cdot 37,1)] = 0,9920.$$

6. Ta tính cường độ bức xạ nhiệt q trong quá trình đốt cháy chất lỏng tràn theo công thức (B.24) [1]:

$$q = E_{\text{f}} \cdot F_{\text{q}} \cdot \tau = 13 \cdot 0,3406 \cdot 0,9920 = 4,39 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2};$$

$$E_{\text{f}} = 13 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2} \text{ (Bảng B.1 [1] đối với dầu)}.$$

7. Do đó, cường độ bức xạ nhiệt tính toán vượt quá $4 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2}$ ở khoảng cách 30 m tính từ hệ thống lắp đặt ngoài trời, theo điều 7.3 và bảng. 2 [1] Lắp đặt ngoài trời khu chứa dầu công nghiệp trong thùng kim loại thuộc hạng mục VN.

Ví dụ 45

1. Dữ liệu ban đầu.

1.1. Lắp đặt ngoài trời. Máy biến áp đặt ở khu vực thoáng đãng. Thể tích dầu biến áp trong máy biến áp là $V_{\text{f}} = 1,0 \text{ m}^3$. Một chảo dầu có thể tích $V_{\text{m}} = 1,2 \text{ m}^3$ được đặt dưới máy biến áp. Diện tích pallet $F = 20 \text{ m}^2$.

1.2. Dầu máy biến áp là chất lỏng dễ cháy. Điểm chớp cháy $t_{fsp} > 135^{\circ}\text{C}$. Mật độ chất lỏng $\rho_1 = 880 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$. Nhiệt độ không khí tối đa tuyệt đối ở khu vực này (Rostov-on-Don) [3] là $t_p = 40^{\circ}\text{C}$.

2. Giải thích phương án thiết kế của vụ tai nạn.

Khi tính cường độ bức xạ nhiệt trong quá trình đốt máy biến áp bằng dầu máy biến áp, lượng dầu máy biến áp tràn vào chảo dầu và cháy trên bề mặt chất lỏng trong chảo dầu có diện tích $F = 20 \text{ m}^2$ là giả định.

3. Phù hợp với đoạn văn. 7.2 và 7.3 [1] chúng tôi sẽ kiểm tra việc lắp đặt ngoài trời xem có thuộc loại HV hay không.

4. Đánh giá các thông số của hệ số góc chiếu xạ F_q có trong công thức (B.27) [1]:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 20}{3,14}} = 5,05 \text{ m};$$

$$H = 42 \cdot 5,05 \cdot \left(\frac{0,04}{1,127 - \sqrt{9,81 \cdot 5,05}} \right)^{0,61} = 8,4 \text{ m};$$

$$M = 0,04 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1} \text{ (Bảng B.1 [1])};$$

$$\rho_{\text{e}} = \frac{28,96}{22,413 \cdot (1 + 0,00367 \cdot 40)} = 1,127 \text{ kg} \cdot \text{m}^3;$$

$$h = \frac{2 \cdot 8,4}{5,05} = 3,33;$$

$$S = \frac{2 \cdot 30}{5,05} = 11,88;$$

$$B = \frac{1 + 11,88^2}{2 \cdot 11,88^2} = 5,98;$$

$$A = \frac{3,33^2 + 11,88^2 + 1}{2 \cdot 11,88} = 6,45;$$

$$F_v = \frac{1}{3,14} \cdot \left[\frac{1}{11,88} \cdot \arctg \left(\frac{3,33}{\sqrt{11,88^2 - 1}} \right) - \frac{3,33}{11,88} \cdot \left\{ \arctg \left(\sqrt{\frac{11,88 - 1}{11,88 + 1}} \right) - \right. \right. \\ \left. \left. - \frac{6,45}{\sqrt{6,45^2 - 1}} \cdot \arctg \left(\sqrt{\frac{(6,45 + 1) \cdot (11,88 - 1)}{6,45 - 1 \cdot (11,88 + 1)}} \right) \right\} \right] = 0,3185 \cdot$$

$$\cdot [0,084 \cdot \arctg 0,281 - 0,280 \cdot \{ \arctg 0,919 - 1,012 \cdot \arctg 1,074 \}] =$$

$$= 0,3185 \cdot [0,0230 + 0,0246] = 0,0152;$$

$$F_H = 0,3185 \cdot \left[\frac{5,98 - \frac{1}{11,88}}{\sqrt{5,98^2 - 1}} \cdot \operatorname{arctg} \left(\sqrt{\frac{(5,98 + 1) \cdot (11,88 - 1)}{(5,98 - 1) \cdot (11,88 + 1)}} \right) - \right. \\ \left. - \frac{6,45 - \frac{1}{11,88}}{\sqrt{6,45^2 - 1}} \cdot \operatorname{arctg} \left(\sqrt{\frac{(6,45 + 1) \cdot (11,88 - 1)}{(6,45 - 1) \cdot (11,88 + 1)}} \right) \right] = 0,3185 \cdot$$

$$\cdot [1,000 \cdot \operatorname{arctg} 1,088 - 0,999 \cdot \operatorname{arctg} 1,074] = 3,185 \cdot [0,8275 - 0,8202] = 0,002325;$$

$$F_q = \sqrt{0,0152^2 + 0,002325^2} = 0,0154.$$

5. Xác định hệ số truyền qua khí quyển τ bằng công thức (B.34) [1]:

$$\tau = \text{kinh nghiệm} [-7,0 \cdot 10^{-4} \cdot (30 - 0,5 \cdot 5,05)] = 0,9810.$$

6. Ta tính cường độ bức xạ nhiệt q trong quá trình đốt cháy chất lỏng tràn theo công thức (B.24) [1]:

$$q = E_f \cdot F_q \cdot \tau = 25 \cdot 0,054 \cdot 0,9810 = 0,38 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2};$$

$$E_f = 25 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2} \text{ (Bảng B.1 [1] đối với dầu).}$$

7. Do đó, cường độ bức xạ nhiệt tính toán không vượt quá $4 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2}$ ở khoảng cách 30 m tính từ hệ thống lắp đặt ngoài trời, theo điều 7.3 và bảng. 2 [1] Lắp đặt ngoài trời máy biến áp có dầu máy biến áp đặt ở khu vực hở không thuộc loại HV và thuộc loại DN.

6.6. Lắp đặt ngoài trời với các chất và vật liệu rắn dễ cháy

Ví dụ 46

1. Dữ liệu ban đầu.

1.1. Lắp đặt ngoài trời. Kho chứa gỗ thành từng đồng ở khu vực thoáng đãng. Diện tích kho chứa gỗ (bố trí) $F = 1000 \text{ m}^2$.

1.2. Gỗ xẻ là vật liệu dễ cháy. Tỷ lệ đốt cháy khối lượng riêng của gỗ là $M = 0,04 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$.

¹. Nhiệt độ không khí tối đa tuyệt đối ở khu vực này (Arkhangelsk) [3] là $t_p = 34 \text{ }^\circ\text{C}$.

2. Giải thích phương án thiết kế của vụ tai nạn.

Khi tính toán cường độ bức xạ nhiệt trong quá trình đốt gỗ trong kho, giả sử đốt cháy trên diện tích đặt chúng $F = 1000 \text{ m}^2$.

3. Phù hợp với đoạn văn. 7.2 và 7.3 [1] chúng tôi sẽ kiểm tra việc lắp đặt ngoài trời xem có thuộc loại HV hay không.

4. Đánh giá các thông số của hệ số góc chiếu xạ F_q có trong công thức (B.27) [1]:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 1000}{3,14}} = 35,7 \text{ m};$$

$$H = 42 \cdot 35,7 \cdot \left(\frac{0,004}{1,1488 \cdot \sqrt{9,81 \cdot 35,7}} \right)^{0,61} = 32,4 \text{ m};$$

$$\rho_{\text{в}} = \frac{28,96}{22,413 \cdot (1 + 0,00367 \cdot 34)} = 1,1488 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3},$$

$$h = \frac{2 \cdot 32,4}{35,7} = 1,82;$$

$$S = \frac{2 \cdot 30}{35,7} = 1,68;$$

$$B = \frac{1 + 1,68^2}{2 \cdot 1,68^2} = 1,14;$$

$$A = \frac{1,82^2 + 1,68^2 + 1}{2 \cdot 1,68} = 2,12;$$

$$F_v = 0,3185 \cdot \left[\frac{1}{1,68} \cdot \arctg \left(\frac{1,82}{\sqrt{1,68^2 - 1}} \right) - \frac{1,82}{1,68} \cdot \left\{ \arctg \left(\sqrt{\frac{1,68 - 1}{1,68 + 1}} \right) - \right. \right. \\ \left. \left. - \frac{2,12}{\sqrt{2,12^2 - 1}} \cdot \arctg \left(\sqrt{\frac{(2,12 + 1) \cdot (1,68 - 1)}{(2,12 - 1) \cdot (1,68 + 1)}} \right) \right\} \right] = 0,3185 \cdot$$

$$\cdot [0,595 \cdot \arctg 1,348 - 1,083 \cdot \{ \arctg 0,504 - 1,134 \cdot \arctg 0,841 \}] =$$

$$= 0,3185 \cdot [0,5549 + 0,3532] = 0,2892;$$

$$F_{\text{н}} = 0,3185 \cdot \left[\frac{1,14 - \frac{1}{1,68}}{\sqrt{1,14^2 - 1}} \cdot \arctg \left(\sqrt{\frac{(1,14 + 1) \cdot (1,68 - 1)}{(1,14 - 1) \cdot (1,68 + 1)}} \right) - \right. \\ \left. - \frac{2,12 - \frac{1}{1,68}}{\sqrt{2,12^2 - 1}} \cdot \arctg \left(\sqrt{\frac{(2,12 + 1) \cdot (1,68 - 1)}{(2,12 - 1) \cdot (1,68 + 1)}} \right) \right] = 0,3185 \cdot$$

$$\cdot [0,995 \cdot \arctg 1,969 - 0,816 \cdot \arctg 0,841] = 0,3185 \cdot [1,0954 - 0,5706] = 0,1671;$$

$$F_q = \sqrt{F_v^2 + F_{\text{н}}^2} = \sqrt{0,28922^2 + 0,1671^2} = 0,3340.$$

5. Xác định hệ số truyền qua khí quyển τ bằng công thức (B.34) [1]:

$$\tau = \text{kinh nghiệm} [-7,0 \cdot 10^{-4} \cdot (30 - 0,5 \cdot 35,7)] = 0,9915.$$

6. Ta tính cường độ bức xạ nhiệt q trong quá trình cháy của vật liệu rắn dễ cháy theo công thức (B.24) [1]:

$$q = E_f \cdot F_q \cdot \tau = 40 \cdot 0,3340 \cdot 0,9915 = 13,25 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2};$$

$$E_f = 40 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2} \text{ (Chú thích Bảng B.1 [1])}.$$

7. Do đó, cường độ bức xạ nhiệt tính toán vượt quá $4 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2}$ ở khoảng cách 30 m tính từ hệ thống lắp đặt ngoài trời, theo điều 7.3 và bảng. 2 [1] Lắp đặt bên ngoài kho chứa gỗ ở khu vực trồng thuộc hạng mục VN.

Ví dụ 47

1. Dữ liệu ban đầu.

1.1. Lắp đặt ngoài trời. Khu vực lưu trữ mở cho pallet nhựa. Diện tích kho (đặt) pallet nhựa $F = 200 \text{ m}^2$.

1.2. Nhựa là một vật liệu polymer dễ cháy. Tốc độ đốt cháy khối lượng riêng của nhựa $M = 0,04 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$. Nhiệt độ không khí tối đa tuyệt đối ở khu vực này (St. Petersburg) [3] là $t_p = 33 \text{ }^\circ\text{C}$.

2. Giải thích phương án thiết kế của vụ tai nạn.

Khi tính toán cường độ bức xạ nhiệt khi đốt pallet nhựa trong kho, quá trình đốt cháy được coi là xảy ra trên diện tích đặt chúng $F = 200 \text{ m}^2$.

3. Phù hợp với đoạn văn. 7.2 và 7.3 [1] chúng tôi sẽ kiểm tra việc lắp đặt ngoài trời xem có thuộc loại HV hay không.

4. Đánh giá các thông số của hệ số góc chiếu xạ F_q có trong công thức (B.27) [1]:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 200}{3,14}} = 16 \text{ m};$$

$$H = 42 \cdot 16 \cdot \left(\frac{0,04}{1,1525 \cdot \sqrt{9,81 \cdot 16}} \right)^{0,61} = 18,5 \text{ m};$$

$$\rho_{\Sigma} = \frac{28,96}{22,413 \cdot (1 + 0,00367 \cdot 33)} = 1,1525 \text{ кг} \cdot \text{m}^{-3};$$

$$h = \frac{2 \cdot 18,5}{16} = 2,31;$$

$$S = \frac{2 \cdot 30}{16} = 3,75;$$

$$B = \frac{1 + 3,75^2}{2 \cdot 3,75} = 2,01;$$

$$A = \frac{2,31^2 + 3,75^2 + 1}{2 \cdot 3,75} = 2,72;$$

$$F_v = 0,3185 \cdot \left[\frac{1}{3,75} \cdot \arctg \left(\frac{2,31}{\sqrt{3,75^2 - 1}} \right) - \frac{2,31}{3,75} \cdot \left\{ \arctg \left(\sqrt{\frac{3,75 - 1}{3,75 + 1}} \right) - \right. \right.$$

$$-\frac{2,72}{\sqrt{2,72^2 - 1}} \cdot \arctg \left(\sqrt{\frac{(2,72 + 1) \cdot (3,75 - 1)}{(2,72 - 1) \cdot (2,72 + 1)}} \right) \Bigg] = 0,3185 \cdot$$

$$\cdot [0,267 \cdot \arctg 0,639 - 0,616 \cdot \{ \arctg 0,761 - 1,075 \cdot \arctg 1,264 \}] =$$

$$= 0,3185 \cdot [0,1518 + 0,3186] = 0,1498;$$

$$F_{\text{H}} = 0,3185 \cdot \left[\frac{2,01 - \frac{1}{3,75}}{\sqrt{2,01^2 - 1}} \cdot \arctg \left(\sqrt{\frac{(2,01 + 1) \cdot (3,75 - 1)}{(2,01 - 1) \cdot (3,75 + 1)}} \right) - \right.$$

$$\left. - \frac{2,72 - \frac{1}{3,75}}{\sqrt{(2,72^2 - 1)}} \cdot \arctg \left(\sqrt{\frac{(2,72 + 1) \cdot (3,75 - 1)}{(2,72 - 1) \cdot (3,75 + 1)}} \right) \right] = 0,3185 \cdot$$

$$\cdot [1,000 \cdot \arctg 1,314 - 0,970 \cdot \arctg 1,119] = 0,3185 \cdot [0,9203 - 0,8162] = 0,0332;$$

$$F_q = \sqrt{1498^2 + 0,0332^2} = 0,1534.$$

5. Xác định hệ số truyền qua khí quyển τ bằng công thức (B.34) [1]:

$$\tau = \text{kinh nghiệm} [-7,0 \cdot 10^{-4} \cdot (30 - 0,5 \cdot 16)] = 0,9847.$$

6. Ta tính cường độ bức xạ nhiệt q trong quá trình cháy của vật liệu rắn dễ cháy theo công thức (B.24) [1]:

$$q = E_f \cdot E_q \cdot \tau = 40 \cdot 0,1534 \cdot 0,9847 = 6,04 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2};$$

$$E_f = 40 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2} \text{ (Chú thích Bảng B.1 [1])}.$$

7. Do đó, cường độ bức xạ nhiệt tính toán vượt quá $4 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2}$ ở khoảng cách 30 m tính từ hệ thống lắp đặt ngoài trời, theo điều 7.3 và bảng. 2 [1] Việc lắp đặt khu vực kho mở cho pallet nhựa ngoài trời được phân loại là BẠN.

Ví dụ 48

1. Dữ liệu ban đầu và căn cứ cho phương án thiết kế vụ tai nạn tương tự như ví dụ 47. Diện tích bố trí pallet nhựa $F = 50 \text{ m}^2$.

2. Hãy đánh giá các thông số của hệ số góc chiếu xạ F_q có trong công thức (B.27) [1]:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 50}{3,14}} = 8 \text{ m};$$

$$H = 42 \cdot 8 \cdot \left(\frac{0,04}{1,1525 \cdot \sqrt{9,81 \cdot 8}} \right)^{0,61} = 11,4 \text{ m};$$

$$h = \frac{2 \cdot 11,4}{8} = 2,85;$$

$$S = \frac{2 \cdot 30}{8} = 7,50;$$

$$B = \frac{1 + 7,5^2}{2 \cdot 7,5} = 3,82;$$

$$A = \frac{2,85^2 + 7,5^2 + 1}{2 \cdot 7,5} = 4,36$$

$$F_v = 0,3185 \cdot \left[\frac{1}{7,5} \cdot \arctg \left(\frac{2,85}{\sqrt{7,5^2 - 1}} \right) - \frac{2,85}{7,5} \cdot \left\{ \arctg \left(\sqrt{\frac{7,5 - 1}{7,5 + 1}} \right) - \right. \right. \\ \left. \left. - \frac{4,36}{\sqrt{4,36^2 - 1}} \cdot \arctg \left(\sqrt{\frac{(4,36 + 1) \cdot (7,5 - 1)}{(4,36 - 1) \cdot (7,5 + 1)}} \right) \right\} \right] = 0,3185 \cdot$$

$$\cdot [0,133 \cdot \arctg 0,383 - 0,380 \cdot \{ \arctg 0,874 - 1,027 \cdot \arctg 1,104 \}] = \\ = 0,3185 \cdot [0,0486 + 0,0528] = 0,0323;$$

$$F_h = 0,3185 \cdot \left[\frac{3,822 - \frac{1}{7,5}}{\sqrt{3,82^2 - 1}} \cdot \arctg \left(\sqrt{\frac{(3,82 + 1) \cdot (7,5 - 1)}{(3,82 - 1) \cdot (7,5 + 1)}} \right) - \right. \\ \left. - \frac{4,36 - \frac{1}{7,5}}{\sqrt{4,36^2 - 1}} \cdot \arctg \left(\sqrt{\frac{(4,36 + 1) \cdot (7,5 - 1)}{(4,36 - 1) \cdot (7,5 + 1)}} \right) \right] = 0,3185 \cdot$$

$$\cdot [1,000 \cdot \arctg 1,143 - 0,996 \cdot \arctg 1,104] = 0,3185 - [0,8520 - 0,8314] = 0,0066;$$

$$F_q = \sqrt{0,0323^2 + 0,0066^2} = 0,033.$$

3. Xác định hệ số truyền qua khí quyển τ bằng công thức (B.34) [1]:

$$\tau = \text{kinh nghiệm} [-7,0 \cdot 10^{-4} \cdot (30 - 0,5 \cdot 8)] = 0,9820.$$

4. Ta tính cường độ bức xạ nhiệt q trong quá trình cháy của vật liệu rắn dễ cháy theo công thức (B.24) [1]:

$$q = E_f \cdot F_q \cdot \tau = 40 \cdot 0,033 \cdot 0,9820 = 1,3 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2};$$

$$E_f = 40 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2} \text{ (Chú thích Bảng B.1 [1])}.$$

5. Do đó, cường độ bức xạ nhiệt tính toán không vượt quá $4 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2}$ ở khoảng cách 30 m tính từ hệ thống lắp đặt ngoài trời, theo điều 7.3 và bảng. 2 [1] Lắp đặt ngoài trời khu vực kho mở cho pallet nhựa thuộc hạng DN.

PHỤ LỤC 1

Giá trị chỉ báo nguy cơ cháy của một số chất riêng lẻ

KHÔNG.	Chất	Công thức hóa học	Khối lượng phân tử, kg · kmol ⁻¹	Điểm chớp cháy, °C	Nhiệt độ tự bốc cháy, °C	Các hằng số của phương trình Antoine			Phạm vi nhiệt độ của các giá trị của hằng số phương trình Antoine, °C	Giới hạn nồng độ dưới của sự lan truyền ngọn lửa, C _{LEL} , % (thể tích)	Đặc điểm của chất	Nhiệt cháy, kJ · kg ⁻¹
						M _{OT}	B	C _a				
1	Amyl axetat	C ₇ H ₁₄ O ₂	130.196	+43	+290	6.29350	1579.510	221.365	25 147	1,08	LVZH	29879
2	amylen	C ₅ H ₁₀	70.134	18	+273	5.91048	1014.294	229.783	-60 100	1,49	LVZH	45017
3	rượu n-amyl	C ₃ H ₁₂ O	88.149	+48	+300	6.3073	1287.625	161.330	74 157	1,46	LVZH	38385
4	Amoniac	NH ₃	17.03	-	+650	-	-	-	-	15,0	GG	18585
5	Anilin	C ₆ H ₇ N	93.128	+73	+617	6.04622	1457.02	176.195	35 184	1.3	GJ	32386
6	Acetaldehyde	C ₂ H ₄ O	44.053	-40	+172	6.31653	1093.537	233.413	-80 20	4.12	LVZH	27071
7	Axetylen	C ₂ H ₂	26.038	-	+335	-	-	-	-	2,5	GG (VV)	49965
8	Aceton	C ₃ H ₆ O	58,08	-18	+535	6.37551	1281.721	237.088	-15 ÷ 93	2.7	LVZH	31360
9	Rượu benzyl	C ₇ H ₈ O	108,15	+90	+415	-	-	-	-	1.3	GJ	-
10	Benzen	C ₆ H ₆	78.113	-11	+560	5.61391 6.10906	902.275 1252.776	178.099 225.178	-20 6 -7 80	1,43	LVZH	40576
11	1,3-Butadien	C ₄ H ₆	54.091	-	+430	-	-	-	-	2.0	GG	44573
12	n-Butan	C ₄ H ₁₀	58.123	-69	+405	6.00525	968.098	242.555	-130 0	1.8	GG	45713
13	1-Buten	C ₄ H ₈	56.107	-	+384	-	-	-	-	1.6	GG	45317
14	2-Buten	C ₄ H ₈	56.107	-	+324	-	-	-	-	1.8	GG	45574
15	i-Butyl axetat	C ₆ H ₁₂ O ₂	116,16	+29	+330	6.25205	1430.418	210.745	59 126	1,35	LVZH	28280
16	giây-Butyl axetat	C ₆ H ₁₂ O ₂	116,16	+19	+410	-	-	-	-	1.4	LVZH	28202
17	rượu n-butyl	C ₄ H ₁₀ O	74.122	+35	+340	8.72232	2664.684	279.638	-1 126	1.8	LVZH	36805
18	Vinyl clorua	C ₂ H ₃ Cl	62.499	-	+470	6.0161	905.008	239.475	-65 -> -13	3.6	GG	18496
19	Hydro	H ₂	2.016	-	+510	-	-	-	-	4.12	GG	119841
20	n-Hexadscan	C ₆ H ₁₄	226,44	+128	+207	5.91242	1656.405	136.869	105 287	0,47	GJ (DVT)	44312
21	n-Hexan	C ₆ H ₁₄	86.177	-23	+233	5.99517	1166.274	223.661	-54 69	1,24	LVZH	45105
22	rượu n-hexyl	C ₆ H ₁₄ O	102,17	+60	+285	6.17894 7.23663	1293.831 1872.743	152.631 202.666	52 157 60 108	1.2	LVZH	39587
23	Heptan	C ₇ H ₁₆	100.203	-4	+223	6.07647	1295.405	219.819	60 98	1,07	LVZH	44919
24	hydrazin	N ₂ H ₄	32.045	+38	+132	7.99805	2266.447	266.316	84 12	4,7	LVZH (BB)	14644
25	Glyxerin	C ₃ H ₈ O ₃	92,1	+198	+400	8.177393	3074.220	214.712	141 263	2.6	GJ	16102
26	Decan	C ₁₀ H ₂₂	142,28	+47	+230	6.52023	1809.975	227.700	17 174	0,7	LVZH	44602

27	Divinyl ete	C ₄ H ₆ O	70,1	-30	+360	-	-	-	-	1.7	LVZH	32610
28	N,N-Dimethylformamit	C ₃ H ₇ NO	73,1	+53	+440	6.15939	1482.985	204.342	25 153	2,35	LVZH	-
29	1,4-Dioxan	C ₄ H ₈ O ₂	88,1	+11	+375	6.64091	1632.425	250.725	12 101	2.0	LVZH	-
30	1,2-Dicloetan	C ₂ H ₄ Cl ₂	98,96	+9	+413	6.78615	1640.179	259.715	-24 83	6.2	LVZH	10873
31	Dietylamin	C ₄ H ₁₁ N	73,14	-14	+310	6.34794	1267.557	236.329	-33 59	1,78	LVZH	34876
32	Dietyl ete	C ₄ H ₁₀ O	74,12	-41	+180	6.12270	1098.945	232.372	-60 35	1.7	LVZH	34147
33	n-Dodecan	C ₁₂ H ₂₆	170.337	+77	+202	7.29574	2463.739	253.884	48 214	0,63	GJ	44470
34	Isobutan	C ₄ H ₁₀	58.123	-76	+462	5.95318	916.054	243.783	-159 12	1,81	GG	45578
35	Isobutylen	C ₄ H ₈	56,11	-	+465	-	-	-	-	1,78	GG	45928
36	Ruçu isobutyl	C ₄ H ₁₀ O	74,12	+28	+390	7.83005	2058.392	245.642	-9 -> 116	1.8	LVZH	36743
37	Isopentan	C ₅ H ₁₂	72,15	-52	+432	5.91799	1022.551	233.493	-83 28	1,36	LVZH	45239
38	Isopropylbenzen	C ₉ H ₁₂	120,20	+37	+424	6.06756	1461.643	207,56	2,9 152,4	0,88	LVZH	46663
39	Ruçu isopropyl	C ₃ H ₈ O	60,09	+14	+430	7.51055	1733.00	232.380	-26 148	2,23	LVZH	34139
40	m-Xylene	C ₈ H ₁₀	106,17	+28	+530	6.13329	1461.925	215.073	-20 220	1.1	LVZH	52829
41	o-Xylene	C ₈ H ₁₀	106,17	+31	+460	6.28893	1575.114	223.579	-3,8 144,4	1.0	LVZH	41217
42	p-Xylene	C ₈ H ₁₀	106,17	+26	+528	6.25485	1537.082	223.608	-8,1 138,3	1.1	LVZH	41207
43	Mêtan	CH ₄	16.04	-	+537	5.68923	380.224	264.804	-182 -> -162	5,28	GG	50000
44	Ruçu metyl	CH ₄ O	32.04	+6	+440	7.3527	1660.454	245.818	-10 90	6,98	LVZH	23839
45	Xeton metylpropyl	C ₅ H ₁₀ O	86.133	+6	+452	6.98913	1870.4	273,2	-17 103	1,49	LVZH	33879
46	Metyl etyl xeton	C ₄ H ₈ O	72.107	-6	-	7.02453	1292.791	232.340	-48 80	1,90	LVZH	-
47	Naphtalen	C ₁₀ H ₈	128,06	+80	+520	9.67944 6.7978	3123.337 2206.690	243.569 245.127	0 80 80 159	0,9	DVT	39435
48	n-nonan	C ₉ H ₂₀	128.257	+31	+205	6.17776	1510.695	211.502	2 150	0,78	LVZH	44684
49	caçbon monoxit	CO	28.01	-	+605	-	-	-	-	12,5	GG	10104
50	Oxit ethylene	C ₂ H ₄ O	44.05	-18	+430	-	-	-	-	3.2	GG (VV)	27696
51	n-octan	C ₈ H ₁₈	114.230	+14	+215	6.09396	1379.556	211.896	-14 126	0,9	LVZH	44787
52	n-Pentadecan	C ₁₅ H ₃₂	212,42	+115	+203	6.0673	1739.084	157.545	92 270	0,5	GJ	44342
53	n-Pentane	C ₅ H ₁₂	72.150	-44	+286	5.97208	1062.555	231.805	-50 36	1,47	LVZH	45350
54	γ -Picoline	C ₆ H ₇ N	93.128	+39	+578	6.44382	1632.315	224.787	70 145	1.4	LVZH	36702
55	pyridin	C ₅ H ₅ N	79,10	+20	+530	5.91684	1217.730	196.342	-19 116	1.8	LVZH	35676
56	Propane	C ₃ H ₈	44.096	-96	+470	5.95547	813.864	248.116	-189 -> -42	2.3	GG	46353
57	Propylen	C ₃ H ₆	42.080	-	+455	5.94852	786.532	247.243	-107,3 -> -47,1	2.4	GG	45604

58	rrou n-propyl	C ₃ H ₈ O	60,09	+23	+371	7.44201	1751.981	225.125	0 97	2.3	LVZH	34405
59	Hydro sunfua	H ₂ S	34.076	-	+246	-	-	-	-	4.3	GG	-
60	Cacbon disulfua	CS ₂	76,14	-43	+102	6.12537	1202.471	245.616	-15 80	1.0	LVZH	14020
61	Styren	C ₈ H ₈	104,14	+30	+490	7.06542	2113.057	272.986	-7 -> 146	1.1	LVZH	43888
62	Tetrahydrofuran	C ₄ H ₈ O	72,1	-20	+250	6.12008	1202,29	226.254	23 100	1.8	LVZH	34730
63	n-Tetradecan	C ₁₄ H ₃₀	198,39	+103	+201	6.40007	1950.497	190.513	76 254	0,5	GJ	44377
64	toluen	C ₇ H ₈	92.140	+7	+535	6.0507	1328.171	217.713	-26,7 110,6	1,27	LVZH	40936
65	n-Tridecan	C ₁₃ H ₂₈	184,36	+90	+204	7.09388	2468.910	250.310	59 236	0,58	GJ	44424
66	2,2,4-Trimetyl pentan	C ₈ H ₁₈	114.230	-4	+411	5.93682	1257,84	220.735	-60 175	1.0	LVZH	44647
67	Axit axetic	C ₂ H ₄ O ₂	60,05	+40	+465	7.10337	1906,53	255.973	-17 118	4.0	LVZH	13097
68	n-Undecane	C ₁₁ H ₂₄	156,31	+62	+205	6.80501	2102.959	242.574	31 197	0,6	GJ	44527
69	Formaldehyde	CH ₂ O	30.03	-	+430	5.40973	607.399	197.626	-19 60	7,0	GG	19007
70	Phthalic anhydrit	C ₈ H ₁₀ O ₃	148,1	+153	+580	7.12439	2879.067	277.501	134 285	1,7 (15 g · m ⁻³)	DVT	-
71	Clorobenzen	C ₆ H ₅ Cl	112,56	+29	+637	6.38605	1607.316	235.351	-35 132	1.4	LVZH	27315
72	Cloetan	C ₂ H ₅ Cl	64,51	-50	+510	6.11140	1030.007	238.612	56 12	3,8	GG	19392
73	Cyclohexan	C ₆ H ₁₂	84,16	-17	+259	5.96991	1203.526	222.863	6,5 200	1.3	LVZH	43833
74	Êtan	C ₂ H ₆	30.069	-	+515	-	-	-	-	2.9	GG	52413
75	Etyl axetat	C ₄ H ₈ O ₂	88.10	-3	+446	6.22672	1244.951	217.881	15 75,8	2.0	LVZH	23587
76	Etylbenzen	C ₈ H ₁₀	106,16	+20	+431	6.35879	1590.660	229.581	-9,8 -> 136,2	1.0	LVZH	41323
77	Etylen	C ₂ H ₄	28.05	-	+435	-	-	-	-	2.7	GG	46988
78	Ethylene glycol	C ₂ H ₆ O ₂	62.068	+111	+412	8.13754	2753.183	252.009	53 198	4,29	GJ	19329
79	Ethanol	C ₂ H ₆ O ₂	46,07	+13	+400	7.81158	1918.508	252.125	-31 78	3.6	LVZH	30562
80	etyl xenlosol	C ₄ H ₁₀ O ₂	90,1	+40	+235	7.86626	2392,56	273,15	20 135	1.8	LVZH	26382

PHỤ LỤC 2

Chỉ tiêu nguy hiểm cháy đối với một số hỗn hợp và sản phẩm kỹ thuật

KHÔNG.	Sản phẩm (GOST, TU), thành phần hỗn hợp, % (wt.)	công thức tóm tắt	Khối lượng mol, kg · kmol ⁻¹	Điểm chớp cháy, °C	Nhiệt độ tự bốc cháy, °C	Các hằng số của phương trình Antoine			Phạm vi nhiệt độ của các giá trị của hằng số phương trình Antoine, °C	Giới hạn nồng độ dưới của sự lan truyền ngọn lửa C _{LEL} , % (thể tích)	Đặc điểm của chất	Nhiệt cháy, kJ · kg ⁻¹
						MỘT	TRONG	S _a				
1	Xăng hàng không B-70 (GOST 1012-72)	C _{7.267} H _{14.796}	102,2	-34	+300	7.54424	2629,65	384.195	-40 100	0,79	LVZH	44094
2	Xăng A-72 (mùa đông) (GOST 2084-67)	C _{6.991} H _{13.108}	97,2	-36	-	4.19500	682.876	222.066	-60 85	1,08	LVZH	44239
3	Xăng AI-93 (mùa hè) (GOST 2084-67)	C _{7.024} H _{13.706}	98,2	-36	-	4.12311	664.976	221.695	-60 95	1,06	LVZH	43641
4	Xăng AI-93 (mùa đông) (GOST 2084-67)	C _{6.911} H _{12.168}	95,3	-37	-	4.26511	695.019	223.220	-60 90	1.1	LVZH	43641
5	Nhiên liệu diesel "3" (ĐIỂM 305-73)	C _{12.343} H _{23.889}	172,3	> +35	+225	5.07818	1255,73	199.523	40 210	0,61	LVZH	43590
6	Nhiên liệu diesel "L" (ĐIỂM 305-73)	C _{14.511} H _{29.120}	203,6	> +40	+210	5.00109	1314.04	192.473	60 240	0,52	LVZH	43419
7	Đèn dầu hỏa KO-20 (GOST 4753-68)	C _{13.595} H _{26.860}	191,7	> +40	+227	4.82177	1211,73	194.677	40 240	0,55	LVZH	43692
8	Đèn dầu hỏa KO-22 (GOST 4753-68)	C _{10.914} H _{21.832}	153,1	> +40	+245	5.59599	1394,72	204.260	40 190	0,64	LVZH	43692

9	Đèn dầu hỏa KO-25 (GOST 4753-68)	$C_{11,054} H_{2,1752}$	154,7	> +40	+236	5.12496	1223,85	203.341	40 190	0,66	LVZH	43692
10	Xylene (hỗn hợp các chất đồng phân) (GOST 9410-60)	$C_8 H_{10}$	106,17	+29	+490	6.17972	1478,16	220.535	0 50	1.1	LVZH	43154
11	Tinh thần trắng (GOST 3134-52)	$C_{10,5} H_{21,0}$	147,3	> +33	+250	7.13623	2218.3	273,15	20 80	0,7	LVZH	43966
12	Dầu biến thể (GOST 10121-62)	$C_{21,74} H_{42,28} S_{0,04}$	303,9	> +13 5	+270	6 88412	2524.17	174.010	164 343	0,29	GJ	43111
13	Dầu AMT- 300 (TU 38-1G- 68)	$C_{22,25} H_{33,48} S_{0,34} N_{0,07}$	312,9	> +17 0	+290	6.12439	2240.001	167,85	170 376	0,2	GJ	42257
14	Dầu AMT- 300 T (TU 38101243- 72)	$C_{19,04} H_{24,58} S_{0,196} N_{0,04}$	260,3	> +18 9	+334	5.62020	2023,77	164,09	171 396	0,2	GJ	41778
15	Dung môi R- 4 (n-butyl axetat - 12, toluen - 62, axeton - 26)	$C_{5,452} H_{7,606} O_{0,535}$	81,7	-7	+550	6.29685	1373.667	242.828	-15 100	1,65	LVZH	40936
16	Dung môi R- 4 (xylene - 15, toluene - 70, axeton - 15)	$C_{6,231} H_{7,798} C_{0,223}$	86,3	-4	-	6.27853	1415.199	244.752	-15 100	1,38	LVZH	43154
17	Dung môi R- 5 (n-butyl axetat - 30, xylene - 40, axeton - 30)	$C_{5,309} H_{8,655} O_{0,897}$	86,8	-9	-	6.30343	1378.851	245.039	-15 100	1 <7	LVZH	43154

18	Dung môi R-12 (n-butyl axetat - 30, xylene - 10, toluene-60)	$C_{6,837} H_{9,217} O_{0,515}$	99,6	+10	-	6.17297	1403.079	221,483	0 100	1,26	LVZH	43154
19	Dung môi M (n-butyl axetat - 30, etyl axetat - 5, rượu etylic - 60, rượu isobutyl - 5)	$C_{2,761} H_{7,147} O_{1,187}$	59,36	+6	+397	8.05697	2083.566	267.735	0 50	2,79	LVZH	36743
20	Dung môi RML (TUKU 467-56) (toluene - 10, rượu etylic - 64, rượu n-butyl - 10, etyl cellosolve - 16)	$C_{2,645} H_{6,810} O_{1,038}$	55,24	+10	+374	8.69654	2487.728	290.920	0 50	2,85	LVZH	40936
21	Dung môi RML-218 (MRTU 6-10-729-68) (n-butyl axetat - 9, xylene - 21,5, toluen - 21,5, rượu etylic-16, rượu n-butyl - 3, etyl cellosolve - 13, etyl axetat - 16)	$C_{4,791} H_{8,318} O_{0,974}$	81,51	+4	+399	7.20244	1761.043	251.546	0 50	1,72	LVZH	43154
22	Dung môi RML-315 (TU 6-10-	$C_{5,962} H_{9,779} O_{0,845}$	94,99	+16	+367	6.83653	1699.687	241,00	0 50	1,25	LVZH	43154

	1013-70) (n-butyl axetat - 18, xylene - 25, toluene - 25, n-butyl Alcohol-15, etyl cellosolve - 17)											
23	Tinh thần trắng (GOST 3134-52)	$C_{10,5} H_{21,0}$	147,3	> +33	+250	7.13623	2218.3	273,15	20 80	0,7	LVZH	43966

Giá trị nhiệt trị thấp hơn của các chất và vật liệu rắn dễ cháy

Chất và vật liệu	Nhiệt trị thấp hơn, MJ · kg ⁻¹ 
Giấy:	
nổi lông	13:40
sách, tạp chí	13:40
sách trên kệ gỗ	13:40
Gỗ (khối, $W = 14\%$)	13:80
Gỗ (đồ nội thất trong nhà ở và hành chính, $W = 8-10\%$)	13:80
Canxi (chip)	15:80
nhựa thông	30:40
màng triaxetat	18h80
Capron	31.09
Sản phẩm cacbolit	26:90
SKS cao su	43,89
Cao su tự nhiên	44,73
Cao su cloropren	27,99
Thuốc nhuộm mỡ 5C	33,18
Thuốc nhuộm 9-78F p/e	20,67
Thuốc nhuộm phthalocyanothene 4 "Z" M	13,76
Lederin (già da)	17,76
Linkrust polyvinyl clorua	17.08
Vải sơn:	
dầu	20,97
polyvinyl clorua	14:31
polyvinyl clorua hai lớp	17.91
polyvinyl clorua dựa trên ni	16,57
polyvinyl clorua trên vải	20,29
Linopor	19,71
Magie	25.10
Mipora	17h40
Natri kim loại	10,88
Thủy tinh hữu cơ	27,67
Polystyrene	39:00
Cao su	33,52
Textolite	20:90
Than bùn	16h60
Bột polyurethane	24h30
Sợi xơ	13:80
Sợi xơ trong kiện 40×40×40 cm	13:80
Polyetylen	47,14
Polypropylen	45,67
Kiện bông $\rho = 190 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$	16:75
Bông lông lèo	15h70
Cây lanh nổi lông	15h70
Bông + nylon (3:1)	16h20

Giá trị mật độ tối hạn của thông lượng bức xạ tới

Nguyên vật liệu	$q_{cr}, \text{ kW} \cdot \text{ m}^{-2}$
Gỗ (độ ẩm thông 12%)	13,9
Ván dăm có mật độ $417 \text{ kg} \cdot \text{ m}^{-3}$	8,3
than bùn than bánh	13,2
Than bùn sần	9,8
Sợi bông	7,5
Tấm ép	15,4
Sợi thủy tinh	15,3
thủy tinh	17,4
Cao su	14,8
Than	35,0
Tấm lợp cuộn	17,4
Các tông màu xám	10,8
Giấy nhiều lớp trang trí, GOST 9590-76	19,0
Giấy dán trang trí, TU 400-1-18-64	24,0
Metalplast, TU 14-1-4003-85	24,0
Metalplast, TU 14-1-4210-86	27,0
Gạch sợi gỗ, GOST 8904-81	13,0
Gạch ván dăm, GOST 10632-77	12,0
Gạch ván dăm có lớp hoàn thiện Polyplen, GOST 21-29-94-81	12,0
Gạch sợi gỗ được sơn và phủ vecni để giống với các loại gỗ có giá trị, GOST 8904-81	12,0
Gạch sợi gỗ được sơn và phủ vecni để giống với các loại gỗ có giá trị, TU 400-1-199-80	16,0
Chất liệu giả da bọc vinyl có khả năng chống cháy giảm, TU 17-21-488-84	30,0
Da vinyl, TU 17-21-473-84	32,0
Da nhân tạo “Teza”, TU 17-21-488-84	17,9
Da nhân tạo “VIK-TR”, TU 17-21-256-78	20,0
Da nhân tạo “VIK-T” trên vải 4LH, TU 17-21-328-80	20,0
Sợi thủy tinh trên cơ sở polyester, TU 6-55-15-88	14,0
Lớp phủ sơn và vecni RHO, TU 400-1-120-85	25,0
Giấy dán tường PVC có thể giặt được trên nền giấy, TU 21-29-11-72	12,0
Vải sơn PVC một lớp, GOST 14632-79	10,0
Vải sơn kiềm, GOST 19247-73	10,0
Vải sơn PVC nhãn hiệu TTN-2, TU 21-29-5-69	12,0
Vải sơn PVC trên nền vải, TU 21-29-107-83	12,0
Cuộn vải sơn trên nền vải	12,0
Vải sơn PVC, TU 480-1-237-86:	
sử dụng vải, TU 17-14-148-81	7,2
sử dụng vải, TU 17-RSFSR-18-17-003-83	6,0
dựa trên "Netkol"	9,0
Đường ray thanh len nguyên chất, TU 17-Tajik SSR-463-84	9,0
Trải thảm, khâu, OST 17-50-83, nghệ thuật. 5867	22,0
Thảm cuộn sần “Vorsolon”, TU 21-29-12-72	5,0
Thảm phủ kim đục lỗ "Mistra-1", TU 17-Estonian SSR-266-80	6,0

Thảm phủ kim đục lỗ "Mistra-2", TU 17-Estonian SSR-266-80	5.0
Thảm trải kim đục lỗ "Avistra"	12.0
Thảm phủ kim đục lỗ "Vestra", TU 17-Estonian SSR-551-86	5.0
Thảm trải sàn loại A, TU 21-29-35 nghệ thuật. 10505	4.0
Cỏ khô, rơm rạ (có độ ẩm tối thiểu lên tới 8%)	7,0
Chất lỏng dễ cháy, dễ cháy và ít cháy ở nhiệt độ tự bốc cháy, °C: 300	12.1
350	15,5
400	19.9
500 trở lên	28,0

Tài liệu tham khảo

1. [SP 12.13130.2009](#) . Xác định các loại cơ sở, tòa nhà và công trình lắp đặt ngoài trời dựa trên nguy cơ cháy nổ. M.: VNIIPO, 2009. 27 tr. Thay đổi số [1](#) thành SP 12.13130.2009, được phê duyệt theo lệnh của Bộ Tình trạng khẩn cấp Nga ngày 09/12/2010 số [643](#) và có hiệu lực vào ngày 01/02/2011.
 2. Tính nguy hiểm cháy, nổ của chất, vật liệu và phương tiện chữa cháy: Tài liệu tham khảo. ed.: trong 2 cuốn sách. / *MQT. Baratov* [và những người khác]. M.: Khimiya, 1990. 496 trang, 384 trang.
 3. [SNIIP 23-01-99](#) *. Khí hậu xây dựng. M.: Công ty cổ phần "TsPP", 2010. 70 tr.
 4. *Monakhov V.P.* Các phương pháp nghiên cứu tính nguy hiểm cháy của các chất. M.: Hóa học, 1980.
 5. [SP 7.13130.2013](#) . Suối ẩm, thông gió và điều hòa không khí. Yêu cầu về an toàn cháy nổ. M.: VNIIPO, 2009. 29 tr.
 6. [Quy tắc lắp đặt điện](#) . tái bản lần thứ 7. M.: Omega-L, 2009. 268 tr.
 7. Phương pháp xác định giá trị ước tính rủi ro hỏa hoạn tại cơ sở sản xuất, được phê duyệt theo Lệnh của Bộ Tình trạng khẩn cấp Nga ngày 10 tháng 7 năm 2009 số [404](#) . M.: VNIIPO, 2009. 76 tr.
- (Những thay đổi về phương pháp luận đã được phê duyệt theo lệnh của Bộ Tình trạng khẩn cấp Nga ngày 14 tháng 12 năm 2010 số 649).

MỤC LỤC

- [1. Quy định chung](#)
- [2. Quy trình xác định và phương pháp đơn giản tính toán các thông số nguy hiểm cháy, nổ của khí cháy](#)
- [3. Quy trình xác định và phương pháp đơn giản tính toán các thông số nguy hiểm cháy, nổ của chất lỏng dễ cháy, dễ cháy](#)
- [4. Quy trình xác định và phương pháp đơn giản tính toán các thông số nguy hiểm cháy, nổ của bụi dễ cháy](#)
- [5. Ví dụ điển hình về tính toán loại mặt bằng, nhà có nguy cơ cháy nổ](#)
 - [5.1. Phòng có khí dễ cháy](#)
 - [5.2. Phòng có chất lỏng dễ cháy](#)
 - [5.3. Phòng có chất lỏng dễ cháy và dễ cháy](#)
 - [5.4. Phòng có bụi dễ cháy](#)
 - [5.5. Phòng có chất lỏng dễ cháy](#)
 - [5.6. Cơ sở có chất và vật liệu rắn dễ cháy](#)
 - [5.7. Khu vực chứa khí dễ cháy, chất lỏng dễ cháy, chất lỏng dễ cháy, bụi, chất rắn và vật liệu](#)
- [5.8. Ví dụ về tính toán cấp công trình nguy hiểm cháy nổ](#)
 - [5.8.1. Tòa nhà loại A](#)
 - [5.8.2. Tòa nhà loại B](#)
 - [5.8.3. Tòa nhà loại B](#)
 - [5.8.4. Tòa nhà loại G](#)
 - [5.8.5. Tòa nhà loại D](#)
- [6. Ví dụ điển hình về tính toán các loại công trình lắp đặt ngoài trời có nguy cơ cháy](#)
 - [6.1. Lắp đặt ngoài trời với khí dễ cháy](#)
 - [6.2. Lắp đặt ngoài trời với chất lỏng dễ cháy](#)
 - [6.3. Lắp đặt ngoài trời với chất lỏng dễ cháy được làm nóng](#)
 - [6.4. Lắp đặt ngoài trời có bụi dễ cháy](#)
 - [6.5. Lắp đặt ngoài trời với chất lỏng dễ cháy](#)
 - [6.6. Lắp đặt ngoài trời với các chất và vật liệu rắn dễ cháy](#)
- [Phụ lục 1. Giá trị chỉ tiêu nguy hiểm cháy của một số chất riêng lẻ](#)
- [Phụ lục 2. Giá trị chỉ tiêu nguy hiểm cháy đối với một số hỗn hợp và sản phẩm kỹ thuật](#)
- [Phụ lục 3. Giá trị nhiệt trị dưới của các chất, vật liệu rắn dễ cháy](#)
- [Phụ lục 4. Giá trị mật độ tối hạn của thông lượng bức xạ tới](#)
- [Tham khảo.](#)