

Số: /QĐ-BYT

Hà Nội, ngày tháng năm 2025

QUYẾT ĐỊNH

Về việc ban hành “Hướng dẫn thiết lập hệ thống oxy y tế cho các cơ sở khám bệnh, chữa bệnh”

BỘ TRƯỞNG BỘ Y TẾ

Căn cứ Luật Khám bệnh, chữa bệnh số 15/2023/QH15 ngày 09/01/2023;

Căn cứ Nghị định số 42/2025/NĐ-CP ngày 27/02/2025 của Chính phủ quy định chức năng, nhiệm vụ, quyền hạn và cơ cấu tổ chức của Bộ Y tế;

Căn cứ nhu cầu tăng cường năng lực cung cấp oxy y tế tại các cơ sở khám bệnh, chữa bệnh, đặc biệt trong bối cảnh phòng, chống dịch bệnh và các tình huống khẩn cấp về y tế;

Theo đề nghị của Cục trưởng Cục Hạ tầng và Thiết bị y tế.

QUYẾT ĐỊNH:

Điều 1. Ban hành kèm theo Quyết định này tài liệu “Hướng dẫn thiết lập hệ thống oxy y tế cho các cơ sở khám bệnh, chữa bệnh”.

Điều 2. Hướng dẫn này được áp dụng tại các cơ sở khám bệnh, chữa bệnh công lập và ngoài công lập trên toàn quốc nhằm:

a) Đảm bảo hệ thống cung cấp oxy y tế được thiết kế, lắp đặt, quản lý, vận hành và bảo dưỡng an toàn, liên tục, hiệu quả, phục vụ công tác khám bệnh, chữa bệnh;

b) Làm cơ sở để xây dựng mới, nâng cấp, cải tạo hệ thống hạ tầng oxy y tế phù hợp với quy mô, tính chất, chức năng, nhiệm vụ của từng cơ sở y tế theo quyết định của cấp có thẩm quyền.

Điều 3. Quyết định này có hiệu lực kể từ ngày ký, ban hành.

Điều 4. Các ông, bà: Chánh Văn phòng Bộ, Cục trưởng Cục Hạ tầng và Thiết bị y tế, Cục trưởng Cục Quản lý Khám, chữa bệnh, Cục trưởng và Vụ trưởng các Cục, Vụ thuộc Bộ Y tế, Giám đốc các bệnh viện, Viện có giường bệnh trực thuộc Bộ Y tế, Giám đốc Sở Y tế các tỉnh, thành phố trực thuộc trung ương, Thủ trưởng Y tế các Bộ, Ngành chịu trách nhiệm thi hành Quyết định này./.

Nơi nhận:

- Như điều 4;
- Bộ trưởng (để báo cáo);
- Các đ/c Thứ trưởng;
- Sở Y tế các tỉnh, TP trực thuộc TW;
- Công Thông tin điện tử - BHYT;
- Lưu VT, HTTB.

KT.BỘ TRƯỞNG
THỨ TRƯỞNG

Trần Văn Thuấn

BỘ Y TẾ

CỤC HẠ TẦNG & THIẾT BỊ Y TẾ, CỤC QUẢN LÝ KHÁM CHỮA BỆNH

**HƯỚNG DẪN THIẾT LẬP HỆ THỐNG OXY Y TẾ
CHO CÁC CƠ SỞ KHÁM BỆNH, CHỮA BỆNH**

Năm 2025

CỘNG HOÀ XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM
Độc lập - Tự do - Hạnh phúc

HƯỚNG DẪN
THIẾT LẬP HỆ THỐNG OXY Y TẾ
CHO CÁC CƠ SỞ KHÁM CHỮA BỆNH

(Ban hành kèm theo Quyết định số ... /QĐ-BYT ngày ... tháng ... năm 2025)

Đơn vị biên soạn:

Cục Hạ tầng và Thiết bị y tế.

Hợp tác biên soạn:

Cục Quản lý Khám chữa bệnh, PATH

Năm 2025

DANH SÁCH BAN BIÊN SOẠN
HƯỚNG DẪN THIẾT LẬP HỆ THỐNG OXY Y TẾ
CHO CÁC CƠ SỞ KHÁM CHỮA BỆNH

Chỉ đạo biên soạn

PGS.TS. Trần Văn Thuấn

Thứ trưởng Bộ Y tế

TS. Nguyễn Minh Lợi

Cục trưởng Cục Hạ tầng và Thiết bị y tế

Chủ biên

TS. Nguyễn Trọng Khoa

Phó Cục trưởng Cục Quản lý khám, chữa bệnh

Đồng chủ biên

Ths. Nguyễn Anh Tú

Phó Cục trưởng Cục Hạ tầng và Thiết bị y tế

TS. Vương Ánh Dương

Phó Cục trưởng Cục Quản lý khám, chữa bệnh

Tham gia biên soạn

Các thành viên Ban soạn thảo theo Quyết định số 992/QĐ-BYT ngày 16/4/2024, của Bộ Y tế.

Tổ thư ký

ThS. Trương Lê Vân Ngọc

Trưởng phòng Nghiệp vụ - Bảo vệ sức khỏe - Cục Quản lý khám, chữa bệnh

ThS. Nguyễn Thanh Toàn

Cục Hạ tầng và Thiết bị y tế

ThS. Vũ Tiến Sơn

Cục Hạ tầng và Thiết bị y tế

BS. Nguyễn Thị Dung

Phòng Phục hồi chức năng và giám định - Cục Quản lý khám, chữa bệnh

BS. Đỗ Thị Ngát

Phòng Nghiệp vụ - BVSK - Cục Quản lý khám, chữa bệnh

CN. Đỗ Thị Thư

Cục Quản lý khám, chữa bệnh

Chuyên gia hỗ trợ kỹ thuật

TS. Nguyễn Tổ Như

Giám đốc Chương trình an ninh y tế toàn cầu - Tổ chức PATH

ThS. Nguyễn Phú Cường

Cán bộ Tổ chức PATH

ThS. Nguyễn Lê Linh Chi

Cán bộ Tổ chức PATH

LỜI NÓI ĐẦU

Tài liệu hướng dẫn thiết lập hệ thống oxy y tế được xây dựng nhằm hỗ trợ các cơ sở khám chữa bệnh trong quá trình thiết kế, triển khai và vận hành hệ thống cung cấp khí oxy y tế một cách an toàn và hiệu quả. Nội dung tài liệu dựa trên các tiêu chuẩn quốc tế cũng như các quy định pháp lý hiện hành tại Việt Nam.

Tài liệu cung cấp phương pháp xác định nhu cầu sử dụng oxy cụ thể cho từng cơ sở khám chữa bệnh, đồng thời thống nhất các hướng dẫn về áp dụng quy định liên quan, điều kiện tính toán thiết kế, lắp đặt, nghiệm thu và đưa hệ thống vào hoạt động.

Thông qua tài liệu này, các cơ sở y tế có thể đầu tư hệ thống oxy y tế có công suất, tối ưu hoá chi phí, đảm bảo tính đồng bộ và sẵn sàng cho việc phát triển, mở rộng trong tương lai.

DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT

QCVN:	Quy chuẩn kỹ thuật Việt Nam
TCVN:	Tiêu chuẩn kỹ thuật Việt Nam
ISO:	Tổ chức Tiêu chuẩn hóa Quốc tế
HTM:	Health Technical Memorandum - Tài liệu kỹ thuật Y tế (Anh quốc)
NFPA:	National Fire Protection Association - Hiệp hội Bảo vệ Phòng cháy Quốc gia (Hoa Kỳ)
DIN:	Viện tiêu chuẩn Đức – Thường dùng để chỉ chuẩn kết nối đầu ra khí DIN
BS, Ohmeda:	Là một loại chuẩn đầu nối khí y tế
AVSU:	Area Valve Service Unit – Bộ van khóa khu vực
PSA/DSA:	Pressure Swing Adsorption – Công nghệ tạo oxy tại chỗ
LOX:	Liquid Oxygen - Oxy lỏng
OXL:	Hệ thống cung cấp oxy trung tâm
SCADA:	Hệ thống điều khiển giám sát và thu thập dữ liệu
BMS:	Hệ thống quản lý tòa nhà
ICU:	Khoa Hồi sức tích cực
NICU:	Khoa Hồi sức sơ sinh
LV :	Điện áp thấp
ELV:	Điện áp cực thấp
PPE:	Thiết bị bảo hộ cá nhân

MỤC LỤC

CHƯƠNG I: QUY ĐỊNH CHUNG

- 1.1. Phạm vi áp dụng
- 1.2. Tài liệu tham khảo, viện dẫn
- 1.3. Thuật ngữ và định nghĩa

CHƯƠNG II: THÀNH PHẦN HỆ THỐNG OXY Y TẾ

- 2.1. Thiết bị lưu trữ oxy (Nguồn cung cấp oxy)
- 2.2. Trạm điều áp trung tâm
- 2.3. Hệ thống đường ống dẫn khí
- 2.4. Bộ van khóa khu vực
- 2.5. Đầu ra sử dụng
- 2.6. Hệ thống báo động và giám sát
- 2.7. Thiết bị đầu cuối

CHƯƠNG III: CÁC BƯỚC THIẾT LẬP HỆ THỐNG OXY Y TẾ

- 3.1. Yêu cầu chung
- 3.2. Tính toán nhu cầu oxy
- 3.3. Thiết lập hệ thống oxy
 - 3.3.1. Nguồn cung cấp oxy:
 - 3.3.2. Mạng lưới phân phối
 - 3.3.3. Thiết bị ngoại vi
 - 3.3.4. Yêu cầu về điện
 - 3.3.5. Tiếp địa
 - 3.3.6. Quy định về các tín hiệu cảnh báo

CHƯƠNG IV: LẮP ĐẶT VÀ BẢO TRÌ HỆ THỐNG

- 4.1. Lắp đặt
- 4.2. Bảo trì hệ thống
- 4.3. Lập hồ sơ vận hành và nhật ký bảo trì
- 4.4. Kiểm định kỹ thuật an toàn hệ thống oxy y tế
- 4.5. Rủi ro đặc thù khi sử dụng hệ thống oxy lỏng

CHƯƠNG V: ĐỐI PHÓ VỚI TÌNH HUỐNG KHẨN CẤP

- 5.1. Các tình huống khẩn cấp thường gặp
- 5.2. Đối phó với tình huống khẩn cấp

PHỤ LỤC

CHƯƠNG I: QUY ĐỊNH CHUNG

1.1. Phạm vi áp dụng

Tài liệu này được xây dựng nhằm hướng dẫn các cơ sở khám bệnh, chữa bệnh thuộc các cấp chuyên môn kỹ thuật trong hệ thống y tế Việt Nam, từ cấp chuyên sâu đến tuyến y tế ban đầu trong việc thiết lập và vận hành hệ thống cung cấp oxy y tế bảo đảm an toàn, hiệu quả bảo đảm tuân thủ đầy đủ các quy định của pháp luật.

Các nội dung hướng dẫn bao gồm:

- Lập kế hoạch thiết kế, xây dựng mới hoặc cải tạo hệ thống cung cấp oxy y tế tại cơ sở, triển khai lắp đặt hệ thống khí y tế trung tâm hoặc hệ thống cung cấp oxy độc lập.
- Yêu cầu kỹ thuật, an toàn và hiệu quả trong quá trình vận hành và sử dụng oxy y tế.
- Các tiêu chuẩn kỹ thuật và hướng dẫn chuyên môn liên quan đến hệ thống oxy y tế.

Đối tượng sử dụng:

- Cơ quan quản lý nhà nước.
- Các cơ sở khám, chữa bệnh có nhu cầu sử dụng oxy y tế.
- Các đơn vị tư vấn thiết kế, thi công hệ thống khí y tế.

1.2. Tài liệu tham khảo, viện dẫn

Việc thiết kế, lắp đặt và vận hành hệ thống oxy y tế cần tuân thủ các quy chuẩn, tiêu chuẩn kỹ thuật sau:

1.2.1. Trong nước

- Luật Khám bệnh, chữa bệnh (sửa đổi) và các nghị định, thông tư hướng dẫn Luật Khám bệnh, chữa bệnh.
- Tiêu chuẩn TCVN 7742:2007 – Hệ thống làm giàu oxy để sử dụng với hệ thống ống dẫn khí y tế.
- Tiêu chuẩn TCVN 8022-1:2009 Hệ thống đường ống cho khí nén y tế và chân không.
- Tiêu chuẩn TCVN 4470:2012 Bệnh viện đa khoa - Tiêu chuẩn thiết kế.

1.2.2. Quốc tế

- ISO 7396-1:2021 – Hệ thống khí y tế: Thiết kế và lắp đặt;

- Tiêu chuẩn thiết kế: HTM 02-01 (UK) – Hướng dẫn hệ thống khí y tế (Anh Quốc);
- Tiêu chuẩn NFPA 99, Bộ khung quy chuẩn cơ sở y tế cho việc Thiết kế, lắp đặt, kiểm định; Quản lý vận hành và bảo trì các hệ thống khí y tế: ISO 7396-1 (Medical gas pipeline systems –Part 1 : Pipeline systems for compressed medical gases and vacuum) và ISO 7396-2 (Medical gas pipeline systems –Part 2 : Anaesthetic gas scavenging disposal systems);
- Tài liệu hướng dẫn thiết kế hệ thống y tế Air Liquide Medical Systems (Medical Gas Design Guide);
- Tiêu chuẩn chất lượng EN ISO 9001, EN ISO 13485, EN 13348, EN 1057, FSC.

1.3. Thuật ngữ và định nghĩa

Bồn oxy lỏng (còn gọi là bồn chứa oxy lỏng) là thiết bị chuyên dụng dùng để lưu trữ oxy ở dạng lỏng dưới áp suất cao và nhiệt độ thấp. Bồn oxy được sử dụng phổ biến trong các cơ sở y tế như bệnh viện, phòng khám... để cung cấp oxy y tế liên tục và ổn định cho bệnh nhân.

Hình 1.1. Bồn oxy lỏng



Dàn gom (dàn chai khí) là cụm bình khí có dung lượng tương đương kết nối với nhau thông qua ống dẫn, van và bộ điều áp (đóng mở tự động hoặc bằng tay), nhằm gom nguồn khí từ nhiều bình dùng để cung cấp oxy cho sử dụng hoặc dự phòng. Trong các cơ sở y tế lớn thì dàn gom này thường được sử dụng như một hệ thống cung cấp khí dự phòng.

Hình 1.2. Dàn gom (Dàn chai oxy)



Dàn hóa hơi: Là thiết bị chuyển đổi oxy từ trạng thái lỏng sang trạng thái khí để sử dụng. Oxy lỏng được lưu trữ trong các bồn chứa ở nhiệt độ cực thấp, và khi cần sử dụng, nó được hóa hơi thành oxy khí thông qua quá trình tăng nhiệt độ.

Hình 1.3. Dàn hoá hơi



Máy tạo oxy PSA: Là hệ thống làm giàu oxy từ khí trời bằng công nghệ hấp thụ dao động áp suất, tạo ra oxy với nồng độ $93\pm 3\%$.



Hình 1.4. Máy tạo oxy PSA

Chai, bình chứa oxy: Là một loại bình chứa chuyên dụng được sử dụng để lưu trữ và cung cấp oxy ở trạng thái khí. Chai oxy được làm bằng các vật liệu chịu áp lực cao như thép hoặc hợp kim nhôm, có khả năng chịu được áp suất lớn để đảm bảo an toàn khi sử dụng.

Hình 1.5. Chai, bình oxy



Thiết bị ngoại vi: Là các thiết bị hoặc thành phần bổ sung được sử dụng bên ngoài hệ thống cung cấp oxy y tế để hỗ trợ cung cấp, kiểm soát, giám sát hoặc sử dụng oxy y tế trực tiếp cho bệnh nhân hiệu quả, an toàn và đáp ứng được nhu cầu sử dụng.

Hình 1.6. Thiết bị ngoại vi



Hệ thống van điều khiển: Là một tập hợp các van và thiết bị kiểm soát lưu lượng và áp suất của oxy trong một hệ thống cung cấp oxy. Hệ thống này đảm bảo rằng oxy được cung cấp đúng áp suất và an toàn đến các khu vực sử dụng như phòng cấp cứu, ICU, phòng mổ và các khu vực khác trong bệnh viện hoặc cơ sở y tế.

Hình 1.7. Hệ thống van điều khiển



Hệ thống báo động: Là một tập hợp các thiết bị và cảm biến được thiết kế để giám sát và cảnh báo của hệ thống cung cấp oxy y tế. Khi có sự cố hoặc bất thường như giảm áp suất, tăng áp suất, rò rỉ hoặc thiếu oxy, hệ thống báo động sẽ kích hoạt các tín hiệu cảnh báo âm thanh, ánh sáng hoặc gửi thông báo đến nhân viên y tế để kịp thời xử lý.

Hình 1.8. Hệ thống báo động



CHƯƠNG II: THÀNH PHẦN HỆ THỐNG OXY Y TẾ

Hệ thống oxy y tế trung tâm bao gồm nhiều bộ phận liên kết với nhau, được thiết kế, lắp đặt và vận hành theo một quy trình liên tục. Mục tiêu là đảm bảo cung cấp oxy ổn định, an toàn và đáp ứng kịp thời nhu cầu điều trị tại một cơ sở y tế. Dưới đây là các thành phần chính của hệ thống:

2.1. Nguồn cung cấp oxy

Có ba loại nguồn cung cấp oxy phổ biến:

- Bồn oxy lỏng (LOX): Dung lượng lớn, oxy ở dạng lỏng được hóa hơi để cung cấp cho hệ thống. Thường dùng ở các cơ sở y tế có quy mô số lượng giường bệnh lớn.
- Dàn chai oxy (dàn gom): Gồm nhiều chai khí oxy được nén ở áp suất cao (140-150 bar), dung lượng thông dụng hay được sử dụng là loại chai 40 lít, kết nối qua hệ thống van và bộ điều áp.
- Máy tạo oxy PSA: Tách oxy từ không khí qua công nghệ hấp thụ dao động áp suất. Thường sử dụng ở vùng sâu, vùng xa hoặc nơi khó tiếp cận nguồn oxy thương mại, đảm bảo các yêu cầu tại mục 3.3.1.3.

Yêu cầu:

- Nguồn oxy cung cấp vào hệ thống phải ổn định, duy trì áp suất phù hợp với thiết kế hệ thống;
- Độ tinh khiết của oxy phải đáp ứng các tiêu chuẩn được điển hiện hành, đối với oxy sản xuất công nghiệp: $\geq 99.5\%$ đối với oxy hóa lỏng và oxy nén (theo Dược điển Việt Nam, USP, BP, Ph. Eur.) hoặc $\geq 93\% \pm 3\%$ đối với oxy tạo từ hệ thống PSA, hệ thống được thiết kế, lắp đặt và vận hành theo đúng tiêu chuẩn (ISO 7396-1, HTM 02-01, NFPA 99...);
- Ngoài ra, oxy y tế phải không chứa tạp chất độc hại như CO, CO₂, dầu, hoặc vi sinh vật.

2.2. Trạm điều áp trung tâm

Đây là nơi điều chỉnh áp suất oxy từ nguồn cấp xuống mức phù hợp với hệ thống (thường từ 3.5 đến 5 bar). Thành phần chính gồm:

- Van điều áp cấp 1 và cấp 2.
- Van chuyển đổi nguồn (tự động hoặc bán tự động).
- Bộ lọc khí và van an toàn.

Chức năng: Đảm bảo áp suất ổn định toàn hệ thống và bảo vệ thiết bị sử dụng oxy khỏi hiện tượng quá áp.

2.3. Hệ thống đường ống dẫn khí

- Là mạng lưới ống (thường bằng đồng), dẫn oxy từ trạm điều áp đến các khu vực sử dụng như phòng bệnh, ICU, phòng mổ.
- Cần được lắp đặt hợp lý, hạn chế uốn gấp khúc để tránh rò rỉ khí.
- Phải sử dụng loại ống đạt chuẩn y tế và kiểm tra áp suất trước khi đưa vào vận hành.

Lưu ý: Nên phân vùng đường ống theo khu vực sử dụng (ICU, phòng mổ...) để dễ dàng kiểm soát và bảo trì.

2.4. Bộ van khóa khu vực (AVSU – Area Valve Service Unit)

- Chức năng: Giúp ngắt khí từng khu vực khi cần bảo trì hoặc khi xảy ra sự cố, mà không làm gián đoạn toàn bộ hệ thống.
- Cấu tạo: Gồm van khóa, đồng hồ đo áp suất, kính bảo vệ chống mở sai mục đích và bảng hiển thị tên khu vực.
- Vị trí lắp đặt: Thường đặt ở hành lang, gần khu vực sử dụng như khu điều trị tích cực (ICU), khu điều trị tích cực nhi (NICU), phòng mổ hoặc các đơn nguyên lưu người bệnh,...

2.5. Đầu ra sử dụng (Gas Outlet)

- Là nơi cấp oxy trực tiếp tại giường bệnh hoặc điểm điều trị.
- Phải sử dụng đầu ra đạt chuẩn quốc tế (DIN, BS, Ohmeda).
- Tại đây có thể gắn các thiết bị như đồng hồ lưu lượng (flowmeter), máy thở, hoặc bình làm ẩm.

2.6. Hệ thống báo động và giám sát

- Bao gồm các thiết bị giám sát áp suất, lưu lượng và phát hiện sự cố như rò rỉ, mất nguồn oxy, áp suất bất thường.
- Vị trí lắp đặt: Tại Trung tâm kỹ thuật và ở mỗi cụm van điều khiển khu vực (AVSU).
- Tùy chọn nâng cao: Có thể tích hợp vào hệ thống giám sát trung tâm như Hệ thống điều khiển giám sát và thu thập dữ liệu (SCADA) hoặc hệ thống quản lý tòa nhà (BMS) để quản lý hiệu quả hơn.

2.7. Thiết bị

Là các thiết bị y tế sử dụng oxy trực tiếp tại khu điều trị, gồm:

- Đồng hồ lưu lượng: Dùng để điều chỉnh lượng oxy cấp cho người bệnh.
- Bình làm ẩm: Tạo ẩm cho oxy để tránh làm khô niêm mạc hô hấp.
- Máy thở, thiết bị hỗ trợ hô hấp không xâm nhập... Kết nối với đầu ra oxy hoặc bình oxy dự phòng để hỗ trợ điều trị.

Yêu cầu: Các thiết bị này cần được kiểm tra định kỳ, hiệu chuẩn và vệ sinh đúng quy trình để đảm bảo an toàn cho người bệnh.

CHƯƠNG III: CÁC BƯỚC THIẾT LẬP HỆ THỐNG OXY Y TẾ

3.1. Yêu cầu chung

Nguồn cung cấp oxy

Hệ thống oxy y tế phải được kết nối với nguồn cung cấp trung tâm, bảo đảm liên tục, ổn định và đáng tin cậy. Nguồn cung phải được vận hành và bảo trì theo đúng quy định hiện hành. Khi thiết kế hệ thống cung cấp khí oxy y tế trong một cơ sở y tế phải có nguồn cung cấp chính và tối thiểu một hệ thống dự phòng, hệ thống dự phòng này có thể là một trong các loại sau hoặc được kết hợp với nhau:

- **Khí oxy** trong chai/bình riêng lẻ hoặc dàn chai cao áp;
- **Oxy lỏng** được chứa trong bồn hoặc bình lớn;
- **Thiết bị tạo oxy** (PSA/DSA).

Nguồn oxy phải hoàn toàn riêng biệt với các hệ thống khí y tế khác. Tất cả các bộ phận trong hệ thống cần được đánh dấu rõ ràng, sử dụng đầu nối và đầu ra chuyên biệt cho từng loại khí để ngăn ngừa việc kết nối sai hoặc nhầm lẫn giữa các hệ thống và thiết bị.

Hệ thống đường ống phân phối

Hệ thống đường ống phải được thiết kế và lắp đặt chắc chắn, chống rò rỉ tuyệt đối, bảo đảm dẫn khí từ nguồn trung tâm đến các điểm sử dụng một cách an toàn và hiệu quả. Trên mạng lưới đường ống phải được đánh dấu ký hiệu bằng vạch màu và mũi tên chiều đi của dòng khí. Không thiết kế đi ngầm trong tường. Các điểm đi xuyên qua tường phải có lớp ống vỏ bọc bên ngoài không để bề mặt ngoài của ống dẫn khí tiếp xúc trực tiếp với lớp vôi vữa. Các điểm xuyên tường phải có khoảng hở nhằm tránh bị gãy hoặc vỡ ống dẫn khí do hiện tượng co giãn của công trình xây dựng.

Đơn vị đầu cuối

Đầu cuối là nơi cung cấp oxy trực tiếp cho nhân bệnh hoặc cho các thiết bị y tế. Các đầu ra này cần được lắp đặt đúng chuẩn, bố trí khoa học, hạn chế tối đa nguy cơ kết nối nhầm lẫn và bảo đảm thuận tiện khi sử dụng.

Hệ thống giám sát và báo động

Việc giám sát liên tục toàn hệ thống là yếu tố bắt buộc, nhằm kịp thời phát hiện và xử lý các tình huống bất thường. Hệ thống cần bao gồm các chức năng sau:

- Báo động áp suất: Cảnh báo khi áp suất khí tăng hoặc giảm vượt ngưỡng cho phép, giúp phát hiện sớm nguy cơ rò rỉ hoặc trục trặc nguồn cấp.
- Báo động khẩn cấp: Kích hoạt khi áp suất lệch vượt mức giới hạn an toàn, gây nguy hiểm tức thời cho người bệnh.
- Báo động vận hành: Cảnh báo các lỗi nhỏ cần được theo dõi, bảo trì hoặc sửa chữa kịp thời để tránh sự cố nghiêm trọng.

Quy trình ứng phó khẩn cấp

Phải xây dựng và phổ biến quy trình xử lý tình huống khẩn cấp để ứng phó với các sự cố mất nguồn, rò rỉ khí hoặc gián đoạn cung cấp oxy, đảm bảo an toàn tuyệt đối trong quá trình sử dụng và vận hành hệ thống.

3.2. Tính toán nhu cầu oxy

3.2.1. Dự đoán nhu cầu

Để tính toán nhu cầu oxy một cách chính xác, cần xem xét các yếu tố cơ bản sau:

- Xác định số lượng đơn vị đầu cuối sử dụng oxy: Tính toán các điểm cần oxy như giường bệnh, buồng ICU, buồng cấp cứu, và các khu vực điều trị khác.
- Dự báo số lượng bệnh nhân tối đa: Xác định số lượng bệnh nhân có thể sử dụng oxy trong các tình huống bình thường cũng như trong các tình huống khẩn cấp như cấp cứu, phẫu thuật, và các trường hợp bệnh nặng.
- Tính toán nhu cầu oxy tối đa: Dự đoán tổng lượng oxy cần thiết trong các trường hợp khẩn cấp, khi có nhiều bệnh nhân cần oxy cùng một lúc.
- Xem xét kế hoạch mở rộng hoặc nâng cấp: Đánh giá khả năng phát triển của cơ sở y tế trong tương lai để có kế hoạch điều chỉnh nhu cầu oxy phù hợp.
- Loại hình bệnh viện: Cần xác định rõ loại hình bệnh viện (đa khoa, chuyên khoa, hạng bệnh viện), vì mỗi loại hình sẽ có nhu cầu oxy khác nhau.
- Hệ số sử dụng đồng thời: Đánh giá tỷ lệ sử dụng oxy đồng thời của các đơn vị tại thời điểm sử dụng tối đa. Điều này giúp xác định được mức độ tiêu thụ oxy khi toàn bộ hệ thống hoạt động hết công suất.
- Đánh giá các thiết bị y tế cần thiết: Bao gồm số lượng giường bệnh, phòng mổ, phòng ICU, phòng cấp cứu, và các khu vực khác có nhu cầu oxy.
- Đánh giá khoảng cách giữa đơn vị và nhà cung cấp oxy: Tính toán khoảng cách từ đó xác định thời gian di chuyển của các nhà cung ứng tiếp nạp oxy để tính toán dung lượng bồn hoặc bình oxy cần thiết cho hệ thống.

3.2.1. Bảng tra cứu nhanh nhu cầu oxy của đơn vị

Bảng 3.1. Nhu cầu sử dụng oxy của các cơ sở/giường bệnh theo hạng bệnh viện.

Đơn vị tính: Lít khí/phút/giường

STT	Quy mô cơ sở khám chữa bệnh (giường bệnh)	Nhu cầu sử dụng			
		Bệnh viện đặc biệt	Bệnh viện hạng I	Bệnh viện hạng II	Bệnh viện hạng III
1	Bệnh viện dưới 50		0,2Lít/ phút/giường	0,2Lít/ phút/giường	0,1Lít/ phút/giường
2	Bệnh viện từ 50-250				
3	Bệnh viện từ 250-500	0,7Lít/ phút/giường	0,4Lít/ phút/giường	0,4Lít/ phút/giường	0,3Lít/ phút/giường
4	Bệnh viện trên 500	0,9Lít/ phút/giường	0,5Lít/ phút/giường	0,5Lít/ phút/giường	0,4Lít/ phút/giường

Dung lượng của bồn hoặc bình chứa oxy được tính bằng công thức sau:

$$B = L \times G \times K \times N \times Q$$

Trong đó:

- B: Dung tích bình chứa oxy, trường hợp tính thể tích bồn oxy lỏng- dùng tỷ số quy đổi 885,78 từ lít dạng khí sang 01 lít dạng lỏng.
- L: Lưu lượng oxy sử dụng (được tra theo bảng dựa trên nhu cầu sử dụng oxy của từng cơ sở y tế)
- G: Số giường bệnh của cơ sở y tế
- K: Hệ số áp dụng (Đối với các cơ sở y tế chuyên khoa ngoại, chấn thương, các trung tâm cấp cứu, các cơ sở y tế có nhu cầu sử dụng oxy cao, các cơ sở y tế có nguồn cung cấp xa nơi sản xuất lưu lượng sử dụng tính toán với hệ số từ 1,2 đến 1,5).
- N: Số ngày phải nạp lại oxy.
- Q: Số quy đổi lưu lượng từ phút sang ngày (Q = 1440, vì có 1440 phút trong một ngày).

Quy cách một số bồn oxy lỏng di động và chai khí phổ biến, công thức quy đổi: 01 tấn oxy lỏng = 777 m³ oxy khí ở nhiệt độ 30°C

Bảng 3.2. Quy cách một số bồn oxy lỏng di động và và chai khí phổ biến

STT	Chủng loại	Dung tích oxy lỏng	Khối lượng oxy lỏng (kg)	Thể tích khí quy đổi (m ³) /số chai 40L-150bar	Hình ảnh minh họa
1	Bồn oxy lỏng di động	1m ³ /1000 lít	1.140 kg	885,78 m ³ /148 chai oxy 40lít áp suất 150bar	
2	Bồn oxy lỏng di động	0,5m ³ /500 lít	570 kg	442,89 m ³ /74 chai oxy 40lít áp suất 150bar	
3	Chai oxy lỏng di động	0,175m ³ /175 lít	199 kg	155 m ³ /26 chai oxy 40lít áp suất 150bar	
4	Chai oxy khí	40 lít		6 m ³ khí áp suất 150bar	
5	Chai oxy khí	8-10 lít		1,2 m ³ - 1,5 m ³ khí áp suất 150bar	

3.3. Thiết lập hệ thống oxy

Hệ thống cung cấp oxy bao gồm các bộ phận chính sau:

- Nguồn cung cấp oxy (oxy lỏng, oxy khí hoặc máy tạo oxy)/nguồn cấp dự phòng;
- Hệ thống đường ống;

- Thiết bị ngoại vi.

3.3.1. Nguồn cung cấp oxy:

Thiết kế nguồn cung cấp oxy y tế phải đáp ứng các yêu cầu nghiêm ngặt để bảo đảm hệ thống hoạt động hiệu quả, an toàn và đáp ứng đầy đủ nhu cầu sử dụng. Việc lựa chọn loại nguồn cấp căn cứ vào quy mô, nhu cầu thực tế và điều kiện cung ứng của từng cơ sở y tế. Các loại nguồn cấp thường bao gồm:

- Bồn oxy lỏng
- Bình oxy, chai oxy
- Máy tạo oxy PSA

Nguồn oxy phải bao gồm ít nhất 2 nguồn cấp: chính và dự phòng. Dung lượng của các nguồn cung cấp và vị trí đặt các nguồn này sẽ phụ thuộc vào các thông số thiết kế của hệ thống và nhu cầu cụ thể của cơ sở y tế.

- Đối với cơ sở lớn: khuyến khích sử dụng oxy lỏng do khả năng cung cấp với dung lượng lớn, tiết kiệm chi phí và thuận tiện trong quản lý.

- Đối với cơ sở nhỏ hoặc chuyên khoa: có thể sử dụng bình/chai oxy hoặc máy tạo oxy PSA. Bình/chai oxy cần được gom và kết nối thành dàn đặt gần khu vực sử dụng, bảo đảm thuận tiện khi thay thế.

- Máy tạo oxy PSA phù hợp với các cơ sở y tế ở vùng sâu, vùng xa hoặc khu vực khó tiếp cận nguồn cung oxy y tế từ bên ngoài. Khi sử dụng PSA, phải tuân thủ đầy đủ yêu cầu kỹ thuật, giám sát chất lượng oxy liên tục như đã nêu tại mục 3.3.1.3 và chỉ sử dụng cho người bệnh theo đúng chỉ định của bác sĩ.

Từ nguồn cung cấp đến hệ thống đường ống và thiết bị đầu khí, tất cả phải được đánh dấu nhận diện rõ ràng để tránh nhầm lẫn với các hệ thống khí khác. Khu vực đặt nguồn cấp oxy cần được bảo vệ an ninh, có biển báo, thông gió và các biện pháp bảo đảm an toàn theo tiêu chuẩn.

3.3.1.1. Nguồn cấp bằng Bồn oxy lỏng và dàn hoá hơi (Hệ thống OXL):

Hệ thống nguồn cấp oxy lỏng bao gồm các bộ phận chính sau:

- Bồn chứa oxy lỏng:
 - + Là thiết bị lưu trữ oxy ở trạng thái lỏng.
 - + Bồn phải được thiết kế với áp suất tối thiểu 17 bar để đảm bảo an toàn và phù hợp với hệ thống cung cấp.
- Thiết bị nâng áp suất (Pressure Build-Up Unit):

- + Có nhiệm vụ duy trì áp suất ổn định trong bồn chứa nhằm đảm bảo oxy lỏng có thể được hóa hơi và phân phối đều trong hệ thống.
- Dàn hóa hơi (Vaporizer):
 - + Thiết bị chuyên đổi oxy từ thể lỏng sang thể khí ở nhiệt độ môi trường.
 - + Quá trình hóa hơi này giúp oxy có thể được sử dụng trong hệ thống phân phối khí y tế.
- Bảng điều khiển và giám sát:
 - + Bao gồm các thiết bị đo dung lượng oxy, áp suất, và hỗ trợ giám sát từ xa để theo dõi tình trạng hoạt động của bồn và hệ thống.

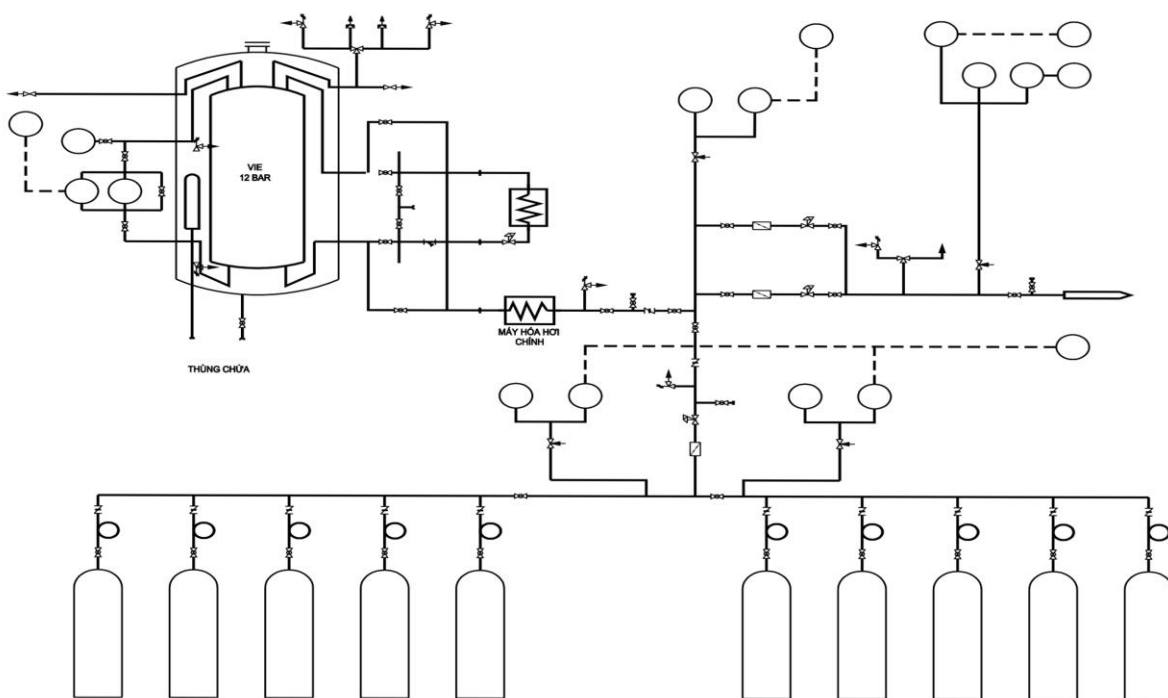
a. Yêu cầu của hệ thống OXL

Bồn chứa oxy lỏng là thiết bị lưu trữ oxy hóa lỏng ở nhiệt độ thấp, được chế tạo từ vật liệu phù hợp cho khí y tế, thường là thép không gỉ, và lắp đặt trên bệ hoặc khung cố định, đáp ứng yêu cầu an toàn về cơ khí, nhiệt và phòng cháy chữa cháy. Bồn có cấu tạo hai lớp vỏ: lớp trong chứa oxy lỏng, lớp ngoài chịu lực và bảo vệ; khoảng không giữa hai lớp được hút chân không và/hoặc nhồi vật liệu cách nhiệt chuyên dụng nhằm hạn chế truyền nhiệt, duy trì oxy ở trạng thái lỏng.

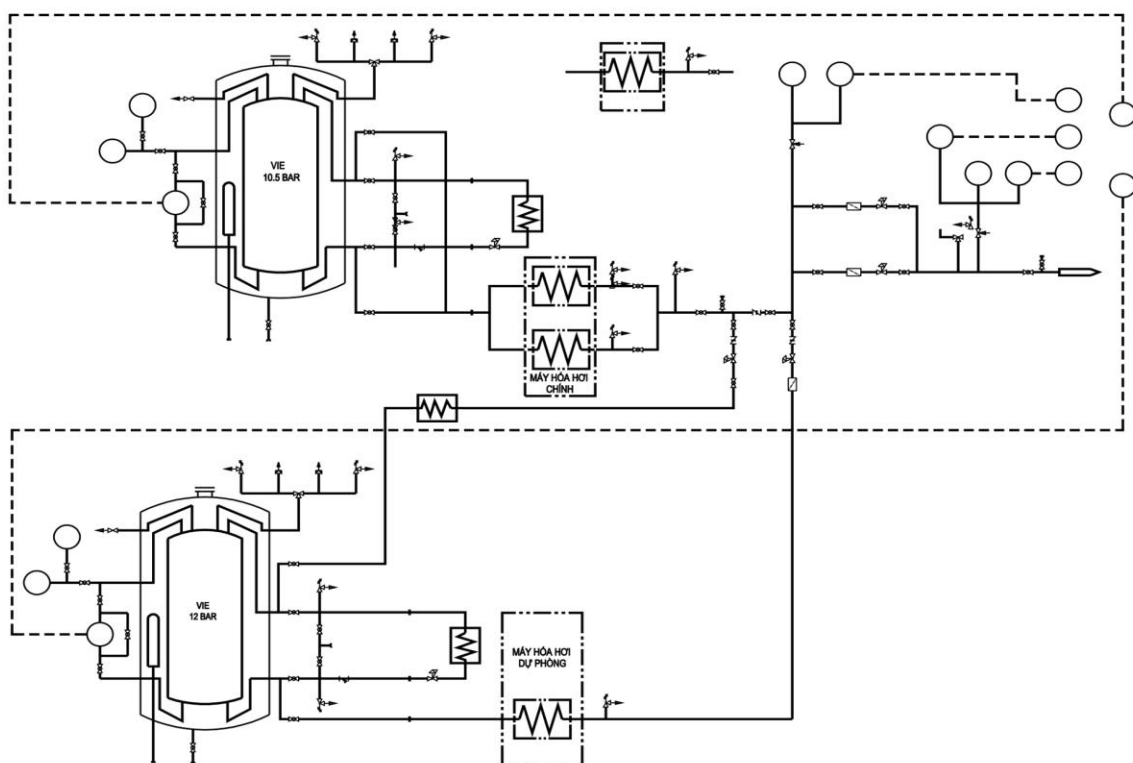
Dung lượng bồn phải được thiết kế dựa trên nhu cầu tiêu thụ thực tế, khả năng cung ứng và yêu cầu vận hành an toàn, bảo đảm cấp oxy liên tục, ổn định, giảm tần suất tiếp nạp và hạn chế rủi ro gián đoạn.

Hệ thống phải được trang bị nguồn dự phòng khẩn cấp (có thể là cụm bình nén hoặc bồn nhỏ) đủ khả năng cấp oxy cho cơ sở trong thời gian tối thiểu theo quy định của tiêu chuẩn áp dụng, nhằm duy trì hoạt động an toàn khi nguồn chính tạm ngưng. Nguồn dự phòng có thể là:

- Dàn chai/bình khí nén được kết nối và gom lại thành một hệ thống.
- Bình chứa oxy lỏng phụ, sử dụng riêng cho mục đích dự phòng.



Hình 3.1. Sơ đồ minh họa bố trí hệ thống OXL với cụm bình dự phòng



Hình 3.2. Sơ đồ minh họa hệ thống OXL với bồn chứa oxy lỏng dự phòng

Áp suất trong hệ thống oxy lỏng (OXL) được kiểm soát tự động thông qua một bộ điều chỉnh áp suất. Bộ điều chỉnh này điều tiết dòng khí oxy lỏng đi vào dàn hóa hơi tăng áp, nhằm duy trì áp suất ổn định trong toàn hệ thống.

Sau khi hóa hơi, khí oxy được đưa vào hệ thống với áp suất tối thiểu đạt 10,5 bar, bảo đảm đáp ứng yêu cầu vận hành và cung cấp khí liên tục cho các thiết bị y tế.

Trong trường hợp lắp đặt nhiều dàn hóa hơi, cần bố trí hệ thống chuyển đổi tự động giữa các dàn hóa hơi để:

- Phân bổ tải đều,
- Ngăn ngừa tình trạng quá tải cục bộ,
- Tăng độ tin cậy và tuổi thọ của hệ thống.

Công suất của dàn hóa hơi cần được tính toán kỹ lưỡng dựa trên thời điểm tiêu thụ oxy đồng thời cao nhất tại cơ sở. Việc này nhằm đảm bảo hệ thống luôn đủ khả năng cung cấp khí, kể cả khi nhu cầu đạt đỉnh.

b. Hệ thống đo trực tiếp dung lượng và giám sát từ xa:

Bồn chứa oxy lỏng (OXL) phải được trang bị đồng hồ đo dung lượng hiển thị lượng oxy lỏng hiện có trong bồn. Các đồng hồ này phải được hiệu chuẩn chính xác, đảm bảo độ tin cậy và do nhà cung cấp khí chịu trách nhiệm cung cấp và hiệu chỉnh.

Cần lắp đặt hệ thống giám sát từ xa có khả năng:

- Theo dõi liên tục mức dung lượng và áp suất của bồn chứa.
- Ghi nhận dữ liệu vận hành theo thời gian thực.
- Phát hiện sớm các vấn đề tiềm ẩn để hệ thống luôn hoạt động ổn định.

Dữ liệu giám sát được sử dụng để:

- Theo dõi mức tiêu thụ oxy theo thời gian.
- Xác định mức lưu trữ hiện tại và khả năng duy trì cung cấp.
- Lập kế hoạch bảo trì hệ thống, đồng thời dự báo nhu cầu tiêu thụ oxy trong tương lai.

Đối với hệ thống OXL do nhà cung cấp oxy trực tiếp vận hành, đơn vị cung cấp sẽ chủ động:

- Thiết kế, lắp đặt, vận hành và bảo trì hệ thống,
- Điều chỉnh phù hợp với nhu cầu sử dụng thực tế của cơ sở y tế.

Bảng điều khiển trung tâm của hệ thống OXL được thiết kế để:

- Cung cấp khí oxy với áp suất đầu ra từ bồn chứa chính ở tối thiểu 10,5 bar.
- Trường hợp sử dụng nguồn dự phòng (dàn chai gom), áp suất đầu ra đạt tối thiểu 4,2 bar.

- Sau đó, khí được giảm áp xuống còn 4,2 bar trước khi phân phối vào hệ thống đường ống đưa đến các khu vực sử dụng trong cơ sở.

c. Địa điểm đặt hệ thống OXL

Hệ thống OXL bao gồm bồn, bảng điều khiển, dàn gom dự phòng phải được đặt bên trong một khu vực có hàng rào bảo vệ, khu vực này cũng có thể lưu trữ các khí đông lạnh không cháy khác. Không khuyến khích lắp đặt hệ thống OXL bên trong tòa nhà kín hoặc tầng hầm, vì các nguy cơ liên quan đến an toàn cháy nổ và thông khí. Trong trường hợp bắt buộc phải lắp đặt trong tòa nhà, cơ sở phải tuân thủ nghiêm ngặt các tiêu chuẩn kỹ thuật, quy chuẩn an toàn hiện hành (nếu có), bao gồm:

- Thông thoáng tự nhiên hoặc cơ khí,
- Hệ thống cảnh báo và chống cháy nổ,
- Khoảng cách an toàn tối thiểu...

Vị trí đặt hệ thống OXL phải bảo đảm điều kiện thuận lợi cho việc di chuyển của xe cung cấp tiếp nạp oxy, kích thước bán kính quay xe điển hình để có thể tiếp cận theo bảng 3.3. Kích thước bán kính quay xe điển hình

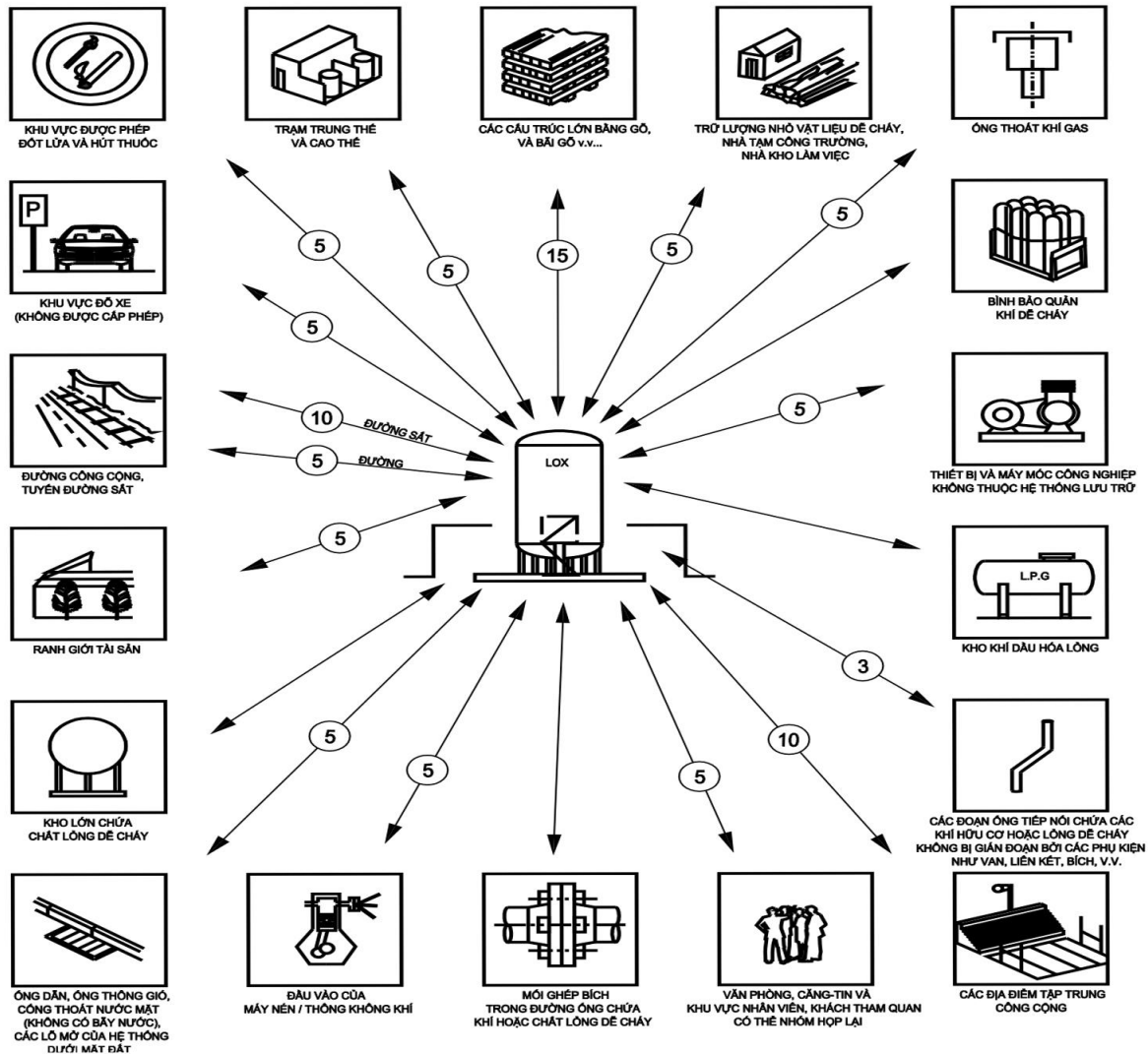
	Chiều dài (m)	Chiều rộng (m)	Bán kính quay (m)
Xe kéo rơ-moóc	16.5	2.5	27.5
Xe tải	8.6	2.5	20.0

Vị trí đặt hệ thống OXL đảm bảo khoảng cách an toàn được trình bày trong Hình 3.3. Bồn chứa oxy lỏng phải cách đường giao thông hoặc công trình ít nhất 8m, bề mặt phải bằng bê tông; Khu vực đặt hệ thống OXL phải được giữ sạch sẽ, không có rác thải và không được sử dụng làm khu vực lưu trữ chung.

Khoảng cách an toàn cho lưu trữ oxy lỏng theo bảng 3.4

Kích thước bồn oxy lỏng			
Bồn oxy lỏng (tấn)	Bồn chứa		
	Dung lượng bồn (tấn)	Dung lượng chất lỏng (m³) 15°C	
	0 – 1.1	0 – 2.2	6.0
	1.1 – 4.0	2.2 – 7.8	7.5
	4.0 – 60.0	7.8 – 117.0	15.0

	60.0 – 150.0 150.0 & trở lên	117.0 – 124.0 294.0 & trở lên	22.5 30.0
	Bồn OXL và các loại khí dễ cháy hóa lỏng khác * bình có tổng dung lượng trên 50 kg		7.5



Hình 3.3. Khoảng cách an toàn của bồn chứa oxy lỏng có dung lượng <20 tấn

Ghi chú: Khoảng cách an toàn được đo từ các điểm tiếp xúc với:

- Bất kỳ điểm nào trên hệ thống lưu trữ nơi có khả năng xảy ra rò rỉ hoặc tràn oxy trong quá trình vận hành bình thường.
- Lớp vỏ ngoài của bình chứa.
- Hoặc từ các đầu nối của bình chứa, tùy thuộc vào khoảng cách nào lớn hơn.

Đường ống giả định có đường kính tối đa là 50mm cho hệ thống ống dẫn oxy lỏng.

Đối với các tòa nhà, khoảng cách được đo đến điểm mở gần nhất trong tòa nhà, chẳng hạn như cửa ra vào, cửa sổ hoặc khe thông gió.

3.3.1.2. Nguồn cấp bằng Dàn gom bình/chai khí nén:

Nguồn cung cấp oxy sử dụng dàn gom bình/chai khí nén bao gồm các thành phần chính sau:

- Bình/chai oxy khí nén: Chia thành nhánh hoạt động và nhánh dự phòng.
- Hệ thống ống kết nối: Dùng để liên kết các bình với nhau và với hệ thống phân phối.
- Bộ chuyển mạch: tự động hoặc bán tự động, chuyển nguồn cấp.
- Bảng điều khiển và giám sát: Bộ điều áp, giảm áp suất từ bình xuống áp suất làm việc; Đồng hồ áp suất, theo dõi áp trước và sau điều áp; Van an toàn, xả khi áp suất vượt giới hạn.
- Bao gồm thiết bị đo áp suất, lưu lượng, và hệ thống giám sát từ xa để theo dõi tình trạng hoạt động và mức khí còn lại.

Dàn gom cần được lựa chọn và tính toán dựa trên nhu cầu tiêu thụ oxy thực tế của cơ sở y tế, bảo đảm đáp ứng yêu cầu về an toàn, khả năng cấp dự phòng và vận hành liên tục. Với cơ sở có nhu cầu tiêu thụ thấp đến trung bình, hệ thống dàn gom sử dụng cụm bình oxy nén thường là giải pháp phù hợp về mặt kỹ thuật và kinh tế. Trong trường hợp nhu cầu tiêu thụ cao hơn, nên xem xét sử dụng hệ thống oxy lỏng hoặc giải pháp kết hợp để nâng cao hiệu quả cung cấp, giảm chi phí vận hành, đồng thời tăng mức độ an toàn và ổn định trong lưu trữ, phân phối.

Hệ thống dàn gom điển hình thường được thiết kế với tối đa 20 bình/chai khí, chia thành hai nhánh/nhóm (mỗi nhánh tối đa 10 bình) với cơ cấu chuyển mạch tự động giữa nhánh đang sử dụng và nhánh dự phòng; hệ thống van, mặt đồng hồ và bộ kiểm soát áp suất phải đáp ứng yêu cầu an toàn và dễ thao tác khi thay bình. Dung lượng dự trữ phải được xác định trên cơ sở mức tiêu thụ thực tế; thông thường tổng dự trữ oxy nên đảm bảo cung cấp liên tục tối thiểu 05 ngày theo mức tiêu thụ trung bình của cơ sở (bao gồm bình đang sử dụng và dự phòng).

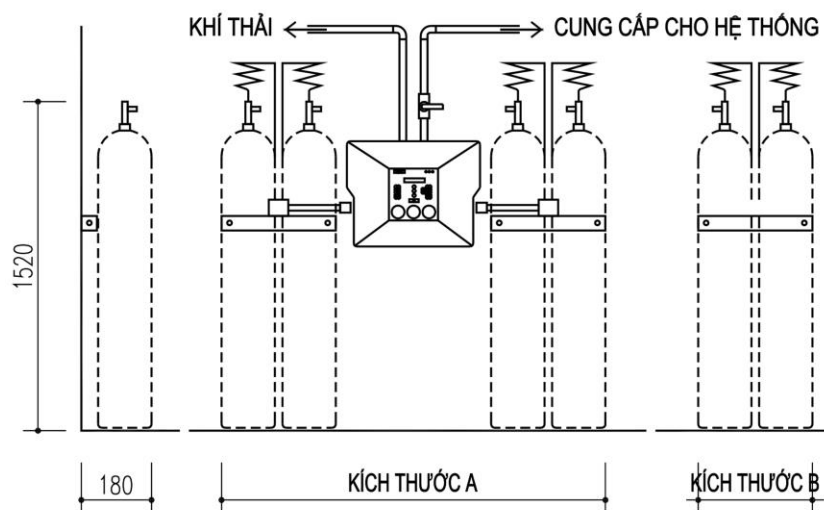
Thể tích khí mà bình chứa được khi nạp đầy ở áp suất làm việc, thường gọi là *dung lượng danh định*, được liệt kê trong Bảng 3.6. Các số liệu này đã được quy đổi về điều kiện tiêu chuẩn (nhiệt độ 15 °C, áp suất 1 bar). Dung lượng sử dụng được tính toán sau khi trừ đi phần áp suất dư khoảng 7 bar.

Bảng 3.6. Dung lượng bình oxy khí y tế sử dụng trong dàn gom (dung lượng sử dụng được tính với áp suất dư còn lại 7 bar).

Loại bình/chai	Dung lượng danh định ở 137 bar (lít)		** Dung lượng sử dụng (lít)
Oxy cỡ J (47 lít)	6.440		6.130

Hệ thống dàn gom và bảng điều khiển phải được thiết kế, chế tạo và chứng nhận phù hợp với áp suất làm việc tối đa 230 bar (tương ứng với bình khí nén y tế nạp danh định 200 bar ở 15°C), tuân thủ các tiêu chuẩn về bình chứa và phụ kiện khí y tế. Đầu nối của dàn gom cần tích hợp van một chiều có thể tái sử dụng, cho phép tháo lắp hoặc thay thế bình khí mà không gây rò rỉ khí từ các bình khác trong cụm. Trong trường hợp xảy ra sự cố ở ống nối mềm, van kết nối cụm bình phải được thiết kế để đảm bảo an toàn tuyệt đối cho toàn hệ thống.

Hệ thống giám sát cần được trang bị các chỉ báo áp suất, hiển thị liên tục áp suất trong từng cụm bình và hệ thống ống trung tâm. Các chỉ số này phải được cung cấp trực tuyến, cho phép nhân viên y tế theo dõi và quản lý hiệu quả nguồn cung oxy.



Hình 3.4. Sơ đồ nguyên lý của hệ thống dàn gom

3.3.1.3. Nguồn cấp bằng máy tạo oxy (PSA):

Hệ thống tạo oxy y tế sử dụng công nghệ hấp phụ dao động áp suất (PSA) là giải pháp hiệu quả, tiết kiệm chi phí, cho phép sản xuất oxy y tế tại chỗ với nồng độ trong dải 90–96% v/v (Oxygen 93%), đáp ứng các yêu cầu điều trị y tế thông thường.

Trong trường hợp cơ sở y tế yêu cầu oxy tinh khiết $\geq 99,5\%$ (ví dụ: một số ứng dụng hồi sức tích cực - ICU, sản khoa, phẫu thuật đặc biệt), hệ thống PSA tiêu chuẩn sẽ không đáp ứng nếu không có bước tinh chế bổ sung. Công nghệ PSA đặc biệt phù hợp cho các cơ sở y tế ở vùng sâu, vùng xa hoặc những khu vực khó tiếp cận nguồn cung oxy lỏng hoặc bình khí nén.

Để hệ thống PSA hoạt động ổn định, an toàn và tuân thủ tiêu chuẩn y tế, cần đáp ứng đầy đủ các yêu cầu kỹ thuật, an toàn và hướng dẫn lắp đặt sau:

a. Yêu cầu hệ thống:

Hệ thống PSA phải đáp ứng các tiêu chuẩn chất lượng, vận hành, an toàn và báo động theo TCVN 7742:2007 hoặc ISO 10083:2006 - “Hệ thống làm giàu oxy để sử dụng với hệ thống ống dẫn khí y tế”, đồng thời phù hợp với TCVN 8022-1 (ISO 7396-1) về hệ thống đường ống khí y tế.

Nồng độ oxy, giới hạn tạp chất và các chỉ tiêu khác phải được giám sát liên tục, đảm bảo nằm trong dải quy định của Oxygen 93%. Hệ thống phải trang bị máy phân tích oxy có chức năng cảnh báo khi nồng độ ra ngoài giới hạn, cùng cụm nguồn dự phòng (giàn chai hoặc cụm PSA dự phòng) và cơ chế chuyển mạch tự động khi nguồn chính không đạt yêu cầu.

Cấu hình hệ thống gồm: máy nén khí, bình chứa khí nén, bộ sấy khô, sàng phân tử, bơm chân không, các cấp lọc (lọc thô, lọc tinh, lọc tiết khuẩn), bộ điều áp, cụm điều khiển và giám sát.

b. Vị trí lắp đặt

Vị trí lắp đặt hệ thống PSA cần được thiết kế để đảm bảo:

- Khả năng tiếp cận: Cho phép bảo trì và thay thế các bộ phận chính một cách dễ dàng.
- Thông thoáng: Đảm bảo luồng không khí đầy đủ phục vụ ba mục đích: Cung cấp khí cho máy nén khí/ Làm mát khí nén sau bộ làm mát/ Làm mát máy nén khí.

Trong một số trường hợp, cần lắp đặt ống dẫn khí để đảm bảo lưu lượng không khí làm mát đầy đủ. Nhiệt độ môi trường tại vị trí lắp đặt phải nằm trong dải vận hành phù hợp với hệ thống. Ở những khu vực có điều kiện khắc nghiệt, có thể cần bổ sung hệ thống làm lạnh không khí làm mát.

Bộ lọc khí đầu vào nên được đặt tại cửa hút khí của máy nén hoặc tại vị trí phù hợp trên đường ống dẫn khí để đảm bảo chất lượng khí đầu vào.

c. Yêu cầu về độ ồn

Mức độ ồn của hệ thống PSA, chủ yếu phát sinh từ máy nén khí, phụ thuộc vào công suất thiết bị. Mức độ ồn tự do tối đa cho nhà máy không cách âm, đo ở khoảng cách 1 m từ máy, với loại và công suất máy phải không vượt quá các giá trị theo bảng sau:

Bảng 3.7. Bảng yêu cầu về độ ồn của hệ thống

Máy nén pittông	Máy nén khí trực vít	Máy nén khí xoắn ốc	Công suất động cơ
85 dbA	76 dbA	76 dbA	7,5 kW
89 dbA	78 dbA	76 dbA	7,6–15 kW
93 dbA	80 dbA	79 dbA	15,1–22 kW
97 dbA	92 dbA	90 dbA	22,1-60 kW

Trong các khu vực nhạy cảm với tiếng ồn, cần trang bị lớp cách âm cho máy nén khí, đảm bảo giảm ít nhất 10 dBA tại khoảng cách 1 m, nhằm duy trì môi trường làm việc yên tĩnh và an toàn.

3.3.1.4. Nguồn cung cấp khẩn cấp/dự phòng:

Hệ thống cung cấp oxy khẩn cấp/dự phòng được thiết kế để đảm bảo nguồn oxy y tế liên tục trong các tình huống khẩn cấp, bảo trì hoặc sự cố hệ thống chính, góp phần duy trì an toàn và hiệu quả hoạt động của cơ sở y tế. Dưới đây là các yêu cầu kỹ thuật và hướng dẫn chi tiết để triển khai hệ thống này.

a. Yêu cầu chung:

Mục đích: Hệ thống cung cấp oxy y tế phải được trang bị nguồn khẩn cấp hoặc dự phòng nhằm đảm bảo duy trì cung cấp oxy liên tục trong các tình huống khẩn cấp, bảo trì hoặc sự cố hệ thống chính.

Công suất và thời gian dự phòng: Nguồn dự phòng phải được thiết kế đảm bảo lưu lượng tương đương với hệ thống chính và có dung lượng đủ để cấp khí liên tục tối thiểu trong 4 giờ qua hệ thống đường ống phân phối.

Cấu hình hệ thống:

- Trường hợp hệ thống dự phòng yêu cầu sử dụng trên 6 bình khí cho mỗi cụm, các bình bổ sung phải được lưu trữ tại phòng chứa Dàn gom.
- Van một chiều và van cách ly phải được lắp đặt ngay trước điểm kết nối giữa dàn gom dự phòng và hệ thống phân phối đường ống, nhằm kiểm soát và đảm bảo an toàn vận hành.

Nguyên tắc tính toán dung lượng dự phòng: Việc xác định dung lượng của hệ thống dự phòng cần căn cứ trên:

- Nhu cầu sử dụng thực tế của cơ sở.
- Tình hình cung ứng tại địa phương (oxy dạng khí, oxy lỏng hoặc máy tạo oxy tại chỗ như hệ thống PSA).
- Tình huống khẩn cấp có thể xảy ra và lưu lượng tiêu thụ cao nhất của hệ thống.

Giải pháp thay thế: Trường hợp việc lưu trữ số lượng lớn bình khí tại cơ sở là không khả thi hoặc không an toàn, cần thiết lập một quy trình đảm bảo liên tục cung ứng oxy, có thể bao gồm phương án vận chuyển khẩn cấp, phối hợp với nhà cung cấp, hoặc thiết lập khu lưu trữ tạm thời ngoài cơ sở chính.

b. Hệ thống cụm bình cung cấp khẩn cấp/dự phòng:

Đối với các cơ sở có nhu cầu sử dụng oxy lớn, cần xem xét sử dụng nguồn cung cấp dự phòng từ khí lỏng dạng lớn hoặc bình chứa oxy lỏng.

Dàn gom dự phòng phải được kết nối với hệ thống đường ống qua bảng điều khiển, tích hợp hai cụm bình khí có dung lượng tương đương.

Chuyển đổi tự động giữa cụm bình chính và cụm bình dự phòng phải được thực hiện để đảm bảo cung cấp oxy liên tục.

Tất cả dàn gom phải có khả năng đáp ứng toàn bộ lưu lượng yêu cầu của hệ thống đường ống.

Thiết bị cần được thiết kế để vận hành ổn định trong điều kiện nhiệt độ khí giảm xuống tới -30°C khi đi qua bộ điều áp.

Trong trường hợp nguồn cung cấp chính bị gián đoạn, hệ thống khẩn cấp/dự phòng phải đảm bảo cung cấp toàn bộ lưu lượng cần thiết mà không cần thông báo tức thời cho người dùng.

c. Kiểm soát áp suất:

Duy trì áp suất ổn định: Hệ thống kiểm soát áp suất phải đảm bảo duy trì áp suất danh định trong hệ thống đường ống trong phạm vi quy định, phù hợp với thiết kế kỹ thuật và nhu cầu sử dụng của cơ sở.

Van điều áp cho từng cụm bình: Mỗi cụm bình oxy cần được trang bị van điều chỉnh áp suất riêng biệt, cho phép:

- Thay thế bình khí hoặc
- Bảo trì van điều áp của một cụm mà không làm gián đoạn nguồn cung cấp oxy cho toàn hệ thống.

Van an toàn:

- Van tự động đóng (van an toàn) phải được lắp đặt trên mỗi nhánh đường ống phân phối khí, sau bộ điều chỉnh áp suất và van cách ly chính.

- Một van an toàn bổ sung cần được bố trí giữa dàn gom khẩn cấp/dự phòng và hệ thống đường ống phân phối.

- Van này phải có lưu lượng xả khí tối thiểu tương đương với bộ điều áp trước nó.

- Đường xả kết nối với van an toàn phải có kích thước lớn hơn ít nhất một bậc so với đường ống chính để đảm bảo hiệu quả thoát khí.

Yêu cầu về đường xả khí:

- Phải được dẫn ra ngoài trời, tại khu vực an toàn, không có nguy cơ gây cháy nổ hoặc ảnh hưởng đến sức khỏe nhân viên.

- Vị trí đầu xả phải cách xa các cửa sổ, cửa ra vào hoặc lối hút khí của các hệ thống thông gió khác.

- Đầu xả phải được uốn cong hướng xuống dưới để tránh bụi bẩn và hơi ẩm xâm nhập vào hệ thống.

- Các yêu cầu nêu trên áp dụng tương tự đối với các hệ thống được cung cấp từ bình oxy lỏng.

d. Hệ thống giám sát và chỉ báo: Hệ thống giám sát và chỉ báo phải thực hiện các chức năng sau:

- Theo dõi trạng thái hoạt động của dàn gom.

- Hiển thị tình trạng dàn gom một cách rõ ràng.

- Tự động khôi phục sau khi nguồn điện được tái lập.

Hệ thống giám sát, chỉ báo và báo động phải được kết nối với nguồn điện ưu tiên để đảm bảo hoạt động liên tục.

e. Vị trí nguồn cung cấp khẩn cấp/dự phòng:

Dàn gom khẩn cấp/dự phòng phải được đặt trong phòng chứa dàn gom của hệ thống chính.

Các dàn gom dự phòng cho các hệ thống khác cũng cần được bố trí tại vị trí phù hợp trong phòng dàn gom, đảm bảo dễ tiếp cận và an toàn.

3.3.2. Mạng lưới phân phối

Mạng lưới phân phối oxy y tế được thiết kế để đảm bảo cung cấp oxy an toàn, liên tục và hiệu quả đến các khu vực sử dụng trong cơ sở y tế. Phần này trình bày các yêu cầu kỹ thuật và nguyên tắc thiết kế nhằm tối ưu hóa hiệu suất hệ thống, tuân thủ các tiêu chuẩn y tế.

3.3.2.1. Yêu cầu chung:

Lựa chọn kích thước đường ống: Kích thước đường ống dẫn khí oxy y tế phải được tính toán để đảm bảo tổn hao áp suất không vượt quá 5% áp suất làm việc của hệ thống. Phương pháp tính toán tham khảo tại Phụ lục 2.

Tính toán lưu lượng và áp suất: Xác định chính xác lưu lượng và áp suất oxy cần thiết cho từng khu vực, bao gồm phòng cấp cứu, đơn vị chăm sóc đặc biệt (ICU), phòng mổ và các khu vực nội trú.

Nguyên tắc thiết kế: Hệ thống phân phối phải đáp ứng đầy đủ nhu cầu oxy của tất cả các khu vực và thiết bị y tế, tránh tình trạng tắc nghẽn hoặc giảm áp suất.

Thành phần hệ thống:

- Hệ thống đường ống: Thiết kế hệ thống ống dẫn từ nguồn cung cấp đến các khu vực sử dụng.
- Van và đồng hồ đo: Lắp đặt van điều khiển và đồng hồ đo áp suất tại các vị trí quan trọng để kiểm soát và giám sát dòng chảy.
- Hệ thống báo động: Trang bị hệ thống cảnh báo tự động khi áp suất hoặc nồng độ oxy giảm dưới mức an toàn.

3.3.2.2. Hệ thống đường ống

Hệ thống đường ống dẫn khí oxy y tế được chế tạo từ vật liệu đồng chuyên dụng (phù hợp với các tiêu chuẩn quốc tế như BS EN 13348, NFPA 99, và HTM 02-01), đảm bảo khả năng chịu áp suất cao và an toàn cho sử dụng y tế. Ống dẫn được cố định chắc chắn trên giá đỡ, giữ khoảng cách tối thiểu 5 cm với dây dẫn điện để tránh nguy cơ chập điện hoặc nhiễu.

Nguyên tắc thiết kế đường ống:

Lưu lượng dòng khí: Xem xét ba giá trị lưu lượng chính:

- Lưu lượng tại mỗi cổng đầu ra (tham khảo nguyên tắc tính toán tại Phụ lục 4).
- Lưu lượng yêu cầu tại từng nhánh của hệ thống phân phối.
- Tổng lưu lượng toàn hệ thống, tính bằng tổng các lưu lượng đã điều chỉnh.

Lưu lượng đỉnh: Hệ thống phải đảm bảo lưu lượng đỉnh thiết kế đạt được tại mọi cổng đầu ra.

Hệ số sử dụng: Vì không phải tất cả các cổng đầu ra được sử dụng đồng thời, cần áp dụng hệ số điều chỉnh lưu lượng dựa trên khảo sát thực tế về mức sử dụng

oxy tại từng khoa, phòng. Hệ số này giúp xác định lưu lượng thiết kế thực tế cho từng nhánh và toàn hệ thống.

Số lượng công đầu ra: Số lượng công tại các khu vực điều trị nội trú cần phù hợp với nhu cầu thực tế. Đối với các chuyên khoa đặc thù, số lượng công có thể cần tăng để đáp ứng nhu cầu sử dụng đồng thời tối đa.

Đơn vị lưu lượng: Tất cả lưu lượng được biểu thị bằng lít/phút (l/min) ở điều kiện tiêu chuẩn, trừ khi có quy định khác.

Hệ thống đường ống phải được thiết kế để đảm bảo cung cấp oxy liên tục, đáp ứng đầy đủ nhu cầu sử dụng tối đa mà không gây gián đoạn hoặc suy giảm chất lượng.

3.3.3. Thiết bị ngoại vi

Thiết bị ngoại vi trong hệ thống cung cấp oxy y tế được thiết kế để đảm bảo cung cấp khí oxy an toàn, thuận tiện và hiệu quả tại các điểm sử dụng. Phần này trình bày các yêu cầu kỹ thuật và nguyên tắc lắp đặt nhằm đáp ứng tiêu chuẩn y tế, tối ưu hóa trải nghiệm sử dụng và đảm bảo an toàn.

3.3.3.1. Yêu cầu chung

Các công đầu ra khí oxy y tế phải được bố trí tại các vị trí thuận tiện, giúp giảm thiểu chiều dài dây nối mềm giữa công và thiết bị sử dụng. Công đầu ra có thể được lắp đặt theo các phương thức sau:

- Lắp nổi hoặc âm tường.
- Tích hợp với các dịch vụ khác như hệ thống điện, gọi y tá, hoặc TV/radio trong các thiết bị chuyên dụng như hộp đầu giường, bảng điều khiển tường, hoặc thiết bị treo trần trong phòng mổ.

Lưu ý:

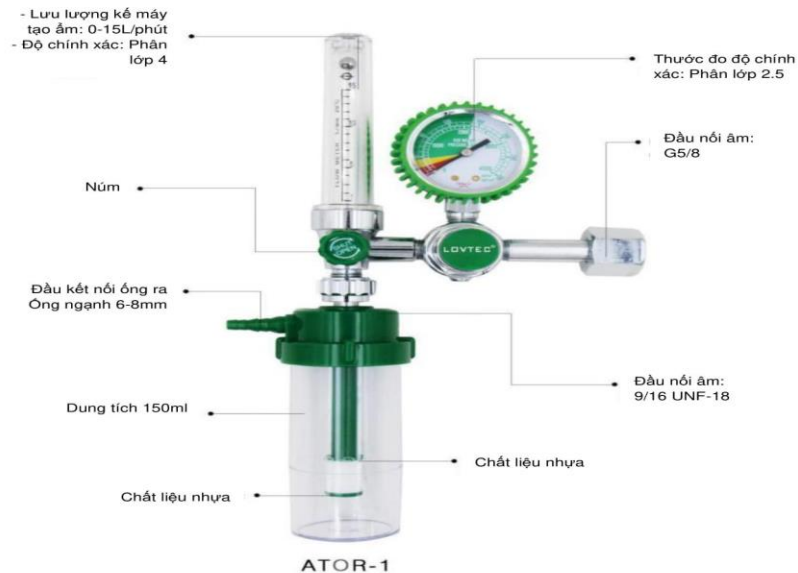
- Công đầu ra khí oxy y tế không được lắp đặt trên sàn.
- Tất cả các công đầu ra khí y tế phải phù hợp với tiêu chuẩn DIN hoặc tiêu chuẩn tương đương được quy định trong ISO 9170-1 / TCVN 8020-1. Đối với công đầu ra lắp ngang (trên tường), cần trang bị thiết bị chống xoay để đảm bảo các thiết bị gắn trực tiếp, như lưu lượng kế, duy trì phương thẳng đứng. Đối với công đầu ra lắp dọc (ví dụ: trên thiết bị treo trần), thiết bị chống xoay không cần thiết.

Thiết bị ngoại vi:

- Kết nối với công đầu ra thông qua cơ chế tháo lắp nhanh, tự động cấp khí khi lắp vào và cắt khí khi tháo ra, bảo đảm an toàn và tiện lợi.
- Có thể di chuyển linh hoạt giữa các vị trí sử dụng.

- Bao gồm các thiết bị như:

Lưu lượng kế: Điều chỉnh lưu lượng khí từ 0–15 lít/phút, tích hợp bộ tạo ẩm để hỗ trợ bệnh nhân thở oxy giàu, và hệ thống điều khiển áp suất ngược để duy trì lưu lượng ổn định khi áp suất đường ống thay đổi.



Hình 3.5. Lưu lượng kế

3.3.3.2. Các cổng đầu ra gắn trên tường nên được lắp đặt như sau:

Cổng đầu ra gắn trên tường cần được lắp đặt theo các yêu cầu sau để đảm bảo tính tiện dụng và an toàn:

Khoảng cách giữa các tâm cổng đầu ra liền kề theo chiều ngang:

- $135 \pm 2,5$ mm đối với ba hoặc nhiều cổng đầu ra.
- $150 \pm 2,5$ mm đối với hai cổng đầu ra.
- Khoảng cách này đảm bảo đủ không gian để sử dụng lưu lượng kế kép, ví dụ giữa cổng oxy và cổng chân không phục vụ hai giường bệnh.

Khoảng cách tối thiểu: Từ tâm cổng đầu ra đến bất kỳ vật cản nào (như góc tường) phải đạt ít nhất 200 mm.

Yêu cầu cố định:

- Cổng đầu ra phải được cố định chắc chắn vào hệ thống cung cấp hoặc bề mặt tường, chịu được:
 - Lực ngang 20 N tác dụng tại điểm cách bề mặt cổng 100 mm mà không bị bong tróc hoặc hư hỏng.
 - Lực dọc trục 450 N mà không bị bong tróc hoặc hư hỏng.

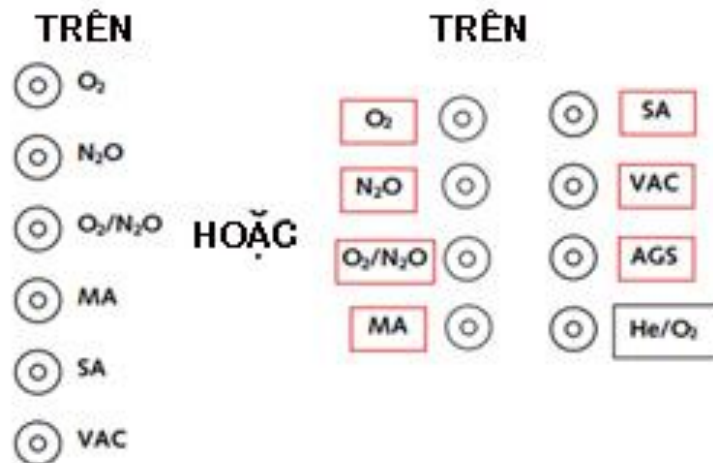
Sắp xếp mảng cổng đầu ra:

- Khi bố trí mảng cổng đầu ra nằm ngang, theo thứ tự từ trái sang phải (khi nhìn từ phía trước): oxy, nitơ oxit, hỗn hợp nitơ oxit/oxy (50% v/v), không khí y tế, không khí phẫu thuật, chân không, khí gây mê, hỗn hợp heli/oxy (hình 3.6).
- Nếu không thể sắp xếp trên một hàng ngang, có thể bố trí thành nhiều hàng, tuân thủ thứ tự ưu tiên trên.



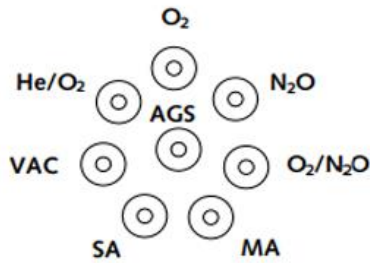
Hình 3.6. Sắp xếp cổng đầu ra theo mảng ngang

- Đối với mảng dọc, với oxy ở trên cùng và theo trình tự như đối với mảng ngang. Trong nhiều trường hợp, mảng dọc là không khả thi và cách sắp xếp thuận tiện hơn sẽ bao gồm một số hàng (hình 3.7).



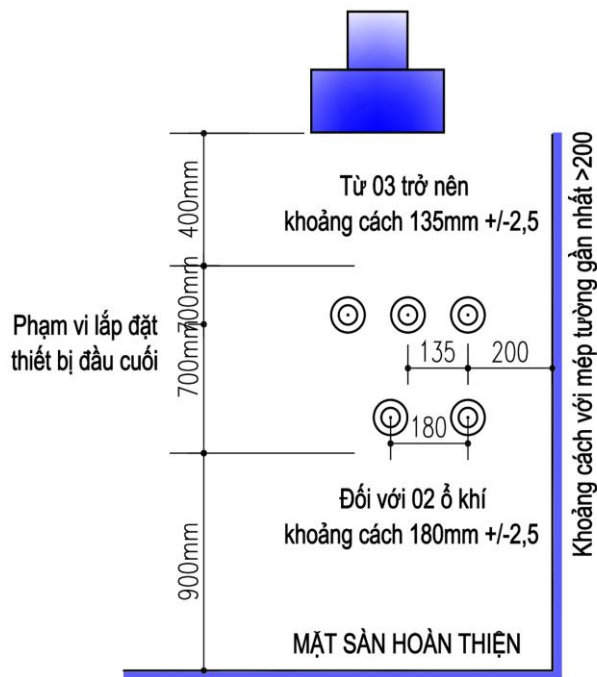
Hình 3.7. Sắp xếp cổng đầu ra theo mảng dọc

- Đối với một mảng tròn, ví dụ như khi các đơn vị đầu cuối được lắp đặt ở mặt dưới của một mặt dây chuyền, với trình tự như đối với một mảng nằm ngang, theo chiều kim đồng hồ khi nhìn từ bên dưới. Đơn vị đầu cuối AGS có thể chiếm trung tâm của một mảng như vậy.



Hình 3.8. Sắp xếp cổng đầu ra theo mảng tròn

- Chiều cao lắp đặt cho các thiết bị đầu cuối phải nằm trong khoảng từ 900 mm đến 1600 mm so với mặt sàn hoàn thiện, khi lắp trên tường hoặc các bề mặt thẳng đứng tương tự – chiều cao tối ưu để thuận tiện cho người sử dụng hệ thống khí y tế là 1400 mm.



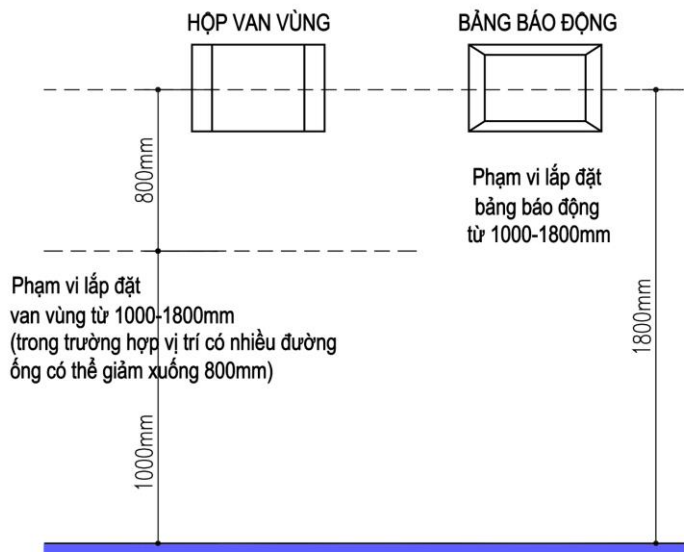
Hình 3.9. Chiều cao lắp đặt, khoảng cách giữa các tâm của các đơn vị đầu cuối ngang liền kề.

Lưu ý: Một số phòng bệnh nhân nội trú được cung cấp các thiết bị đầu cuối được lắp đặt trong các hốc sau tấm che/tấm trang trí,... Để đáp ứng điều này, cần phải chừa thêm 100 mm ở mỗi bên của các thiết bị đầu cuối ngoài cùng và 200 mm từ tâm đến đỉnh hốc và 300 mm từ tâm đến đáy hốc. Độ sâu của hốc phải là 150 mm. Bề mặt phải được đánh dấu rõ ràng bằng chú thích thiết bị y tế được lắp đặt bên trong.

Khi được lắp đặt trên tay treo trần hoặc các cấu trúc tương tự, các công đầu ra nên thuộc loại phù hợp để lắp đặt trong phạm vi quy định.

3.3.3.2. Khoảng cách lắp đặt của thiết bị cảnh báo báo động

Thiết bị cảnh báo và báo động (bảng báo động khu vực, báo động chính, phụ...) phải được lắp đặt tại các vị trí có người giám sát 24/7. Phải ở vị trí có thể quan sát và truy cập dễ dàng bởi nhân viên y tế, kích thước theo hình minh họa bên:



Hình 3.9. khoảng cách lắp đặt thiết bị cảnh báo

3.3.4. Yêu cầu về điện

Hệ thống điện cung cấp cho hệ thống khí oxy y tế cần được thiết kế để bảo đảm vận hành an toàn, liên tục và tuân thủ các tiêu chuẩn y tế. Phần này trình bày các yêu cầu kỹ thuật về nguồn điện, dây dẫn và bố trí hệ thống nhằm giảm thiểu rủi ro và tối ưu hóa hiệu suất.

Yêu cầu chung:

Nguồn điện ưu tiên: Hệ thống khí oxy y tế phải được cấp điện từ nguồn ưu tiên, đảm bảo hoạt động liên tục 24/7, kể cả trong trường hợp mất điện lưới.

Lựa chọn dây điện:

- Dây điện cần được chọn dựa trên điều kiện môi trường và nguy cơ hư hỏng cơ học.
- Sử dụng cáp đồng cách điện bằng khoáng chất (MICC) hoặc cáp cách điện PVC cho các khu vực bên trong và bên ngoài.
- Đối với phòng máy, sử dụng cáp đơn chịu nhiệt trong ống dẫn mạ kẽm.
- Đối với thiết bị công suất lớn, ưu tiên cáp chống cháy bọc thép để tăng cường an toàn.

Tách biệt hệ thống điện và đường ống:

- Tránh tiếp xúc ngẫu nhiên giữa đường ống dẫn khí y tế và dây điện, ống

dẫn hoặc máng cáp.

- Khi đường ống khí y tế không thể tách biệt vật lý khỏi các cấu trúc kim loại hoặc khi tiếp xúc trực tiếp với kim loại (ví dụ như đi qua vách ngăn kim loại, trong hộp kỹ thuật, hoặc gần các thiết bị đầu giường bằng kim loại), đường ống đó cần tuân thủ chặt chẽ các quy định về hệ thống nối đất và liên kết đẳng thế trong hệ thống dây điện của cơ sở y tế, nhằm mục đích ngăn ngừa sự tích tụ điện tích và giảm thiểu nguy cơ phóng điện, đảm bảo an toàn cho người bệnh và nhân viên y tế.

Kết nối thiết bị:

- Kết nối cuối đến các thiết bị (như bảng bảo động hoặc bảng điều khiển) phải sử dụng bộ kết nối cầu chì không có công tắc.

- Cần trang bị công tắc hai cực để hỗ trợ công tác bảo trì hoặc sửa chữa thiết bị.

Bố trí trong giá treo hoặc vỏ bọc:

- Khi hệ thống điện và đường ống dẫn khí y tế được bố trí trong giá treo trần (xoay hoặc cố định) hoặc vỏ bọc đa năng, cần đảm bảo: Các hệ thống điện áp thấp (LV), điện áp cực thấp (ELV), truyền thông và dữ liệu được giữ cùng nhau nhưng tách biệt hoàn toàn với đường ống dẫn khí / Ngăn chặn tiếp cận các bộ phận mang điện không được bảo vệ bên trong giá treo để đảm bảo an toàn.

3.3.5. Tiếp địa

Hệ thống đường ống dẫn khí oxy y tế cần được nối đất đúng cách để đảm bảo an toàn, tuân thủ các tiêu chuẩn y tế và ngăn ngừa rủi ro về điện. Các yêu cầu dưới đây được thiết kế nhằm đảm bảo vận hành an toàn và hiệu quả.

Nối đất hệ thống đường ống: Các đường ống dẫn khí oxy y tế phải được nối đất vào điểm tiếp địa chính của cơ sở, tuân theo TCVN 9358:2012. Việc nối đất nên được thực hiện tại điểm gần nhất nơi đường ống đi vào tòa nhà từ khu vực thiết bị.

Dây dẫn nối đất: Kích thước dây dẫn nối đất phải đáp ứng các quy định của TCVN 9358:2012, bảo đảm khả năng dẫn điện an toàn và hiệu quả.

Hạn chế sử dụng đường ống làm hệ thống tiếp địa: Đường ống khí oxy y tế không được sử dụng làm hệ thống tiếp địa cho các thiết bị điện hoặc để kết nối thiết bị điện tiếp địa.

Kết nối tại bảng kim loại đầu giường: Khi đường ống hoặc cổng đầu ra khí y tế được bố trí trong bảng kim loại đầu giường, điện trở của kết nối liên kết phải tuân thủ các giá trị yêu cầu quy định, đảm bảo an toàn điện và vận hành ổn định.

3.3.6. Quy định về các tín hiệu cảnh báo

Tín hiệu báo động tại khu vực nguồn cung cấp oxy (ví dụ: bồn oxy lỏng hoặc hệ thống dàn chai dự phòng) cần hiển thị rõ ràng các trạng thái vận hành để đảm bảo an toàn và kịp thời xử lý. Dưới đây là các chỉ báo và mô tả tương ứng.

Bảng 3.8. Chỉ báo về trạng thái vận hành hệ thống oxy

Chỉ báo	Màu Sắc	Mô tả
Bình Thường	Xanh Lá Cây	Hệ thống cung cấp oxy đang hoạt động ổn định và bình thường.
Dung lượng OXL Thấp	Vàng	"Dung lượng OXL thấp < 25%": Mức oxy lỏng trong bồn chính đã xuống dưới 25% tổng dung lượng. Cần chuẩn bị kế hoạch bổ sung oxy.
Chuyển đổi nguồn / OXL rỗng	Vàng	"OXL rỗng, bình dự phòng đang sử dụng": Bồn oxy lỏng chính đã cạn, hệ thống đã tự động chuyển sang sử dụng nguồn dự phòng. Yêu cầu nạp oxy ngay lập tức để đảm bảo nguồn cung liên tục.
Áp suất dự phòng thấp	Đỏ	"Áp suất trong hệ thống dự phòng < 50%": Áp suất khí trong các bình oxy dự phòng đã giảm xuống dưới 50% so với áp suất đầy. Cần nạp lại các bình dự phòng để duy trì khả năng cung cấp khi cần thiết.
Lỗi áp suất đường ống	Đỏ	"Lỗi áp suất đường ống": Phát hiện sự cố nghiêm trọng về áp suất trong đường ống chính dẫn khí từ nguồn cấp. Có thể là áp suất quá cao hoặc quá thấp, cần kiểm tra và xử lý khẩn cấp để tránh gián đoạn cung cấp hoặc các rủi ro an toàn.

Quy định thông số hệ thống giám sát oxy máy PSA bao gồm: máy phân tích oxy, chỉ báo nồng độ oxy, thiết bị giám sát lưu lượng oxy, máy ghi nồng độ/lưu lượng oxy. Trong trường hợp nồng độ oxy giảm xuống dưới 90%, hệ thống giám sát cần cách ly hệ thống PSA khỏi hệ thống phân phối khí đường ống để dàn gom khẩn cấp/dự phòng đi vào hoạt động.

CHƯƠNG IV: LẮP ĐẶT VÀ BẢO TRÌ HỆ THỐNG

4.1. Lắp đặt

Việc lắp đặt và vận hành hệ thống cung cấp oxy y tế phải tuân thủ đầy đủ các quy định pháp luật hiện hành, bao gồm tiêu chuẩn, quy chuẩn kỹ thuật, quy định về an toàn lao động và phòng chống cháy nổ. Hệ thống phải được lắp đặt bằng vật liệu phù hợp, đúng kỹ thuật, có biện pháp kiểm tra và bảo dưỡng định kỳ nhằm đảm bảo an toàn, hiệu quả trong quá trình sử dụng.

Các tiêu chuẩn và quy định kỹ thuật áp dụng:

- TCVN 7742:2007 (ISO 10083:2006) – Quy định yêu cầu thiết kế và lắp đặt hệ thống làm giàu oxy sử dụng với hệ thống ống dẫn khí y tế, áp dụng cho hệ thống tạo ra không khí giàu oxy có nồng độ $\geq 90\%$.

- TCVN 8022-1:2009 (ISO 7396-1:2007) – Quy định về hệ thống đường ống khí y tế (bao gồm khí nén y tế và chân không) với hướng dẫn thiết kế, lắp đặt, vận hành và bảo dưỡng để giảm thiểu rủi ro và đảm bảo an toàn.

- TCVN 6153:1996 - Bình chịu áp lực – Yêu cầu kỹ thuật an toàn về thiết kế.

- TCVN 6155:1996 - Bình chịu áp lực – Yêu cầu kỹ thuật an toàn về lắp đặt, sử dụng, sửa chữa.

- TCVN 6156:1996 - Bình chịu áp lực – Phương pháp thử thủy lực.

- TCVN 5507:2002 - Hóa chất nguy hiểm – Quy phạm an toàn trong sản xuất, kinh doanh, sử dụng, bảo quản và vận chuyển (áp dụng cho an toàn oxy lỏng).

Yêu cầu kỹ thuật chính khi lắp đặt:

- Chỉ sử dụng vật tư, thiết bị đạt tiêu chuẩn (có chứng nhận hợp quy hoặc tương đương).

- Đường ống dẫn oxy phải làm từ vật liệu tương thích (thường là đồng hoặc thép không gỉ), không sử dụng vật liệu có thể phản ứng với oxy.

- Có hệ thống van khóa khu vực để cô lập từng nhánh khi bảo trì hoặc xử lý sự cố.

- Lắp đặt thiết bị cảnh báo áp suất cao/thấp và cảnh báo rò rỉ oxy.

- Tất cả các mối hàn, mối nối phải được kiểm tra không phá hủy và thử kín trước khi nghiệm thu.

Yêu cầu để vận hành hệ thống đảm bảo an toàn:

- Chỉ người đã được đào tạo mới được phép vận hành hệ thống khí y tế.

- Kiểm tra các thông số (áp suất, lưu lượng, chỉ báo mức khí...) trước khi

cấp oxy cho các khu sử dụng.

- Không tự ý điều chỉnh van chính, van điều áp hoặc đường ống.
- Đảm bảo khu vực chứa nguồn oxy luôn thông thoáng, không có vật dễ cháy, tránh tia lửa điện.
- Thường xuyên kiểm tra các đèn/báo động áp suất thấp, rò rỉ khí hoặc mất nguồn.
- Đeo găng tay và bảo hộ khi thao tác với bình oxy hoặc thiết bị liên quan.

4.2. Bảo trì hệ thống

Bảo trì hệ thống cung cấp oxy y tế là yêu cầu bắt buộc nhằm đảm bảo hoạt động ổn định, liên tục và an toàn. Việc bảo dưỡng phải tuân thủ hướng dẫn của nhà sản xuất, tiêu chuẩn kỹ thuật và các quy định pháp luật có liên quan.

- TCVN 7742:2007 (ISO 10083:2006) – Quy định yêu cầu thiết kế, lắp đặt và bảo dưỡng hệ thống làm giàu oxy sử dụng với hệ thống ống dẫn khí y tế.
- TCVN 8022-1:2009 (ISO 7396-1:2007) – Quy định về hệ thống đường ống khí y tế (bao gồm khí nén y tế và chân không) với hướng dẫn thiết kế, lắp đặt, vận hành và bảo dưỡng để giảm thiểu rủi ro và đảm bảo an toàn.
- Nghị định số 98/2021/NĐ-CP – Quy định nguyên tắc quản lý, sử dụng trang thiết bị y tế; cơ sở mua bán trang thiết bị y tế phải cung cấp đầy đủ hướng dẫn sử dụng, điều kiện bảo đảm an toàn, bảo quản, hiệu chuẩn, kiểm định, bảo dưỡng, bảo trì.

Quy trình kiểm tra định kỳ:

Hàng ngày:

- Kiểm tra áp suất hệ thống và mức oxy trong bồn/bình.
- Kiểm tra hoạt động của hệ thống báo động và các đầu ra.
- Đảm bảo không có hiện tượng rò rỉ khí (nghe, ngửi hoặc dùng bọ xà phòng kiểm tra).

Hàng tuần:

- Kiểm tra hoạt động của AVSU (van khóa khu vực).
- Kiểm tra và vệ sinh lưu lượng kế, bình làm ẩm.
- Ghi nhận thông số áp suất tại từng khu sử dụng.

Hàng quý hoặc 6 tháng:

- Kiểm tra toàn bộ đường ống, phụ kiện, bộ điều áp.
- Đo độ tinh khiết oxy đầu ra nếu có thiết bị.
- Kiểm tra hệ thống điện, tiếp địa chống tĩnh điện.

4.3. Lập hồ sơ vận hành và nhật ký bảo trì

Mỗi hệ thống cần có bộ hồ sơ quản lý riêng, bao gồm:

- Sơ đồ hệ thống khí y tế (cập nhật sau mỗi thay đổi).
- Nhật ký vận hành hằng ngày: Áp suất, lượng oxy, các sự cố nhỏ.
- Biên bản kiểm tra định kỳ: Có xác nhận của bộ phận kỹ thuật.
- Lịch bảo trì và thay thế linh kiện định kỳ.
- Tài liệu hướng dẫn vận hành/bảo trì của từng thiết bị.
- Biểu mẫu quản lý vận hành, bảo trì định kỳ (sổ nhật ký, phiếu kiểm tra...);

Phụ lục biểu mẫu kiểm tra vận hành; Phụ lục quy trình nghiệm thu, kiểm định lần đầu sau lắp đặt...

4.4. Kiểm định kỹ thuật an toàn hệ thống oxy y tế

Hệ thống oxy y tế phải được kiểm định bởi đơn vị đủ điều kiện trước khi đưa vào sử dụng, bao gồm:

- Hệ thống đường ống áp lực
- Bồn chứa oxy lỏng
- Đồng hồ đo áp suất, van điều áp

Kiểm định định kỳ theo Thông tư số 36/2019/TT-BLĐTBXH của Bộ Lao động và thương binh xã hội và các văn bản thay thế (nếu có). Kết quả kiểm định là một phần không thể thiếu trong hồ sơ nghiệm thu và vận hành hệ thống.

4.5. Rủi ro đặc thù khi sử dụng hệ thống oxy lỏng

Việc sử dụng oxy ở trạng thái lỏng kéo theo một số rủi ro đặc thù, cần được nhận diện và có biện pháp phòng ngừa phù hợp. Các tình huống dễ gây bỏng lạnh bao gồm:

- Kết nối hoặc tháo các khớp nối, van cấp oxy lỏng.
- Xả áp hoặc xả khí thừa tại bồn LOX.
- Rò rỉ, tràn oxy lỏng ra ngoài do lỗi thiết bị hoặc thao tác sai.
- Nguy cơ vấp ngã nếu oxy lỏng tràn gây đóng băng mặt sàn

Tất cả nhân sự được phân công vận hành hệ thống oxy lỏng phải được trang bị đầy đủ phương tiện bảo hộ cá nhân.

Gắn biển cảnh báo rõ ràng: “CẢNH BÁO – OXY LỎNG – NGUY CƠ BỎNG LẠNH” tại khu vực chứa LOX.

Chỉ những người đã qua đào tạo chuyên môn về khí y tế và xử lý khí lạnh mới được phép thao tác.

Tuyệt đối không thao tác mạnh hoặc sai trình tự trong khi vận hành hệ thống LOX. Khi vận hành đảm bảo hệ thống van, đồng hồ áp, đường ống luôn khô ráo, không rò rỉ.

Xây dựng kịch bản và tổ chức diễn tập xử lý sự cố rò rỉ oxy lỏng định kỳ.

CHƯƠNG V: ĐỐI PHÓ VỚI TÌNH HUỐNG KHẨN CẤP

5.1. Các tình huống khẩn cấp thường gặp

- Ngừng cấp oxy toàn cơ sở hoặc khu vực.
- Cháy, nổ tại khu vực chứa bình/bồn oxy.
- Rò rỉ oxy ở khu điều trị hoặc trạm kỹ thuật.
- Hỏng thiết bị đầu cuối (flowmeter, máy thở, humidifier...).
- Mất điện đột ngột tại trạm oxy hoặc khu điều áp.

5.2. Đối phó với tình huống khẩn cấp

Việc đối phó với tình huống khẩn cấp trong hệ thống cung cấp oxy y tế đòi hỏi một quy trình chặt chẽ để bảo đảm an toàn cho người bệnh và nhân viên y tế. Dưới đây là các bước cơ bản cần thực hiện:

Xác định tình huống khẩn cấp: Phát hiện sớm các sự cố như rò rỉ, giảm áp suất, hoặc hỏng hóc trong hệ thống cung cấp oxy, Quy trình này cần được phổ biến rộng rãi và nhân viên cần được đào tạo định kỳ để đảm bảo khả năng phát hiện và ứng phó kịp thời với các tình huống khẩn cấp.

Các công tác chính bao gồm: Phát hiện bất thường trong hệ thống; Thu thập thông tin ban đầu; Kích hoạt hệ thống báo động; Đánh giá mức độ khẩn cấp (Mức độ thấp: Sự cố nhỏ không ảnh hưởng đến hoạt động của hệ thống (ví dụ: hỏng van phụ, cần sửa chữa), mức độ trung bình: Sự cố làm gián đoạn cục bộ hoặc có nguy cơ rò rỉ khí, mức độ cao: Sự cố nghiêm trọng đe dọa an toàn của toàn hệ thống (ví dụ: cháy nổ, mất áp suất toàn bộ), quyết định có cần sơ tán khu vực hoặc ngắt kết nối hệ thống hay không); Xác định nguồn gốc sự cố; Báo cáo tình huống; Chuẩn bị xử lý sự cố.

Lưu ý: Quy trình này cần được phổ biến rộng rãi và nhân viên cần được đào tạo định kỳ để đảm bảo khả năng phát hiện và ứng phó kịp thời với các tình huống khẩn cấp.

- Kích hoạt báo động: Sử dụng hệ thống báo động để thông báo cho toàn bộ nhân viên về sự cố, bảo đảm mọi người đều nhận thức và chuẩn bị ứng phó.
- Ngắt kết nối nguồn cung cấp: Trong trường hợp rò rỉ hoặc nguy hiểm, ngắt kết nối nguồn cung cấp oxy để ngăn chặn nguy cơ cháy nổ hoặc các tai nạn khác.
- Sơ tán khu vực ảnh hưởng: Di chuyển người bệnh và nhân viên ra khỏi khu vực nguy hiểm để đảm bảo an toàn, các công tác cụ thể như sau: Đánh giá mức độ nguy hiểm, xác định khu vực bị ảnh hưởng trực tiếp và khu vực cần sơ tán; Kích

hoạt hệ thống báo động khẩn cấp (nếu có); Thông báo ngay lập tức đến toàn bộ nhân viên và người bệnh trong khu vực bị ảnh hưởng; Hướng dẫn sơ tán qua loa nội bộ hoặc bằng các tín hiệu báo động rõ ràng; Triển khai đội ứng phó khẩn cấp để hỗ trợ; Ưu tiên sơ tán bệnh nhân, di chuyển bệnh nhân đang sử dụng oxy y tế sang khu vực an toàn hoặc chuyển họ sang nguồn cung cấp oxy dự phòng; Dẫn nhân viên rời khỏi khu vực bị ảnh hưởng theo lối thoát hiểm đã định trước; Đóng cửa khu vực để ngăn khí oxy hoặc nguy cơ lan rộng (nếu an toàn để thực hiện); Bố trí nhân viên kỹ thuật giám sát khu vực nguy hiểm cho đến khi sự cố được khắc phục.

- Liên hệ đội ứng phó khẩn cấp: Gọi ngay đội ứng phó khẩn cấp hoặc cơ quan chức năng để được hỗ trợ xử lý sự cố.

- Thiết bị bảo hộ cá nhân (PPE): Nhân viên tham gia xử lý sự cố phải trang bị đầy đủ PPE để bảo vệ an toàn, các công tác cụ thể như sau: Xác định nguy cơ liên quan (ví dụ: rò rỉ oxy, áp suất cao, hoặc nguy cơ cháy nổ); Lựa chọn PPE phù hợp, bao gồm Găng tay chống hóa chất hoặc nhiệt, Kính bảo hộ hoặc tấm che mặt, Quần áo chống tĩnh điện hoặc chịu nhiệt, Mặt nạ lọc khí nếu làm việc trong không gian kín; Kiểm tra PPE về tính nguyên vẹn (không có lỗ rách, hư hỏng); Đảm bảo kích thước và tình trạng PPE phù hợp với người sử dụng; Mặc hoặc đeo PPE theo thứ tự đúng; Đảm bảo PPE được đeo kín, không bị lỏng hoặc xô lệch trong quá trình làm việc; Tránh các hành động có thể làm hỏng PPE (ví dụ: tiếp xúc với bề mặt sắc nhọn, chất gây mài mòn); Giữ khoảng cách an toàn với các nguồn nhiệt hoặc tia lửa; Tháo PPE theo thứ tự ngược lại so với khi đeo; Xử lý PPE dùng một lần theo quy định về quản lý chất thải nguy hại; Vệ sinh và bảo quản PPE tái sử dụng đúng cách.

- Đánh giá và khắc phục sự cố: Xác định nguyên nhân và thực hiện các biện pháp sửa chữa cần thiết để khôi phục hệ thống, các công tác cụ thể như sau: Tiến hành kiểm tra thực tế hệ thống; Phân tích nguyên nhân dẫn đến sự cố; Xác định mức độ ảnh hưởng của sự cố; Thực hiện sửa chữa và khắc phục theo đúng quy trình; Kiểm tra lại toàn bộ hệ thống trước khi đưa vào hoạt động.

- Báo cáo và ghi nhận sự cố: Lập báo cáo chi tiết về sự cố, nguyên nhân, biện pháp khắc phục và đề xuất cải tiến để ngăn ngừa tái diễn, báo cáo bao gồm các nội dung cụ thể về: Thông tin chi tiết sự cố; Nguyên nhân, biện pháp khắc phục; Đề xuất cải tiến để ngăn ngừa sự cố tái diễn....

PHỤ LỤC

Phụ lục 1: Yêu cầu thông số về oxy của một số khu vực chính

a. Khoa điều trị nội trú:

Hệ thống cung cấp oxy y tế tại các khu vực chính, đặc biệt là khoa điều trị nội trú, cần được thiết kế để đáp ứng nhu cầu sử dụng linh hoạt, đảm bảo an toàn và hiệu quả. Phần này trình bày các thông số kỹ thuật và nguyên tắc tính toán lưu lượng oxy cho khoa điều trị nội trú.

Lưu lượng oxy tiêu chuẩn: Oxy thường được sử dụng với lưu lượng từ 5–6 lít/phút. Tuy nhiên, mỗi cổng đầu ra phải có khả năng cung cấp tối đa 10 lít/phút (ở điều kiện tiêu chuẩn STP) với áp suất danh định 4 ATM, nhằm đáp ứng các thiết bị sử dụng hoặc thiết bị hỗ trợ hô hấp khác.

Nguyên tắc tính toán lưu lượng:

- Phòng sáu giường: Lưu lượng tính toán dựa trên yêu cầu lưu lượng 10 lít/phút cho cổng đầu ra đầu tiên và 6 lít/phút cho các cổng đầu ra còn lại.
- Khoa điển hình: Với một khoa gồm bốn phòng sáu giường, bốn phòng một giường và một phòng điều trị, tổng lưu lượng được tính dựa trên tổng số cổng đầu ra trong khoa.
- Khu chức năng nội trú: Lưu lượng tính toán cho toàn khu chức năng dựa trên phòng điều trị nội trú đầu tiên (hoặc đơn vị lớn nhất) cộng với 50% lưu lượng của các đơn vị nội trú còn lại/ Trong trường hợp một đơn vị nội trú lớn hơn đáng kể so với các đơn vị khác, cần tính trung bình lưu lượng của các đơn vị để đạt được giá trị thực tế hơn.

b. Buồng oxy cao áp

Buồng oxy cao áp đơn sử dụng trong lâm sàng cần được cung cấp khí oxy từ một nhánh riêng biệt để đảm bảo an toàn và hiệu quả điều trị. Thông số lưu lượng oxy điển hình cho buồng dành cho một người được trình bày trong Bảng 5.1 dưới đây.

Bảng 5.1. Lưu lượng khí trong buồng oxy cao áp

	Thời gian tối đa cho một lần điều trị	Tổng lượng tiêu thụ (lít)	Lưu lượng tiêu thụ cho mỗi phút thêm vào (lít/phút)
Oxy cung cấp qua mặt nạ	2 giờ	1200	10

Ghi chú:

Một số buồng oxy cao áp hoạt động như hệ thống đệm, có thể tiêu thụ lượng oxy lớn hơn đáng kể so với thông số tiêu chuẩn. Để đảm bảo đáp ứng đúng nhu cầu, cần tham khảo hướng dẫn cụ thể từ nhà sản xuất.

c. Phòng mổ

Lưu lượng tính toán: Dựa trên nhu cầu oxy, mỗi cổng đầu ra trong phòng mổ và phòng gây mê phải đảm bảo cung cấp 100 lít/phút. Giả định tất cả các phòng mổ đều sử dụng oxy đồng thời.

Công thức tính lưu lượng (QT):

- 100 lít/phút cho phòng mổ đầu tiên.
- 20 lít/phút cho mỗi phòng mổ còn lại.

Phòng tiền mê:

- Mỗi cổng đầu ra phải cung cấp 10 lít/phút, nhưng lưu lượng thực tế thường là 6 lít/phút.
- Lưu lượng tính toán: 10 lít/phút cho phòng đầu tiên và 6 lít/phút cho các phòng còn lại.

Phòng hồi sức: Áp dụng tương tự phòng tiền mê, giả định tất cả các giường bệnh sử dụng oxy đồng thời.

Tổng lưu lượng khu vực mổ: Cộng lưu lượng của phòng mổ và phòng tiền mê, tương đương 110 lít/phút cho mỗi khu vực.

Xả oxy trong phòng tiền mê: Thiết kế cần đảm bảo ít nhất một cổng đầu ra trong mỗi khoa luôn sẵn sàng cho xả oxy, bất kể số lượng phòng mổ.

Lưu ý: Các phòng điều trị chính, phòng phẫu thuật và khoa sản phụ khoa được xem như phòng mổ.

d. Phòng Điều trị tích cực và Tim mạch

Lưu lượng tính toán: Giả định tất cả các giường bệnh trong khu vực đều sử dụng oxy đồng thời.

- Mỗi cổng đầu ra phải cung cấp 10 lít/phút.
- Công thức tính: 10 lít/phút cho giường bệnh đầu tiên và 6 lít/phút cho các giường còn lại.

Đơn vị tính: Sử dụng số lượng giường bệnh thay vì số cổng đầu ra, vì mỗi giường có thể có tối đa bốn (hoặc nhiều hơn) cổng đầu ra liên quan.

Yêu cầu đặc biệt: Khi sử dụng oxy cho máy thở hoặc máy thở áp lực dương liên tục (CPAP), cần xem xét lưu lượng cao hơn trong thiết kế hệ thống đường ống và kích thước bình chứa để đáp ứng nhu cầu đột biến.

e. Khoa Sản

Phòng sinh thường:

- Lưu lượng tính toán: 10 lít/phút cho cổng đầu ra đầu tiên và 6 lít/phút cho các cổng còn lại.
- Số lượng cổng đầu ra được tính dựa trên nhu cầu của cả mẹ và bé, ưu tiên số cổng đầu ra thay vì số phòng.

Phòng sinh bất thường:

- Cung cấp khả năng xả oxy tương tự phòng mổ, với lưu lượng 100 lít/phút mỗi cổng.
- Được xem như phòng mổ trong thiết kế.

Phòng mổ tại khoa sản: Áp dụng các yêu cầu tương tự như phòng mổ thông thường.

Phụ lục 2: Công thức tính toán lưu lượng oxy

Bảng 5.2. Công thức tính toán lưu lượng oxy

Khu vực	Lưu lượng TK cho mỗi đầu ra (lít/phút)	Lưu lượng chia dòng Q (lít/phút)
Giường điều trị, giường cấp cứu, giường điều trị tích cực	10	$QI = 10 + (nB-1)6$
Phòng phẫu thuật	100	$QT = 100 + 20(T-1)$

Trong đó:

- nB: Số lượng giường bệnh
- T : số phòng phẫu thuật hoặc phòng điều trị chính
- QI: Lưu lượng chia dòng cấp tới giường điều trị hồi sức tích cực (ICU, NICU,...)

- QT: Lưu lượng chia dòng cấp tới Phòng phẫu thuật/phòng điều trị chính.

Phương pháp lựa chọn có thể tóm tắt các bước như sau:

- Xác định sơ bộ kích thước đường ống gồm ống trục chính, ống nhánh
- Tính lưu lượng đường ống
- Tính tổn hao áp suất theo công thức:

Trong đó :

- Measured length of pipe: Chiều dài đường ống cần tính tổn hao áp suất.
- Nearest length of pipe from Table A1: Chiều dài gần nhất theo bảng A1 phụ

lục G – Tài liệu HTM 02-01 quyển A.

- Design flow: Lưu lượng thiết kế (mà đoạn ống đó phải mang).

- Nearest flow from Table A1: Lưu lượng gần nhất.

- G – tài liệu HTM 02-01 quyển A.

- Pressure drop from Table A1: Áp suất theo bảng A1 phụ lục G – tài liệu HTM 02-01 quyển A.

Phụ lục 3: Lưu lượng oxy tính toán cho các khu vực cụ thể

Bảng 5.3. Lưu lượng oxy tính toán cho các khu vực

Khoa	Lưu lượng thiết kế cho mỗi cổng đầu ra (lít/phút)	Lưu lượng tính toán (Q) (lít/phút)
Khoa nội trú cấp tính		
Phòng nhiều giường và đơn lẻ	10	$QW = 10 +$
Phòng điều trị		
Mỗi đơn vị nội trú	10	$QD = QW \{1 +$
Phòng chăm sóc tích cực (ICU/CCU)	10	$QI = 10 + (nB-1)6$
Khoa cấp cứu ban ngày		
Phòng điều trị chính	100	$QT = 100 + 20(T-1)$
Phòng nội soi	10	$QR = 10 + (n-1)6$
Phòng hồi sức	10	$QR = 10 + (n-1)6$
Khoa sản		
Phòng sinh	10	$QM = 10 +$
Phòng sinh bình thường	100	$QM = 100 +$
Phòng sơ sinh	10	$QN = 10 + (n-1)6$
Khoa phẫu thuật		
Phòng mổ	100	$QT = 100 + 20(T-1)$
Phòng gây mê	10	$QA = 10 + (A-1)6$

Ghi chú:

n: số lượng cổng đầu ra

nB: số lượng giường bệnh

W: số lượng khu nội trú

T: số lượng phòng mổ hoặc phòng điều trị chính

A: số lượng phòng gây mê

Q: lưu lượng tính toán

QW: lưu lượng tính toán đến các khu nội trú

QD: lưu lượng tính toán đến một khoa phòng

QI: lưu lượng chia dòng cấp tới giường điều trị hồi sức tích cực (ICU, NICU,...)

QT: lưu lượng chia dòng cấp tới Phòng phẫu thuật/phòng điều trị chính

QA: lưu lượng tính toán đến phòng gây mê

QR: lưu lượng tính toán đến phòng hồi sức

QM: lưu lượng tính toán đến khoa sản

QN: lưu lượng tính toán đến khu sơ sinh

Phụ lục 4: Lưu lượng tại mỗi cổng đầu ra

Bảng 5.4. Công thức sử dụng để tính lưu lượng thể tích cần thiết trong đường ống ở áp suất P_g ngược dòng của mỗi cổng đầu ra.

	Vị trí	Áp suất danh định (at) c	Lưu lượng lít/phút	
			Lưu lượng đỉnh thiết kế	Lưu lượng yêu cầu thông thường
Oxy	Phòng mổ	4	100a	20
	Tất cả các khu vực khác	4	10b	6

Chú thích:

- Khi sử dụng chế độ Oxy trong phòng mổ và phòng gây mê.
- Lưu lượng này dành cho một số loại máy thở chạy bằng khí oxy trong điều kiện hoạt động cụ thể, cũng như máy khí dung.
- Áp suất yêu cầu tại cổng đầu ra, không phải trong đường ống.

Lưu lượng Q_a yêu cầu tại một cổng đầu ra được biểu thị dưới dạng lưu lượng không khí tự do ở điều kiện tiêu chuẩn (nhiệt độ và áp suất tiêu chuẩn - STP). Mối quan hệ giữa lưu lượng thể tích Q_a tại STP và lưu lượng thể tích Q_g tại áp suất trong đường ống P_g là:

Trong đó: A_p : áp suất khí quyển

P_g : áp suất trong đường ống

Khi thực hiện các phép tính lưu lượng thể tích được biểu thị dưới dạng lưu lượng không khí tự do Q_a , do đó không cần thiết phải tính toán Q_g .

Các lưu lượng yêu cầu tại cổng đầu ra, như thể hiện trong Bảng 2, là các lưu lượng thiết kế cho từng cổng đầu ra. Tuy nhiên, thiết kế hệ thống phân phối đường ống thực tế sẽ dựa trên các lưu lượng được tính toán bằng các phương pháp mô tả trong các phần tiếp theo.

Tổng của các lưu lượng trong các nhánh được tính theo công thức:

$$\text{cho } a = 1 \dots n \text{ cho } n \text{ nhánh}$$

Khi cộng các lưu lượng ở các nhánh sau theo cách này, tổng lưu lượng kết quả thường cao hơn so với giá trị thực tế và có thể dẫn đến việc sử dụng kích thước ống quá lớn. Do đó, cần áp dụng hệ số để tính toán cho phù hợp, việc dự đoán hệ số một cách chính xác là khó khăn, nhưng có các hướng dẫn có thể được áp dụng và đã được chứng minh là đủ hiệu quả trong thực tế.

Các khoa thường bao gồm các đơn vị điều trị nội trú và các phòng điều trị. Để tính toán lưu lượng chính xác, cần xác định rõ chức năng của các khu vực, nhu cầu sử dụng thường xuyên, nhu cầu mở rộng trong tương lai...

Phụ lục 5: Bảng chuyển đổi các đơn vị đo áp suất cơ bản

Bảng 5.5. Bảng chuyển đổi các đơn vị đo áp suất

Đơn vị áp suất	Ký hiệu	Quy đổi ra Pascal (Pa)
Pascal	Pa	1 Pa (đơn vị SI)
Hectopascal	hPa	100
Kilopascal	kPa	1.000
Megapascal	MPa	1.000.000
Bar	bar	100.000
Millibar	mbar	100
Atmosphere (kỹ thuật)	at	98.066,5
Atmosphere (vật lý)	atm	101.325
Torr (mmHg)	Torr/mmHg	133.322
Inch thủy ngân	inHg	3.386,39
Psi (Pound/in ²)	psi	6.894,76
kgf/cm ²	kg/cm ²	98.066,5

Ví dụ quy đổi:

- 1 atm = 101.325 Pa = 1.01325 bar $\approx$ 14.696 psi $\approx$ 760 Torr
- 1 bar = 100.000 Pa = 14.5038 psi
- 1 psi = 6.89476 kPa

Phụ lục 6: Bảng chuyển đổi các đơn vị đo lưu lượng cơ bản

Bảng 5.6. Bảng chuyển đổi các đơn vị đo lưu lượng

Đơn vị gốc	Ký hiệu	Giá trị tương đương (m ³ /h)
1 m ³ /s	m ³ /s	3600 m ³ /h
1 L/s	L/s	3.6 m ³ /h
1 L/min	L/min	0.06 m ³ /h
1 L/h	L/h	0.001 m ³ /h
1 GPM (gallon/phút - US)	GPM	≈0.2271 m ³ /h
1 GPH (gallon/giờ - US)	GPH	≈0.003785 m ³ /h
1 CFM (feet ³ /phút - US)	CFM	≈1.699 m ³ /h
1 in ³ /s (inch khối/giây)	in ³ /s	≈59.147 m ³ /h

Ví dụ quy đổi:

- 1 atm = 101.325 Pa = 1.01325 bar ≈ 14.696 psi ≈ 760 Torr
- 1 bar = 100.000 Pa = 14.5038 psi
- 1 psi = 6.89476 kPa

Phụ lục 7: Bảng tần suất bảo trì và kiểm tra an toàn

Bảng 5.7. Bảng tần suất bảo trì và kiểm tra an toàn

Tần suất	Hạng mục	Nội dung công việc	Người thực hiện	Ghi chú
Hàng ngày	- Áp suất hệ thống tại đồng hồ tổng - Áp suất tại các đầu ra khí - Tình trạng báo động (áp suất thấp/cao) - Mức oxy trong bồn chứa	- Ghi lại thông số áp suất và mức oxy - Xử lý ngay khi có bất thường - Kiểm tra rò rỉ bằng dung dịch xà phòng tại các khớp nối	Kỹ thuật viên vận hành	TCVN 8022-1:2009, TCVN 7742:2007 HDSX
Hàng tuần	- Tình trạng van, bộ lọc, thiết bị báo động - Kiểm tra rò rỉ tổng thể	- Đóng/mở thử van - Vệ sinh bộ lọc khí (nếu có) - Ghi biên bản kiểm tra	Tổ bảo trì kỹ thuật	TCVN 8022-1:2009 TCVN 7742:2007
Hàng tháng	- Kiểm tra toàn bộ đường ống, giá đỡ - Kiểm tra chức năng hệ thống báo động và van chặn khu vực - Kiểm tra kết nối nguồn cấp oxy dự phòng	- Quan sát, siết chặt bulông - Thử chức năng báo động áp suất thấp/cao - Đảm bảo nguồn dự phòng hoạt động	Đơn vị bảo trì + kiểm định	TCVN 8022-1:2009 TCVN 7742:2007
Hàng quý	- Kiểm tra, hiệu chuẩn đồng hồ áp suất, van điều áp - Xả đáy bồn chứa oxy (nếu có yêu cầu kỹ thuật) - Vệ sinh bộ trao đổi nhiệt	- Thực hiện theo HDSX và tiêu chuẩn - Ghi hồ sơ bảo trì		TCVN 8020-1:2009 TCVN 7742:2007
Hàng năm (hoặc theo chu kỳ kiểm định)	- Kiểm định kỹ thuật an toàn hệ thống đường ống áp lực, bồn chứa oxy, bình chịu áp lực - Thử áp lực hệ thống - Kiểm tra toàn diện hệ thống báo động, van chặn, nguồn dự phòng	- Do đơn vị kiểm định được cấp phép thực hiện - Cấp Giấy chứng nhận kiểm định	Đơn vị kiểm định được cấp phép	NĐ 44/2016, TT 36/2019