



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0052424

(51)^{2021.01} B01D 53/047

(13) B

(21) 1-2022-05936

(22) 16/09/2022

(45) 27/10/2025 451

(43) 25/11/2022 416A

(73) Đại học Bách Khoa Hà Nội (VN)

Số 1, Đại Cồ Việt, Hai Bà Trưng, Hà Nội

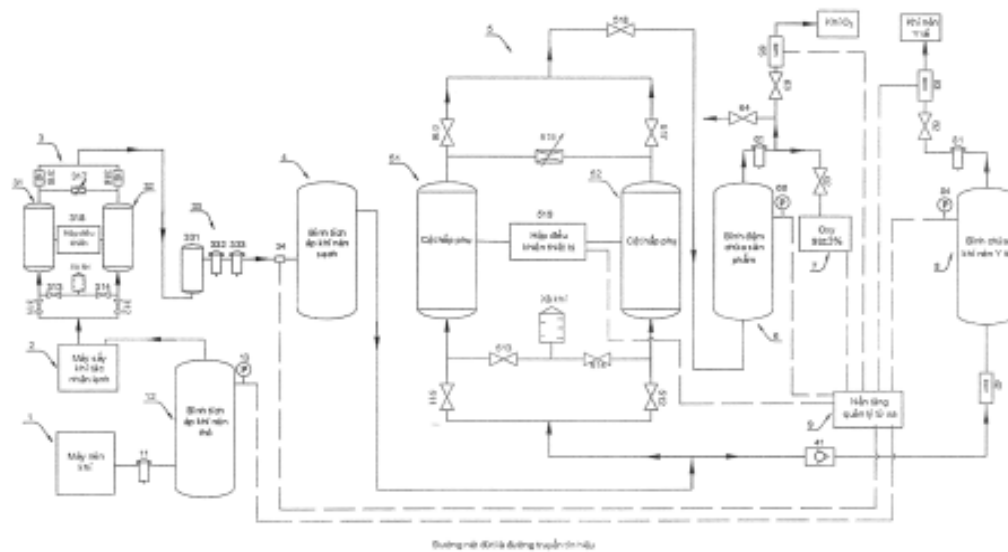
(72) Vũ Đình Tiến (VN); Vũ Duy Hưng (VN).

(54) HỆ THỐNG LÀM GIÀU OXY VÀ KHÍ NÉN Y TẾ TỪ KHÔNG KHÍ BẰNG KỸ THUẬT HẤP PHỤ TÍCH HỢP NỀN TẢNG QUẢN LÝ TỪ XA TRONG ĐIỀU TRỊ BỆNH NHÂN HÔ HẤP VÀ QUY TRÌNH VẬN HÀNH HỆ THỐNG LÀM GIÀU OXY VÀ KHÍ NÉN Y TẾ TỪ KHÔNG KHÍ

(21) 1-2022-05936

(57) Sáng chế đề cập đến hệ thống làm giàu oxy và khí nén y tế từ không khí bằng kỹ thuật hấp phụ tích hợp nền tảng quản lý từ xa trong điều trị bệnh nhân hô hấp và quy trình vận hành hệ thống. Hệ thống bao gồm máy nén khí trục vít (1), bình tích áp khí nén thô (12), máy sấy khí tác nhân lạnh (2), máy sấy khí hấp phụ (3), bộ lọc khí nén 4 cấp (33), bình tích áp khí sạch (4), thiết bị làm giàu oxy (5), bình đệm chứa sản phẩm oxy (6), thiết bị phân tích nồng độ oxy (7), bình chứa khí nén y tế (8), nền tảng quản lý từ xa (9) nhằm cung cấp đồng thời oxy và khí nén y tế tại chỗ; đồng thời thuận tiện theo dõi, giám sát và kiểm soát các thông số kỹ thuật khi hệ thống làm việc cũng như trong quá trình bảo trì bảo dưỡng hệ thống thông qua nền tảng quản lý từ xa (9). Sáng chế cũng đề cập đến quy trình vận hành hệ thống này giúp tiết kiệm năng lượng, giảm chi phí sản xuất.

Hình 1



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế thuộc lĩnh vực hóa học và lĩnh vực y tế, quy trình thiết bị dùng trong lĩnh vực hóa học và lĩnh vực y tế, cụ thể là sáng chế đề cập đến hệ thống làm giàu oxy và khí nén y tế từ không khí bằng kỹ thuật hấp phụ tích hợp nền tảng quản lý từ xa trong điều trị bệnh nhân hô hấp và quy trình vận hành hệ thống làm giàu oxy và khí nén y tế từ không khí.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Khí nén y tế là một loại khí nén được cung cấp cho các đơn vị y tế bằng một máy nén đặc biệt dùng điều trị thở và là một thành phần cho các khí hô hấp khác.

Oxy là một loại khí không màu, không mùi, không vị và tồn tại dưới dạng phân tử O_2 . Oxy là một trong những chìa khóa cho sự sống trên Trái đất với nồng độ xấp xỉ 21 % trong bầu khí quyển. Tuy nhiên, nhu cầu sử dụng oxy có độ tinh khiết cao ngày càng lớn cùng với sự gia tăng của quy trình sản xuất và các ứng dụng y tế. Trong công nghiệp, oxy tinh khiết được dùng trong các lĩnh vực như: sản xuất thép, hóa chất, hóa dầu, thủy tinh, gốm sứ, giấy và thu hồi kim loại màu. Các ứng dụng y tế chủ yếu liên quan đến phẫu thuật thủ thuật, sử dụng xe cấp cứu và COPD (Bệnh phổi tắc nghẽn mãn tính) những bệnh nhân cần một dạng oxy tinh khiết cao để thở hơn là dạng oxy có trong không khí. Ở quy mô công nghiệp, khí oxy thường được phân tách từ không khí bằng kỹ thuật hóa lỏng và chưng phân đoạn trong một nhà máy lớn với chi phí đầu tư cao. Sản phẩm oxy phải tồn chứa và vận chuyển ở dạng lỏng hoặc áp suất cao (đến 150 bar) đến nơi tiêu thụ luôn tiềm ẩn những rủi ro khôn lường.

Từ tháng 12/2019 tại Vũ Hán – Trung Quốc, cho đến nay đại dịch COVID-19 đã lan rộng ra tất cả các quốc gia và vùng lãnh thổ. Virus SARS-CoV2 tấn công hai lá phổi khiến bệnh nhân càng lúc càng khó thở, nếu không được cung cấp đủ lượng oxy cần thiết, bệnh nhân có thể chết ngay tức khắc. Ống thông mũi dòng chảy cao (HFNC) là một trong những pháp đồ chiến lược điều trị bệnh nhân Covid-19, cung cấp hỗn hợp không khí nén và oxy lưu lượng cao đến 60 L/phút, hỗn hợp được bão hòa ẩm và làm

nóng đến 37 °C với 21~100 % FiO₂, được xem xét sử dụng khi bệnh nhân không đáp ứng độ bão hòa oxy với liệu pháp oxy bổ sung. Do nhu cầu oxy quá lớn, chuỗi logistic cung ứng oxy lỏng và oxy áp suất cao từ các nhà máy khí công nghiệp đến các bệnh viện, trạm y tế bị thiếu hụt và gián đoạn, nên số lượng bệnh nhân bị tử vong rất cao, đặc biệt ở các địa phương vùng sâu, vùng xa, miền núi, biên giới, hải đảo,... không tiếp cận được nguồn cung cấp khí công nghiệp.

Trước diễn biến phức tạp của virus SARS-CoV2, ngày 8 tháng 6 năm 2020, tổ chức y tế thế giới (WHO) đã công bố tiêu chuẩn hệ thống làm giàu oxy bằng kỹ thuật hấp phụ thay đổi áp suất (PSA), trong đó tiêu chuẩn về khí oxy được trình bày ở bảng 1 dưới đây:

Bảng 1: Tiêu chuẩn WHO về khí Oxy y tế công bố ngày 8 tháng 6 năm 2020

STT	Tên	Thông số kỹ thuật
1	Nồng độ Oxy	93 % ± 3 %
2	Lưu lượng Oxy đầu ra	100 % nhu cầu oxy
3	Áp suất Oxy đầu ra	0,3~0,6 Mpa

Tính đến hết tháng 7/2022, thế giới đã ghi nhận hơn 577 triệu ca nhiễm Virus SARS-CoV2 làm tử vong 6.408.030 người, riêng ở Việt Nam đã có hơn 10,7 triệu ca nhiễm bệnh và làm tử vong 43.092 người. Với sự gia tăng mới của các ca mắc Covid-19 do biến chủng mới gây ra dẫn đến quá tải trong hệ thống y tế, nhiều nhân viên y tế suy sụp cả về thể chất và tinh thần. Sự bùng phát dịch COVID-19 đã cho thấy sự cần thiết phải quan tâm đến việc trang bị hệ thống làm giàu oxy và khí nén y tế tại chỗ cho các cơ sở y tế, đặc biệt các tuyến cơ sở y tế vùng sâu, vùng xa, miền núi, biên giới, hải đảo.

Do vậy, để cải thiện những mặt hạn chế nêu trên, hệ thống làm giàu oxy và khí nén y tế từ không khí bằng kỹ thuật hấp phụ tích hợp nền tảng quản lý từ xa đáp ứng tiêu chuẩn tổ chức Y tế Thế giới (WHO) và tiêu chuẩn TCVN 7742:2007 cung cấp đồng thời cả Oxy và khí nén Y tế tại chỗ để chạy máy thở, ống thông mũi dòng cao (HFNC),... giúp cơ sở Y tế chủ động nguồn khí y tế trong điều trị bệnh nhân mà không bị phụ thuộc vào nguồn khí oxy đóng chai công nghiệp nhằm giảm chi phí sản xuất, chi phí nhân công, tiết kiệm năng lượng đồng thời giúp đội ngũ kỹ thuật và nhân viên y tế thuận tiện theo

đổi, giám sát và kiểm soát các thông số kỹ thuật như trong bảng 2 dưới đây khi hệ thống làm việc thông qua nền tảng quản lý từ xa.

Bảng 2: Thông số kỹ thuật hệ thống làm giàu oxy và khí nén y tế từ không khí

STT	Tên	Thông số kỹ thuật
1	Nồng độ Oxy	93 % $\pm$ 3 %
2	Lưu lượng Oxy đầu ra	100 % nhu cầu oxy
3	Áp suất Oxy đầu ra	0,3~0,6 Mpa
4	Lưu lượng khí nén y tế đầu ra	100 % nhu cầu khí nén
5	Áp suất khí nén y tế đầu ra	0,3~0,4 Mpa
6	Áp suất khí nén đầu vào	0,8~1 Mpa

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế nhằm giải quyết các vấn đề nêu trên, cụ thể là sáng chế đề xuất hệ thống làm giàu oxy và khí nén y tế từ không khí bằng kỹ thuật hấp phụ tích hợp nền tảng quản lý từ xa trong điều trị bệnh nhân hô hấp và quy trình vận hành hệ thống làm giàu oxy và khí nén y tế từ không khí.

Theo khía cạnh thứ nhất, sáng chế đề cập đến hệ thống làm giàu oxy và khí nén y tế từ không khí bằng kỹ thuật hấp phụ tích hợp nền tảng quản lý từ xa trong điều trị bệnh nhân hô hấp bao gồm máy nén khí trực vít, bình tích áp khí nén thô, máy sấy khí tác nhân lạnh, máy sấy khí hấp phụ, bộ lọc khí nén 4 cấp, bình tích áp khí sạch, thiết bị làm giàu oxy, bình đệm chứa sản phẩm oxy, thiết bị phân tích nồng độ oxy, bình chứa khí nén y tế, nền tảng quản lý từ xa, trong đó:

máy nén khí trực vít hoạt động theo nguyên lý ăn khớp, thể tích các buồng thay đổi trong quá trình ăn khớp, có hiệu suất làm việc cao, áp suất khí lớn 0,8~1 Mpa, hoạt động ổn định;

bình tích áp khí nén thô có dạng hình trụ thẳng đứng, chịu ăn mòn, chịu áp suất cao, chứa khí nén từ máy nén trực vít;

máy sấy khí tác nhân lạnh dùng để loại bỏ hơi nước và các tạp chất từ bình tích áp dẫn vào và làm giảm nhiệt độ dòng khí với mức nhiệt độ điểm sương $2\sim 10\text{ }^{\circ}\text{C}$; máy sấy khô không khí bao gồm bộ điều khiển, quạt làm mát, giàn nóng, giàn lạnh, lốc máy nén, gas lạnh, vỏ giàn lạnh;

máy sấy khí hấp phụ sử dụng các vật liệu hút ẩm cực mạnh để loại bỏ triệt để nước, tạp chất còn sót lại trong khí nén và làm nhiệt độ điểm sương dòng khí đạt mức $-20\text{ }^{\circ}\text{C}\sim -40\text{ }^{\circ}\text{C}$, máy hoạt động dựa trên nguyên lý hấp phụ thay đổi áp suất, máy bao gồm hai cột hấp phụ đổ đầy vật liệu hút ẩm, hai cột có dạng hình trụ được nối với nhau qua đường ống và hệ thống van điều khiển; ở đầu vào của mỗi cột hấp phụ bố trí van cấp khí và đồng thời cũng bố trí van xả; ở đầu ra của mỗi cột lần lượt bố trí van một chiều để dẫn dòng khí ra khỏi máy;

bộ lọc khí nén 4 cấp bao gồm cốc lọc thô loại bỏ sơ bộ hơi nước và tạp chất từ máy nén khí trực vít, cột chứa than hoạt tính khử mùi và khử các hợp chất hữu cơ dễ bay hơi (VOCs), cốc lọc tinh loại bỏ lượng hơi nước còn sót lại và các hạt bụi kích thước cỡ $1\text{ }\mu\text{m}$, cốc lọc siêu tinh loại bỏ hạt bụi kích thước cỡ $0,01\text{ }\mu\text{m}$;

bình tích áp khí sạch có dạng hình trụ thẳng đứng, chịu áp suất cao, chịu ăn mòn chứa khí nén sạch để cấp vào thiết bị làm giàu oxy và một phần được đưa vào bình chứa khí nén y tế;

thiết bị làm giàu oxy hoạt động dựa trên nguyên lý hấp phụ thay đổi áp suất (PSA), thiết bị bao gồm hai cột hấp phụ được nhồi chặt vật liệu hấp phụ, hai cột này được nối với nhau qua đường ống và van điều khiển; hai cột hấp phụ có dạng hình trụ, ở đầu vào của cột hấp phụ thứ nhất và cột hấp phụ thứ hai lần lượt bố trí van cấp thứ nhất và van cấp thứ hai đồng thời đầu vào của mỗi cột hấp phụ này cũng bố trí các van xả thứ nhất và van xả thứ hai, tương ứng; ở đầu ra của hai cột hấp phụ này bố trí các van điều áp thứ nhất, van điều áp thứ hai và van thu hồi sản phẩm được nối với bình đệm để đưa sản phẩm oxy chứa tạm thời vào bình đệm;

bình đệm được sử dụng để lưu trữ tạm thời sản phẩm oxy, tại đầu ra bình đệm lần lượt bố trí thêm van lấy mẫu phân tích độ tinh khiết oxy, van lấy sản phẩm oxy đạt yêu cầu và van xả oxy khi chưa đạt yêu cầu;

thiết bị phân tích nồng độ oxy dùng để phân tích nồng độ khí tạp còn trong sản phẩm, dựa trên kết quả phân tích nồng độ xác định được thời điểm thu hồi oxy tinh sạch đạt chuẩn yêu cầu về nồng độ;

bình chứa khí nén y tế có dạng hình trụ thẳng đứng, chịu áp suất cao, chịu ăn mòn chứa khí sạch đáp ứng các tiêu chuẩn Việt Nam về khí y tế, dòng khí nén sử dụng duy trì ở áp suất dao động 0,3~0,4 Mpa, kích thước hạt bụi cỡ 0,01 μm để phục vụ dùng trong máy thở, ống thông mũi dòng cao (HFNC)...;

nền tảng quản lý từ xa là một hệ thống quản lý thiết bị sử dụng công nghệ Internet of Things (IoT) để theo dõi, giám sát, kiểm soát các thông số kỹ thuật khi hệ thống làm việc, hệ thống quản lý thiết bị IoT bao gồm thiết bị cảm biến thông tin và thiết bị ứng dụng, máy chủ đám mây, cơ sở dữ liệu máy chủ, cơ sở dữ liệu hệ thống làm giàu oxy và khí nén y tế, cơ sở dữ liệu giải pháp được kết nối thông qua internet;

Theo một phương án ưu tiên, trong đó dưới đáy cột hấp phụ của máy sấy khí hấp phụ và thiết bị làm giàu oxy bố trí một bộ phận khuếch tán phân phối khí nhằm phân phối luồng khí đồng đều trước khi vào lớp vật liệu hấp phụ trong cột.

Theo khía cạnh thứ hai, sáng chế đề cập đến quy trình vận hành hệ thống làm giàu oxy và khí nén y tế từ không khí, trong đó quy trình này bao gồm các bước:

bước 1: bật máy nén khí trực vít, hai trục vít sẽ quay với tốc độ nhanh ngược chiều nhau tạo ra khoảng chân không hút không khí từ bên ngoài vào đầu nén thông qua cửa nạp đồng thời truyền thẳng vào khoang khí giữa 2 trục, không khí thoát ra được nén ở áp suất cao từ 0,8~1 Mpa đi qua cốc lọc dầu thô đi vào bình tích áp khí nén thô;

bước 2: dòng khí nhiệt độ cao nhiều hơi nước và tạp chất từ bình tích áp khí nén thô đi qua cửa vào máy sấy khí tác nhân lạnh, dòng khí được trao đổi nhiệt và làm lạnh xuống nhiệt độ điểm sương từ 2~10 °C khi đó hơi nước bão hòa chuyển thành nước và được dẫn ra bên ngoài bằng ống xả tự động; dòng khí nén khô tiếp tục đi ra khỏi máy sấy khí tác nhân lạnh;

bước 3: khí đi ra khỏi máy sấy khí tác nhân lạnh đi vào máy sấy khí hấp phụ, máy sấy khí hấp phụ hoạt động dựa trên nguyên lý hấp phụ thay đổi áp suất; tại đây, khí nén được cấp vào cột hấp phụ thứ nhất thông qua van cấp thứ nhất lúc này hơi nước, tạp chất còn sót lại được các hạt hút ẩm hấp phụ giữ lại trong mao quản vật liệu hút ẩm, dòng khí nén

lên đỉnh cột, hơi ẩm được hấp phụ hoàn toàn, nhiệt độ điểm sương đạt $-20\sim-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ dẫn ra khỏi cột hấp phụ qua van một chiều thứ nhất, đồng thời mở van xả khí thứ hai cột hấp phụ thứ hai để lượng khí trong cột hấp phụ thứ hai dẫn ra bên ngoài môi trường qua bộ tiêu âm trong lúc đó tại đầu ra cột thứ nhất một phần khí khô được dẫn qua van tiết lưu sang cột hấp phụ hai để tái sinh vật liệu hút ẩm; khi các hạt hút ẩm ở cột hấp phụ thứ nhất đã ngậm đầy nước và không thể hấp phụ được nữa thì cột hấp phụ thứ nhất sẽ bắt đầu quá trình tái sinh vật liệu, cột hấp phụ thứ hai sẽ bắt đầu quá trình làm việc, lúc này đóng van xả thứ hai mở van cấp khí thứ hai để cấp khí vào cột hấp phụ thứ hai, khi áp suất hai cột bằng nhau đóng van cấp khí thứ nhất và mở van xả khí thứ nhất ở cột hấp phụ thứ nhất, dòng khí nén trong cột hấp phụ thứ hai đưa lên đỉnh cột và dẫn ra khỏi cột qua van một chiều thứ hai một phần đưa sang tái sinh vật liệu cột hấp phụ thứ nhất thông qua van tiết lưu; hai cột hấp phụ làm việc luân phiên nhau thông qua bộ điều khiển;

bước 4: dòng khí đi ra khỏi máy sấy khí hấp phụ dẫn qua cột than hoạt tính khử mùi và khử VOCs, đi vào cốc lọc tinh và cốc lọc siêu tinh để loại bỏ bụi mịn kích thước hạt cỡ $0,01\text{ }\mu\text{m}$, sau đó đi vào bình tích áp khí nén sạch;

bước 5: khí sạch đi ra khỏi bình tích áp một đường đi qua van một chiều và lưu lượng kế đi vào bình chứa khí nén y tế, khí nén y tế ra khỏi bình chứa qua cốc lọc Hepa để khử khuẩn được qua lưu lượng kế đưa đến nơi sử dụng; đường còn lại đi vào thiết bị làm giàu oxy;

bước 6: không khí nén đi vào cột hấp phụ thứ nhất của thiết bị làm giàu oxy lên đến áp suất làm việc, đồng thời mở van xả thứ hai để xả áp trong cột hấp phụ thứ hai xuống áp suất khí quyển;

bước 7: tiếp tục cấp khí nén qua van cấp thứ nhất, mở van điều áp thứ nhất và van thu hồi sản phẩm để nén oxy vào bình đệm, và từ bình đệm oxy được đưa qua cốc lọc Hepa và lấy một phần oxy đưa vào thiết bị phân tích nồng độ, khi nồng độ đạt yêu cầu oxy được dẫn đến nơi sử dụng, trong khi đó một phần oxy sản phẩm đi sang cột hấp phụ thứ hai qua van tiết lưu đuổi nitơ ra khỏi cột để tái sinh vật liệu hấp phụ, sau đó đóng van xả thứ hai;

bước 8: đóng van thu hồi sản phẩm mở đồng thời van cấp khí thứ hai và van điều áp thứ hai để áp suất trong hai cột này đạt đến áp suất cân bằng;

bước 9: vận hành cột hấp phụ thứ hai bằng cách khóa các van cấp thứ nhất, van điều áp thứ nhất và van điều áp thứ hai, đồng thời tiếp tục cấp không khí nén vào cột qua van cấp thứ hai lên đến áp suất làm việc, đồng thời mở van xả thứ nhất để xả áp trong cột hấp phụ thứ nhất xuống áp suất khí quyển;

bước 10: duy trì cấp khí nén qua van cấp thứ hai, mở van điều áp thứ hai và van thu hồi sản phẩm để nén oxy vào bình đệm và từ bình đệm oxy đưa qua cốc lọc Hepa và lấy một phần oxy đưa vào thiết bị phân tích nồng độ, khi nồng độ đạt yêu cầu oxy được dẫn đến nơi sử dụng, trong khi đó một phần oxy sản phẩm đi sang cột hấp phụ thứ nhất qua van tiết lưu đuổi nitơ ra khỏi cột để tái sinh vật liệu hấp phụ, sau đó đóng van xả thứ nhất;

bước 11: đóng van thu hồi sản phẩm mở đồng thời van cấp khí thứ nhất và van điều áp thứ nhất để áp suất trong hai cột này đạt đến áp suất cân bằng; hai cột hấp phụ của thiết bị làm giàu oxy làm việc luân phiên nhau thông qua bộ điều khiển thiết bị;

lặp lại các bước 1 đến bước 11 để liên tục vận hành hệ thống làm giàu oxy và khí nén y tế từ không khí, phần khí oxy chứa trong bình đệm đưa đến nơi sử dụng trực tiếp hoặc được chiết nạp ra bình chứa.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 là hình mô tả hệ thống làm giàu oxy và khí nén y tế từ không khí bằng kỹ thuật hấp phụ tích hợp nền tảng quản lý từ xa trong điều trị bệnh nhân hô hấp theo sáng chế.

Hình 2 là hình minh họa sơ đồ khối nền tảng quản lý từ xa theo sáng chế.

Hình 3 là hình minh họa sơ đồ khối các mô-đun chức năng của máy chủ đám mây theo sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sau đây, sáng chế sẽ được mô tả chi tiết thông qua các phương án thực hiện cụ thể có viện dẫn đến các hình vẽ, tuy nhiên các phương án cụ thể và các hình vẽ được viện dẫn chỉ nhằm làm rõ bản chất và giải thích một phương án cụ thể của sáng chế chứ không nhằm giới hạn phạm vi được yêu cầu bảo hộ của sáng chế. Ngoài ra, tất cả các biến dạng, biến đổi và thay đổi thuộc về một công bố đều nằm trong phạm vi của sáng chế.

Hình 1 là hình mô tả hệ thống làm giàu oxy và khí nén y tế từ không khí bằng kỹ thuật hấp phụ tích hợp nền tảng quản lý từ xa trong điều trị bệnh nhân hô hấp theo sáng

chế, trong đó hệ thống này bao gồm máy nén khí trực vít (1), bình tích áp khí nén thô (12), máy sấy khí tác nhân lạnh (2), máy sấy khí hấp phụ (3), bộ lọc khí nén 4 cấp (33), bình tích áp khí sạch (4), thiết bị làm giàu oxy (5), bình đệm chứa sản phẩm oxy (6), thiết bị phân tích nồng độ oxy (7), bình chứa khí nén y tế (8), nền tảng quản lý từ xa (9), trong đó:

máy nén khí trực vít (1) có hai loại phổ biến là máy nén khí trực vít không dầu (hay máy nén khí khô) và máy nén khí trực vít có dầu (hay máy nén khí trực vít ngâm dầu); máy nén khí trực vít không dầu (oil free) hoàn toàn không có dầu trong quá trình nén khí, khí đầu ra sạch sẽ không dầu và tinh khiết, máy có cấu tạo phức tạp và chế tạo đòi hỏi sự chính xác rất cao; máy nén khí trực vít có dầu (oil flood) dùng để làm kín các khe hở trực vít, bôi trơn làm mát, giúp máy nén khí có dầu hoạt động ổn định, trơn tru và duy trì nhiệt độ ổn định, tuy nhiên do sử dụng dầu trong quá trình hoạt động nên khí đầu ra của máy nén khí trực vít có dầu sẽ có lẫn một lượng dầu nhất định; máy nén khí trực vít (1) hoạt động theo nguyên lý nén thể tích, với hai trực vít hình xoắn ốc “ trực vít đực” và “ trực vít cái” được đặt trong một khoang chứa gọi là đầu nén; khi hai trực vít quay ngược chiều sẽ tạo ra khoảng chân không hút không khí từ bên ngoài vào đầu nén, không khí thoát khỏi đầu nén sẽ được nén lên áp suất 0,8~1 Mpa;

bình tích áp khí nén thô (12) có dạng hình trụ thẳng đứng, chịu ăn mòn, chịu áp suất cao đáp ứng tiêu chuẩn quốc gia TCVN 8366:2010, chứa khí nén với áp suất 0,8~1 Mpa, nhiệt độ dòng khí 45~60 °C từ máy nén trực vít (1);

máy sấy khí tác nhân lạnh (2) bao gồm bộ điều khiển, máy nén gas lạnh, van xả nước tự động, giàn trao đổi nhiệt khí nén với khí gas lạnh, giàn ngưng, giàn trao đổi nhiệt khí nén với khí gas nóng, quạt làm mát cho giàn trao đổi nhiệt; dòng khí nóng chứa nhiều hơi nước và tạp chất ở bình tích áp (12) với áp suất cao được đưa vào máy sấy khí tác nhân lạnh (2) đi qua bộ phận trao đổi nhiệt, dòng khí nén đi vào sẽ được làm lạnh sơ bộ, sau khi được làm lạnh sơ bộ, dòng khí nén đi vào giàn trao đổi nhiệt khí nén với khí gas lạnh, quá trình làm lạnh được thực hiện bằng cách cho dòng khí nén chuyển động đảo chiều trong những ống dẫn môi chất gas lạnh khi đó nhiệt độ điểm sương đạt 2~8 °C, lượng hơi nước trong dòng khí nén vào sẽ được ngưng tụ, lúc này nước, chất bẩn sau khi được tách ra khỏi dòng khí nén được đưa ra ngoài qua van xả nước ngưng tự động; dòng khí nén được làm khô, sạch, lúc này khí nén vẫn còn lạnh được đưa qua bộ phận

giàn trao đổi nhiệt khí với khí gas nóng để nâng nhiệt độ khí lên khoảng từ 6~10 °C và được dẫn ra khỏi máy sấy khí tác nhân lạnh (2);

máy sấy khí hấp phụ (3) hoạt động dựa trên nguyên lý hấp phụ thay đổi áp suất (PSA), máy bao gồm cột hấp phụ thứ nhất (31), cột hấp phụ thứ hai (32) được nối với nhau bởi đường ống và các van tiết lưu (317), van một chiều thứ nhất (315), van một chiều thứ hai (316), van cấp thứ nhất (311), van cấp thứ hai (312), van xả khí thứ nhất (313), van xả khí thứ hai (314), hộp điều khiển (318); hai cột hấp phụ (31) và (32) có dạng hình trụ trong đó được nhồi chặt vật hấp phụ để loại bỏ hoàn toàn hơi nước và các tạp chất; ở đầu vào của cột hấp phụ thứ nhất bố trí van cấp thứ nhất (311) và van xả khí thứ nhất (313), đầu van xả này được gắn với bộ tiêu âm để giảm âm trước khi xả không khí nén trong cột ra ngoài môi trường; ở đầu ra cột hấp phụ thứ nhất (31) bố trí van một chiều thu hồi sản phẩm thứ nhất (315); tương tự, ở đầu vào cột hấp phụ thứ hai (32) bố trí van cấp thứ hai (312) và van xả khí thứ hai (314), đầu van xả này được gắn với bộ tiêu âm để giảm âm trước khi xả không khí nén trong cột ra ngoài môi trường; ở đầu ra cột hấp phụ thứ hai (32) bố trí van một chiều thu hồi sản phẩm thứ hai (316); ở đầu ra hai cột hấp phụ (31) và (32) còn bố trí van tiết lưu (317); hệ thống được điều khiển tự động qua hộp điều khiển (318); hai cột hấp phụ (31), (32) chứa đầy vật liệu hấp phụ nhôm hoạt tính hoặc silicagel; nhôm hoạt tính là một hợp chất gồm có thành phần chính oxit Al_2O_3 với diện tích bề mặt cao 350 m²/g, nó hấp phụ hơi nước và khí tạp mà không có bất kỳ sự thay đổi về hình dạng, không bị mềm và phân hủy khi hấp phụ hơi nước; silicagel trong tự nhiên có dạng chất rắn có công thức hóa học đơn giản $SiO_2.nH_2O$, cấu trúc bên trong rỗng độ xốp rất linh hoạt có thể thay đổi trong giới hạn từ 20~60 %, đường kính lỗ mao quản trong hạt từ 3~10 nm với bề mặt riêng 200~800 m²/g, silicagel có khả năng hấp phụ nước, bền và trơ, sau khi ngâm nước silicagel không có biến đổi hóa học; trong sáng chế, nhôm hoạt tính và silicagel được bố trí trong cột hấp phụ có thể theo từng lớp hoặc trộn lẫn hoặc trong cột chỉ chứa mình nhôm hoạt tính hoặc silicagel không làm ảnh hưởng đến quá trình hấp phụ loại bỏ hoàn toàn triệt để hơi nước và tạp chất còn sót lại trong dòng khí nén và làm dòng khí đạt nhiệt độ điểm sương -20~-40 °C;

bộ lọc khí nén 4 cấp (33) bao gồm cốc lọc thô (11), cột than hoạt tính (331), cốc lọc tinh (332), cốc lọc siêu tinh (333); cốc lọc thô (11), cốc lọc tinh (332) và cốc lọc siêu tinh (333) có cấu tạo vỏ bọc trụ đỡ bằng thép không gỉ, khí nén được dẫn vào bên trong các cốc lọc với sự chuyển động chiều xoáy ốc kết hợp với các tấm xoắn của bộ lọc sẽ làm

cho dòng khí nén cũng phải chuyển động theo hình xoắn ốc, dưới sự tác động của lực ly tâm, nước và các hạt bụi có trong khí nén sẽ bị đánh văng ra ngoài và bám vào thành bình, chỉ có phần không khí là tiếp tục di chuyển qua bộ phận lọc khí, ở giai đoạn này, bộ lọc chỉ có thể loại bỏ được khoảng 95 % chất bẩn thô to, sau đó, khí nén tiếp tục phải đi qua màng lọc để lọc một lần nữa nhằm loại bỏ các hạt bụi siêu nhỏ, các chất bẩn này sẽ rơi xuống đáy cốc lọc và tích tụ cho đến khi đầy tiến hành xả nước và vệ sinh bộ lọc; cốc lọc thô (11) loại bỏ nước và tạp chất trong dòng khí nén từ máy nén khí (1) và đi ra khỏi cốc lọc thô (11) với kích thước hạt bụi mịn $\leq 5 \mu\text{m}$; cốc lọc tinh (332) loại bỏ kích thước hạt bụi $\leq 1 \mu\text{m}$; cốc lọc siêu tinh (333) loại bỏ kích thước hạt bụi $\leq 0,01 \mu\text{m}$; cột than hoạt tính (331) có dạng hình trụ đứng, chịu áp suất cao, chịu ăn mòn, nhồi chặt vật liệu hấp phụ than hoạt tính để khử mùi và khử các hợp chất hữu cơ dễ bay hơi;

bình tích áp khí sạch (4) có dạng hình trụ thẳng đứng, chịu áp suất cao, chịu ăn mòn đáp ứng tiêu chuẩn quốc gia TCVN 8366:2010, chứa khí nén sạch, dòng khí đi ra khỏi bình tích áp (4) khô hoàn toàn với kích thước hạt bụi $\leq 0,01 \mu\text{m}$, đầu ra bình tích áp khí sạch (4) bố trí hai nhánh trong đó nhánh thứ nhất khí nén sạch được dẫn vào thiết bị làm giàu oxy (5) và nhánh thứ hai khí nén sạch được đưa vào bình chứa khí nén y tế (8);

thiết bị làm giàu oxy (5) hoạt động dựa trên nguyên lý hấp phụ thay đổi áp suất (PSA), thiết bị làm giàu oxy (5) đáp ứng đủ tiêu chuẩn TCVN 7742:2007 bao gồm cột hấp phụ thứ nhất (51), cột hấp phụ thứ hai (52) được nối với nhau bởi các đường ống dẫn với các van tiết lưu, van cấp, van xả, van thu hồi sản phẩm, van điều áp; cột hấp phụ thứ nhất (51) và cột hấp phụ thứ hai (52) giống nhau có dạng hình trụ, chịu áp suất cao, chịu ăn mòn đáp ứng tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 8366:2010 và TCVN 13485:2017; hai cột hấp phụ được nhồi chặt vật liệu sàng phân tử zeolit; zeolit bao gồm các vi xốp aluminosilicat tinh thể có công thức hóa học ở dạng $M_{2/n}O.Al_2O_3.xSiO_2.yH_2O$; các khoang trong cấu trúc zeolit được liên kết với các khoang khác bằng các lỗ rỗng cho phép các phân tử hấp phụ thấm vào cấu trúc; zeolit khác với các loại chất hấp phụ khác vì cấu trúc tinh thể đồng nhất của chúng cho phép các phân tử đi qua đồng thời chúng hoạt động như một sàng phân tử; oxy, nitơ và argon, ba chất chính trong thành phần không khí, tất cả đều là phân tử có kích thước và tính phân cực tương tự nhau dẫn đến lực van der Waals tương tự; tuy nhiên, nitơ được ưu tiên hấp phụ do momen tứ cực so với hai phân tử còn lại; ở áp suất cao zeolit có tác dụng hấp phụ nitơ và nhả nitơ ở áp suất thấp, bằng cách thay đổi áp suất làm việc nitơ trong khí nén cấp sẽ được hấp phụ, nhờ đó oxy được thu hồi, ở

chiều ngược lại, khi áp suất hạ, nitơ trong các mao quản của vật liệu được nhả ra ngoài, vì vậy vật liệu này có khả năng hấp phụ, giữ lại khí nitơ trong mao quản và tái sinh vật liệu theo việc thay đổi áp suất, từ đó có thể thu được khí oxy tinh sạch; ở đầu vào của cột hấp phụ thứ nhất (51) bố trí van cấp thứ nhất (511) và van xả thứ nhất (513) để xả không khí trong cột hấp phụ trong bước xả áp cũng như trong quá trình nhả hấp phụ nitơ để tái sinh vật liệu sàng phân tử zeolit trong cột hấp phụ thứ nhất (51), đầu van xả này được gắn với bộ tiêu âm để giảm âm trước khi xả không khí nén trong cột ra ngoài môi trường; ở đầu ra của cột hấp phụ thứ nhất (51) bố trí van điều áp thứ nhất (516) nối van thu hồi sản phẩm (518); ở đầu vào cột hấp phụ thứ hai (52) bố trí van cấp thứ hai (512) và van xả thứ hai (514) để xả không khí trong cột hấp phụ trong bước xả áp cũng như trong quá trình nhả hấp phụ nitơ để tái sinh vật liệu sàng phân tử zeolit trong cột hấp phụ thứ hai (52), đầu van xả này được gắn với bộ tiêu âm để giảm âm trước khi xả không khí nén trong cột ra ngoài môi trường; ở đầu ra của cột hấp phụ thứ hai (52) bố trí van điều áp thứ hai (517) nối với van thu hồi sản phẩm (518); ở đầu ra hai cột hấp phụ còn bố trí van tiết lưu (515); thiết bị được điều khiển hoàn toàn tự động qua hộp điều khiển (519); hộp điều khiển (519) được kết nối với nền tảng quản lý từ xa (9) để giám sát, theo dõi và kiểm soát thông số kỹ thuật trong quá trình làm việc hệ thống;

binh đệm chứa sản phẩm (6) chịu áp suất cao, chịu ăn mòn đáp ứng tiêu chuẩn TCVN 13485:2017 và TCVN 8366:2010, được sử dụng để lưu trữ tạm thời sản phẩm oxy, tại đầu ra bình đệm lần lượt bố trí cốc lọc Hepa (61) khử khuẩn, van lấy mẫu (62) phân tích độ tinh khiết oxy, van lấy sản phẩm oxy (63) khi đạt yêu cầu và van xả oxy (64) ra bên ngoài khi chưa đạt yêu cầu; lưu lượng kế oxy (65); tại thân bình đệm (6) bố trí cảm biến áp suất (66); lưu lượng kế oxy (65) và cảm biến áp suất (66) được kết nối và truyền tín hiệu về nền tảng quản lý từ xa (9); áp suất duy trì trong bình đệm 0,3~0,6 Mpa;

thiết bị phân tích nồng độ oxy (7) dùng để phân tích nồng độ khí tạp còn trong sản phẩm, dựa trên kết quả phân tích nồng độ xác định được thời điểm thu hồi oxy tinh sạch đạt chuẩn yêu cầu về nồng độ; thiết bị phân tích nồng độ oxy (7) kết nối truyền tín hiệu về nền tảng quản lý từ xa (9);

binh chứa khí nén y tế (8) có dạng hình trụ thẳng đứng, chịu áp suất cao, chịu ăn mòn chứa khí sạch đáp ứng tiêu chuẩn khí nén y tế TCVN 7742:2007; thân bình bố trí cảm biến áp suất (84); ở đầu ra lần lượt bố trí cốc lọc Hepa (81) khử khuẩn, van lấy sản phẩm khí nén y tế (82), lưu lượng kế (83); cảm biến áp suất (84) và lưu lượng kế (83) được

kết nối và truyền tín hiệu về nền tảng quản lý từ xa (9); dòng khí nén y tế đưa đến nơi sử dụng duy trì ở áp suất dao động 0,3~0,4 Mpa, kích thước hạt bụi cỡ 0,01 μm để phục vụ dùng cho máy thở, ống thông mũi dòng cao (HFNC)...;

nền tảng quản lý từ xa (9) là một hệ thống quản lý thiết bị sử dụng công nghệ Internet vạn vật (IoT) để theo dõi, giám sát, kiểm soát các thông số kỹ thuật khi hệ thống làm việc; Hình 2 là hình minh họa sơ đồ khối nền tảng quản lý từ xa theo sáng chế bao gồm máy chủ đám mây (91), cơ sở dữ liệu máy chủ (92), cơ sở dữ liệu hệ thống làm giàu oxy và khí nén y tế (93), thiết bị cảm biến thông tin (94), cơ sở dữ liệu giải pháp (95); thiết bị cảm biến thông tin được kết nối với máy chủ đám mây (91) thông qua Internet hoặc mạng truyền thông khác để tạo thành mạng; thiết bị cảm biến thông tin (94) bao gồm thiết bị cảm biến nhiệt độ trong đường ống (34), thiết bị cảm biến áp suất (13), (66), và (84), cảm biến nồng độ oxy trong thiết bị phân tích nồng độ oxy (7), thiết bị đo lưu lượng kế (65) và (83); cơ sở dữ liệu máy chủ (92) và cơ sở dữ liệu hệ thống làm giàu oxy và khí nén y tế (93) được kết nối với máy chủ đám mây (91) qua Internet; cơ sở dữ liệu máy chủ (92) lưu trữ dữ liệu kiến thức trong đó kiến thức và dữ liệu có thể được lấy ra; cơ sở dữ liệu hệ thống làm giàu oxy và khí nén y tế (93) lưu trữ dữ liệu cảm nhận được thu từ các thiết bị cảm biến thông tin (94); máy chủ đám mây (91) được kết nối với cơ sở dữ liệu giải pháp (95) khác nhau thông qua Internet; cơ sở dữ liệu giải pháp khác nhau tương ứng với các loại sự kiện khác nhau, mỗi cơ sở dữ liệu giải pháp lưu trữ nhiều giải pháp; cơ sở dữ liệu giải pháp (95) có thể bao gồm các giải pháp đã thực hiện trước đó giải quyết thành công các sự kiện đã xảy ra và mỗi giải pháp như vậy bao gồm các thông tin liên quan, chẳng hạn như thời gian, vị trí, thiết bị trong hệ thống; ngoài ra cơ sở dữ liệu giải pháp có thể bao gồm các giải pháp được người dùng xác định trước, chẳng hạn như quy trình hoạt động tiêu chuẩn (SOP) hoặc được tạo bằng cách sử dụng mô hình được xây dựng dựa trên dữ liệu thu thập được; máy chủ đám mây (91) có thể tự động theo dõi và phản ứng động đối với các sự kiện đã xảy ra bằng cách sử dụng thiết bị IoT dựa trên dữ liệu trong cơ sở dữ liệu máy chủ (92), cơ sở dữ liệu hệ thống làm giàu oxy và khí nén y tế (93) và cơ sở dữ liệu giải pháp (95);

Hình 3 là hình minh họa sơ đồ khối các mô-đun chức năng của máy chủ đám mây theo sáng chế, trong đó bao gồm bộ xử lý (911), mô-đun thu thập dữ liệu (912), mô-đun xây dựng mô hình (913), mô-đun phân tích nguyên nhân (914), mô-đun liên kết cơ sở dữ liệu giải pháp (915), mô-đun xác định giải pháp (916), mô-đun điều khiển (917) và

mô-đun giao tiếp (918). Từ “mô-đun” được sử dụng sau đây, đề cập đến logic được nhúng trong phần cứng hoặc phần sụn được viết bằng ngôn ngữ lập trình (Java, C hoặc hợp ngữ). Các mô-đun chức năng được triển khai dưới dạng mô-đun phần mềm và phần cứng và được điều khiển bởi bộ xử lý (911).

Mô-đun thu thập dữ liệu (912) được cấu hình để thu thập dữ liệu theo yêu cầu hoặc liên tục. Dữ liệu được thu thập có thể bao gồm dữ liệu cảm nhận, thông tin liên quan và/hoặc dữ liệu kiến thức về các sự kiện đã xảy ra và bất kỳ dữ liệu hữu ích nào khác. Dữ liệu thu thập được có thể sử dụng để xây dựng các mô hình nhằm xác định xem một sự kiện có xảy ra hay không và/hoặc phân tích nguyên nhân của sự kiện đã xảy ra. Ngoài ra hoặc cách khác, dữ liệu thu thập được cũng có thể được sử dụng để xây dựng mô hình nhằm tạo hoặc xác định một hoặc nhiều giải pháp để giải quyết sự kiện đã xảy ra.

Theo một phương án ưu tiên, dữ liệu thu thập được cảm nhận bởi thiết bị cảm biến thông tin (94). Mô-đun thu thập dữ liệu (912) tạo ra ngôn ngữ mô tả về sự kiện đã xảy ra. Chẳng hạn như khi cảm biến nhiệt độ (34) đo nhiệt độ dòng khí nén trong ống là 30°C thì mô-đun thu thập dữ liệu (912) tạo ra ngôn ngữ mô tả về “nhiệt độ cao”. Khi cảm biến áp suất (66) đo áp suất trong bình đệm chứa oxy (6) là 2,9 bar thì mô-đun thu thập dữ liệu (912) tạo ra ngôn ngữ mô tả về “áp suất oxy thấp”. Khi cảm biến nồng độ oxy trong thiết bị phân tích oxy (7) đo nồng độ oxy đạt 89,9 % thì mô-đun thu thập dữ liệu (912) tạo ra ngôn ngữ mô tả về “nồng độ oxy chưa đạt yêu cầu”. Khi cảm biến nồng độ oxy trong thiết bị phân tích oxy (7) đo nồng độ oxy bắt đầu từ 30 %, thì mô-đun thu thập dữ liệu (912) tạo ra ngôn ngữ mô tả về “thời gian hoạt động của hệ thống”. Khi cảm biến áp suất (84) đo áp suất trong bình chứa khí nén y tế (8) là 2,9 bar thì mô-đun thu thập dữ liệu (912) tạo ra ngôn ngữ mô tả về “áp suất khí nén y tế thấp”. Dữ liệu kiến thức của sự kiện đã xảy ra được tìm kiếm bởi mô-đun thu thập dữ liệu (912) từ cơ sở dữ liệu máy chủ (92) theo ngôn ngữ mô tả.

Mô-đun xây dựng mô hình (913) được định cấu hình để xây dựng mô hình theo cách sử dụng dữ liệu thu thập được. Các mô hình đã xây dựng có thể được sử dụng để xác định xem một sự kiện có xảy ra hay không. Ngoài ra, các mô hình đã xây dựng cũng có thể được sử dụng để xác định các giải pháp để giải quyết các sự kiện đã xảy ra.

Mô-đun phân tích nguyên nhân (914) được cấu hình để phân tích một hoặc nhiều nguyên nhân của sự kiện đã xảy ra theo dữ liệu thu thập được. Chẳng hạn như, khi cảm

biến nhiệt độ (34) đo nhiệt độ dòng khí nén trong ống là 30 °C, thì mô-đun phân tích nguyên nhân (914) có thể phân tích rằng một nguyên nhân của sự kiện là máy sấy khí tác nhân lạnh (2) đã dừng hoạt động. Khi cảm biến áp suất (66) đo áp suất trong bình đệm chứa oxy (6) là 0 Mpa, thì mô-đun phân tích nguyên nhân (914) có thể phân tích rằng một nguyên nhân của sự kiện là thiết bị làm giàu oxy (5) dừng hoạt động. Khi sự kiện dữ liệu thu thập báo “ thời gian hoạt động hệ thống 3000 giờ” cảnh báo hệ thống bật thì mô-đun phân tích nguyên nhân (914) có thể phân tích rằng một nguyên nhân của sự kiện là hệ thống đến thời gian bảo trì bảo dưỡng.

Mô-đun liên kết cơ sở dữ liệu giải pháp (915) được cấu hình để liên kết đến cơ sở dữ liệu giải pháp tương ứng với sự kiện đã xảy ra. Các cơ sở dữ liệu giải pháp khác nhau tương ứng với các loại sự kiện khác nhau. Mỗi cơ sở dữ liệu giải pháp lưu trữ nhiều giải pháp. Cơ sở dữ liệu giải pháp có thể bao gồm các giải pháp đã thực hiện trước đó giải quyết thành công các sự kiện đã xảy ra và mỗi giải pháp như vậy bao gồm thông tin liên quan, chẳng hạn như, thời gian, vị trí, thiết bị.

Mô-đun xác định giải pháp (916) được cấu hình để xác định giải pháp của sự kiện đã xảy ra theo thông tin liên quan của sự kiện đã xảy ra dựa trên cơ sở dữ liệu giải pháp. Mô-đun xác định giải pháp (916) có thể so sánh thông tin liên quan của sự kiện đã xảy ra và thông tin liên quan của các giải pháp trong cơ sở dữ liệu giải pháp và xác định một giải pháp phù hợp từ cơ sở dữ liệu giải pháp. Ngoài ra, nếu không có giải pháp thích hợp nào thoát ra trong cơ sở dữ liệu giải pháp, máy chủ đám mây (91) có thể tạo giải pháp dựa trên dữ liệu cảm nhận và dữ liệu kiến thức về sự kiện đã xảy ra.

Mô-đun điều khiển (917) được cấu hình để ứng phó với sự kiện đã xảy ra theo giải pháp đã xác định. Mô-đun điều khiển (917) điều khiển các thiết bị IoT để giải quyết sự kiện đã xảy ra dựa trên giải pháp đã xác định. Chẳng hạn như, khi máy sấy khí tác nhân lạnh (2) dừng hoạt động, mô-đun điều khiển (917) bật cảnh báo, báo nhân viên kỹ thuật đến kiểm tra, sau 03 lần báo động không nhận được hỗ trợ từ nhân viên kỹ thuật, mô-đun điều khiển (917) tự động ngắt điện tổng và dừng hệ thống.

Theo một phương án ưu tiên, trong đó dưới đáy cột hấp phụ của máy sấy khí hấp phụ và thiết bị làm giàu oxy bố trí một bộ phận khuếch tán phân phối khí nhằm phân phối luồng khí đồng đều trước khi vào lớp vật liệu hấp phụ trong cột.

Theo khía cạnh thứ hai, sáng chế đề cập đến quy trình vận hành hệ thống làm giàu oxy và khí nén y tế từ không khí, trong đó quy trình này bao gồm các bước:

bước 1: bật máy nén khí trục vít (1), hai trục vít sẽ quay với tốc độ nhanh ngược chiều nhau tạo ra khoảng chân không hút không khí từ bên ngoài vào đầu nén thông qua cửa nạp đồng thời truyền thẳng vào khoang khí giữa 2 trục, không khí thoát ra được nén ở áp suất cao từ 0,8 đến 1 Mpa đi qua cốc lọc dầu thô (11) đi vào bình tích áp khí nén thô (12); áp suất làm việc trong bình tích áp khí nén thô (12) được cảm biến áp suất (13) truyền tín hiệu về nền tảng quản lý từ xa (9);

bước 2: dòng khí nhiệt độ cao nhiều hơi nước từ bình tích áp khí nén thô (12) đi vào cửa vào máy sấy khí tác nhân lạnh (2), dòng khí được trao đổi nhiệt và lạnh xuống nhiệt độ điểm sương từ 2~10 °C khi đó hơi nước bão hòa chuyển thành nước và được dẫn ra bên ngoài bằng ống xả tự động; dòng khí nén khô tiếp tục theo cửa ra đi ra khỏi máy sấy khí tác nhân lạnh (2);

bước 3: dòng khí đi ra khỏi máy sấy khí tác nhân lạnh (2) đi vào máy sấy khí hấp phụ (3), máy sấy khí hấp phụ (3) hoạt động dựa trên nguyên lý hấp phụ thay đổi áp suất; tại đây, khí nén được cấp vào cột hấp phụ thứ nhất (31) thông qua van cấp thứ nhất (311) lúc này hơi nước, bụi bẩn còn sót lại được các hạt hút ẩm hấp phụ giữ lại trong mao quản vật liệu hút ẩm, dòng khí nén lên đỉnh cột, hơi ẩm được hấp phụ hoàn toàn, nhiệt độ điểm sương đạt -20 °C đến -40 °C dẫn ra khỏi cột hấp phụ thứ nhất (31) qua van một chiều thứ nhất (315), đồng thời mở van xả khí thứ hai (314) cột hấp phụ thứ hai (32) để lượng khí trong cột hấp phụ thứ hai (32) dẫn ra bên ngoài qua bộ tiêu âm trong lúc đó tại đầu ra cột thứ nhất (31) một phần khí khô được dẫn qua van tiết lưu (317) sang cột hấp phụ hai (32) để tái sinh vật liệu hút ẩm; khi các hạt hút ẩm ở cột hấp phụ thứ nhất (31) đã ngậm đầy nước và không thể hấp phụ được nữa thì cột hấp phụ thứ nhất (31) sẽ bắt đầu quá trình tái sinh vật liệu, cột hấp phụ thứ hai (32) sẽ bắt đầu quá trình làm việc, lúc này đóng van xả thứ hai (314) mở van cấp khí thứ hai (312) để cấp khí vào cột hấp phụ thứ hai (32), khi áp suất hai cột bằng nhau đóng van cấp khí thứ nhất (311) và mở van xả khí thứ nhất (313) ở cột hấp phụ thứ nhất (31), dòng khí nén trong cột hấp phụ thứ hai (32) đưa lên đỉnh cột dẫn ra khỏi cột qua van một chiều thứ hai (316) và một phần đưa sang tái sinh vật liệu cột hấp phụ thứ nhất (31) thông qua van tiết lưu (317); máy được vận hành hoàn toàn tự động thông qua bộ điều khiển (318);

bước 4: dòng khí đi ra khỏi máy sấy khí hấp phụ (3) dẫn qua cột than hoạt tính (331) khử mùi và khử VOCs, đi vào cốc lọc tinh (332) và cốc lọc siêu tinh (333) để loại bỏ bụi mịn kích thước hạt cỡ 0,01 μm ; dòng khí ra khỏi cốc lọc siêu tinh (333) đi qua cảm biến nhiệt độ (34) sau đó đi vào bình tích áp khí nén sạch (4); cảm biến nhiệt độ (34) kết nối và truyền tín hiệu về nền tảng quản lý từ xa (9);

bước 5: khí sạch đi ra khỏi bình tích áp khí nén sạch (4) một đường đi qua van một chiều (41) và lưu lượng kế (42) đi vào bình chứa khí nén y tế (8), khí nén y tế ra khỏi bình chứa khí nén y tế (8) qua cốc lọc Hepa (81) để khử khuẩn được dẫn qua van (82) và lưu lượng kế (83) đưa đến nơi sử dụng; lưu lượng kế (83) được kết nối và truyền tín hiệu đến nền tảng quản lý từ xa (9); đường còn lại đi vào thiết bị làm giàu oxy (5);

bước 6: không khí nén đi vào cột hấp phụ thứ nhất (51) của thiết bị làm giàu oxy (5) lên đến áp suất làm việc, đồng thời mở van xả thứ hai (514) để xả áp trong cột hấp phụ thứ hai (52) qua bộ tiêu âm xuống áp suất khí quyển;

bước 7: tiếp tục cấp khí nén qua van cấp thứ nhất (511), mở van điều áp thứ nhất (516) và van thu hồi sản phẩm (518) để nén oxy vào bình đệm chứa sản phẩm (6), và từ bình đệm (6) oxy được đưa qua cốc lọc Hepa (61) để khử khuẩn và lấy một phần oxy đưa vào thiết bị phân tích nồng độ oxy (7), cảm biến oxy của thiết bị phân tích nồng độ oxy (7) được kết nối và truyền tín hiệu về nền tảng quản lý từ xa (9); cảnh báo nồng độ oxy trong nền tảng quản lý từ xa (9) bật khi nồng độ oxy $< 90\%$ oxy được dẫn qua van xả (64) xả ra môi trường khí quyển, khi nồng độ oxy đạt nồng độ $\geq 90\%$ cảnh báo nồng độ oxy trong nền tảng quản lý từ xa (9) tắt, lúc này sản phẩm oxy được dẫn qua van (63) và lưu lượng kế (65) và đưa đến nơi sử dụng, lưu lượng kế (65) và cảm biến áp suất (66) được kết nối và truyền tín hiệu đến nền tảng quản lý từ xa (9); trong khi đó một phần oxy sản phẩm đi sang cột hấp phụ thứ hai qua van tiết lưu (515) đuổi nitơ ra khỏi cột để tái sinh vật liệu hấp phụ, sau đó đóng van xả thứ hai (514);

bước 8: khi sàng phân tử zeolit ở cột hấp phụ thứ nhất (51) đã bão hòa nitơ và không thể hấp phụ được nữa thì cột hấp phụ thứ nhất (51) sẽ bắt đầu quá trình tái sinh vật liệu, cột hấp phụ thứ hai (52) sẽ bắt đầu quá trình làm việc, đóng van thu hồi sản phẩm (518) mở đồng thời van cấp khí thứ hai (512) và van điều áp thứ hai (517) để áp suất trong hai cột này đạt đến áp suất cân bằng;

bước 9: vận hành cột hấp phụ thứ hai (52) bằng cách khóa các van cấp thứ nhất (511), van điều áp thứ nhất (516) và van điều áp thứ hai (517), đồng thời tiếp tục cấp không khí nén vào cột qua van cấp thứ hai (512) lên đến áp suất làm việc, đồng thời mở van xả thứ nhất (513) để xả áp trong cột hấp phụ thứ nhất (51) qua bộ tiêu âm xuống áp suất khí quyển;

bước 10: duy trì cấp khí nén qua van cấp thứ hai (512), mở van điều áp thứ hai (517) và van thu hồi sản phẩm (518) để nén oxy vào bình đệm (6) và từ bình đệm (6) oxy được đưa qua cốc lọc Hepa (61) để khử khuẩn và lấy một phần oxy đưa vào thiết bị phân tích nồng độ oxy (7), cảm biến oxy của thiết bị phân tích nồng độ oxy (7) được kết nối và truyền tín hiệu về nền tảng quản lý từ xa (9); cảnh báo nồng độ oxy trong nền tảng quản lý từ xa (9) bật khi nồng độ oxy $< 90\%$ oxy được dẫn qua van xả (64) xả ra môi trường khí quyển, khi nồng độ oxy đạt nồng độ $\geq 90\%$ cảnh báo nồng độ oxy trong nền tảng quản lý từ xa (9) tắt, lúc này sản phẩm oxy được dẫn qua van (63) và lưu lượng kế (65) và đưa đến nơi sử dụng, lưu lượng kế (65) và cảm biến áp suất (66) được kết nối và truyền tín hiệu đến nền tảng quản lý từ xa (9); trong khi đó một phần oxy sản phẩm đi sang cột hấp phụ thứ nhất (51) qua van tiết lưu (515) đuổi nitơ ra khỏi cột để tái sinh vật liệu hấp phụ, sau đó đóng van xả thứ nhất (513);

bước 11: đóng van thu hồi sản phẩm (518) mở đồng thời van cấp khí thứ nhất (511) và van điều áp thứ nhất (516) để áp suất trong hai cột này đạt đến áp suất cân bằng; hai cột hấp phụ (51) và (52) của thiết bị làm giàu oxy (5) làm việc luân phiên nhau thông qua bộ điều khiển thiết bị (519);

lặp lại các bước 1 đến bước 11 để liên tục vận hành hệ thống làm giàu oxy và khí nén y tế, phần khí oxy chứa trong bình đệm đưa đến nơi sử dụng trực tiếp hoặc được chiết nạp ra bình chứa.

Hiệu quả đạt được của sáng chế

Hệ thống làm giàu oxy và khí nén y tế từ không khí bằng kỹ thuật hấp phụ tích hợp nền tảng quản lý từ xa trong điều trị bệnh nhân hô hấp theo sáng chế tạo ra nguồn oxy và khí nén y tế tại chỗ đạt tiêu chuẩn TCVN 7742:2007 và tiêu chuẩn tổ chức y tế Thế giới (WHO) công bố ngày 8 tháng 6 năm 2020 để chạy máy thở, ống thông mũi dòng cao HFNC,...trong điều trị bệnh nhân nhằm giúp các cơ sở y tế chủ động nguồn khí y tế. Hệ thống cung cấp đồng thời cả oxy và khí nén y tế giúp cơ sở y tế giảm chi phí sản

xuất, chi phí nhân công. Hệ thống tích hợp nền tảng quản lý từ xa giúp đội ngũ kỹ thuật và nhân viên y tế thuận tiện theo dõi, giám sát và kiểm soát các thông số kỹ thuật (lưu lượng, áp suất, nồng độ sản phẩm oxy và áp suất, lưu lượng khí nén y tế) khi hệ thống làm việc phục vụ trong quá trình điều trị bệnh nhân cũng như trong quá trình bảo trì bảo dưỡng hệ thống thông qua nền tảng quản lý từ xa.

Quy trình vận hành hệ thống làm giàu oxy và khí nén y tế từ không khí theo sáng chế dễ dàng tự động hóa, cho phép vận hành êm với hiệu suất cao, thuận tiện trong thao tác lắp đặt và tiết kiệm năng lượng.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Hệ thống làm giàu oxy và khí nén y tế từ không khí bằng kỹ thuật hấp phụ tích hợp nền tảng quản lý từ xa trong điều trị bệnh nhân hô hấp theo sáng chế, trong đó hệ thống này bao gồm máy nén khí trực vít (1), bình tích áp khí nén thô (12), máy sấy khí tác nhân lạnh (2), máy sấy khí hấp phụ (3), bộ lọc khí nén 4 cấp (33), bình tích áp khí sạch (4), thiết bị làm giàu oxy (5), bình đệm chứa sản phẩm oxy (6), thiết bị phân tích nồng độ oxy (7), bình chứa khí nén y tế (8), nền tảng quản lý từ xa (9), trong đó:

máy nén khí trực vít (1) hoạt động theo nguyên lý nén thể tích, với hai trục vít hình xoắn ốc “trục vít đực” và “trục vít cái” được đặt trong một khoang chứa gọi là đầu nén; khi hai trục vít quay ngược chiều sẽ tạo ra khoảng chân không hút không khí từ bên ngoài vào đầu nén, không khí thoát khỏi đầu nén sẽ được nén lên áp suất 0,8~1 Mpa;

bình tích áp khí nén thô (12) có dạng hình trụ thẳng đứng, chịu ăn mòn, chịu áp suất cao, chứa khí nén với áp suất 0,8~1 Mpa, nhiệt độ dòng khí 45~60 °C từ máy nén trực vít (1);

máy sấy khí tác nhân lạnh (2) bao gồm bộ điều khiển, máy nén gas lạnh, van xả nước tự động, giàn trao đổi nhiệt khí nén với khí gas lạnh, giàn ngưng, giàn trao đổi nhiệt khí nén với khí gas nóng, quạt làm mát cho giàn trao đổi nhiệt; dòng khí nóng chứa nhiều hơi nước và tạp chất ở bình tích áp (12) với áp suất cao được đưa vào máy sấy khí tác nhân lạnh (2) đi qua bộ phận trao đổi nhiệt, dòng khí nén đi vào sẽ được làm lạnh sơ bộ, sau khi được làm lạnh sơ bộ, dòng khí nén đi vào giàn trao đổi nhiệt khí nén với khí gas lạnh, quá trình làm lạnh được thực hiện bằng cách cho dòng khí nén chuyển động đảo chiều trong những ống dẫn môi chất gas lạnh khi đó nhiệt độ điểm sương đạt 2~8 °C, lượng hơi nước trong dòng khí nén vào sẽ được ngưng tụ, lúc này nước, chất bẩn sau khi được tách ra khỏi dòng khí nén được đưa ra ngoài qua van xả nước ngưng tự động; dòng khí nén được làm khô, sạch, lúc này khí nén vẫn còn lạnh được đưa qua bộ phận giàn trao đổi nhiệt khí với khí gas nóng để nâng nhiệt độ khí lên khoảng từ 6~10 °C và được dẫn ra khỏi máy sấy khí tác nhân lạnh (2);

máy sấy khí hấp phụ (3) hoạt động dựa trên nguyên lý hấp phụ thay đổi áp suất (PSA), máy bao gồm cột hấp phụ thứ nhất (31), cột hấp phụ thứ hai (32) được nối với nhau bởi đường ống và các van tiết lưu (317), van một chiều thứ nhất (315), van một chiều thứ hai (316), van cấp thứ nhất (311), van cấp thứ hai (312), van xả khí thứ nhất (313), van xả khí thứ hai (314), hộp điều khiển (318); hai cột hấp phụ (311) và (312) có dạng hình

trụ trong đó được nhồi chặt vật hấp phụ nhôm hoạt tính và/hoặc silicagel để loại bỏ hoàn toàn hơi nước và các tạp chất; ở đầu vào của cột hấp phụ thứ nhất bố trí van cấp thứ nhất (311) và van xả khí thứ nhất (313), đầu van xả này được gắn với bộ tiêu âm để giảm âm trước khi xả không khí nén trong cột ra ngoài môi trường; ở đầu ra cột hấp phụ thứ nhất (31) bố trí van một chiều thu hồi sản phẩm thứ nhất (315); tương tự, ở đầu vào cột hấp phụ thứ hai (32) bố trí van cấp thứ hai (312) và van xả khí thứ hai (314), đầu van xả này được gắn với bộ tiêu âm để giảm âm trước khi xả không khí nén trong cột ra ngoài môi trường; ở đầu ra cột hấp phụ thứ hai (32) bố trí van một chiều thu hồi sản phẩm thứ hai (316); ở đầu ra hai cột hấp phụ (31), (32) còn bố trí van tiết lưu (317); hệ thống được điều khiển tự động qua hộp điều khiển (318);

bộ lọc khí nén 4 cấp (33) bao gồm cốc lọc thô (11), cột than hoạt tính (331), cốc lọc tinh (332), cốc lọc siêu tinh (333); cốc lọc thô (11), cốc lọc tinh (332) và cốc lọc siêu tinh (333) có cấu tạo vỏ bọc trụ đỡ bằng thép không gỉ; cốc lọc thô (11) loại bỏ nước và tạp chất trong dòng khí nén từ máy nén khí (1) và đi ra khỏi cốc lọc thô (11) với kích thước hạt bụi mịn $\leq 5 \mu\text{m}$; cốc lọc tinh (332) loại bỏ kích thước hạt bụi $\leq 1 \mu\text{m}$; cốc lọc siêu tinh (333) loại bỏ kích thước hạt bụi $\leq 0,01 \mu\text{m}$; cột than hoạt tính (331) có dạng hình trụ đứng, chịu áp suất cao, chịu ăn mòn, nhồi chặt vật liệu hấp phụ than hoạt tính để khử mùi và khử các hợp chất hữu cơ dễ bay hơi;

bình tích áp khí sạch (4) có dạng hình trụ thẳng đứng, chịu áp suất cao, chịu ăn mòn, chứa khí nén sạch, dòng khí đi ra khỏi bình tích áp (4) khô hoàn toàn với kích thước hạt bụi $\leq 0,01 \mu\text{m}$, đầu ra bình tích áp khí sạch (4) bố trí hai nhánh trong đó nhánh thứ nhất khí nén sạch được dẫn vào thiết bị làm giàu oxy (5) và nhánh thứ hai khí nén sạch được đưa vào bình chứa khí nén y tế (8);

thiết bị làm giàu oxy (5) hoạt động dựa trên nguyên lý hấp phụ thay đổi áp suất (PSA) bao gồm cột hấp phụ thứ nhất (51), cột hấp phụ thứ hai (52) được nối với nhau bởi các đường ống dẫn với các van tiết lưu, van cấp, van xả, van thu hồi sản phẩm, van điều áp; cột hấp phụ thứ nhất (51) và cột hấp phụ thứ hai (52) giống nhau có dạng hình trụ, chịu áp suất cao, chịu ăn mòn; hai cột hấp phụ được nhồi chặt vật liệu sàng phân tử zeolit; ở đầu vào của cột hấp phụ thứ nhất (51) bố trí van cấp thứ nhất (511) và van xả thứ nhất (513) để xả không khí trong cột hấp phụ trong bước xả áp cũng như trong quá trình nhả hấp phụ nitơ để tái sinh vật liệu sàng phân tử zeolit trong cột hấp phụ thứ nhất (51), đầu van xả này được gắn với bộ tiêu âm để giảm âm trước khi xả không khí nén trong cột ra

ngoài môi trường; ở đầu ra của cột hấp phụ thứ nhất (51) bố trí van điều áp thứ nhất (516) nối van thu hồi sản phẩm (518); ở đầu vào cột hấp phụ thứ hai (52) bố trí van cấp thứ hai (512) và van xả thứ hai (514) để xả không khí trong cột hấp phụ trong bước xả áp cũng như trong quá trình nhả hấp phụ nitơ để tái sinh vật liệu sàng phân tử zeolit trong cột hấp phụ thứ hai (52), đầu van xả này được gắn với bộ tiêu âm để giảm âm trước khi xả không khí nén trong cột ra ngoài môi trường; ở đầu ra của cột hấp phụ thứ hai (52) bố trí van điều áp thứ hai (517) nối với van thu hồi sản phẩm (518); ở đầu ra hai cột hấp phụ còn bố trí van tiết lưu (515); thiết bị được điều khiển hoàn toàn tự động qua hộp điều khiển (519); hộp điều khiển (519) được kết nối với nền tảng quản lý từ xa (9) để giám sát và theo dõi quá trình làm việc hệ thống;

binh đệm chứa sản phẩm (6) chịu áp suất cao, chịu ăn mòn, được sử dụng để lưu trữ tạm thời sản phẩm oxy, tại đầu ra bình đệm lần lượt bố trí cốc lọc Hepa (61) khử khuẩn, van lấy mẫu (62) phân tích độ tinh khiết oxy, van lấy sản phẩm oxy (63) khi đạt yêu cầu và van xả oxy (64) ra bên ngoài khi chưa đạt yêu cầu; lưu lượng kế oxy (65); tại thân bình đệm (6) bố trí cảm biến áp suất (66); lưu lượng kế oxy (65) và cảm biến áp suất (66) được kết nối và truyền tín hiệu về nền tảng quản lý từ xa (9); áp suất duy trì trong bình đệm 0,3~0,6 Mpa;

thiết bị phân tích nồng độ oxy (7) dùng để phân tích nồng độ khí tạp còn trong sản phẩm, dựa trên kết quả phân tích nồng độ xác định được thời điểm thu hồi oxy tinh sạch đạt chuẩn yêu cầu về nồng độ; thiết bị phân tích nồng độ oxy (7) kết nối truyền tín hiệu về nền tảng quản lý từ xa (9);

binh chứa khí nén y tế (8) có dạng hình trụ thẳng đứng, chịu áp suất cao, chịu ăn mòn chứa khí sạch; thân bình bố trí cảm biến áp suất (84); ở đầu ra lần lượt bố trí cốc lọc Hepa (81) khử khuẩn, van lấy sản phẩm khí nén y tế (82), lưu lượng kế (83); cảm biến áp suất (84) và lưu lượng kế (83) được kết nối và truyền tín hiệu về nền tảng quản lý từ xa (9); dòng khí nén y tế sử dụng duy trì ở áp suất dao động 0,3~0,4 Mpa, kích thước hạt bụi cỡ 0,01 μm và khử khuẩn để phục vụ dùng trong máy thở, ống thông mũi dòng cao (HFNC)...;

nền tảng quản lý từ xa (9) là một hệ thống quản lý thiết bị sử dụng công nghệ Internet vạn vật (IoT) để theo dõi, giám sát, kiểm soát các thông số kỹ thuật khi hệ thống làm việc, hệ thống quản lý thiết bị IoT bao gồm máy chủ đám mây (91), cơ sở dữ liệu máy

chủ (92), cơ sở dữ liệu hệ thống làm giàu oxy và khí nén y tế (93), thiết bị cảm biến thông tin (94), cơ sở dữ liệu giải pháp (95); thiết bị cảm biến thông tin được kết nối với máy chủ đám mây (91) thông qua Internet hoặc mạng truyền thông khác để tạo thành mạng; thiết bị cảm biến thông tin (94) bao gồm thiết bị cảm biến nhiệt độ trong đường ống (34), thiết bị cảm biến áp suất (13), (66), và (84), cảm biến nồng độ oxy trong thiết bị phân tích nồng độ oxy (7), thiết bị đo lưu lượng kế (65) và (83); cơ sở dữ liệu máy chủ (92) và cơ sở dữ liệu hệ thống làm giàu oxy và khí nén y tế (93) được kết nối với máy chủ đám mây (91) qua Internet; cơ sở dữ liệu máy chủ (92) lưu trữ dữ liệu kiến thức trong đó kiến thức và dữ liệu có thể được lấy ra; cơ sở dữ liệu hệ thống làm giàu oxy và khí nén y tế (93) lưu trữ dữ liệu cảm nhận được thu từ các thiết bị cảm biến thông tin (94); máy chủ đám mây (91) được kết nối với cơ sở dữ liệu giải pháp (95) khác nhau thông qua Internet; cơ sở dữ liệu giải pháp khác nhau tương ứng với các loại sự kiện khác nhau, mỗi cơ sở dữ liệu giải pháp lưu trữ nhiều giải pháp; cơ sở dữ liệu giải pháp (95) có thể bao gồm các giải pháp đã thực hiện trước đó giải quyết thành công các sự kiện đã xảy và mỗi giải pháp như vậy bao gồm các thông tin liên quan, chẳng hạn như thời gian, vị trí, thiết bị trong hệ thống; ngoài ra cơ sở dữ liệu giải pháp có thể bao gồm các giải pháp được người dùng xác định trước, chẳng hạn như quy trình hoạt động tiêu chuẩn (SOP) hoặc được tạo bằng cách sử dụng mô hình được xây dựng dựa trên dữ liệu thu thập được.

2. Hệ thống theo điểm 1, trong đó nhôm hoạt tính và silicagel được bố trí trong cột hấp phụ thứ nhất (31) và cột hấp phụ thứ hai (32) của máy sấy khí hấp phụ (3) có thể theo từng lớp hoặc trộn lẫn hoặc trong cột chỉ chứa mình nhôm hoạt tính hoặc silicagel không làm ảnh hưởng đến quá trình hấp phụ loại bỏ hoàn toàn triệt để hơi nước và tạp chất còn sót lại trong dòng khí nén và làm nhiệt động dòng khí đạt nhiệt độ điểm sương $-20\sim-40\text{ }^{\circ}\text{C}$.

3. Hệ thống theo điểm 1, trong đó dưới đáy cột hấp phụ (31), (32) của máy sấy khí hấp phụ (3) bố trí một bộ phận khuếch tán phân phối khí nhằm phân phối luồng khí đồng đều trước khi vào lớp vật liệu hấp phụ trong cột.

4. Hệ thống theo điểm 1, trong đó dưới đáy cột hấp phụ (51), (52) của thiết bị làm giàu oxy (5) bố trí một bộ phận khuếch tán phân phối khí nhằm phân phối luồng khí đồng đều trước khi vào lớp vật liệu hấp phụ trong cột.

5. Hệ thống theo điểm 1, trong đó máy chủ đám mây (91) có thể tự động theo dõi và phản ứng động đối với các sự kiện đã xảy ra bằng cách sử dụng thiết bị IoT dựa trên dữ liệu trong cơ sở dữ liệu máy chủ (92), cơ sở dữ liệu hệ thống làm giàu oxy và khí nén y tế (93) và cơ sở dữ liệu giải pháp (95); máy chủ đám mây (91) trong đó bao gồm bộ xử lý (911), mô-đun thu thập dữ liệu (912), mô-đun xây dựng mô hình (913), mô-đun phân tích nguyên nhân (914), mô-đun liên kết cơ sở dữ liệu giải pháp (915), mô-đun xác định giải pháp (916), mô-đun điều khiển (917) và mô-đun giao tiếp (918).

6. Quy trình vận hành hệ thống làm giàu oxy và khí nén y tế từ không khí theo điểm bất kỳ trong các điểm từ 1 đến 5, trong đó quy trình này bao gồm các bước:

bước 1: bật máy nén khí trực vít (1), hai trục vít sẽ quay với tốc độ nhanh ngược chiều nhau tạo ra khoảng chân không hút không khí từ bên ngoài vào đầu nén thông qua cửa nạp đồng thời truyền thẳng vào khoang khí giữa 2 trục, không khí thoát ra được nén ở áp suất cao từ 0,8~1 Mpa đi qua cốc lọc dầu thô (11) đi vào bình tích áp khí nén thô (12); áp suất làm việc trong bình tích áp khí nén thô (12) được cảm biến áp suất (13) truyền tín hiệu về nền tảng quản lý từ xa (9);

bước 2: dòng khí nhiệt độ cao nhiều hơi nước từ bình tích áp khí nén thô (12) đi vào cửa vào máy sấy khí tác nhân lạnh (2), dòng khí được trao đổi nhiệt và lạnh xuống nhiệt độ điểm sương từ 2~10 °C khi đó hơi nước bão hòa chuyển thành nước và được dẫn ra bên ngoài bằng ống xả tự động; dòng khí nén khô tiếp tục theo cửa ra đi ra khỏi máy sấy khí tác nhân lạnh (2);

bước 3: dòng khí đi ra khỏi máy sấy khí tác nhân lạnh (2) đi vào máy sấy khí hấp phụ (3), máy sấy khí hấp phụ (3) hoạt động dựa trên nguyên lý hấp phụ thay đổi áp suất; tại đây, khí nén được cấp vào cột hấp phụ thứ nhất (31) thông qua van cấp thứ nhất (311) lúc này hơi nước, bụi bẩn còn sót lại được các hạt hút ẩm hấp phụ giữ lại trong mao quản vật liệu hút ẩm, dòng khí nén lên đỉnh cột, hơi ẩm được hấp phụ hoàn toàn, nhiệt độ điểm sương đạt -20~-40 °C dẫn ra khỏi cột hấp phụ thứ nhất (31) qua van một chiều thứ nhất (315), đồng thời mở van xả khí thứ hai (314) cột hấp phụ thứ hai (32) để lượng khí trong cột hấp phụ thứ hai (32) dẫn ra bên ngoài qua bộ tiêu âm, trong lúc đó tại đầu ra cột thứ nhất (31) một phần khí khô được dẫn qua van tiết lưu (317) sang cột hấp phụ hai (32) để tái sinh vật liệu hút ẩm; khi các hạt hút ẩm ở cột hấp phụ thứ nhất (31) đã ngậm đầy nước và không thể hấp phụ được nữa thì cột hấp phụ thứ nhất (31) sẽ bắt đầu quá trình tái sinh vật liệu, cột hấp phụ thứ hai (32) sẽ bắt đầu quá trình làm việc, lúc này

đóng van xả thứ hai (314) mở van cấp khí thứ hai (312) để cấp khí vào cột hấp phụ thứ hai (32), khi áp suất hai cột bằng nhau đóng van cấp khí thứ nhất (311) và mở van xả khí thứ nhất (313) ở cột hấp phụ thứ nhất (31), dòng khí nén trong cột hấp phụ thứ hai (32) đưa lên đỉnh cột dẫn ra khỏi cột qua van một chiều thứ hai (316) và một phần đưa sang tái sinh vật liệu cột hấp phụ thứ nhất (31) thông qua van tiết lưu (317); máy được vận hành hoàn toàn tự động thông qua bộ điều khiển (318);

bước 4: dòng khí đi ra khỏi máy sấy khí hấp phụ (3) dẫn qua cột than hoạt tính (331) khử mùi và khử hợp chất hữu cơ dễ bay hơi VOCs, đi vào cốc lọc tinh (332) và cốc lọc siêu tinh (333) để loại bỏ bụi mịn kích thước hạt cỡ 0,01 μm ; dòng khí ra khỏi cốc lọc siêu tinh (333) đi qua cảm biến nhiệt độ (34) sau đó đi vào bình tích áp khí nén sạch (4); cảm biến nhiệt độ (34) kết nối và truyền tín hiệu về nền tảng quản lý từ xa (9);

bước 5: khí sạch đi ra khỏi bình tích áp khí nén sạch (4) một đường đi qua van một chiều (41) và lưu lượng kế (42) đi vào bình chứa khí nén y tế (8), khí nén y tế ra khỏi bình chứa khí nén y tế (8) qua cốc lọc Hepa (81) để khử khuẩn được dẫn qua van (82) và lưu lượng kế (83) đưa đến nơi sử dụng; lưu lượng kế (83) được kết nối và truyền tín hiệu đến nền tảng quản lý từ xa (9); đường còn lại đi vào thiết bị làm giàu oxy (5);

bước 6: không khí nén đi vào cột hấp phụ thứ nhất (51) của thiết bị làm giàu oxy (5) lên đến áp suất làm việc, đồng thời mở van xả thứ hai (514) để xả áp trong cột hấp phụ thứ hai (52) qua bộ tiêu âm xuống áp suất khí quyển;

bước 7: tiếp tục cấp khí nén qua van cấp thứ nhất (511), mở van điều áp thứ nhất (516) và van thu hồi sản phẩm (518) để nén oxy vào bình đệm chứa sản phẩm (6), và từ bình đệm (6) oxy được đưa qua cốc lọc Hepa (61) để khử khuẩn và lấy một phần oxy đưa vào thiết bị phân tích nồng độ oxy (7), cảm biến oxy của thiết bị phân tích nồng độ oxy (7) được kết nối và truyền tín hiệu về nền tảng quản lý từ xa (9); cảnh báo nồng độ oxy trong nền tảng quản lý từ xa (9) bật khi nồng độ oxy $< 90\%$ oxy được dẫn qua van xả (64) xả ra môi trường khí quyển, khi nồng độ oxy đạt nồng độ $\geq 90\%$ cảnh báo nồng độ oxy trong nền tảng quản lý từ xa (9) tắt, lúc này sản phẩm oxy được dẫn qua van (63) và lưu lượng kế (65) và đưa đến nơi sử dụng, lưu lượng kế (65) và cảm biến áp suất (66) được kết nối và truyền tín hiệu đến nền tảng quản lý từ xa (9); trong khi đó một phần oxy sản phẩm đi sang cột hấp phụ thứ hai (52) qua van tiết lưu (515) đuổi nitơ ra khỏi cột để tái sinh vật liệu hấp phụ, sau đó đóng van xả thứ hai (514);

bước 8: khi sàng phân tử zeolit ở cột hấp phụ thứ nhất (51) đã bão hòa nitơ và không thể hấp phụ được nữa thì cột hấp phụ thứ nhất (51) sẽ bắt đầu quá trình tái sinh vật liệu, cột hấp phụ thứ hai (52) sẽ bắt đầu quá trình làm việc, đóng van thu hồi sản phẩm (518) mở đồng thời van cấp khí thứ hai (512) và van điều áp thứ hai (517) để áp suất trong hai cột này đạt đến áp suất cân bằng;

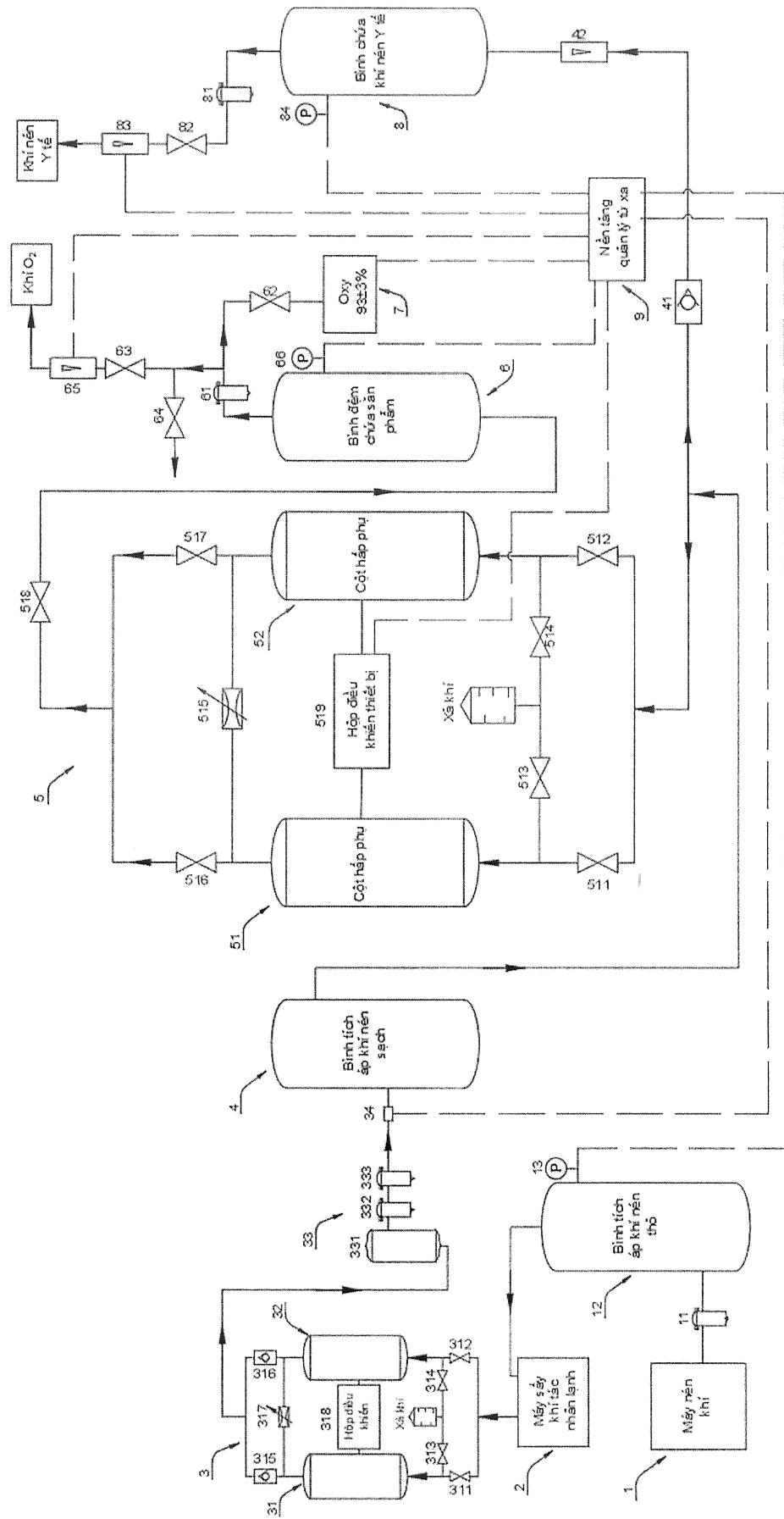
bước 9: vận hành cột hấp phụ thứ hai (52) bằng cách khóa các van cấp thứ nhất (511), van điều áp thứ nhất (516) và van điều áp thứ hai (517), đồng thời tiếp tục cấp không khí nén vào cột qua van cấp thứ hai (512) lên đến áp suất làm việc, đồng thời mở van xả thứ nhất (513) để xả áp trong cột hấp phụ thứ nhất (51) qua bộ tiêu âm xuống áp suất khí quyển;

bước 10: duy trì cấp khí nén qua van cấp thứ hai (512), mở van điều áp thứ hai (517) và van thu hồi sản phẩm (518) để nén oxy vào bình đệm (6) và từ bình đệm (6) oxy được đưa qua cốc lọc Hepa (61) để khử khuẩn và lấy một phần oxy đưa vào thiết bị phân tích nồng độ oxy (7), cảm biến oxy của thiết bị phân tích nồng độ oxy (7) được kết nối và truyền tín hiệu về nền tảng quản lý từ xa (9); cảnh báo nồng độ oxy trong nền tảng quản lý từ xa (9) bật khi nồng độ oxy $< 90\%$ oxy được dẫn qua van xả (64) xả ra môi trường khí quyển, khi nồng độ oxy đạt nồng độ $\geq 90\%$ cảnh báo nồng độ oxy trong nền tảng quản lý từ xa (9) tắt, lúc này sản phẩm oxy được dẫn qua van (63) và lưu lượng kế (65) và đưa đến nơi sử dụng, lưu lượng kế (65) và cảm biến áp suất (66) được kết nối và truyền tín hiệu đến nền tảng quản lý từ xa (9); trong khi đó một phần oxy sản phẩm đi sang cột hấp phụ thứ nhất (51) qua van tiết lưu (515) đuổi nitơ ra khỏi cột để tái sinh vật liệu hấp phụ, sau đó đóng van xả thứ nhất (513);

bước 11: đóng van thu hồi sản phẩm (518) mở đồng thời van cấp khí thứ nhất (511) và van điều áp thứ nhất (516) để áp suất trong hai cột này đạt đến áp suất cân bằng; hai cột hấp phụ (51) và (52) của thiết bị làm giàu oxy (5) làm việc luân phiên nhau thông qua bộ điều khiển thiết bị (519);

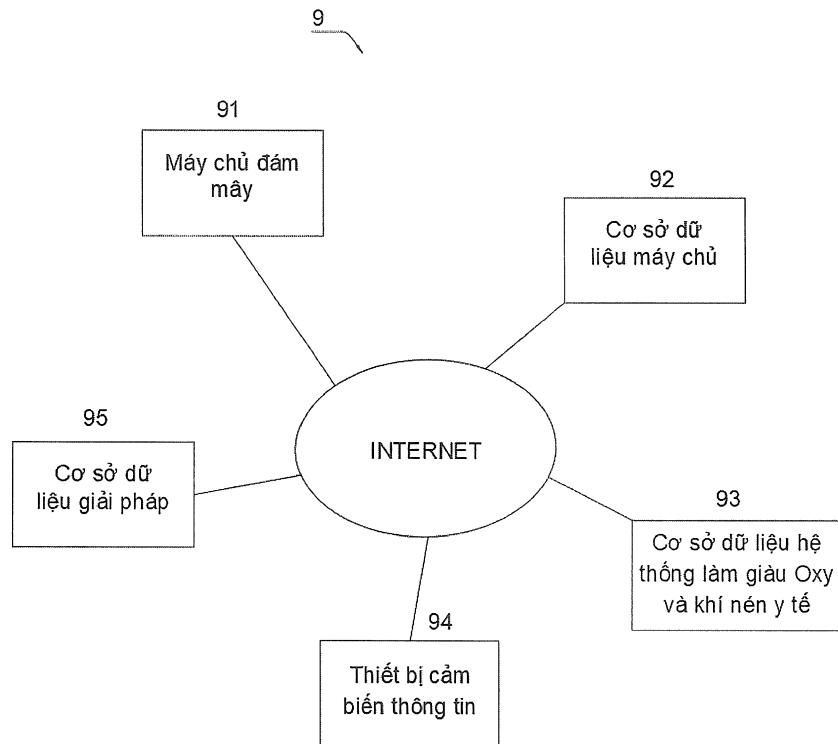
lặp lại các bước 1 đến bước 11 để liên tục vận hành hệ thống làm giàu oxy và khí nén y tế, phần khí oxy chứa trong bình đệm đưa đến nơi sử dụng trực tiếp hoặc được chiết nạp ra bình chứa.

Hình 1



Đường nét chữ là đường truyền tín hiệu

Hình 2



Hình 3

