



(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)



1-0038364

(51)^{2020.01} C09K 5/04

(13) B

(21) 1-2020-03194

(22) 26/11/2018

(86) PCT/EP2018/082583 26/11/2018

(87) WO2019/102003 31/05/2019

(30) 1719692.4 27/11/2017 GB; 1800521.5 12/01/2018 GB; 1805792.7 06/04/2018 GB;
1810959.5 04/07/2018 GB; 1815477.3 24/09/2018 GB; 1816781.7 15/10/2018 GB

(45) 25/01/2024 430

(43) 25/09/2020 390

(73) RPL HOLDINGS LIMITED (GB)

8 Murieston Road, Hale, Altrincham, Cheshire WA15 9ST, United Kingdom

(72) John Edward POOLE (GB); Richard POWELL (GB).

(74) Công ty cổ phần tư vấn Trung Thực (TRUNG THUC.,JSC)

(54) CHẾ PHẨM LÀM LẠNH

(57) Sáng chế đề xuất các chế phẩm làm lạnh không làm kiệt ozon và không dễ cháy với GWP thấp hơn 1050 mà có thể thay thế HFC404A, HFC507 và HFC410A trong các hệ thống làm lạnh và hệ thống điều hòa không khí.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến các chế phẩm làm lạnh có thể được dùng trong các bơm nhiệt để bơm nhiệt từ nhiệt độ thấp hơn đến nhiệt độ cao hơn nhờ công đầu vào. Khi được dùng để tạo ra nhiệt độ thấp hơn, các thiết bị này thường được gọi là tủ lạnh hoặc máy điều hòa không khí. Khi được dùng để tạo ra nhiệt độ cao hơn, các thiết bị này thường được gọi là máy bơm nhiệt. Cùng một thiết bị có thể áp dụng làm nóng hoặc làm lạnh tùy theo yêu cầu của người sử dụng. Loại bơm nhiệt có thể được gọi là máy bơm nhiệt thuận nghịch hoặc máy điều hòa không khí hai chiều.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Cloflocacbon (CFC) như CFC-12 và R502 và hydrocloflocacbon (HCFC) như HCFC-22 đã được sử dụng rộng rãi làm chất làm lạnh, nhưng di chuyển đến tầng bình lưu khi chúng bị phân hủy bởi tia cực tím tạo ra các nguyên tử clo mà sẽ phá hủy tầng ozon. Các chất làm kiệt ozon (ODS) này được thay thế bằng các giải pháp khác không làm kiệt ozon như hydroflocacbon (HFC), mà là không dễ cháy, hiệu quả và có độc tính thấp. Ở một số ứng dụng nhất định, cụ thể nhưng không đặc biệt liên quan đến hệ làm lạnh nhiệt độ thấp thường được dùng ở siêu thị, R502 là chất làm lạnh chính được chọn chủ yếu là do nhiệt độ xả của nó thấp hơn so với R22. Do hệ quả của thỏa thuận toàn cầu về môi trường để bảo vệ tầng ozon bao gồm trong Nghị định thư Montreal, R502 bị cấm và được thay thế rộng rãi bằng các hỗn hợp HFC gồm R404A và R507. Tuy nhiên, dù R404A và R507 là các chất làm lạnh mỹ mãn về hiệu quả năng lượng, có tính không cháy, độc tính thấp và các tính chất nhiệt động, nhưng chúng lại có chỉ số làm nóng toàn cầu (GWP) ở mức cao so với các HFC thường được sử dụng.

Trong bản mô tả này, trị số bằng số về chỉ số làm nóng toàn cầu (GWP) liên quan đến thời điểm tích hợp (Integrated Time Horizon - ITH) 100 năm như nêu trong tài liệu báo cáo đánh giá lần thứ tư của hội đồng liên chính phủ về biến đổi khí hậu (AR4).

Mặc dù R22 đã được dùng rộng rãi trong các hệ thống điều hòa không khí, có khả năng phá hủy ozon thấp hơn nhiều so với CFC, việc sử dụng nó bị loại bỏ dần

theo Nghị định thư Montreal. R410A không làm kiệt ozon đã chứng tỏ là giải pháp thay thế tuyệt vời cho R22 ở thiết bị điều hòa không khí mới, kể cả các hệ thống rời, nhưng việc sử dụng nó hiện cũng đã bị loại bỏ dần do GWP tương đối cao (2088) có nghĩa là nó không còn được chấp nhận về mặt môi trường.

Cộng đồng chung châu Âu (EU) và các lãnh thổ khác đã áp đặt hạn mức GWP và/hoặc thuế để giảm dần mức độ phổ biến của R404A, R507 và R410A. Các hành động này có hai hệ quả then chốt. Thứ nhất, sẽ thiếu các chất làm lạnh sẵn có để vận hành thiết bị hiện có và nạp thiết bị mới mà sẽ làm gián đoạn các ngành công nghiệp làm lạnh và điều hòa không khí. Thứ hai, giá của chất làm lạnh còn lại sẽ tăng nhanh vì nguồn cung không còn thể đáp ứng nhu cầu. Nếu không có chất làm lạnh thay thế, thì các thiết bị quan trọng, ví dụ để bảo quản thực phẩm ở siêu thị và điều hòa không khí ở bệnh viện, có thể dừng hoạt động với các hậu quả xã hội nghiêm trọng.

Thành phần của R404A là:

R125 44%;
R143a 52%; và
R134a 4%

(GWP = 3922)

Thành phần của R507 là:

R125 50%; và
R143a 50%

(GWP = 3985)

Thành phần của R410A là:

R125 50%; và
R32 50%

(GWP = 2088)

Công bố đơn quốc tế số WO2017/151488 bộc lộ chế phẩm làm lạnh chứa HFC-32, HFC-35, HFO-1234yf, HFC-134a và CO₂.

Công bố đơn quốc tế số WO2016/156812 bộc lộ chế phẩm chứa 20% đến 35% R125, 20% đến 35% R32, 25% đến 50% R1234ze(E) và 1% đến 10% R227ea.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích kỹ thuật của sáng chế là đề xuất các chế phẩm làm lạnh có GWP thấp để dùng ở các hệ thống làm lạnh và các hệ thống điều hòa không khí hiện có, cải biến hoặc mới.

Theo khía cạnh thứ nhất, sáng chế đề xuất chế phẩm làm lạnh chủ yếu bao gồm:

cacbon đioxit 1% đến 35%

HFO được chọn từ nhóm bao gồm: R1234yf và R1234ze(E) và hỗn hợp của chúng
30% đến 92%

R32 1% đến 30%

R125 1% đến 30%

R227ea 1% đến 15%

R134a 0% đến 15%

trong đó tỷ lệ phần trăm là theo khối lượng và được chọn trong khoảng đã nêu đến tổng cộng 100%.

Định nghĩa

Trong bản mô tả này, các tỷ lệ phần trăm hoặc các lượng khác được tính theo khối lượng trừ khi có quy định khác. Các lượng được chọn từ khoảng bất kỳ đến tổng cộng 100%.

Thuật ngữ “chứa” được dùng trong bản mô tả này để chỉ các chế phẩm mà chỉ bao gồm các thành phần đã nêu, không tính đến lượng vết của tạp chất bất kỳ.

Thuật ngữ “chủ yếu bao gồm” được dùng trong bản mô tả này để chỉ các chế phẩm mà bao gồm các thành phần đã nêu và có thể bổ sung lượng không đáng kể các thành phần bất kỳ khác nữa mà hầu như không làm thay đổi các tính chất làm lạnh cơ bản của chế phẩm này. Các chế phẩm này bao gồm các chế phẩm mà chứa các thành phần đã nêu. Các chế phẩm mà chứa các thành phần đã nêu có thể là đặc biệt có lợi.

Sáng chế đề cập đến hỗn hợp có GWP thấp, mà đặc biệt, nhưng không loại trừ, các chế phẩm mà có thể thay thế R404A, R507 và R410A ở các hệ làm lạnh và hoặc điều hòa không khí hiện có, cải biến hoặc mới. Việc tiếp tục vận hành các hệ hiện có

và cải biến được tạo điều kiện thuận lợi. Các hỗn hợp này có chỉ số làm kiệt ozon bằng không, sao cho chúng không có tác dụng phụ đối với ozon ở tầng bình lưu. Sáng chế còn đề xuất các chế phẩm mà có thể tiếp tục được dùng trong trường hợp siết chặt thêm dần các hạn chế về GWP, trong khi làm giảm đến mức tối thiểu chi phí cho người tiêu dùng.

Cụ thể, sáng chế đề xuất các chế phẩm làm lạnh có trị số GWP nằm trong khoảng từ 0,5 đến 1050. Các trị số trong khoảng này là thấp hơn đáng kể so với các trị số của R404A, R507 và R410A. Các chế phẩm làm ví dụ có thể có phân loại an toàn theo ASHRAE là A1 (độc tính thấp/không gây cháy) hoặc A2L (độc tính thấp/có thể gây cháy yếu). Các chế phẩm có thể có hiệu quả về mặt năng lượng và năng suất lạnh ít nhất tương đương với các chất lưu mà chúng thay thế. Các chế phẩm có thể có áp suất vận hành tối đa không cao hơn 3 bar (0,3Mpa), tốt hơn là cao hơn 2 bar (0,2 Mpa) ở nhiệt độ 45°C so với các chất làm lạnh mà chúng có thể thay thế. Các chế phẩm với GWP tương đối cao có xu hướng là không dễ cháy (A1) trong khi các chế phẩm với GWP thấp hơn có xu hướng là dễ gây cháy yếu (A2L). Đối với thiết bị hiện có, có thể thực hiện sửa đổi vật lý trong phạm vi hẹp. Do đó, tính không cháy (A1) là thiết yếu để dùng ở thiết bị hiện có. Các chế phẩm với trị số GWP cao hơn có thể là cần thiết. Đối với thiết bị hiện có, khi các cải biến là có thể và đặc biệt đối với các hệ thống lắp đặt mới đã được thiết kế để khai thác các tính chất có lợi của chúng, thì các hỗn hợp với GWP thấp hơn được ưu tiên, thậm chí nếu các hỗn hợp này được phân loại A2L.

Thuật ngữ độ “trôi” trước đây đã được xác định là mức chênh lệch nhiệt độ giữa điểm bong bóng và điểm sương ở áp suất không đổi đã định. Đây có thể được gọi là độ trôi ‘thực chất’ của chất làm lạnh. Độ “trôi” được xác định theo cách này hoàn toàn là tính chất nhiệt động học của chất làm lạnh và là độc lập với thiết bị và các điều kiện vận hành.

Trong thiết bị ngưng tụ nơi chất làm lạnh chuyển từ điểm sương sang điểm bong bóng khi nó ngưng tụ, độ trôi quan sát được là tổ hợp của độ trôi thực chất của chất làm lạnh cộng với độ trôi được gây ra bởi giảm áp suất cần thiết để duy trì dòng chất làm lạnh.

Trong thiết bị làm bay hơi nơi mà một phần chất làm lạnh đã được hóa hơi trong thiết bị giãn nở, ví dụ là van hoặc ống mao quản, hỗn hợp hai pha đi vào thiết bị

làm bay hơi. Trong trường hợp này, độ trôi là độ chênh lệch giữa nhiệt độ vào và điểm sương. Độ chênh lệch này có thể phụ thuộc vào các điều kiện vận hành. Độ trôi quan sát được là độ trôi thực chất của chất làm lạnh trừ đi độ trôi được gây ra bởi hiện tượng giảm áp suất trong thiết bị làm bay hơi cần thiết để duy trì dòng chất làm lạnh. Độ trôi đo được hoặc tính được của thiết bị làm bay hơi trong các điều kiện đã định có thể được sử dụng.

Trong bản mô tả này, độ trôi nhiệt độ trong các điều kiện vận hành chỉ định đối với thiết bị có thể được phân loại như sau:

- | | | |
|-----------------------|---|-------------------|
| 1. Trôi không đáng kể | - | thấp hơn 0,5K |
| 2. Trôi ít | - | 0,5K đến 2,0K |
| 3. Trôi trung bình | - | hơn 2,0K đến 5,0K |
| 4. Trôi rộng | - | hơn 5K đến 10,0K |
| 5. Trôi rất rộng | - | hơn 10,0K |

Các chế phẩm theo sáng chế có thể có độ trôi nhiệt độ rộng hoặc rất rộng.

Các chế phẩm làm ví dụ có thể chủ yếu chứa CO₂, HFO với nhiệt độ sôi bình thường thấp hơn -15°C, và một hoặc nhiều R32, R227ea, R134a và R125. Các HFO làm ví dụ là R1234yf và R1234ze(E). Các chất lỏng này có thể tạo nên các tổ hợp áp suất hơi thích hợp để điều chế các chất thay thế R404A, R507 và R410A với mức độ dễ bốc cháy thấp và độc tính thấp. Chúng có thể tạo ra các chế phẩm mà mức độ dễ bốc cháy của HFO và R32 có thể được bù đắp một phần hoặc hoàn toàn cho, bởi sự có mặt của các khí không dễ cháy CO₂, R125 và R227ea. Hơn nữa, GWP tương đối cao của R125 và R227ea và GWP trung bình của R32 có thể được bù bởi GWP rất thấp của CO₂ và các HFO.

Theo các phương án làm ví dụ, sáng chế đề xuất các chế phẩm làm lạnh mà cho phép thiết bị tiếp tục vận hành ở điều kiện áp suất thích hợp để sử dụng với R404A, R507 hoặc R410A. Các phương án này đề xuất các chất làm lạnh thay thế để phục vụ thiết bị hiện có và nạp thiết bị mới. Mục đích này có thể đạt được với các chế phẩm có GWP không vượt quá 1050. Ban đầu, hạn mức GWP giảm của EU có thể là phạm vi thích hợp cho các chế phẩm theo sáng chế có các tính chất nhiệt động và tính dễ bốc cháy mà cho phép chúng được bổ sung thêm vào thiết kế hiện có của R404A. Thiết bị

R507 và R410A với ít cải biến hoặc không có cải biến. Đây là điều có lợi vì chế phẩm bổ sung làm giảm đến mức tối thiểu chi phí cho chủ sở hữu thiết bị.

Vì các quy định về GWP còn làm giảm nguồn cung, có thể khó tạo ra đủ chất làm lạnh để đáp ứng nhu cầu của thị trường bằng cách sử dụng các chế phẩm bổ sung. Đáng ngạc nhiên là, các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng các chế phẩm có GWP thấp hơn 800, mà các chế phẩm này không có các tính chất nhiệt động để làm các chất lưu bổ sung, có thể được sử dụng, ví dụ, khi phục vụ hàng năm, để nạp thêm chất làm lạnh còn lại trong cụm chứa R404A, R507 hoặc R410A, do đó cho phép thiết bị tiếp tục vận hành, ví dụ, trong thời gian ít nhất là 5 năm, cho dù liên tục rò rỉ ít. Các chế phẩm này có thể được gọi là “chất độn”. Theo khía cạnh khác, sáng chế đề xuất chất phụ gia với GWP thấp hơn 300, mà có thể được dùng làm chất làm lạnh để phục vụ thiết bị hiện có khi các quy định về GWP trở nên nghiêm ngặt hơn. Các chế phẩm này có thể cho phép tiếp tục sử dụng công nghệ và thiết bị hiện có, nhờ đó tránh được chi phí cao của việc thay thế thiết bị mà vẫn đang hoạt động hoặc chi phí phát triển các công nghệ mới.

Trong khi các hydrocacbon, amoniac và cacbon đioxit (CO_2) là các chất làm lạnh khả thi về mặt kỹ thuật cho các hệ thống làm lạnh và điều hòa không khí và có GWP thấp hơn đáng kể so với các HFC, chúng không thay thế trực tiếp cho R507 và R410A, vì chúng vốn có các nhược điểm mà có tác dụng ngược lại ứng dụng chung của chúng, đặc biệt là ở các khu vực công cộng như siêu thị. Các hydrocacbon rất dễ bốc cháy chỉ có thể được sử dụng một cách an toàn cùng với mạch làm lạnh thứ hai, mà làm giảm hiệu quả năng lượng và làm tăng chi phí, hoặc với lượng nạp ít, mà hạn chế một cách nghiêm trọng công suất làm mát tối đa mà chúng có thể được sử dụng. Thậm chí khi các biện pháp an toàn này được thực hiện, thì các chất làm lạnh hydrocacbon và amoniac làm hỏng các công trình xây dựng, gây thương vong và tử vong. CO_2 phải được dùng trong trạng thái qua tới hạn về phía áp suất cao của hệ thống để cho phép thải nhiệt vào không khí của môi trường xung quanh. Áp suất thường là hơn 100 bar (10Mpa), lại tạo ra mức phạt về năng lượng và cũng chi phí vốn cao hơn đáng kể so với các hệ R404A, R507 và R410A thông thường. Amoniac rõ ràng là độc. Sự rò rỉ từ các hệ thống làm lạnh công nghiệp có thể gây ra tử vong và

thương vong. Do các tính chất bất lợi này, các hydrocacbon, amoniac và CO₂ không thể được bổ sung vào các cụm chứa R404A, R507 hoặc R410A hiện có.

Các chế phẩm làm ví dụ có trị số GWP trực tiếp thấp hơn khoảng 1050. Trị số GWP được ghi nhận rộng rãi trong tài liệu ví dụ như đã được công bố bởi Cơ quan bảo vệ môi trường Mỹ (US Environmental Protection Agency - EPA) hoặc các báo cáo của IPCC.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các phương án có ưu điểm theo sáng chế chủ yếu chứa hỗn hợp gồm cacbon đioxit và R1234ze(E) và/hoặc R1234yf, R125, R134a R227ea và R32, theo các tỷ lệ được yêu cầu bảo hộ trong đơn này, trong đó các chế phẩm có các chỉ số phân loại về độ an toàn là A1 hoặc A2L theo tiêu chuẩn ASHRAE 34 trong khi đem lại tác dụng hoặc hiệu quả làm lạnh tương tự hoặc tốt hơn so với các chất làm lạnh mà chúng được dự định thay thế, nhưng với áp suất vận hành tối đa mà cho phép chúng được dùng với các thành phần thiết bị chịu áp được phân loại cho R404A, R507 hoặc R410A.

Các chế phẩm theo sáng chế có thể được sử dụng để thay thế hoàn toàn hoặc một phần chất làm lạnh, ví dụ, R404A, R410A hoặc R507. Các chế phẩm có thể được sử dụng để bổ sung hoàn toàn thiết bị hiện có hoặc để làm đầy lại thiết bị hiện có, ví dụ, sau khi rò rỉ dần dần. Theo cách khác, các chế phẩm có thể được dùng làm chất làm lạnh ở thiết bị mới hoặc thiết bị của nhà sản xuất phụ tùng gốc (OEM - Original Equipment Manufacturer).

Theo phương án làm ví dụ thứ nhất, chế phẩm có thể được dùng trong thiết bị điều hòa không khí vận hành ở nhiệt độ bay hơi nằm trong khoảng 0°C đến 15°C, ví dụ, nằm trong khoảng từ 2°C đến 15°C, ví dụ, thiết bị được thiết kế để sử dụng với R410A.

Theo phương án làm ví dụ thứ hai, chế phẩm có thể được dùng trong thiết bị làm lạnh nhiệt độ thấp vận hành ở nhiệt độ bay hơi, ví dụ, nằm trong khoảng từ -15°C đến -20°C, ví dụ, với thiết bị được thiết kế để sử dụng với R404A hoặc R507.

Các chế phẩm làm ví dụ của sáng chế có khả năng duy trì các tính chất của chất làm lạnh hiện có khi được sử dụng kết hợp với chất làm lạnh hiện có hoặc để thay thế hoàn toàn cho chất làm lạnh hiện có. Các tính chất dưới đây có thể đạt được.

GWP của chất làm lạnh nên thấp hơn GWP của chất làm lạnh gốc.

Năng suất lạnh của chất làm lạnh nên là tương tự, ví dụ, ($\pm 20\%$) với năng suất của chất làm lạnh gốc. Điều này là quan trọng để cho phép thiết bị thực hiện chức năng một cách thích hợp trong môi trường nóng.

Áp suất xả không nên vượt quá mức áp suất tối đa của thiết bị.

Nhiệt độ xả không nên vượt quá một cách đáng kể nhiệt độ xả mà được thiết kế cho thiết bị. Nếu nhiệt độ xả là quá cao thì thời gian làm việc của thiết bị có thể bị giảm.

Điều có lợi là các chế phẩm theo sáng chế có thể có nhiệt độ xả thấp hơn mức có thể được kỳ vọng theo tính toán chuẩn, ví dụ, bằng cách áp dụng phương pháp Nist chu trình D. Các chế phẩm làm ví dụ có thể có nhiệt độ xả thấp hơn các trị số đã tính được và ví dụ cao hơn khoảng 5°C đến 10°C so với các trị số đo được cho R404A, R507 hoặc R410A.

Mức tiêu hao năng lượng của thiết bị khi sử dụng chất làm lạnh thay thế không nên cao hơn đáng kể, ví dụ, cao hơn nhiều hơn 20% so với mức tiêu hao năng lượng khi sử dụng chất làm lạnh gốc.

Các chế phẩm làm ví dụ có thể có ưu điểm nữa là chúng không là hỗn hợp đồng sôi hoặc kiểu hỗn hợp đồng sôi. Các chế phẩm được ưu tiên sôi trên khoảng nhiệt độ cao hơn 10°C , ví dụ, cao hơn 20°C .

Thường tin rằng chế phẩm kiểu hỗn hợp đồng sôi là cần thiết. Các tác giả sáng chế đã bất ngờ phát hiện thấy rằng các chế phẩm kiểu hỗn hợp đồng sôi là không cần thiết và có thể là bất lợi. Phát hiện này là đặc biệt hữu ích khi sử dụng thiết bị trao đổi trao đổi nhiệt trực tiếp (DX) mà trong đó mức tăng dần về nhiệt độ phụ thuộc vào độ trôi của chất làm lạnh.

Trong thiết bị ngưng tụ sử dụng chất làm lạnh chế phẩm theo sáng chế, độ trôi giảm áp suất là theo cùng một hướng như độ trôi của chất làm lạnh sao cho các tác dụng có tính cộng thêm.

Trái lại trong thiết bị làm bay hơi, độ trôi giảm áp suất là ngược hướng với độ trôi của chất làm lạnh sao cho hai tác dụng này có thể xóa bỏ một phần hoặc hoàn toàn. Thiết bị làm bay hơi làm mát, ví dụ, dòng khí hoặc dòng chất lỏng trên một khoảng từ nhiệt độ cao hơn đến nhiệt độ thấp hơn. Nếu độ trôi nhiệt độ của chất làm lạnh bay hơi cao hơn đáng kể so với khoảng làm nguội cần thiết thì hiệu quả trên cụm

này có thể được nhân nhượng. Tốt hơn là, độ trôi nên bằng hoặc thấp hơn khoảng đó. Độ trôi của thiết bị làm bay hơi cảm ứng bởi áp suất có thể hoạt động theo hướng trái ngược với độ trôi nội tại của chất làm lạnh để tạo ra độ trôi quan sát được là chấp nhận được cho khoảng làm nguội cần thiết.

Trong trường hợp mà mức độ phổ biến của R404A, R507 và R410A có GWP cao có thể bị kiểm soát theo các quy định F-Gas của EU, và quy định pháp lý tương tự mang tính toàn cầu sau khi phê chuẩn sửa đổi Kigali cho nghị định thư Montreal, có thể thiếu các chất làm lạnh này để vận hành thiết bị hiện có. Các cải biến chính đối với thiết bị R404A, R507 và R410A hiện có có thể là đắt ghê gớm. EU hạn chế mức phổ biến này bằng cách giảm tiếp hạn mức GWP đối với các nhà cung cấp từ năm 2018. Các phương án làm ví dụ theo sáng chế có thể vượt qua hạn chế về hạn mức bằng cách cung cấp các chất làm lạnh chứa HFO, CO₂ và R227ea mà có thể được sử dụng để “làm đầy” các cụm chứa R404A, R507 và R410A, cho phép chúng vận hành trong thời gian ít nhất là năm năm nữa. Nói chung, thiết bị làm lạnh thương mại mất 5% đến 20% mức nạp chất làm lạnh của nó mỗi năm và nó được làm đầy với chất làm lạnh mới vào kỳ dịch vụ nó hàng năm. Thật ngạc nhiên, các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng các hỗn hợp chứa cacbon đioxit, R1234yf và/hoặc R1234ze(E), R227ea, R32, R125 và tùy ý R134a có thể được bổ sung vào R404A, R507 hoặc R410A còn lại trong bơm nhiệt sau khi rò rỉ để cho phép tiếp tục vận hành thiết bị. Các chế phẩm này được gọi là “chất độn”, tức là chúng kéo dài thời gian làm việc của các cụm chứa mà chúng được bổ sung vào. Vì hầu hết các hệ thống lắp đặt không được thiết kế để xử lý chất làm lạnh dễ cháy (A2), các chất phụ gia là chất làm lạnh A1 không dễ cháy. Để đảm bảo vận hành hiệu quả, các chế phẩm cần khả năng hút và nhiệt độ vận hành tối đa tương đương với các chất làm lạnh chúng thay thế. Tốt hơn là, GWP của các chế phẩm phụ gia nên thấp hơn 800 và tốt hơn nếu là thấp hơn 300, để tối đa hóa lượng chất làm lạnh sẵn có để làm đầy trong các giới hạn theo định mức do chính phủ quy định.

Theo khía cạnh thứ ba, sáng chế đề xuất chế phẩm phụ gia làm lạnh theo khía cạnh thứ nhất của sáng chế.

R227ea có GWP tương đối cao bằng 3220, nhưng là không dễ cháy và có xu hướng ngưng tụ đồng thời với R1234ze(E) và R1234yf và do đó giúp điều chế hỗn

hợp không dễ cháy. Ngược lại, R32 có GWP thấp hơn (675), nhưng là dễ cháy. Vì các hỗn hợp phụ gia không dễ cháy được yêu cầu nên có thể là có lợi khi bỏ qua R32 để tối đa hóa lượng R227ea mà có thể được bổ sung vào để đảm bảo tính không cháy. Đối với hỗn hợp có GWP không vượt quá GWP 800 thì hàm lượng R227ea tối đa có thể là khoảng ~24,8%; đối với GWP không vượt quá 500 thì lượng R227ea tối đa có thể nằm trong khoảng từ 15% đến 5%; và còn đối với GWP không vượt quá 300 thì tối đa có thể là khoảng 9,2%.

Theo các phương án, lượng R227ea có thể nằm trong khoảng từ 4% đến 15%.

Nói chung, chất làm lạnh rò rỉ có thể là ít (5% đến 20% mỗi năm) cho phép làm đầy tại kỳ dịch vụ định kỳ hàng năm. Nhưng hao tổn nghiêm trọng về chất làm lạnh có thể xảy ra khi hầu hết lượng nạp bị mất, về cơ bản đòi hỏi thay thế hoàn toàn chất làm lạnh gốc. Các chế phẩm nêu trên ở dạng chất phụ gia có thể được sử dụng nhằm mục đích này, bằng cách cải biến, nếu cần, để khiến các cụm chứa tương thích với các tính chất lý học cụ thể của các hỗn hợp này. Nhưng các chế phẩm có thể gây ra nhiệt độ xả dư ở các thiết bị ngưng tụ và các thiết bị làm bay hơi, nếu các hệ thống này không được cải biến. Trong các trường hợp này, các chế phẩm được ưu tiên mà có nhiệt độ xả vốn chấp nhận được, thể tích hút cụ thể, xếp hạng an toàn A1 và áp suất vận hành tối đa để cho phép chúng được dùng ở các thiết bị R404A, R507 hoặc R410A hiện có. Các tác giả sáng chế đã ngạc nhiên phát hiện ra rằng tổ hợp được ưu tiên này có các tính chất có thể đạt được nhờ các chế phẩm chứa R32, R125, R1234yf, R1234ze và R227ea theo sáng chế.

Giải pháp theo sáng chế có thể cho phép thay thế các chất làm lạnh thường hay được sử dụng nhất R404A, R507 và R410A, trong thiết bị làm lạnh và thiết bị điều hòa không khí, khiến giảm GWP đáng kể hơn 80% với các hỗn hợp có GWP nằm trong khoảng từ 1 đến 800 và và không giảm chút nào về hiệu năng kể cả hiệu quả năng lượng và khả năng.

Chế phẩm làm lạnh làm ví dụ có thể chủ yếu chứa một trong số các thành phần dưới đây:

cacbon đioxit 5% đến 20%

HFO được chọn từ nhóm bao gồm: R1234yf và R1234ze(E) và hỗn hợp của chúng, 30% đến 92%

R32	5% đến 30%
R125	5% đến 30%
R227ea	4% đến 15%
R134a	0% đến 15%

trong đó các tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng và được chọn trong khoảng đã nêu đến tổng cộng 100%.

Chế phẩm làm lạnh làm ví dụ mà có thể được sử dụng để thay thế hoàn toàn hoặc một phần R404A, R507 hoặc R410A gồm hoặc chủ yếu gồm:

R125	6% đến 23%
cacbon đioxit	6% đến 20%
R1234ze	55% đến 68%
R227ea	6% đến 15%
R32	6% đến 20%

trong đó các tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng và chọn trong khoảng đã nêu đến tổng cộng 100%.

Chế phẩm làm lạnh làm ví dụ mà có thể được sử dụng để thay thế hoàn toàn hoặc một phần R404A, R507 hoặc R410A gồm hoặc chủ yếu gồm:

R125	6% đến 20%
cacbon đioxit	6% đến 18%
R1234ze	55% đến 67%
R227ea	7% đến 15%
R32	7% đến 20%

trong đó các tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng và được chọn trong khoảng đã nêu đến tổng cộng 100%.

Chế phẩm làm lạnh làm ví dụ có thể chủ yếu chứa một trong số các thành phần dưới đây:

R125	9,5%
cacbon đioxit	8%
R1234ze	65%
R227ea	8%
R32	9,5%

trong đó tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng.

Chế phẩm làm lạnh làm ví dụ, có thể chứa hoặc chủ yếu chứa một trong số các thành phần dưới đây:

(a)

R125	9,5%
cacbon đioxit	9%
R1234ze	58%
R227ea	7%
R32	9,5%
R134a	7%

trong đó tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng;

(b)

R125	11%
cacbon đioxit	11%
R1234ze	57%
R227ea	7%
R32	11%
R134a	3%

trong đó tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng;

(c)

R125	18%
cacbon đioxit	11%
R1234ze	44%
R227ea	6%
R32	17%
R134a	4%

trong đó tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng;

(d)

R125	11%
cacbon đioxit	11%
R1234ze	55%

R227ea	7%
R32	11%
R134a	5%

trong đó tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng;

(e)

R125	13%
cacbon đioxit	11%
R1234ze	53%
R227ea	7%
R32	13%
R134a	3%

trong đó tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng;

(f)

R125	13%
cacbon đioxit	11%
R1234ze	55%
R227ea	7%
R32	13%
R134a	1%

trong đó tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng;

(g)

R125	14%
cacbon đioxit	11%
R1234ze	51%
R227ea	7%
R32	14%
R134a	3%

trong đó tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng;

(h)

R125	14%
cacbon đioxit	11%

R1234ze	55%
---------	-----

R227ea	7%
--------	----

R32	13%
-----	-----

R134a	-
-------	---

trong đó tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng;

(i)

R125	10,5%
------	-------

cacbon đioxit	11%
---------------	-----

R1234ze	57%
---------	-----

R227ea	7%
--------	----

R32	10,5%
-----	-------

R134a	4%
-------	----

trong đó tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng;

(j)

R125	10,5%
------	-------

cacbon đioxit	11%
---------------	-----

R1234ze	58%
---------	-----

R227ea	7%
--------	----

R32	10,5%
-----	-------

R134a	3%
-------	----

trong đó tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng;

(k)

R125	11,5%
------	-------

cacbon đioxit	10%
---------------	-----

R1234ze	57%
---------	-----

R227ea	7%
--------	----

R134a	3%
-------	----

R32	11,5%
-----	-------

(l)

R125	11,5%
------	-------

cacbon đioxit	10%
---------------	-----

R1234ze	56%
R227ea	8%
R32	11,5%
R134a	3%

Chế phẩm làm lạnh làm ví dụ có thể được dùng để cấp cho thiết bị thay thế cải biến, thiết bị nâng cấp hoặc thiết bị mới thay cho R404A, R507 hoặc R410A có thể chứa hoặc chủ yếu chứa một trong số các thành phần dưới đây:

(a)

R125	19%
cacbon đioxit	10%
R1234ze	44%
R227ea	3%
R32	17%
R134a	7%

trong đó tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng;

(b)

R125	18%
cacbon đioxit	11%
R1234ze	44%
R227ea	7%
R32	11%
R134a	3%

trong đó tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng.

Chế phẩm làm lạnh làm ví dụ có thể được dùng để cấp cho thiết bị thay thế cải biến, thiết bị nâng cấp hoặc thiết bị mới thay cho R404A, R507 hoặc R410A có thể chứa hoặc chủ yếu chứa:

R125	1% đến 30%
cacbon đioxit	1% đến 30%
R1234yf	35% đến 70%
R227ea	1% đến 10%
R32	1% đến 30%

R134a 0% đến 15%

trong đó các tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng và chọn trong khoảng đã nêu đến tổng 100%.

Chế phẩm làm lạnh làm ví dụ có thể được dùng để cấp cho thiết bị thay thế cải biến, thiết bị nâng cấp hoặc thiết bị mới thay cho R404A và R507 có thể chứa hoặc chủ yếu chứa:

R125 5% đến 30%

cacbon đioxit 5% đến 25%

R1234yf 50% đến 70%

R227ea 2% đến 10%

R32 5% đến 30%

trong đó các tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng và được chọn trong khoảng đã nêu đến tổng cộng 100%.

Chế phẩm làm lạnh làm ví dụ có thể được dùng để cấp cho thiết bị thay thế cải biến, thiết bị nâng cấp hoặc thiết bị mới thay cho R404A và R507 có thể chứa hoặc chủ yếu chứa:

R125 6% đến 27%

cacbon đioxit 6% đến 20%

R1234yf 55% đến 70%

R227ea 3% đến 10%

R32 6% đến 27%

trong đó các tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng và được chọn trong khoảng đã nêu đến tổng cộng 100%.

Chế phẩm làm lạnh làm ví dụ có thể được dùng để cấp cho thiết bị thay thế cải biến, thiết bị nâng cấp hoặc thiết bị mới thay cho R404A và R507 có thể chứa hoặc chủ yếu chứa:

R125 7% đến 25%

cacbon đioxit 7% đến 20%

R1234yf 58% đến 69%

R227ea 5% đến 10%

R32 7% đến 25%

trong đó các tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng và được chọn trong khoảng đã nêu đến tổng cộng 100%.

Chế phẩm làm lạnh làm ví dụ có thể được dùng để cấp cho thiết bị thay thế cải biến, thiết bị nâng cấp hoặc thiết bị mới thay cho R404A và R507 có thể chứa hoặc chủ yếu chứa:

R125	7% đến 23%
cacbon đioxit	7% đến 20%
R1234yf	58% đến 68%
R227ea	6% đến 10%
R32	7% đến 20%

trong đó các tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng và được chọn trong khoảng đã nêu đến tổng cộng 100%.

Chế phẩm làm lạnh làm ví dụ có thể được dùng để cấp cho thiết bị thay thế cải biến, thiết bị nâng cấp hoặc thiết bị mới thay cho R404A và R507 có thể chứa hoặc chủ yếu chứa:

R125	7% đến 20%
cacbon đioxit	7% đến 18%
R1234yf	59% đến 67%
R227ea	7% đến 10%
R32	7% đến 20%

trong đó các tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng và được chọn trong khoảng đã nêu đến tổng 100%.

Chế phẩm làm lạnh làm ví dụ có thể được dùng để cấp cho thiết bị thay thế cải biến, thiết bị nâng cấp hoặc thiết bị mới thay cho R404A và R507 có thể chứa hoặc chủ yếu chứa:

R125	9,5%
cacbon đioxit	8%
R1234yf	65%
R227ea	8%
R32	9,5%

trong đó tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng.

Chế phẩm làm lạnh làm ví dụ có thể được dùng để cấp cho thiết bị thay thế cải biến, thiết bị nâng cấp hoặc thiết bị mới thay cho R410A có thể chứa hoặc chủ yếu chứa:

R125	9% đến 25%
cacbon đioxit	7% đến 20%
R1234yf	35% đến 60%
R227ea	2% đến 10%
R32	9% đến 25%

trong đó các tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng và được chọn trong khoảng đã nêu đến tổng cộng 100%.

Chế phẩm làm lạnh làm ví dụ có thể được dùng để cấp cho thiết bị thay thế cải biến, thiết bị nâng cấp hoặc thiết bị mới thay cho R410A có thể chứa hoặc chủ yếu chứa:

R125	12% đến 23%
cacbon đioxit	8% đến 20%
R1234yf	35% đến 55%
R227ea	3% đến 10%
R32	12% đến 23%

trong đó các tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng và được chọn trong khoảng đã nêu đến tổng cộng 100%.

Chế phẩm làm lạnh làm ví dụ có thể được dùng để cấp cho thiết bị thay thế cải biến, thiết bị nâng cấp hoặc thiết bị mới thay cho R410A có thể chứa hoặc chủ yếu chứa:

R125	19%
cacbon đioxit	16%
R1234yf	41%
R227ea	5%
R32	19%

trong đó các tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng và được chọn trong khoảng đã nêu đến tổng cộng 100%.

Chế phẩm làm lạnh làm ví dụ có thể được dùng để cấp cho thiết bị nâng cấp hoặc thiết bị mới thay cho R404A, R507 hoặc R410A có thể chứa hoặc chủ yếu chứa:

cacbon đioxit 1% đến 35%

HFO được chọn từ nhóm bao gồm R1234yf và HFO1234ze(E) hoặc hỗn hợp của chúng, 30% đến 95%

và tùy ý, R32 1% đến 30%

R125 1% đến 30%

và R227ea 1% đến 15%

và hỗn hợp của chúng,

trong đó các tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng và được chọn trong khoảng đã nêu đến tổng cộng 100%.

Chế phẩm làm lạnh làm ví dụ có thể được dùng để cấp cho thiết bị nâng cấp hoặc thiết bị mới thay cho R404A, R507 hoặc R410A có thể chứa hoặc chủ yếu chứa:

cacbon đioxit 10% đến 30%

HFO được chọn từ R1234yf hoặc R1234ze(E) hoặc hỗn hợp của chúng 45% đến 85%

R227ea 5% đến 15%

trong đó các tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng và được chọn trong khoảng đã nêu đến tổng cộng 100%.

Chế phẩm làm lạnh làm ví dụ có thể được dùng để cấp cho thiết bị nâng cấp hoặc thiết bị mới thay cho R404A, R507 hoặc R410A có thể chứa hoặc chủ yếu chứa:

cacbon đioxit 10% đến 25%

HFO được chọn từ R1234yf hoặc R1234ze(E) và hỗn hợp của chúng 60% đến 83%

R227ea 5% đến 12%

trong đó các tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng và chọn trong khoảng đã nêu đến tổng 100%.

Chế phẩm làm lạnh làm ví dụ có thể được dùng để cấp cho thiết bị nâng cấp hoặc thiết bị mới thay cho R404A hoặc R507 có thể chứa hoặc chủ yếu chứa:

cacbon đioxit 22%

R227ea 9%

và R1234ze(E) hoặc R1234yf 69%

trong đó tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng.

Chế phẩm làm lạnh làm ví dụ có thể được dùng để cấp cho thiết bị nâng cấp hoặc thiết bị mới thay cho R410A có thể chứa hoặc chủ yếu chứa:

cacbon đioxit	21% đến 30%
R1234ze(E)	60 đến 71%
R227ea	7% đến 10%

trong đó các tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng và được chọn trong khoảng đã nêu đến tổng 100%.

Chế phẩm làm lạnh làm ví dụ có thể được dùng để cấp cho thiết bị nâng cấp hoặc thiết bị mới thay cho R410A có thể chứa hoặc chủ yếu chứa:

cacbon đioxit	25%
R227ea	9%
và R1234ze(E) hoặc R1234yf	66%

trong đó tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng.

Chế phẩm làm lạnh làm ví dụ, mà có thể là thích hợp làm thay thế cho R404A hoặc R507 ở thiết bị làm lạnh, có thể chứa hoặc chủ yếu chứa:

cacbon đioxit	10% đến 20%
---------------	-------------

và HFO được chọn từ R1234yf và R1234ze(E) hoặc hỗn hợp của chúng 90% đến 80% trong đó các tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng và được chọn trong khoảng đã nêu đến tổng cộng 100%

Chế phẩm làm lạnh làm ví dụ, mà là thích hợp làm thay thế cho R404A hoặc R507 ở thiết bị làm lạnh, có thể chứa hoặc chủ yếu chứa:

cacbon đioxit	10% đến 30%
R1234ze	70% đến 90%

trong đó tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng.

Chế phẩm làm lạnh làm ví dụ, mà là thích hợp làm thay thế cho R404A hoặc R507 ở thiết bị làm lạnh, có thể chứa hoặc chủ yếu chứa:

cacbon đioxit	15% đến 25%
R1234ze	75% đến 90%

trong đó các tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng.

Chế phẩm làm lạnh làm ví dụ, mà là thích hợp làm thay thế cho R404A hoặc R507 ở thiết bị làm lạnh, có thể chứa hoặc chủ yếu chứa:

cacbon đioxit	15%
---------------	-----

R1234ze	85%
---------	-----

trong đó các tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng

Chế phẩm làm lạnh làm ví dụ, mà là thích hợp làm thay thế cho R404A hoặc R507 ở thiết bị làm lạnh, có thể chứa hoặc chủ yếu chứa:

cacbon đioxit	20%
---------------	-----

R1234ze	80%
---------	-----

trong đó các tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng

Chế phẩm làm lạnh làm ví dụ, mà là thích hợp làm thay thế cho R404A hoặc R507 ở thiết bị làm lạnh, có thể chứa hoặc chủ yếu chứa:

cacbon đioxit	12% đến 23%
---------------	-------------

R1234yf	77% đến 88%
---------	-------------

trong đó tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng.

Chế phẩm làm lạnh làm ví dụ, mà là thích hợp làm thay thế cho R410A ở thiết bị điều hòa không khí, có thể chứa hoặc chủ yếu chứa:

cacbon đioxit	12% đến 20%
---------------	-------------

và HFO được chọn từ R1234yf và R1234ze(E) hoặc hỗn hợp của chúng 80% đến 88% trong đó các tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng và được chọn trong khoảng đã nêu đến tổng cộng 100%.

Chế phẩm làm lạnh làm ví dụ, mà là thích hợp làm thay thế cho R410A ở thiết bị điều hòa không khí, có thể chứa hoặc chủ yếu chứa:

cacbon đioxit	15% đến 23%
---------------	-------------

R1234yf	77% đến 85%
---------	-------------

trong đó tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng.

Chế phẩm làm lạnh làm ví dụ có thể được dùng để cấp cho thiết bị thay thế cải biến, thiết bị nâng cấp hoặc thiết bị mới thay cho R404A và R507 có thể chứa hoặc chủ yếu chứa:

R125	6% đến 23%
------	------------

cacbon đioxit	6% đến 20%
---------------	------------

R1234ze	55% đến 68%
---------	-------------

R227ea	6% đến 15%
--------	------------

R32 6% đến 20%

trong đó các tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng và được chọn trong khoảng đã nêu đến tổng cộng 100%.

Chế phẩm làm lạnh làm ví dụ có thể được dùng để cấp cho thiết bị thay thế cải biến, thiết bị nâng cấp hoặc thiết bị mới thay cho R404A và R507 có thể chứa hoặc chủ yếu chứa:

R125	6% đến 20%
cacbon đioxit	6% đến 18%
R1234ze	55% đến 67%
R227ea	7% đến 15%
R32	7% đến 20%

trong đó các tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng và được chọn trong khoảng đã nêu đến tổng cộng 100%.

Chế phẩm làm lạnh làm ví dụ có thể được dùng để cấp cho thiết bị thay thế cải biến, thiết bị nâng cấp hoặc thiết bị mới thay cho R404A và R507 có thể chứa hoặc chủ yếu chứa:

R125	14%
cacbon đioxit	11%
R1234ze	55%
R227ea	7%
R32	13%

trong đó tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng.

Chế phẩm làm lạnh làm ví dụ có thể được dùng để cấp cho thiết bị thay thế cải biến, thiết bị nâng cấp hoặc thiết bị mới thay cho R404A và R507 có thể chứa hoặc chủ yếu chứa:

R125	9,5%
cacbon đioxit	8%
R1234ze	65%
R227ea	8%
R32	9,5%

trong đó tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng.

Chế phẩm làm lạnh làm ví dụ có thể được dùng để cấp cho thiết bị thay thế cải biến, thiết bị nâng cấp hoặc thiết bị mới thay cho R404A và R507 có thể chứa hoặc chủ yếu chứa:

R125	9,5%
cacbon đioxit	9%
R1234ze	57%
R227ea	15%
R32	9,5%

trong đó tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng.

Chế phẩm làm lạnh làm ví dụ có thể được dùng để cấp cho thiết bị thay thế cải biến, thiết bị nâng cấp hoặc thiết bị mới thay cho R404A và R507 có thể chứa hoặc chủ yếu chứa:

R125	9,5%
cacbon đioxit	9%
R1234ze	58%
R227ea	14%
R32	9,5%

trong đó tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng.

Chế phẩm làm lạnh làm ví dụ có thể được dùng để cấp cho thiết bị thay thế cải biến, thiết bị nâng cấp hoặc thiết bị mới thay cho R410A có thể chứa hoặc chủ yếu chứa:

R125	12% đến 23%
cacbon đioxit	8% đến 20%
R1234ze	35% đến 55%
R227ea	3% đến 10%
R32	12% đến 23%

trong đó các tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng và được chọn trong khoảng đã nêu đến tổng cộng 100%.

Chế phẩm làm lạnh làm ví dụ có thể được dùng để cấp cho thiết bị thay thế cải biến, thiết bị nâng cấp hoặc thiết bị mới thay cho R410A có thể chứa hoặc chủ yếu chứa:

R125	19%
cacbon đioxit	16%
R1234ze	41%
R227ea	5%
R32	19%

trong đó tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng.

Chế phẩm làm lạnh làm ví dụ có thể được dùng để cấp cho thiết bị thay thế cải biến, thiết bị nâng cấp hoặc thiết bị mới thay cho R404A, R507 hoặc R410A có thể chứa hoặc chủ yếu chứa:

cacbon đioxit	1% đến 35%
R1234yf	15% đến 45%
R1234ze	15% đến 50%

và tùy ý, R32, R125 và R227ea hoặc hỗn hợp của chúng, trong đó tỷ lệ phần trăm của các thành phần, kể cả thành phần tùy ý bất kỳ, được tính theo khối lượng, và được chọn trong khoảng đã nêu đến tổng cộng 100%.

Chế phẩm làm lạnh làm ví dụ có thể được dùng để cấp cho thiết bị thay thế cải biến, thiết bị nâng cấp hoặc thiết bị mới thay cho R404A, R507 và R410A có thể chứa hoặc chủ yếu chứa:

R125	19%
cacbon đioxit	16%
R1234ze	20%
R1234yf	21%
R227ea	5%
R32	19%

trong đó tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng.

Chế phẩm làm lạnh làm ví dụ có thể chứa hoặc chủ yếu chứa:

cacbon đioxit	1% đến 35%
---------------	------------

HFO được chọn từ R1234yf và HFO1234ze(E) hoặc hỗn hợp của chúng, 30% đến 95%

và tùy ý, R32, R125, R134a và R227ea hoặc hỗn hợp của chúng, trong đó tỷ lệ phần trăm của các thành phần, được tính theo khối lượng, và được chọn trong khoảng đã nêu đến tổng cộng 100%.

Chế phẩm làm lạnh làm ví dụ có thể chủ yếu chứa:

cacbon đioxit 1% đến 35%

HFO được chọn từ R1234yf và HFO1234ze(E) hoặc hỗn hợp của chúng, 30% đến 95%

và tùy ý, R32 1% đến 30%

R125 1% đến 30%

R134a 1% đến 30%

và R227ea 1% đến 15%

hoặc hỗn hợp của chúng,

trong đó các tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng và được chọn trong khoảng đã nêu đến tổng cộng 100%.

Chế phẩm làm lạnh làm ví dụ có thể được dùng để cấp cho thiết bị thay thế cải biến, thiết bị nâng cấp hoặc thiết bị mới thay cho R404A, R507 hoặc R410A có thể chủ yếu chứa:

R125 1% đến 30%

cacbon đioxit 1% đến 30%

R1234yf 30% đến 70%

R134a 2% đến 30%

R32 1% đến 30%

và tùy ý R227ea 1% đến 10%

trong đó các tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng và được chọn trong khoảng đã nêu đến tổng cộng 100%.

Chế phẩm làm lạnh làm ví dụ có thể được dùng để cấp cho thiết bị thay thế cải biến, thiết bị nâng cấp hoặc thiết bị mới thay cho R410A có thể chủ yếu chứa:

R125 12% đến 23%

cacbon đioxit 8% đến 20%

R1234yf 30% đến 55%

R134a 7% đến 25%

R32 12% đến 23%

và tùy ý R227ea 3% đến 10%

trong đó các tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng và được chọn trong khoảng đã nêu đến tổng cộng 100%.

Chế phẩm làm lạnh làm ví dụ có thể được dùng để cấp cho thiết bị thay thế cải biến, thiết bị nâng cấp hoặc thiết bị mới thay cho R410A có thể chủ yếu chứa:

R125 18%

cacbon đioxit 16%

R1234yf 31%

R134a 17%

R32 18%

trong đó các tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng và tổng cộng 100%.

Chế phẩm làm lạnh làm ví dụ có thể được dùng để cấp cho thiết bị nâng cấp hoặc thiết bị mới thay cho R404A, R507 hoặc R410A có thể chủ yếu chứa:

cacbon đioxit 1% đến 35%

HFO được chọn từ R1234yf và R1234ze(E) hoặc hỗn hợp của chúng, 30% đến 95%

và tùy ý, R32 1% đến 30%

R125 1% đến 30%

R134a 1% đến 30%

và tùy ý R227ea 1% đến 10%

hoặc hỗn hợp của chúng,

trong đó các tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng và được chọn trong khoảng đã nêu đến tổng cộng 100%.

Chế phẩm làm lạnh làm ví dụ có thể được dùng để cấp cho thiết bị nâng cấp hoặc thiết bị mới thay cho R404A, R507 hoặc R410A có thể chủ yếu chứa:

cacbon đioxit 10% đến 30%

HFO được chọn từ R1234yf hoặc R1234ze(E) hoặc hỗn hợp của chúng 30% đến 85%

R134a 3% đến 25%

và tùy ý R227ea 5% đến 15%

trong đó các tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng và được chọn trong khoảng đã nêu đến tổng cộng 100%.

Chế phẩm làm lạnh làm ví dụ có thể được dùng để cấp cho thiết bị thay thế cải biên, thiết bị nâng cấp hoặc thiết bị mới thay cho R404A, R507 hoặc R410A có thể chủ yếu chứa:

R125	1% đến 30%
cacbon đioxit	1% đến 30%
R1234ze	30% đến 70%
R134a	1% đến 30%
R227ea	1% đến 15%
R32	1% đến 30%

trong đó các tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng và được chọn trong khoảng đã nêu đến tổng cộng 100%.

Chế phẩm làm lạnh làm ví dụ có thể được dùng để cấp cho thiết bị thay thế cải biên, thiết bị nâng cấp hoặc thiết bị mới thay cho R404A và R507 có thể chủ yếu chứa:

R125	5% đến 30%
cacbon đioxit	5% đến 25%
R1234ze	30% đến 68%
R134a	2% đến 15%
R227ea	2% đến 15%
R32	5% đến 30%

trong đó các tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng và được chọn trong khoảng đã nêu đến tổng cộng 100%.

Chế phẩm làm lạnh làm ví dụ có thể được dùng để cấp cho thiết bị thay thế cải biên, thiết bị nâng cấp hoặc thiết bị mới thay cho R404A và R507 có thể chủ yếu chứa:

R125	13%
cacbon đioxit	11%
R1234ze	53%
R227ea	3%
R134a	7%
R32	13%

trong đó tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng.

Chế phẩm làm lạnh làm ví dụ có thể được dùng để cấp cho thiết bị thay thế cải biến, thiết bị nâng cấp hoặc thiết bị mới thay cho R404A và R507 có thể chủ yếu chứa:

R125	14%
cacbon đioxit	11%
R1234ze	51%
R227ea	3%
R134a	7%
R32	14%

trong đó tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng.

Chế phẩm làm lạnh làm ví dụ có thể được dùng để cấp cho thiết bị thay thế cải biến, thiết bị nâng cấp hoặc thiết bị mới thay cho R404A và R507 có thể chủ yếu chứa:

R125	6% đến 20%
cacbon đioxit	6% đến 18%
R1234ze	30% đến 63%
R134a	5% đến 10%
R227ea	7% đến 15%
R32	7% đến 20%

trong đó các tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng và được chọn trong khoảng đã nêu đến tổng 100%.

Chế phẩm làm lạnh làm ví dụ có thể được dùng để cấp cho thiết bị thay thế cải biến, thiết bị nâng cấp hoặc thiết bị mới thay cho R404A và R507 có thể chủ yếu chứa:

R125	9,5%
cacbon đioxit	9%
R1234ze	58%
R227ea	7%
R134a	7%
R32	9,5%

trong đó tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng.

Chế phẩm làm lạnh làm ví dụ có thể được dùng để cấp cho thiết bị thay thế cải biến, thiết bị nâng cấp hoặc thiết bị mới thay cho R404A và R507 có thể chủ yếu chứa:

R125	10,5%
cacbon đioxit	11%
R1234ze	57%
R227ea	7%
R134a	4%
R32	10,5%

trong đó tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng.

Chế phẩm làm lạnh làm ví dụ có thể được dùng để cấp cho thiết bị thay thế cải biến, thiết bị nâng cấp hoặc thiết bị mới thay cho R404A và R507 có thể chủ yếu chứa:

R125	10,5%
cacbon đioxit	11%
R1234ze	58%
R227ea	7%
R134a	3%
R32	10,5%

trong đó tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng.

Chế phẩm làm lạnh làm ví dụ có thể được dùng để cấp cho thiết bị thay thế cải biến, thiết bị nâng cấp hoặc thiết bị mới thay cho R410A có thể chủ yếu chứa:

R125	9% đến 25%
cacbon đioxit	6% đến 20%
R1234ze	30% đến 60%
R134a	2% đến 30%
R227ea	2% đến 10%
R32	9% đến 25%

trong đó các tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng và được chọn trong khoảng đã nêu đến tổng cộng 100%.

Chế phẩm làm lạnh làm ví dụ có thể được dùng để cấp cho thiết bị thay thế cải biến, thiết bị nâng cấp hoặc thiết bị mới thay cho R410A có thể chủ yếu chứa:

R125	19%
cacbon đioxit	10%
R1234ze	44%
R134a	7%
R227ea	3%
R32	17%

trong đó các tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng và được chọn trong khoảng đã nêu đến tổng cộng 100%.

Chế phẩm làm lạnh làm ví dụ có thể được dùng để cấp cho thiết bị thay thế cải biến, thiết bị nâng cấp hoặc thiết bị mới thay cho R410A có thể chủ yếu chứa:

R125	18%
cacbon đioxit	11%
R1234ze	44%
R134a	3%
R227ea	7%
R32	17%

trong đó các tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng và được chọn trong khoảng đã nêu đến tổng cộng 100%.

Chế phẩm làm lạnh làm ví dụ có thể được dùng để cấp cho thiết bị thay thế cải biến, thiết bị nâng cấp hoặc thiết bị mới thay cho R410A có thể chủ yếu chứa:

R125	18%
cacbon đioxit	11%
R1234ze	44%
R134a	4%
R227ea	6%
R32	17%

trong đó các tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng và được chọn trong khoảng đã nêu đến tổng cộng 100%.

Chế phẩm làm lạnh làm ví dụ có thể được dùng để cấp cho thiết bị thay thế cải biến, thiết bị nâng cấp hoặc thiết bị mới thay cho R410A có thể chủ yếu chứa:

R125	12% đến 23%
cacbon đioxit	8% đến 20%
R1234ze	30% đến 55%
R134a	5% đến 25%
R227ea	3% đến 10%
R32	12% đến 23%

trong đó các tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng và được chọn trong khoảng đã nêu đến tổng cộng 100%.

Chế phẩm làm lạnh làm ví dụ có thể được dùng để cấp cho thiết bị thay thế cải biến, thiết bị nâng cấp hoặc thiết bị mới thay cho R410A có thể chủ yếu chứa:

R125	12% đến 23%
cacbon đioxit	8% đến 20%
R1234ze	30% đến 55%
R134a	5% đến 25%
R32	12% đến 23%

trong đó các tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng và được chọn trong khoảng đã nêu đến tổng cộng 100%.

Chế phẩm làm lạnh làm ví dụ có thể được dùng để cấp cho thiết bị thay thế cải biến, thiết bị nâng cấp hoặc thiết bị mới thay cho R410A có thể chủ yếu chứa:

R125	13% đến 21%
cacbon đioxit	10% đến 18%
R1234ze	30% đến 45%
R134a	8% đến 20%
R32	13% đến 20%

trong đó các tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng và được chọn trong khoảng đã nêu đến tổng cộng 100%.

Chế phẩm làm lạnh làm ví dụ có thể được dùng để cấp cho thiết bị thay thế cải biến, thiết bị nâng cấp hoặc thiết bị mới thay cho R410A có thể chủ yếu chứa:

R125	18%
------	-----

cacbon đioxit	16%
HFO-1234ze	31%
R134a	17%
R32	18%

trong đó các tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng và được chọn trong khoảng đã nêu đến tổng cộng 100%.

Chế phẩm làm lạnh làm ví dụ có thể được dùng để cấp cho thiết bị thay thế cải biến, thiết bị nâng cấp hoặc thiết bị mới thay cho R404A, R507 hoặc R410A có thể chủ yếu chứa:

cacbon đioxit	1% đến 35%
R1234yf	15% đến 45%
HFO-1234ze	15% đến 50%

và tùy ý, R32, R125, R134a và R227ea hoặc hỗn hợp của chúng, trong đó tỷ lệ phần trăm của các thành phần, kể cả các thành phần tùy ý bất kỳ, được tính theo khối lượng, và được chọn trong khoảng đã nêu đến tổng cộng 100%.

Mặc dù các hỗn hợp nêu trên đã được mô tả làm các hỗn hợp làm đầy cho các cụm chứa R404A, R507 và R410A hiện có, chúng cũng có thể được dùng làm thay thế hoàn toàn trong một số trường hợp, nếu cần, bằng cách cải biến các cụm chứa để khiến chúng tương thích với các tính chất lý học cụ thể của các hỗn hợp này.

Giải pháp theo sáng chế cho phép thay thế R404A, R507 và R410A, là các chất làm lạnh được sử dụng thường xuyên nhất trong thiết bị làm lạnh và thiết bị điều hòa không khí, làm giảm đáng kể hơn 80% chỉ số GWP bằng các hỗn hợp có GWP nằm trong khoảng từ 1 đến 500, và không giảm chút nào về hiệu năng, kể cả hiệu quả năng lượng và khả năng.

Mỗi hỗn hợp mà là đối tượng của sáng chế có thể được dùng trong bơm nhiệt được bôi trơn bằng dầu chứa oxy, ví dụ, POE hoặc PAG, hoặc bằng dầu đã được trộn với hydrocacbon chất làm trơn đến 50%, ví dụ, dầu khoáng, alkyl benzen và polyalpha olefin.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Sáng chế còn được mô tả thêm bằng các ví dụ nhưng không nhằm mục đích giới hạn.

Ví dụ 1

Các chế phẩm làm lạnh thể hiện trong Bảng 1 được đánh giá để làm thay thế cho R410A trong thiết bị hiện có và thiết bị mới.

Bảng 1

Chất làm lạnh #	Tên hóa học	R410A	Hỗn hợp 1	Hỗn hợp 2
R125	pentaflôetan	50	18,7	18
R134a	1,1,1,2-tetraflôetan	0	7,4	4,2
R744	cacbon đioxit	0	10,3	10,9
R1234yf	2,3,3,3-tetraflôprop-1-en	0	0	0
R227ea	1,1,1,3,3,3-hexaflôpropan	0	3	5,8
R1234ze(E)	E-1,3,3,3-tetraflôprop-1-en	0	43,3	43,8
R32	điflômetan	50	17,2	17,4
GWP		2088		

Cụm điều hòa không khí hai chiều Toshiba, kiểu RAS-137SAV-E3, chứa 0,8kg R410A được dùng để làm mát phòng và được theo dõi bằng cách sử dụng cảm biến nhiệt độ và cảm biến áp suất đã được đặt như được chỉ định trên Hình 1 với thiết bị đo dòng để ghi nhận mức tiêu hao năng lượng điện của máy nén. Dữ liệu được gom được thể hiện trong Bảng 2a. (I(A)) là dòng điện tính bằng ampe tiêu thụ bởi máy nén.

T1 là cảm biến đặt trong dòng khí rời thiết bị làm bay hơi.

T2 là cảm biến đặt trong phòng.

T3 là cảm biến đặt trong dòng khí ở cửa ra của thiết bị ngưng tụ.

T4 là cảm biến đặt trong dòng khí đi vào thiết bị ngưng tụ.

T5 là cảm biến đặt trên đường xả chất làm lạnh ra khỏi máy nén.

P1 là áp suất hút của máy nén.

Bảng 2a Chất làm lạnh: R410. Chế độ: làm mát

T1(°C)	T2(°C)	T3(°C)	T4(°C)	T5(°C)	P1(barg)	I(A)	Thời gian (phút)
31	28,2	27,1	26,3	45,7	14,39	0,18	0
16,4	27,2	34,6	26,9	49,1	8,5	3,22	5
14,5	26,4	34	27,6	50,5	8,8	3,29	10
12,8	25,9	35,2	28,7	49,8	8,5	3,35	15
11,9	25,6	34,6	28,5	48,5	8,3	3,37	20
11	25,3	34,6	28,6	48,4	8	3,39	25
10,5	25,1	34,4	28,8	48,7	7,9	3,34	30

R410A được thể bằng 0,8kg hỗn hợp 1 với thành phần được thể hiện trong Bảng 1 và thiết bị lại được hoạt động để làm mát phòng. Dữ liệu gom được được thể hiện trong Bảng 2b.

Bảng 2b Chất làm lạnh: hỗn hợp 1

Chế độ: làm mát

T1(°C)	T2(°C)	T3(°C)	T4(°C)	T5(°C)	P1(barg)	I (A)	Thời gian (phút)
27,7	27,9	28,6	26,5	27,6	11,85	0	0
20	26,9	29,1	27,3	41,5	3,66	4	5
14,9	25,9	32,4	29,2	52,6	5,72	2,95	10
13,9	25,5	31,6	28,8	53,7	5,72	2,9	15
13,5	25,3	31,6	28,6	53,5	5,61	2,87	20
13,1	25,2	32,3	28,9	53,4	5,55	2,9	25
12,8	25	32,1	29,3	53,2	5,46	2,98	30
12,5	24,9	31,9	29	53,1	5,41	2,93	35

Sau đó, hỗn hợp 1 được lấy ra khỏi cơ cấu này mà tiếp đó được nạp lại 0,8kg hỗn hợp 2. Thiết bị lại được để làm mát phòng và dữ liệu gom được được thể hiện trong Bảng 1c.

Bảng 2c Chất làm lạnh: hỗn hợp 2

Chế độ: làm mát

T1(°C)	T2(°C)	T3(°C)	T4(°C)	T5(°C)	P1(barg)	I(A)	Thời gian (phút)
30	29,8	31,3	29,6	39,2	13,58	0	0
17,6	28,2	32,5	30	55,2	5,6	4,4	5

14,7	27,3	34,3	30,2	57,6	5,33	4,43	10
13,8	26,9	34,6	30,6	57,5	5,15	4,42	15
13,1	26,5	34,6	30,5	57,9	4,97	4,39	20
12,3	26,2	34,5	30,8	58,1	4,86	4,36	25
12	26	34,8	31,8	58,7	4,81	4,43	30

Các dữ liệu cho thấy rằng cả hai hỗn hợp 1 và hỗn hợp 2 đều là các thay thế bổ sung hiệu quả cho R410 trong cụm điều hòa không khí chia tách điển hình. Hỗn hợp 1 được đặc biệt ưu tiên vì nó có mức tiêu thụ dòng thấp hơn và do đó nên mức tiêu hao năng lượng thấp hơn so với R410A. Nói cách khác, hỗn hợp 1 là hiệu quả hơn so với R410A.

Ví dụ 2

Các chế phẩm làm lạnh chứa R1234ze(E) và R1234yf, được thể hiện trong Bảng 2, được đánh giá là các thay thế chỉ số cho R410A trong các cụm chứa điều hòa không khí bằng cách thiết lập mô hình hoạt động của chúng sử dụng các giả lập chu kỳ trên cơ sở dữ liệu nhiệt động đã được tạo ra bởi REFPROP v10 của NIST. Các kết quả thể hiện rằng các hỗn hợp 3 đến 6 là các thay thế chấp nhận được đối với R410A. Lưu tốc là tương tự sao cho các ống giãn nở mao quản thường được thấy ở các cụm chứa điều hòa không khí chia tách nhỏ hơn sẽ tiếp tục vận hành một cách thích hợp, nhờ đó tránh được các cải biến tốn kém. Áp suất vận hành tối đa, mà xảy ra trong thiết bị ngưng tụ, là không cao hơn quá 2 bar (0,2Mpa) so với của R410A trong các điều kiện tương đương, mà nằm trong phân loại điển hình về cụm điều hòa không khí chia tách. Nhiệt độ xả cao hơn nhiệt độ xả của R410A 15°C hoặc ít hơn, tránh phân hủy các chất làm trơn bởi nhiệt hoặc tổn hại đối với các thành phần khác. GWP của các hỗn hợp này đều thấp hơn 1000, nên 1 tấn hỗn hợp có thể thay thế hơn 2 tấn R410A và vẫn trong khoảng giới hạn về GWP do Liên minh Châu Âu áp đặt.

Bảng 3

		R410A	Hỗn hợp 3	Hỗn hợp 4	Hỗn hợp 5	Hỗn hợp 6
R125		0,5	19	18	17	17
R134a		0	7	4	10	14

R744		0	10	11	11	11
R1234yf		0	0	0	22	41
R227ea		0	3	6	3	0
R1234zeE		0	44	44	22	0
R32		0,5	17	17	17	17
		2088	980	998	952	912
Các thông số đầu vào						
Công suất làm mát	kW	1	1	1	1	1
<i>Thiết bị ngưng tụ</i>						
Điểm giữa	C	45	51	51	51	50
Quá lạnh	kJ/kg	5	5	5	5	5
Nhiệt độ khí bên ngoài	C	35	35	35	35	35
<i>Thiết bị làm bay hơi</i>						
Điểm giữa	C	7	15	15	15	15
Nóng già	C	5	5	5	5	5
<i>Máy nén</i>						
Hiệu quả đẳng entropy		0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Hiệu suất của động cơ điện		0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Hiệu quả về mặt thể tích		0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Các kết quả đầu ra						
<i>Thiết bị ngưng tụ</i>						
Áp suất	bara	27,30	26,33	27,02	28,31	29,30
Điểm ngưng	C	45,06	60,29	60,76	59,19	57,11
Điểm bong bóng	C	44,94	41,71	41,24	42,81	42,89
Điểm giữa	C	45	51	51	51	50
Độ trôi	K	0,1	18,6	19,5	16,4	14,2
Nhiệt độ ra	C	39,9	36,7	36,2	37,8	37,9
Tỏa nhiệt	kW	1,30	1,34	1,34	1,35	1,34
<i>Thiết bị làm bay hơi</i>						

Áp suất	bara	9,93	7,88	8,08	8,69	9,45
Nhiệt độ vào	C	6,96	1,46	0,97	2,40	3,38
Điểm ngưng	C	7,04	16,54	17,03	15,60	14,62
Điểm giữa	C	7	9	9	9	9
Độ trôi	K	0,1	15,1	16,1	13,2	11,2
Nhiệt độ ra	C	12,0	21,5	22,0	20,6	19,6
Nhiệt vào	kW	1	1	1	1	1
<i>Máy nén</i>						
Nhiệt độ vào vỏ bao	C	12,0	21,5	22,0	20,6	19,6
Nhiệt độ vào máy nén	C	25,7	38,3	38,9	36,6	34,5
Nhiệt độ xả	C	82,4	96,5	97,3	94,2	90,6
Tỷ số nén		2,7	3,3	3,3	3,3	3,1
Tổng năng lượng vào	kW	0,30	0,34	0,34	0,35	0,34
Thể tích quét	m ³ /giờ	0,65	0,78	0,77	0,74	0,70
<i>Hệ thống</i>						
Thể tích đặc hiệu hút	kJ/m ³	4960	4135	4224	4356	4622
Làm mát COP		3,32	2,95	2,94	2,89	2,95
lưu tốc khối lượng	kg/giây	0,00613	0,00622	0,00622	0,00655	0,00673

Ví dụ 3

Hỗn hợp chế phẩm làm lạnh 7 thể hiện trong Bảng 4 được đánh giá làm thay thế cho R404A ở cụm hiện có.

Bảng 4

Chất làm lạnh #	Tên hóa học	R404A	Hỗn hợp 7	
R125	Pentaflöetan	44	11,4	
R134a	1,1,1,2-tetraflöetan	4	3,3	
R143a	1,1,1-triflöetan	52	0	
R744	cacbon đioxit	0	10,4	
R1234yf	2,3,3,3-tetraflöprop-1-en	0	0	
R227ea	1,1,1,3,3,3-hexaflöopropan	0	7,4	

R1234ze(E)	E-1,3,3,3-tetrafloprop-1-en	0	56,1	
R32	Điflometan	0	11,4	
GWP		2088	733	

Việc thử nghiệm chế phẩm trong cụm thực có thể cần vài ngày để đánh giá hiệu năng. Do đó, sàng lọc ban đầu đối với các ứng viên thường được thực hiện bằng cách áp dụng chương trình máy tính cho mô hình chu kỳ làm lạnh Rankine bằng cách sử dụng đầu vào là các tính chất nhiệt động của chế phẩm và các thông số vận hành quan trọng để tạo ra tiêu chí hiệu năng then chốt làm đầu ra. Chương trình loại này được sử dụng rộng rãi trong toàn bộ ngành công nghiệp làm lạnh. Hiệu năng của R404A và hỗn hợp 7 được lập mô hình trong các điều kiện tương tự điển hình cho tủ đông lạnh thương mại với mô hình chu kỳ sử dụng REFPROP v10 của NIST tạo ra dữ liệu nhiệt động. Vì hỗn hợp 7 có độ trôi nhiệt độ rộng ở thiết bị làm bay hơi và thiết bị ngưng tụ nên các nhiệt độ điểm giữa của có khoảng độ trôi được chọn lọc là đại diện cho nhiệt độ làm bay hơi và nhiệt độ ngưng tụ. Các thông số đầu vào và đầu ra được tóm tắt trong Bảng 5.

Bảng 5

Đầu vào		R404A	Hỗn hợp 7	
Công suất làm mát	kW	1	1	
Thiết bị ngưng tụ				
Điểm giữa	C	35	35	
Quá lạnh	kJ/kg	5	5	
Thiết bị làm bay hơi				
Điểm giữa	C	-35	-35	
Nóng già	C	10	10	
Máy nén				
Hiệu quả đẳng entropy		0,7	0,7	
Hiệu suất của động cơ điện		0,9	0,9	

Đầu ra				
Thiết bị ngưng tụ				
Áp suất	bara	16,1	16,4	
Điểm ngưng	C	35,2	47,5	
Điểm bong bóng	C	34,8	22,5	
Điểm giữa	C	35	35	
Độ trôi	K	0,4	25,1	
Nhiệt độ ra	C	29,8	17,5	
Thiết bị làm bay hơi				
Áp suất	bara	1,65	1,19	
Nhiệt độ vào	C	-35,2	-41,8	
Điểm ngưng	C	-34,8	-28,2	
Điểm giữa	C	-35	-35	
Độ trôi	K	0,49	13,5	
Nhiệt độ ra	C	-24,8	-18,2	
Nhiệt vào	kW	1	1	
Máy nén				
Nhiệt độ vào vỏ bao	C	-24,8	-18,2	
Nhiệt độ vào máy nén	C	-15,0	-4,3	
Nhiệt độ xả	C	83,0	121,4	38,4
Tỷ số nén		9,8	13,8	
Tổng năng lượng vào	kW	0,73	0,70	
Thể tích quét	m ³ /h	4,10	4,53	
Hệ thống				
Thể tích đặc hiệu hút	kJ/m ³	790,7	715,5	90,5
Làm mát COP		1,4	1,4	
Lưu tốc tính theo khối lượng	kg/s	0,00898	0,00615	68,4

Mặc dù hỗn hợp 7 có GWP thấp hơn nhiều so với R404A và áp suất (xả) tối đa của nó dễ chấp nhận là bổ sung cho R404A, các kết quả mô hình cho thấy rằng tính năng của hỗn hợp 7 là kém hơn R404A theo các khía cạnh then chốt nhất định.

Nhiệt độ xả của máy nén đối với hỗn hợp 7 là cao hơn 38,4°C so với R404A mà sẽ làm giảm nghiêm trọng mức độ tin cậy và thời gian vận hành của máy nén. Khối lượng lưu tốc của hỗn hợp 7 là 68,4% thấp hơn đối với R404A, nên đối với máy lạnh hoặc cụm làm lạnh khác với thiết bị giãn nở ống mao quản cố định, lưu tốc của hỗn hợp 7 sẽ là quá cao, có khả năng làm tràn thiết bị làm bay hơi mà có thể gây ra nhiệt độ bay hơi quá cao và còn làm tràn thiết bị làm bay hơi có nguy cơ khiến chất lỏng quay trở lại máy nén, mà có thể làm hỏng.

Độ trôi của thiết bị làm bay hơi rất rộng 13,5K sẽ khiến nhiệt độ của chất làm lạnh ra khỏi thiết bị làm bay hơi (-18,4°C) cao hơn nhiệt độ cao nhất cần thiết để duy trì thực phẩm đông lạnh dưới -18°C.

Độ trôi rộng trong thiết bị ngưng tụ của hỗn hợp 7 (25,1K) gây ra nhiệt độ ra khỏi thiết bị ngưng tụ 17,5°C so với 29,9°C đối với R404A. Trên cơ sở rằng nhiệt độ ra cần đạt ít nhất cao hơn nhiệt độ của không khí trong môi trường xung quanh xấp xỉ 5K để truyền nhiệt thích hợp từ chất làm lạnh sang không khí, hơn R404A có thể được làm nguội bằng không khí trong môi trường xung quanh ở nhiệt độ 25°C và thấp hơn, trong khi hỗn hợp 7 sẽ chỉ làm việc nếu nhiệt độ môi trường thấp hơn 12°C, trị số không thực tế đối với tủ đông lạnh thương mại ở siêu thị.

Năng suất lạnh hút đã tính được của hỗn hợp 7 chỉ là 8,4%. Điều này biểu thị rằng R404A sẽ không thể đạt đến và duy trì thực phẩm trong khoảng nhiệt độ được yêu cầu từ -23°C đến -18°C, đặc biệt là ở nhiệt độ môi trường cao. Các tính toán dự đoán rằng hỗn hợp 7 có thể là thay thế bổ sung cho R404A. Các tác giả sáng chế đã ngạc nhiên phát hiện ra rằng hỗn hợp 7 là bổ sung tốt cho R404A ở cụm thật, trái ngược với điều dự đoán được bằng cách áp dụng các tính toán thông thường.

Tủ trung bày đông lạnh AHT, kiểu Paris 250(-) loại LE228, chứa 0,276kg R404A, được nạp 182kg nước đá chứa trong các chai nhựa 50 x 1,5 lit, 1 x 3 lit và 13 x 8 lit để mô phỏng bên trong của máy đông lạnh điển hình. Máy đông lạnh được vận hành cho đến khi nó đạt đến và duy trì được nhiệt độ ổn định như được ghi nhận bởi cảm biến nhiệt độ lắp sẵn bên trong nó. Nhiệt độ của không khí ở môi trường xung

quanh, nhiệt độ xả của máy nén khí, áp suất hút, áp suất xả, nhiệt độ của khí hút ngay trước máy nén và dòng hút ra bởi cụm này cũng đo được. Các kết quả được ghi nhận trong Bảng 6 sau khi máy lạnh đã vận hành trong thời gian 29,7 giờ.

Tiếp đó, R404A được thay thế bằng trọng lượng tương tự của hỗn hợp 7 và các kết quả được ghi nhận sau 29,8 giờ vận hành.

Bảng 6

		R404A	Hỗn hợp 7
Nhiệt độ trong phòng	°C	14,2	14,0
Nhiệt độ hút chất làm lạnh	°C	16,8	17,0
Refrigerant nhiệt độ xả chất làm lạnh	°C	68,9	71,1
Nhiệt độ của máy đông lạnh (cụm ổn nhiệt)	°C	-25,5	-28,0
Nhiệt độ trên của máy đông lạnh	°C	-22,0	-21,2
Áp suất hút	barg	-0,02	0,13
Áp suất xả	barg	11,8	14,1
Dòng hút	amp	2,39	2,66
Thời gian vận hành	giờ	29,7	29,8

Các kết quả cho thấy rằng hỗn hợp 7 có khả năng duy trì nhiệt độ của máy đông lạnh ở hoặc thấp hơn mức thiết kế của nó -18°C đến -23°C đạt được với R404A. Thực tế là hỗn hợp 7 duy trì nhiệt độ thấp hơn R404A cho thấy rằng nó có năng suất lạnh tốt hơn R404A và do đó sẽ dễ chấp nhận đối với nhiệt độ môi trường cao.

Thật ngạc nhiên nhiệt độ xả của hỗn hợp 7 chỉ cao hơn nhiệt độ xả của R404A 2,2°C, trái với khác biệt lớn hơn nhiều được dự đoán từ tính toán mô hình.

Mặc dù dòng hút (số đo về năng lượng điện đầu vào) đối với hỗn hợp 7 là cao hơn khoảng 11%, đây là mức chấp nhận được.

Thời gian vận hành 29,8 giờ cho thấy rằng hỗn hợp 7 đã đạt đến trạng thái ổn định và không có biểu hiện về trục trặc về mặt chức năng mà có thể liên quan đến vấn đề thiết bị làm bay hơi bị tràn.

Ví dụ 4

Tính năng của các hỗn hợp 8 đến 12, mà thành phần của chúng được thể hiện trong Bảng 7, được lập mô hình cho hệ làm lạnh nhiệt độ thấp điển hình bằng cách áp dụng chương trình Chu kỳ Rankine với dữ liệu nhiệt động đã được tạo ra bởi REFPROP v10 của NIST. Tính năng của R404A được bao gồm vào nhằm mục đích so sánh. Các kết quả trong Bảng 7 cho thấy rằng các hỗn hợp mới này là các thay thế chấp nhận được để bổ sung ở thiết bị R404A.

Bảng 7

Thành phần	Hỗn hợp 8	Hỗn hợp 9	Hỗn hợp 10	Hỗn hợp 11	Hỗn hợp 12	R404A
R125	0,11	0,13	0,12	0,14	0,14	0,44
R143a	0	0	0	0	0	0,52
R134a	0,03	0,03	0,05	0,03	0,05	0,04
carbon đioxit	0,11	0,11	0,09	0,11	0,11	0
R1234yf	0	0	0,3	0	0,48	0
R227ea	0,07	0,07	0,05	0,07	0,08	0
R1234ze	0,57	0,53	0,28	0,51	0	0
R32	0,11	0,13	0,11	0,14	0,14	0
GWP	701	777	690	816	872	3943
Kết quả						
Đầu vào						
Công suất làm mát	1	1	1	1	1	1
Thiết bị ngưng tụ						
Điểm giữa	35	35	35	35	35	35
Quá lạnh	5	5	5	5	5	5

Nhiệt độ vào	C	-42,0	-42,1	-40,3	-42,1	-40,2	-35,2
Điểm ngưng	C	-28,0	-27,9	-29,7	-27,9	-29,8	-34,8
Điểm giữa	C	-35	-35	-35	-35	-35	-35
Độ trời	K	13,93	14,20	10,63	14,26	10,48	0,5
Nhiệt độ ra	C	-23,0	-22,9	-24,7	-22,9	-24,8	-29,8
Máy nén							
Nhiệt độ vào vỏ bao	C	-23,0	-22,9	-24,7	-22,9	-24,8	-29,8
Nhiệt độ vào máy nén	C	-9,3	-9,0	-12,0	-8,9	-12,1	-20,2
Nhiệt độ xả	C	116,2	117,8	106,2	118,5	107,5	77,4
Tỷ số nén		13,8	13,4	12,7	13,3	11,6	9,75
Tổng năng lượng vào	kW	0,70	0,71	0,71	0,71	0,73	0,74
Thể tích quét	m ³ /h	4,49	4,26	4,27	4,16	3,49	4,15
Hệ thống							
Thể tích đặc hiệu hút	kJ/m ³	721	760	759	779	927	780
Làm mát COP		1,42	1,42	1,40	1,41	1,37	1,36
Lưu tốc tính theo khối lượng	kg/s	0,00626	0,00623	0,00687	0,00622	0,00701	0,00933

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Chế phẩm làm lạnh chủ yếu bao gồm:

cacbon đioxit 1% đến 35%

HFO được chọn từ nhóm bao gồm: R1234yf và R1234ze(E) và hỗn hợp của chúng, 30% đến 92%

R32 1% đến 30%

R125 1% đến 30%

R227ea 1% đến 15%

R134a 0% đến 15%

trong đó các tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng và được chọn trong khoảng đã nêu đến tổng cộng 100%.

2. Chế phẩm làm lạnh theo điểm 1 chủ yếu bao gồm:

cacbon đioxit 5% đến 20%

HFO được chọn từ nhóm bao gồm: R1234yf và R1234ze(E) và hỗn hợp của chúng, 30% đến 92%

R32 5% đến 30%

R125 5% đến 30%

R227ea 1% đến 15%

R134a 0% đến 15%

trong đó các tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng và được chọn trong khoảng đã nêu đến tổng cộng 100%.

3. Chế phẩm làm lạnh theo điểm 1 chủ yếu bao gồm:

R125 6% đến 23%

cacbon đioxit 6% đến 20%

R1234ze 55% đến 68%

R227ea 2% đến 15%

R32 6% đến 20%

trong đó các tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng và được chọn trong khoảng đã nêu đến tổng cộng 100%.

4. Chế phẩm làm lạnh theo điểm 3 chủ yếu bao gồm:

R125	6% đến 20%
cacbon đioxit	6% đến 18%
R1234ze	55% đến 67%
R227ea	3% đến 15%
R32	7% đến 20%

trong đó các tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng và được chọn trong khoảng đã nêu đến tổng cộng 100%.

5. Chế phẩm làm lạnh theo điểm 4 chủ yếu bao gồm:

R125	9,5%
cacbon đioxit	8%
R1234ze	65%
R227ea	8%
R32	9,5%

trong đó tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng.

6. Chế phẩm làm lạnh theo điểm 1 có thành phần về cơ bản là một trong số các thành phần dưới đây:

(a)

R125	9,5%
cacbon đioxit	9%
R1234ze	57%
R227ea	15%
R32	9,5%

trong đó tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng;

(b)

R125	9,5%
cacbon đioxit	9%
R1234ze	58%
R227ea	14%
R32	9,5%

trong đó tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng;

(c)

R125	19%
cacbon đioxit	16%
R1234ze	41%
R227ea	5%
R32	19%

trong đó tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng.

7. Chế phẩm làm lạnh theo điểm 1 chủ yếu bao gồm:

R125	12% đến 23%
cacbon đioxit	8% đến 20%
R1234ze	35% đến 55%
R227ea	3% đến 10%
R32	12% đến 23%

trong đó các tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng và được chọn trong khoảng đã nêu đến tổng cộng 100%.

8. Chế phẩm làm lạnh theo điểm 1, có thành phần về cơ bản là một trong số các thành phần dưới đây:

(a)

R125	9,5%
cacbon đioxit	9%
R1234ze	58%
R227ea	7%
R32	9,5%
R134a	7%

trong đó tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng;

(b)

R125	11%
cacbon đioxit	11%
R1234ze	57%
R227ea	7%
R32	11%
R134a	3%

trong đó tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng;

(c)

R125	18%
cacbon đioxit	11%
R1234ze	44%
R227ea	6%
R32	17%
R134a	4%

trong đó tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng;

(d)

R125	11%
cacbon đioxit	11%
R1234ze	55%
R227ea	7%
R32	11%
R134a	5%

trong đó tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng;

(e)

R125	13%
cacbon đioxit	11%
R1234ze	53%
R227ea	7%
R32	13%
R134a	3%

trong đó tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng;

(f)

R125	13%
cacbon đioxit	11%
R1234ze	55%
R227ea	7%
R32	13%

R134a 1%

trong đó tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng;

(g)

R125 14%

cacbon đioxit 11%

R1234ze 51%

R227ea 7%

R32 14%

R134a 3%

trong đó tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng;

(h)

R125 14%

cacbon đioxit 11%

R1234ze 55%

R227ea 7%

R32 13%

trong đó tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng;

(i)

R125 10,5%

cacbon đioxit 11%

R1234ze 57%

R227ea 7%

R32 10,5%

R134a 4%

trong đó tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng;

(j)

R125 10,5%

cacbon đioxit 11%

R1234ze 58%

R227ea 7%

R32 10,5%

R134a 3%

trong đó tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng;

(k)

R125 11,5%

cacbon đioxit 10%

R1234ze 57%

R227ea 7%

R32 11,5%

R134a 3%

trong đó tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng;

(l)

R125 11,5%

cacbon đioxit 10%

R1234ze 56%

R227ea 8%

R32 11,5%

R134a 3%

trong đó tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng;

9. Chế phẩm làm lạnh theo điểm 1, có thành phần về cơ bản là một trong số các thành phần dưới đây:

(a)

R125 19%

cacbon đioxit 10%

R1234ze 44%

R227ea 3%

R32 17%

R134a 7%

trong đó tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng;

(b)

R125 18%

cacbon đioxit 11%

R1234ze	44%
R227ea	7%
R32	17%
R134a	3%

trong đó tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng;

(c)

R125	18%
cacbon đioxit	11%
R1234ze	44%
R227ea	6%
R32	17%
R134a	4%

10. Chế phẩm làm lạnh theo điểm 1 có thành phần về cơ bản là một trong số các thành phần dưới đây:

(a)

R125	1% đến 30%
cacbon đioxit	1% đến 30%
R1234yf	35% đến 70%
R227ea	1% đến 10%
R32	1% đến 30%

trong đó các tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng và được chọn trong khoảng đã nêu đến tổng cộng 100%;

(b)

R125	5% đến 30%
cacbon đioxit	5% đến 20%
R1234yf	35% đến 70%
R227ea	4% đến 10%
R32	5% đến 30%

11. Chế phẩm làm lạnh theo điểm 1 chủ yếu bao gồm:

R125	7% đến 25%
cacbon đioxit	7% đến 20%

R1234yf	58% đến 69%
R227ea	5% đến 10%
R32	7% đến 25%

trong đó các tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng và được chọn trong khoảng đã nêu đến tổng cộng 100%.

12. Chế phẩm làm lạnh theo điểm 1 chủ yếu bao gồm:

R125	9,5%
cacbon đioxit	8%
R1234yf	65%
R227ea	8%
R32	9,5%

trong đó tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng.

13. Chế phẩm làm lạnh theo điểm 13 chủ yếu bao gồm:

R125	19%
cacbon đioxit	16%
R1234yf	41%
R227ea	5%
R32	19%

trong đó các tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng và được chọn trong khoảng đã nêu đến tổng cộng 100%.

14. Chế phẩm làm lạnh theo điểm 1 chủ yếu bao gồm:

R125	19%
cacbon đioxit	16%
R1234ze	20%
R1234yf	21%
R227ea	5%
R32	19%

trong đó tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng.

15. Chế phẩm làm lạnh theo điểm 1 chủ yếu bao gồm:

cacbon đioxit	1% đến 35%
---------------	------------

HFO được chọn từ nhóm bao gồm R1234yf, R1234ze(E) và hỗn hợp của chúng, 30% đến 95%

R32 1% đến 30%

R125 1% đến 30%

R134a 1% đến 15%

R227ea 1% đến 15%

trong đó các tỷ lệ phần trăm được tính theo khối lượng và được chọn trong khoảng đã nêu đến tổng cộng 100%.