

**TCVN**

**TIÊU CHUẨN QUỐC GIA**

**TCVN 7161-15 : 2024**

**ISO 14520-15 : 2015**

Xuất bản lần 1

**HỆ THỐNG CHỮA CHÁY BẰNG KHÍ - TÍNH CHẤT VẬT LÝ VÀ  
THIẾT KẾ HỆ THỐNG - PHẦN 15: KHÍ CHỮA CHÁY IG-541**

*Gaseous fire-extinguishing systems - Physical properties and system design -*

*Part 15: IG-541 extinguishant*

HÀ NỘI – 2024

**MỤC LỤC**

Lời nói đầu..... 4

1 Phạm vi áp dụng ..... 5

2 Tài liệu viện dẫn ..... 5

3 Thuật ngữ và định nghĩa ..... 5

4 Đặc tính và sử dụng ..... 5

5 An toàn cho người..... 9

6 Thiết kế hệ thống..... 10

7 Đặc tính môi trường ..... 11

**Lời nói đầu**

TCVN 7161-15:2024 hoàn toàn tương đương với ISO 14520-15:2015.

TCVN 7161-15:2024 do Cục Cảnh sát phòng cháy, chữa cháy và cứu nạn, cứu hộ biên soạn, Bộ Công an đề nghị, Ủy ban Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng Quốc gia thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

TCVN 7161 (ISO 14520) Hệ thống chữa cháy bằng khí - Tính chất vật lý và thiết kế hệ thống bao gồm các phần sau:

TCVN 7161-1:2022 (ISO 14520-1:2015) - Phần 1: Yêu cầu chung.

TCVN 7161-5:2021 (ISO 14520-5:2020) - Phần 5: Khí chữa cháy FK-5-1-12.

TCVN 7161-9:2024 (ISO 14520-9:2019) - Phần 9: Khí chữa cháy HFC 227 ea.

TCVN 7161-13:2024 (ISO 14520-13:2015) – Phần 13: Khí chữa cháy IG-100.

TCVN 7161-14:2024 (ISO 14520-14:2015) – Phần 14: Khí chữa cháy IG-55.

TCVN 7161-15:2024 (ISO 14520-15:2015) – Phần 15: Khí chữa cháy IG-541.

ISO 14520 Gaseous fire-extinguishing systems - Physical properties and system design còn có các phần sau:

- Part 8: HFC 125 extinguishant;
- Part 10: HFC 23 extinguishant;
- Part 11: HFC 235fa extinguishant;
- Part 12: IG-01 extinguishant.

## Hệ thống chữa cháy bằng khí – Tính chất vật lý và thiết kế hệ thống – Phần 15: Khí chữa cháy IG-541

*Gaseous fire-extinguishing systems - Physical properties and system design - Part 15: IG-541 extinguishant*

### 1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định các yêu cầu riêng cho khí chữa cháy IG-541 dùng trong các hệ thống chữa cháy bằng khí. Tiêu chuẩn này bao gồm các nội dung chi tiết về tính chất vật lý, đặc tính kỹ thuật, sử dụng an toàn và áp dụng cho các hệ thống làm việc tại các áp suất danh nghĩa 150 bar, 200 bar và 300 bar tại 15 °C. Tiêu chuẩn này cũng có thể áp dụng cho các hệ thống tại các điều kiện áp suất khác.

### 2 Tài liệu viện dẫn

Tài liệu viện dẫn sau đây là cần thiết cho việc áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với tài liệu viện dẫn ghi năm công bố thì áp dụng bản được nêu. Đối với tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất, bao gồm cả các bản sửa đổi (nếu có).

TCVN 7161-1:2022 (ISO 14520-1:2015), Hệ thống chữa cháy bằng khí - Tính chất vật lý và thiết kế hệ thống - Phần 1: Yêu cầu chung.

### 3 Thuật ngữ và định nghĩa

Tiêu chuẩn này áp dụng các thuật ngữ và định nghĩa nêu trong TCVN 7161-1 (ISO 14520-1).

### 4 Đặc tính kỹ thuật và sử dụng

#### 4.1 Quy định chung

IG-541 là khí không màu, không mùi, không dẫn điện, có tỷ trọng xấp xỉ bằng không khí.

IG-541 là một hỗn hợp khí trơ bao gồm 52% nitơ, 40% Argon và 8% Carbon dioxide. Đặc tính kỹ thuật hỗn hợp cho IG-541 (dựa trên 8% carbon dioxide với dung sai ± 5%) như sau:

- Carbon dioxide: Tỷ lệ phần trăm 7,6 % đến 8,4 %;
- Argon: Tỷ lệ phần trăm 37,2 % đến 42,8 %;
- Nitơ: Tỷ lệ phần trăm 48,8 % đến 55,2 %.

Đặc tính kỹ thuật của IG-541 nêu trong Bảng 1, tính chất vật lý được nêu trong Bảng 2.

IG-541 dập tắt đám cháy chủ yếu bằng cách giảm nồng độ oxy trong không khí của khu vực được bảo vệ

**Bảng 1 – Đặc tính kỹ thuật của IG-541**

Tính chất	Argon	Nitơ	Carbon dioxide
Độ tinh khiết	không nhỏ hơn 99,997 % theo thể tích	không nhỏ hơn 99,99 % theo thể tích	không nhỏ hơn 99,5 % theo thể tích

**Bảng 1 - Đặc tính kỹ thuật của IG-541 (kết thúc)**

Hàm lượng nước	không lớn hơn $4 \times 10^{-6}$ theo khối lượng	không lớn hơn $5 \times 10^{-6}$ theo khối lượng	không lớn hơn $10 \times 10^{-6}$ theo khối lượng
Oxy	không lớn hơn $3 \times 10^{-6}$ theo khối lượng	không lớn hơn $3 \times 10^{-6}$ theo khối lượng	không lớn hơn $10 \times 10^{-6}$ theo khối lượng
CHÚ THÍCH: Chỉ đưa ra các tạp chất chính. Các tạp chất khác có thể bao gồm hydrocarbons, CO, NO, NO <sub>2</sub> . Hầu hết $<20 \times 10^{-6}$ .			

**Bảng 2 - Tính chất vật lý của IG-541**

Tính chất	Đơn vị	Giá trị
Khối lượng phân tử	—	34,0
Điểm sôi tại 1,013 bar (tuyệt đối)	°C	-196
Điểm đông đặc	°C	-78,5
Nhiệt độ tới hạn	°C	—
Áp suất tới hạn	bar abs	—
Thể tích tới hạn	cm <sup>3</sup> /mol	—
Khối lượng riêng tới hạn	kg/m <sup>3</sup>	—
Áp suất hóa hơi tại 20 °C	bar abs	152
Khối lượng riêng chất lỏng tại 20 °C	kg/m <sup>3</sup>	—
Khối lượng riêng bay hơi bão hòa tại 20 °C	kg/m <sup>3</sup>	—
Thể tích riêng của hơi quá nhiệt tại 1,013 bar và 20 °C	m <sup>3</sup> /kg	0,706
Thành phần	N <sub>2</sub> 52 % theo thể tích Ar 40 % theo thể tích CO <sub>2</sub> 8 % theo thể tích	
Tên hóa học	Nito/argon/carbon dioxide	

#### 4.2 Sử dụng các hệ thống IG-541

Các hệ thống chữa cháy theo thể tích bằng khí IG-541 có thể sử dụng để dập tắt các đám cháy thuộc tất cả các loại chất cháy trong phạm vi quy định tại Điều 4, TCVN 7161-1.

Các yêu cầu về thể tích chất chữa cháy trên một đơn vị thể tích của không gian được bảo vệ nêu tại Bảng 3 đối với các nồng độ thiết kế khác nhau. Các yêu cầu này dựa trên các phương pháp được trình bày tại Điều 7.6 TCVN 7161-1.

Các nồng độ dập tắt, nồng độ thiết kế đối với heptan và các mối nguy hiểm bề mặt loại A được nêu trong Bảng 4, đối với các nhiên liệu khác được nêu trong Bảng 5, nồng độ khí trơ được nêu trong Bảng 6.

**Bảng 3 - Lượng chất chữa cháy IG-541**

Nhiệt độ T	Thể tích riêng của hơi S	Yêu cầu về thể tích IG-541 trên một đơn vị thể tích của không gian được bảo vệ, V/V (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )							
		Nồng độ thiết kế (theo thể tích)							
°C	m <sup>3</sup> /kg	34%	38%	42%	46%	50%	54%	58%	62%
-40	0,5624	0,521	0,600	0,684	0,773	0,870	0,975	1,089	1,214
-35	0,5743	0,511	0,587	0,669	0,757	0,852	0,954	1,066	1,189
-30	0,5863	0,500	0,575	0,656	0,742	0,834	0,935	1,044	1,165
-25	0,5982	0,490	0,564	0,643	0,727	0,818	0,916	1,023	1,142
-20	0,6102	0,481	0,553	0,630	0,713	0,802	0,898	1,003	1,119
-15	0,6221	0,471	0,542	0,618	0,699	0,786	0,881	0,984	1,098
-10	0,6341	0,463	0,532	0,606	0,686	0,772	0,864	0,966	1,077

Bảng 3 - Tổng lượng khí chữa cháy IG-541 (tiếp theo)

Nhiệt độ T	Thể tích riêng của hơi S	Yêu cầu về thể tích IG-541 trên một đơn vị thể tích của không gian được bảo vệ. V/V (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )							
		Nồng độ thiết kế (theo thể tích)							
°C	m <sup>3</sup> /kg	34%	38%	42%	46%	50%	54%	58%	62%
-5	0,6460	0,454	0,522	0,595	0,673	0,757	0,848	0,948	1,057
0	0,6580	0,446	0,513	0,584	0,661	0,744	0,833	0,931	1,038
5	0,6699	0,438	0,504	0,574	0,649	0,730	0,818	0,914	1,019
10	0,6819	0,430	0,495	0,564	0,638	0,717	0,804	0,898	1,001
15	0,6938	0,423	0,486	0,554	0,627	0,705	0,790	0,882	0,984
20	0,7058	0,416	0,478	0,545	0,616	0,693	0,777	0,868	0,968
25	0,7177	0,409	0,470	0,536	0,606	0,682	0,764	0,853	0,951
30	0,7297	0,402	0,462	0,527	0,596	0,670	0,751	0,839	0,936
35	0,7416	0,395	0,455	0,518	0,586	0,660	0,739	0,826	0,921
40	0,7536	0,389	0,448	0,510	0,577	0,649	0,727	0,812	0,906
45	0,7655	0,383	0,441	0,502	0,568	0,639	0,716	0,800	0,892
50	0,7775	0,377	0,434	0,494	0,559	0,629	0,705	0,787	0,878
55	0,7894	0,371	0,427	0,487	0,551	0,620	0,694	0,776	0,865
60	0,8014	0,366	0,421	0,480	0,543	0,610	0,684	0,764	0,852
65	0,8133	0,361	0,415	0,473	0,535	0,601	0,674	0,753	0,840
70	0,8253	0,355	0,409	0,466	0,527	0,593	0,664	0,742	0,827
75	0,8372	0,350	0,403	0,459	0,519	0,584	0,655	0,731	0,816
80	0,8492	0,345	0,397	0,453	0,512	0,576	0,645	0,721	0,804
85	0,8611	0,341	0,392	0,446	0,505	0,568	0,636	0,711	0,793
90	0,8731	0,336	0,386	0,440	0,498	0,560	0,628	0,701	0,782
95	0,8850	0,331	0,381	0,434	0,491	0,553	0,619	0,692	0,772
100	0,8970	0,327	0,376	0,429	0,485	0,545	0,611	0,683	0,761

CHÚ THÍCH: Thông tin này chỉ áp dụng cho khí IG-541 và không dùng cho bất kỳ chất khí khác bao gồm argon, nitơ hay carbon dioxide.

Trong đó:

V/V là yêu cầu về thể tích của khí chữa cháy (m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>); nghĩa là lượng Q<sub>R</sub> (m<sup>3</sup>) của khí được yêu cầu tại nhiệt độ chuẩn 20 °C và áp suất 1,013 bar trên mét khối của thể tích được bảo vệ để tạo ra nồng độ yêu cầu tại nhiệt độ quy định:

$$Q_R = m \cdot S_R$$

Trong đó:

S<sub>R</sub> là thể tích riêng chuẩn (m<sup>3</sup>/kg); nghĩa là thể tích riêng của hơi tại nhiệt độ nạp chuẩn, đối với hơi quá nhiệt IG-541 tại áp suất 1,013 bar có thể được xác định gần đúng theo công thức:

$$S_R = k_1 + k_2 \cdot T_R$$

Trong đó: k<sub>1</sub> = 0,65799; k<sub>2</sub> = 0,00239; T<sub>R</sub> là nhiệt độ chuẩn (°C); nghĩa là nhiệt độ nạp (20 °C trong bảng)

**Bảng 3 - Tổng lượng khí chữa cháy IG-541 (kết thúc)**

$m = \frac{V}{S} \cdot \ln \left( \frac{100}{100 - c} \right)$
<p>V là thể tích của khu vực nguy hiểm (m<sup>3</sup>); nghĩa là thể tích được bao che trừ đi thể tích các cấu kiện cố định không thấm khí chữa cháy.</p> <p>T là nhiệt độ (°C); nghĩa là nhiệt độ thiết kế trong khu vực được bảo vệ;</p> <p>S là thể tích riêng (m<sup>3</sup>/kg); thể tích riêng của hơi quá nhiệt IG-541 ở áp suất 1,013 bar có thể được xác định gần đúng theo công thức:</p> $S = k_1 + k_2 \cdot T$ <p>Trong đó: c là nồng độ (%); nghĩa là nồng độ theo thể tích của IG-541 trong không khí tại nhiệt độ xác định và áp suất tuyệt đối 1,013 bar.</p>

**Bảng 4 - Nồng độ dập tắt và nồng độ thiết kế của IG-541**

Chất cháy	Nồng độ dập tắt % theo thể tích	Nồng độ thiết kế nhỏ nhất % theo thể tích
<b>Loại B</b>		
Heptan (chén nung)	33,8	43,9
Heptan (thử trong phòng)	29,6	
<b>Bề mặt loại A</b>		
Củi gỗ	28,2	
Polymethyl methacrylate (PMMA)	30,7	39,9
Polypropylen (PP)	30,6	
Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS)	30,7	
<b>Khu vực nguy hiểm cao hơn loại A</b>	Chú thích 4	41,7

CHÚ THÍCH 1. Các giá trị nồng độ dập tắt đối với các chất cháy loại B và bề mặt loại A được xác định bằng thử nghiệm theo Phụ lục B và Phụ lục C, TCVN 7161-1

CHÚ THÍCH 2. Nồng độ thiết kế nhỏ nhất đối với chất cháy loại B là giá trị cao hơn của nồng độ dập tắt chất cháy heptan theo phép thử chén nung hoặc nồng độ dập tắt chất cháy heptan theo phép thử trong phòng nhân với hệ số 1,3.

CHÚ THÍCH 3. Nồng độ thiết kế nhỏ nhất đối với chất cháy bề mặt loại A là giá trị cao nhất của các nồng độ dập tắt theo các phép thử trên củi gỗ, PMMA, PP hoặc ABS và nhân với hệ số 1,3. Trong trường hợp không có bất cứ giá trị nào trong bốn giá trị nồng độ dập tắt nêu trên thì nồng độ thiết kế nhỏ nhất phải là giá trị đối với chất cháy cho khu vực nguy hiểm cao hơn chất cháy loại A.

CHÚ THÍCH 4. Nồng độ thiết kế nhỏ nhất cho các chất cháy khu vực nguy hiểm cao hơn loại A phải là nồng độ cao hơn của nồng độ thiết kế nhỏ nhất của chất cháy bề mặt loại A hoặc 95% nồng độ thiết kế nhỏ nhất của chất cháy loại B.

CHÚ THÍCH 5. Tham khảo Điều 7.5.1.3, TCVN 7161-1 đối với các hướng dẫn về các chất cháy loại A.

CHÚ THÍCH 6. Nồng độ dập tắt và nồng độ thiết kế đối với các đám cháy thử trong phòng chỉ là các nồng độ tham khảo. Các nồng độ dập tắt thấp hơn và cao hơn các nồng độ đối với các đám cháy thử trong phòng có thể đạt được và được phép sử dụng khi được xác nhận các báo cáo thử nghiệm từ các phòng thí nghiệm đã được công nhận.

**Bảng 5 — Nồng độ dập tắt và nồng độ thiết kế của IG-541 cho các chất cháy khác**

Chất cháy	Nồng độ dập tắt % theo thể tích	Nồng độ thiết kế nhỏ nhất % theo thể tích
Acetone	31,7	41,2
Acetonitrile	31,7	41,2
Avgas 100	31,7	41,2
Avtur (Jet A)	36,2	47,1
1-Butanol	37,2	48,4
Cyclopentanone	42,1	54,7
Diesel No. 2	35,8	46,5
Diethyl ether	34,9	45,4
Ethane	31,7	41,2
Ethanol	35,0	45,5
Ethyl acetate	32,7	42,5
Ethylene	42,1	54,7
Hexane	31,7	41,2
Isopropanol	31,7	41,2
Methanol	44,2	57,5
Methyl ethyl ketone	35,8	46,5
Methyl isobutyl ketone	32,3	42,0
Octane	35,8	46,5
Pentane	37,2	48,4
Petroleum ether	35,0	45,5
Propane	32,3	42,0
Regular gasoline	35,8	46,5
Toluene	31,7	41,2
Vinyl acetate	34,4	44,7
Vacuum pump oil	32,0	41,6

CHÚ THÍCH: Các nồng độ dập tắt đối với các chất cháy loại B được quy định trong Phụ lục B TCVN 7161-1. Các nồng độ thiết kế nhỏ nhất đã được tăng lên đến nồng độ thiết kế nhỏ nhất được xác lập cho heptan phù hợp với Điều 7.5.1 TCVN 7161-1

**Bảng 6 — Nồng độ khí trơ và nồng độ thiết kế của IG-541**

Chất cháy	Nồng độ khí trơ % theo thể tích	Nồng độ thiết kế nhỏ nhất % theo thể tích
Methane	43,0	47,3
Propane	49,0	53,9

CHÚ THÍCH: Các nồng độ khí trơ được qui định theo Phụ lục D và Điều 7.5.2 TCVN 7161-1

### 5 An toàn cho người

Trong thiết kế hệ thống chữa cháy bằng khí IG-541 cần phải lưu ý đến mọi yếu tố nguy hiểm đối với con người do quá trình xả IG-541 tạo ra.

Các yếu tố nguy hiểm có thể phát sinh do các nguyên nhân sau:

- Bản thân khí chữa cháy, bởi sự giảm oxy;
- Các sản phẩm cháy của đám cháy.

Đối với các yêu cầu an toàn tối thiểu, tham khảo Điều 5, TCVN 7161-1. Thông tin về tính chất độc hại đối với IG-541 được nêu trong Bảng 7.

**Bảng 7 – Tính chất độc hại của khí IG-541**

Tính chất	Giá trị % theo thể tích
Mức ảnh hưởng có hại không quan sát được (NOAEL)	43
Mức ảnh hưởng có hại thấp nhất quan sát được (LOAEL)	52
Các giá trị này được dựa trên các ảnh hưởng về mặt sinh lý của con người trong môi trường thiếu oxy. Các giá trị này là các đương lượng của các giá trị NOAEL và LOAEL và tương đương với nồng độ oxy nhỏ nhất 12% đối với mức không ảnh hưởng và nồng độ oxy nhỏ nhất 10% đối với mức ảnh hưởng thấp.	

## 6 Thiết kế hệ thống

### 6.1 Áp suất nạp

Áp suất nạp của bình chứa không được vượt quá các giá trị cho trong Bảng 8, Bảng 9 và Bảng 10 đối với các hệ thống làm việc ở 150 bar tại 15 °C, 200 bar tại 15 °C và 300 bar tại 15 °C tương ứng.

Có thể sử dụng các áp suất khác và áp suất thiết kế nhỏ nhất được quy định một cách phù hợp.

Quan hệ giữa áp suất và nhiệt độ được thể hiện trên Hình 1.

**Bảng 8 - Đặc tính của bình chứa bảo quản đối với IG-541 tại 150 bar**

Tính chất	Đơn vị	Giá trị
Áp suất nạp tại 15 °C	bar	150
Áp suất làm việc lớn nhất của bình chứa tại 50 °C	bar	175
CHÚ THÍCH: Tham khảo Hình 1 để có thêm dữ liệu về quan hệ áp suất/nhiệt độ		

**Bảng 9 - Đặc tính của bình chứa bảo quản đối với IG-541 tại 200 bar**

Tính chất	Đơn vị	Giá trị
Áp suất nạp tại 15 °C	bar	200
Áp suất làm việc lớn nhất của bình chứa tại 50 °C	bar	235
CHÚ THÍCH: Tham khảo Hình 1 để có thêm dữ liệu về quan hệ áp suất/nhiệt độ		

**Bảng 10 - Đặc tính của bình chứa bảo quản đối với IG-541 tại 300 bar**

Tính chất	Đơn vị	Giá trị
Áp suất nạp tại 15 °C	bar	300
Áp suất làm việc lớn nhất của bình chứa tại 50 °C	bar	360
CHÚ THÍCH: Tham khảo Hình 1 để có thêm dữ liệu về quan hệ áp suất/nhiệt độ		

### 6.2 Sự tăng áp

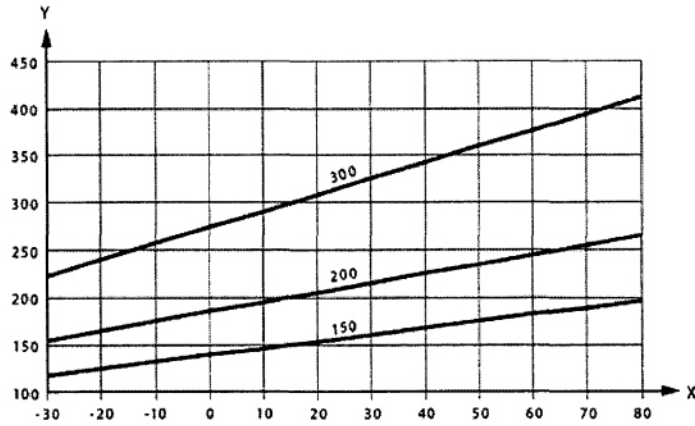
Các bình chứa IG-541 không được tăng áp.

### 6.3 Lượng khí chứa cháy

Yêu cầu lượng khí chứa cháy nhỏ nhất phải đạt được nồng độ thiết kế cho khu vực nguy hiểm ở nhiệt độ thấp nhất, được xác định như trong Bảng 3 và theo phương pháp nêu tại Điều 7.6, TCVN 7161-1.

Nồng độ thiết kế được quy định cho các khu vực nguy hiểm có liên quan nêu trong Bảng 4 đến Bảng 6, bao gồm hệ số an toàn tối thiểu bằng 1,3 lần nồng độ đập tắt.

Nên lưu ý tăng hệ số này cho các khu vực nguy hiểm cụ thể, đồng thời tham vấn ý kiến của các cơ quan chức năng.



CHÚ THÍCH:

X nhiệt độ, °C

Y áp suất, bar

Hình 1 - Đồ thị áp suất/ nhiệt độ đối với IG-541 được tăng áp đến 150bar, 200 bar và 300 bar tại 15°C

## 7 Đặc tính môi trường

Bình chữa cháy IG-541 là khí trơ và không có GWP và ODP bằng không.