

Chương II:
CƠ SỞ KỸ THUẬT LẠNH

1. KHÁI NIỆM CHUNG

1.1. Ý NGHĨA CỦA KỸ THUẬT LẠNH TRONG ĐỜI SỐNG VÀ KỸ THUẬT

1.1.1. Ứng dụng trong ngành chế biến và bảo quản thực phẩm

1.1.1.1. Tác dụng của nhiệt độ thấp đối với thực phẩm

Năm 1745 nhà bác học Nga Lômônôxốp trong một luận án nổi tiếng “Bàn về nguyên nhân của nóng và lạnh” đã cho rằng: Những quá trình sống và thối rửa diễn ra nhanh hơn do nhiệt độ cao và kìm hãm chậm lại do nhiệt độ thấp.

Ở nhiệt độ 40-50°C rất thích hợp cho hoạt hoá của men phân giải (enzim) của bản thân thực phẩm và vi sinh vật do đó biến đổi của thực phẩm tăng nhanh

Ở nhiệt độ thấp các phản ứng hoá sinh trong thực phẩm bị ức chế. Trong phạm vi nhiệt độ bình thường cứ giảm 10°C thì tốc độ phản ứng giảm xuống 1/2 đến 1/3 lần.

Nhiệt độ thấp tác dụng đến hoạt động của các men phân giải nhưng không tiêu diệt được chúng. Nhiệt độ xuống dưới 0°C, phần lớn hoạt động của enzym bị đình chỉ. Tuy nhiên một số men như lipaza, trypsin, catalaza ở nhiệt độ -191°C cũng không bị phá huỷ. Nhiệt độ càng thấp khả năng phân giải giảm, ví dụ men lipaza phân giải mỡ.

Khi nhiệt độ giảm thì hoạt động sống của tế bào giảm là do:

- Cấu trúc tế bào bị co rút
- Độ nhớt dịch tế bào tăng
- Sự khuếch tán nước và các chất tan của tế bào giảm.
- Hoạt tính của enzym có trong tế bào giảm.

Bảng 1: Khả năng phân giải phụ thuộc nhiệt độ

Nhiệt độ, °C	40	10	0	-10
Khả năng phân giải, %	11,9	3,89	2,26	0,70

Các tế bào thực vật có cấu trúc đơn giản, hoạt động sống có thể độc lập với cơ thể sống. Vì vậy khả năng chịu lạnh cao, đa số tế bào thực vật không bị chết khi nước trong nó chưa đóng băng.

Tế bào động vật có cấu trúc và hoạt động sống phức tạp, gắn liền với cơ thể sống. Vì vậy khả năng chịu lạnh kém hơn. Đa số tế bào động vật chết khi nhiệt độ giảm xuống dưới 4°C so với thân nhiệt bình thường của nó. Tế bào động vật chết là do chủ yếu độ nhớt tăng và sự phân lớp của các chất tan trong cơ thể.

Một số loài động vật có khả năng tự điều chỉnh hoạt động sống khi nhiệt độ giảm, cơ thể giảm các hoạt động sống đến mức nhu cầu bình thường của điều kiện môi trường trong một khoảng thời gian nhất định. Khi tăng nhiệt độ, hoạt

động sống của chúng phục hồi, điều này được ứng dụng trong vận chuyển động vật đặc biệt là thủy sản ở dạng tươi sống, đảm bảo chất lượng tốt và giảm chi phí vận chuyển.

**) Ảnh hưởng của lạnh đối với vi sinh vật.*

Khả năng chịu lạnh của mỗi loài vi sinh vật có khác nhau. Một số loài chết ở nhiệt độ $20 \pm 0^{\circ}\text{C}$. Tuy nhiên một số khác chịu ở nhiệt độ thấp hơn.

Khi nhiệt độ hạ xuống thấp nước trong tế bào vi sinh vật đông đặc làm vỡ màng tế bào sinh vật. Mặt khác nhiệt độ thấp, nước đóng băng làm mất môi trường khuếch tán chất tan, gây biến tính của nước làm cho vi sinh vật chết.

Trong tự nhiên có 3 loại vi sinh vật thường phát triển theo chế độ nhiệt riêng

Bảng 2: ảnh hưởng của nhiệt độ đến vi sinh vật

Vi khuẩn	Nhiệt độ thấp nhất	Nhiệt độ thích hợp nhất	Nhiệt độ cao nhất
- Vi khuẩn ưa lạnh (Psychrophiles)	0°C	$15 \pm 20^{\circ}\text{C}$	30°C
- Vi khuẩn ưa ấm (Mesophiles)	$10 \pm 20^{\circ}\text{C}$	$20 \pm 40^{\circ}\text{C}$	45°C
- Vi khuẩn ưa nóng (Thermophiles)	$40 \pm 90^{\circ}\text{C}$	$50 \pm 55^{\circ}\text{C}$	$50 \pm 70^{\circ}\text{C}$

Nấm mốc chịu đựng lạnh tốt hơn, nhưng ở nhiệt độ -10°C hầu hết ngừng hoạt động ngoài trừ các loài Mucor, Rhizopus, Penicillium. Để ngăn ngừa mốc phải duy trì nhiệt độ dưới -15°C . Các loài nấm có thể sống ở nơi khan nước nhưng tối thiểu phải đạt 15%. Ở nhiệt độ -18°C , 86% lượng nước đóng băng, còn lại 14% không đủ cho vi sinh vật phát triển.

Vì vậy để bảo quản thực phẩm lâu dài cần duy trì nhiệt độ kho lạnh ít nhất -18°C .

Để bảo quản thực phẩm người ta có thể thực hiện nhiều cách như: Phơi, sấy khô, đóng hộp và bảo quản lạnh. Tuy nhiên phương pháp bảo quản lạnh tỏ ra có ưu điểm nổi bật vì:

- Hầu hết thực phẩm, nông sản đều thích hợp đối với phương pháp này.
- Việc thực hiện bảo quản nhanh chóng và rất hữu hiệu phù hợp với tính chất mùa vụ của nhiều loại thực phẩm nông sản.
- Bảo tồn tối đa các thuộc tính tự nhiên của thực phẩm, giữ gìn được hương vị, màu sắc, các vi lượng và dinh dưỡng trong thực phẩm.

1.1.1.2. Các chế độ xử lý lạnh thực phẩm

Thực phẩm trước khi được đưa vào các kho lạnh bảo quản, cần được tiến hành xử lý lạnh để hạ nhiệt độ thực phẩm từ nhiệt độ ban đầu sau khi đánh bắt, giết mổ xuống nhiệt độ bảo quản.

Có hai chế độ xử lý lạnh sản phẩm là xử lý lạnh và xử lý lạnh đông

- Xử lý lạnh là làm lạnh các sản phẩm xuống đến nhiệt độ bảo quản lạnh yêu cầu. Nhiệt độ bảo quản này phải nằm trên điểm đóng băng của sản phẩm. Đặc

điểm là sau khi xử lý lạnh, sản phẩm còn mềm, chưa bị hóa cứng do đóng băng.

- Xử lý lạnh đông là kết đông (làm lạnh đông) các sản phẩm. Sản phẩm hoàn toàn hóa cứng do hầu hết nước và dịch trong sản phẩm đã đóng thành băng.

Nhiệt độ tâm sản phẩm đạt -8°C , nhiệt độ bề mặt đạt từ -18°C đến -12°C .

Xử lý lạnh đông có hai phương pháp:

+) *Kết đông hai pha*: Thực phẩm nóng đầu tiên được làm lạnh từ 37°C xuống khoảng 4°C sau đó đưa vào thiết bị kết đông để nhiệt độ tâm khối thực phẩm đạt -8°C .

+) *Kết đông một pha*: Thực phẩm còn nóng được đưa ngay vào thiết bị kết đông để hạ nhiệt độ tâm khối thực phẩm xuống đạt dưới -8°C . Kết đông một pha có nhiều ưu điểm hơn so với kết đông hai pha vì tổng thời gian của quá trình giảm, tổn hao khối lượng do khô ngót giảm nhiều, chi phí lạnh và diện tích buồng lạnh cũng giảm.

Đối với chế biến thịt thường sử dụng phương pháp 01 pha. Đối với hàng thủy sản do phải qua khâu chế biến và tích trữ trong kho chờ đông nên thực tế diễn ra 2 pha.

Các loại thực phẩm khác nhau sẽ có chế độ bảo quản và đông lạnh thích hợp khác nhau

Ở chế độ bảo quản lạnh và trong giai đoạn đầu của quá trình kết đông hai pha, người ta phải gia lạnh sản phẩm. Thông thường thực phẩm được gia lạnh trong môi trường không khí với các thông số sau:

- Độ ẩm không khí trong buồng: $85\% \times 90\%$

- Tốc độ không khí đối lưu tự nhiên: $0,1 \times 0,2 \text{ m/s}$; đối lưu cưỡng bức cho phép $0,5 \text{ m/s}$ (kể cả rau quả, thịt, cá, trứng...).

- Giai đoạn đầu, khi nhiệt độ sản phẩm còn cao, người ta giữ nhiệt độ không khí gia lạnh thấp hơn nhiệt độ đóng băng của sản phẩm chừng $1 \times 2^{\circ}\text{C}$. Nhiệt độ đóng băng của một số sản phẩm như sau: thịt $-1,2^{\circ}\text{C}$, cá từ $0,6 \times -2^{\circ}\text{C}$, rau quả $-0,8 \times -4,2^{\circ}\text{C}$. Nhiệt độ không khí gia tăng 2°C thì thời gian gia nhiệt kéo dài thêm 5h.

Tóm lại, cần tăng tốc độ gia lạnh nhưng phải tránh đóng băng trong sản phẩm.

1.1.2. Ứng dụng trong các ngành khác

1.1.2.1. Ứng dụng trong sản xuất bia, nước ngọt

Bia là sản phẩm thực phẩm, thuộc loại đồ uống độ cồn thấp, thu nhận được bằng cách lên men rượu ở nhiệt độ thấp dịch đường (từ gạo, ngô, tiểu mạch, đại mạch vv...), nước và hoa húp lông. Qui trình công nghệ sản xuất bia trải qua nhiều giai đoạn cần phải tiến hành làm lạnh mới đảm bảo yêu cầu.

a) Sử dụng để làm lạnh nhanh dịch đường sau khi nấu

Dịch đường sau quá trình húp lông hoá có nhiệt độ khoảng 80°C cần phải tiến

hành hạ nhiệt độ một cách nhanh chóng xuống nhiệt độ lên men $6\pm 8^{\circ}\text{C}$. Tốc độ làm lạnh khoảng 30–45 phút. Nếu làm lạnh chậm một số chủng vi sinh vật có hại cho quá trình lên men sẽ kịp phát triển và làm giảm chất lượng bia.

Trong quá trình hạ nhiệt này đòi hỏi phải sử dụng một lượng lạnh khá lớn. Tính trung bình đối với một nhà máy bia công suất 50 triệu lít/năm mỗi ngày phải nấu khoảng 180m^3 dịch đường. Lượng lạnh dùng để hạ nhiệt rất lớn.

b) Quá trình lên men bia

Quá trình lên men bia được thực hiện ở một phạm vi nhiệt độ nhất định khoảng $6\pm 8^{\circ}\text{C}$, đây là giai đoạn quyết định để chuyển hoá dịch đường houblon hoá thành bia dưới tác động của nấm men thông qua hoạt động sống của chúng. Trong quá trình lên men dung dịch toả ra một lượng nhiệt lớn.

Quá trình lên men đường houblon hoá diễn ra qua hai giai đoạn

- Lên men chính: Kéo dài từ 7 – 12 ngày đối với các loại bia vàng và 12 – 18 ngày đối với các loại bia đen. Nhiệt độ lên men là $6\pm 8^{\circ}\text{C}$.

- Lên men phụ và tàng trữ: Kéo dài ít nhất 3 tuần đối với tất cả các loại bia. Nhiệt độ lên men phụ là $1\pm 2^{\circ}\text{C}$.

Mỗi loại nấm men đều có nhiệt độ thích hợp cho sự phát triển lên men. Khi không đảm bảo các yêu cầu về nhiệt độ các kết quả nhận được chất lượng sẽ rất kém.

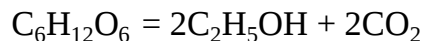
c) Bảo quản và nhân men giống

Là khâu vô cùng quan trọng cần lạnh trong nhà máy bia

Men giống được bảo quản trong những tank đặc biệt ở nhiệt độ thấp. Tank có thân hình trụ, bên ngoài có các áo dẫn glycol làm lạnh. Kích thước của tank nhân men nhỏ hơn tank lên men nên lượng lạnh cần thiết không lớn.

d) Làm lạnh đông CO_2

Trong quá trình lên men nhờ các quá trình thủy phân mà trong các tank lên men sinh ra rất nhiều khí CO_2 .



Khí CO_2 lại rất cần cho trong qui trình công nghệ bia như ở khâu chiết rót và xử lý công nghệ ở tank lên men. Khí CO_2 thoát ra từ các tank lên men trong các quá trình sinh hoá cần phải được thu hồi, bảo quản để sử dụng vào trong dây chuyền công nghệ. Để bảo quản CO_2 tốt nhất chỉ có thể ở thể lỏng, ở nhiệt độ bình thường áp suất ngưng tụ của CO_2 đạt gần 100at. Vì vậy để giảm áp suất bảo quản CO_2 xuống áp suất dưới 20 kG/cm² cần thiết phải hạ nhiệt độ bảo quản xuống rất thấp cỡ $-30\text{ -- }-35^{\circ}\text{C}$.

e) Làm lạnh nước 1°C

Nước lạnh được sử dụng trong nhà máy bia với nhiều mục đích khác nhau, đặc biệt được sử dụng để làm lạnh nhanh dịch đường sau khi được houblon hoá đến khoảng 20°C. Khi các mẻ nấu hoàn thành yêu cầu phải tiến hành làm lạnh rất nhanh, nếu sử dụng làm lạnh trực tiếp thì công suất máy lạnh sẽ phải rất lớn.

Việc sử dụng nước lạnh 1°C để hạ lạnh nhanh dịch đường cho phép trữ một lượng lạnh đáng kể. Điều này cho phép không cần có hệ thống lạnh lớn nhưng vẫn đảm bảo yêu cầu. Nước được làm lạnh nhờ glycol đến khoảng 1°C qua thiết bị làm lạnh nhanh kiểu tấm bản

f) Làm lạnh hầm bảo quản tank lên men và điều hoà

Trong một số nhà máy công nghệ cũ, bia được bảo quản lạnh trong các hầm làm lạnh, trong trường hợp này cần cung cấp lạnh để làm lạnh hầm bảo quản.

Có thể sử dụng lạnh của glycol để điều hoà không khí trong một số khu vực nhất định của nhà máy, các phòng bảo quản hoa vv..

1.1.2.2. Ứng dụng trong công nghiệp hoá chất

Trong công nghiệp hoá chất như hoá lỏng các chất khí là sản phẩm của công nghiệp hoá học như clo, amôniac, cacbonic, sunfua, các loại chất đốt, các khí sinh học vv...

Hoá lỏng và tách các chất khí từ không khí là một ngành công nghiệp hết sức quan trọng, có ý nghĩa vô cùng to lớn với ngành luyện kim, chế tạo máy, y học, ngành sản xuất chế tạo cơ khí, phân đạm, chất tải lạnh vv... Các loại khí trơ như nêon, argon vv... được sử dụng trong công nghiệp hoá chất và sản xuất bóng đèn.

Việc sản xuất vải sợi, tơ, cao su nhân tạo, phim ảnh được sự hỗ trợ tích cực của kỹ thuật lạnh. Thí dụ trong quy trình sản xuất tơ nhân tạo người ta phải làm lạnh bề quay tơ xuống nhiệt độ thấp đúng yêu cầu công nghệ thì chất lượng mới đảm bảo.

Cao su và các chất dẻo khi hạ nhiệt độ xuống thấp sẽ trở nên giòn và dễ vỡ như thủy tinh. Nhờ đặc tính này người ta có thể chế tạo được cao su bột. Khi hoà trộn với bột sắt để tạo nên cao su từ tính hoặc hoà trộn với phụ gia nào đó có thể đạt được độ đồng đều rất cao.

Trong công nghiệp hoá chất cũng sử dụng lạnh rất nhiều trong các quy trình sản xuất khác nhau để tạo ra nhiệt độ lạnh thích hợp nhất cho từng hoá chất.

Ngoài ra việc làm lạnh còn có tác dụng trong việc điều khiển tốc độ phản ứng, lưu kho và vận chuyển hoá chất

1.1.2.3. Ứng dụng trong điều hoà không khí

Ngày nay kỹ thuật điều hoà được sử dụng rất rộng rãi trong đời sống và trong công nghiệp. Khâu quan trọng nhất trong các hệ thống điều hoà không khí đó là hệ thống lạnh

Máy lạnh được sử dụng để xử lý nhiệt ẩm không khí trước khi cấp vào phòng. Máy lạnh không chỉ được sử dụng để làm lạnh về mùa hè mà còn được đảo chiều để sưởi ấm mùa đông.

Điều hoà không khí được sử dụng với 2 mục đích:

- Phục vụ cuộc sống tiện nghi của con người (Hệ thống điều hoà trong đời sống, dân dụng): các hộ gia đình, trong các công sở, cơ quan, nhà máy, xí nghiệp, khách sạn, ngân hàng, nhà thi đấu thể thao, hội trường, rạp chiếu bóng, rạp hát vv... Với nhiệt độ thích hợp là khoảng từ 22°C đến 29°C .

- Phục vụ các quá trình sản xuất (Hệ thống điều hoà công nghiệp): duy trì nhiệt độ, độ ẩm trong một giới hạn nhất định. Ví dụ như trong ngành cơ khí chính xác, thiết bị quang học, trong công nghiệp bánh kẹo, trong ngành điện tử vv...

Trong các ngành công nghiệp nhẹ điều hoà không khí cũng được sử dụng nhiều như trong công nghiệp dệt, công nghiệp thuốc lá vv...

1.1.2.4. Ứng dụng trong siêu dẫn

Một ứng dụng rất quan trọng của kỹ thuật lạnh là sử dụng trong kỹ thuật siêu dẫn. Người ta nhận thấy khi làm lạnh các chất dẫn điện xuống nhiệt độ rất thấp thì điện trở của nó bằng 0.

Khi dây đạt được nhiệt độ siêu dẫn thì có thể sử dụng vật liệu dẫn điện mà không gây ra tổn thất điện năng trên đường dây. Trong trường hợp đó có thể ứng dụng để tạo ra các nam châm cực lớn trong các máy gia tốc của nhà máy điện nguyên tử, nhiệt hạch, đệm từ cho các tàu cao tốc, nam châm điện của các cầu cảng vv...

Trong các phòng thí nghiệm người ta đã nghiên cứu được các hợp kim có thể đạt trạng thái siêu dẫn ở nhiệt độ cao, mở ra triển vọng ứng dụng rộng rãi kỹ thuật siêu dẫn.

1.1.2.5. Ứng dụng trong y tế và sinh học cryô

a) Ứng dụng trong y tế

Ứng dụng của kỹ thuật lạnh trong y tế rất phong phú, từ việc điều hoà trong các bệnh viện, bảo quản thuốc trong các buồng lạnh, đến bảo quản các bộ phận cơ thể.

**) Bảo quản máu và các bộ phận cấy ghép*

Máu được bảo quản trong các tủ lạnh có nhiệt độ 4°C . Tuy nhiên thời gian bảo quản bị hạn chế chỉ trong vài tuần lễ, sau đó bắt đầu quá trình tan rã hồng cầu (quá

trình hemolyse). Để bảo quản lâu vài tháng cần tách plasma khỏi hồng cầu.

Các bộ phận xương dùng cấy ghép cần duy trì trong tủ lạnh nhiệt độ thấp, nhiệt độ bảo quản càng thấp thời gian bảo quản càng lâu. Ở nhiệt độ 2 đến 4°C thời gian bảo quản từ một đến hai tuần, ở nhiệt độ -18°C có thể giữ được trong 6 tuần. Hiện nay người ta bảo quản xương, các bộ phận cấy ghép ở -70°C.

Các bộ phận cấy ghép có thể được bảo quản bằng phương pháp sấy thăng hoa. Như vậy không cần bảo quản và vận chuyển lạnh.

Ngày nay, thế giới đang phát triển mạnh ngành vi phẫu thuật. Để giải quyết tốt hàng loạt các ca phức tạp như ghép dây thần kinh, ghép nối các mạch máu, can thiệp trực tiếp vào các túi phòng mạch máu não, nối các mạch máu da đầu và mạng lưới huyết quản nuôi dưỡng não, tái lập sự lưu thông của hệ thống động mạch vành tim vv... thì việc bảo quản sẵn sàng các phẩm vật sinh học để kịp thời thay thế là một nhu cầu rất cấp thiết.

Một số thuốc quý đòi hỏi bảo quản ở nhiệt độ từ -15°C đến -25°C, ví dụ như cao gan, sữa ong chúa, các loại thuốc kháng sinh, vv..

Hầu hết các thuốc còn lại cần phải bảo quản trong điều kiện nhiệt độ thấp

**) Hạ thân nhiệt nhân tạo*

Trong y tế, sử dụng lạnh trong phẫu thuật với những mục đích chủ yếu sau:

- Làm lạnh cục bộ tại nơi phẫu thuật để gây tê, giảm đau cho bệnh nhân.
- Giảm trao đổi chất để ngừng vòng tuần hoàn máu khi phẫu thuật
- Gây ngủ nhân tạo, để phẫu thuật.
- Ướp xác chết phục vụ khám, xét nghiệm tử thi hoặc chờ mai táng.

Trong các khoa răng hàm mặt, các dao mổ lạnh chuyên dùng, có tác dụng làm giảm đau khi nhổ răng. Trong khoa mắt, sử dụng kỹ thuật lạnh đông để lấy thủy tinh thể bị đục ra khỏi mắt. Đối với các bệnh nhân ung thư, người ta dùng N₂ lỏng đạt nhiệt độ -196°C bơm vào khối ung thư để diệt những mô ung thư ở đó và loại trừ hoàn toàn khả năng lan truyền của tế bào ung thư trong cơ thể. Dùng những dụng cụ âm sâu cho phép khử những u ác tính ở những vị trí khó phẫu thuật của cơ thể, loại trừ khả năng di căn, hạn chế đau đớn.

Một số động vật có giác ngủ đông trong khoảng thời gian rất lâu mà vẫn duy trì được sự sống. Muốn vậy động vật thường hạ thân nhiệt xuống nhiệt độ khá thấp, xấp xỉ nhiệt độ môi trường để giảm trao đổi chất trong cơ thể. Con người nếu được giảm thân nhiệt nhân tạo, sự trao đổi chất trong cơ thể giảm xuống đáng kể, nhịp đập của tim giảm xuống.

Giảm trao đổi chất trong cơ thể và qua đó giảm tiêu hao ôxi là rất cần thiết trong khi mổ tim. Trong suốt quá trình mổ tim, vòng tuần hoàn máu phải ngừng

hoạt động nhưng không được gây ra bất kỳ tổn hại nào. Ngay ở nhiệt độ cơ thể 28°C có thể dừng tuần hoàn máu trong thời gian 8 phút để tiến hành mổ tim.

Để làm lạnh (hạ thân nhiệt) một bệnh nhân đã gây mê có thể tiến hành theo nhiều cách, ví dụ như nhúng vào hỗn hợp nước và nước đá hoặc quấn quanh thân một tấm mền lạnh. Từ cách thử nghiệm trên súc vật người ta đã xây dựng được một thiết bị dùng hạ thân nhiệt và được điều chỉnh rất dễ dàng. Bệnh nhân được đặt trong một khoang nhỏ có gió lạnh lưu thông, khoang được làm bằng chất dẻo trong suốt, bên dưới bố trí dàn lạnh và quạt gió. Không khí được làm lạnh xuống 4°C ở cửa vào. Nhiệt độ gió có thể điều chỉnh xuống -2°C . Toàn bộ các thiết bị khác của hệ thống lạnh như máy nén, dàn nóng, tủ điện, đường ống được bố trí ở phía dưới hộp chất dẻo, toàn bộ được đặt trên xe nên di chuyển dễ dàng.

Ngoài ra để hạ thân nhiệt người ta còn sử dụng phương pháp bức xạ, bằng cách đặt bệnh nhân vào trong một chiếc hộp, bề mặt xung quanh hộp được làm lạnh sâu bằng polyetylen. Nhiệt bức xạ từ cơ thể được bề mặt lạnh hấp thụ, nhưng giảm thành phần tổn thất lạnh do đối lưu và hiện tượng ngưng tụ.

Trong các ca mổ khó khăn đòi hỏi thời gian mổ kéo dài, nhiệt độ thân nhiệt đòi hỏi hạ thấp hơn nhiều. Tuy nhiên khi hạ nhiệt độ xuống thấp 28 đến 26°C có nhiều nguy cơ không thể đưa tim hoạt động trở lại được. Vì vậy người ta sử dụng phương pháp khác. Trong trường hợp này người ta sử dụng phương pháp làm lạnh riêng vòng tuần hoàn máu. Máu được đưa vào ống xoắn đặt trong dung dịch chất lỏng lạnh và được một bơm máu (thay chức năng của tim) bơm tuần hoàn như bình thường. Tim được đưa ra khỏi vòng tuần hoàn để mổ.

Bằng phương pháp này, người ta có thể đưa thân nhiệt xuống đến 13°C thậm chí thấp hơn. Tốc độ làm lạnh phù hợp được ghi nhận là 1K/phút . Làm lạnh máu được tiến hành gián tiếp qua nước lạnh để đề phòng trường hợp nhiệt độ máu giảm xuống 2°C . Nước lạnh được sản xuất trong máy làm lạnh nước có phủ băng để giữ nhiệt độ không đổi khi chảy vào bình làm lạnh máu. Trong quá trình làm ấm sau khi mổ nước nóng có nhiệt độ 42°C được cho chảy vào bình trao đổi nhiệt để làm ấm máu.

b) Kỹ thuật cryô

Kỹ thuật lạnh ngày càng đóng vai trò quan trọng trong nông, lâm nghiệp, sinh học, vi sinh vv.. Kỹ thuật lạnh thâm độ còn gọi là kỹ thuật cryô (-80°C - -196°C) đã hỗ trợ đắc lực cho việc lai tạo giống, bảo quản tinh đông, gây đột biến hoặc các kỹ thuật khác trong lai tạo giống.

Nhờ kỹ thuật cryô mà từ một con bò đực người ta đã có thể thụ tinh cho hàng vạn con cái khác nhau, ngay cả sau khi đã chết hàng chục năm.

Ở Mỹ hiện nay có hàng chục bệnh nhân bị các chứng bệnh nan y đang được

ướp sống chờ đến khi con người có khả năng chữa trị căn bệnh đó từ người bệnh, người ta sẽ phục hồi lại và bệnh nhân có thể sống lại được. Nếu thành công có thể ngừng cuộc sống trong một thời gian nhất định. Tuy nhiên, hiện nay vẫn còn vấn đề kỹ thuật chưa giải quyết được, đó là tế bào thần kinh của các động vật máu nóng không thích hợp với môi trường lạnh nên nếu xác ướp được làm sống lại được thì tâm tư tình cảm sẽ hoàn toàn thay đổi.

Đây là nguyên nhân hạn chế sự phát triển của kỹ thuật ướp xác sống bằng lạnh sâu.

1.1.2.6. Ứng dụng trong kỹ thuật đo và tự động

Áp suất bay hơi của một chất lỏng luôn phụ thuộc vào nhiệt độ vì vậy người ta ứng dụng hiện tượng này trong các dụng cụ đo lường như đồng hồ áp suất, nhiệt kế, trong các rơ le áp suất vv...

Hiệu ứng nhiệt điện phản ánh mối quan hệ của độ chênh nhiệt độ 2 đầu cặp nhiệt với dòng điện chạy qua mạch cặp nhiệt điện. ứng dụng hiện tượng này người ta đã tạo ra các dụng cụ đo nhiệt độ, áp suất hoặc thiết bị điều khiển tự động.

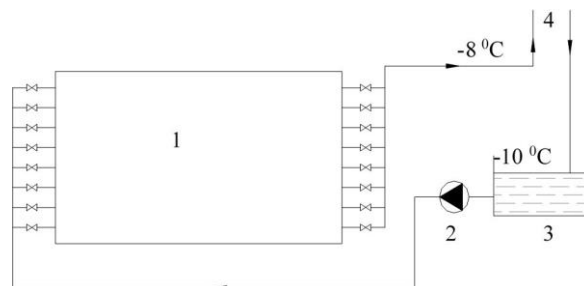
1.1.2.7. ứng dụng trong thể thao

Trong một số bộ môn thi đấu trong nhà người ta duy trì nhiệt độ thấp để không làm ảnh hưởng tới sức khỏe và nâng cao thành tích của vận động viên. Trong hầu hết các nhà thi đấu đều có trang bị các hệ thống điều hoà không khí.

Trong thể thao kỹ thuật lạnh được ứng dụng khá rộng rãi. Trong môn trượt băng nghệ thuật, để tạo ra các sân băng người ta dùng hệ thống lạnh để tạo băng theo yêu cầu.

a) Hệ thống làm lạnh sân băng

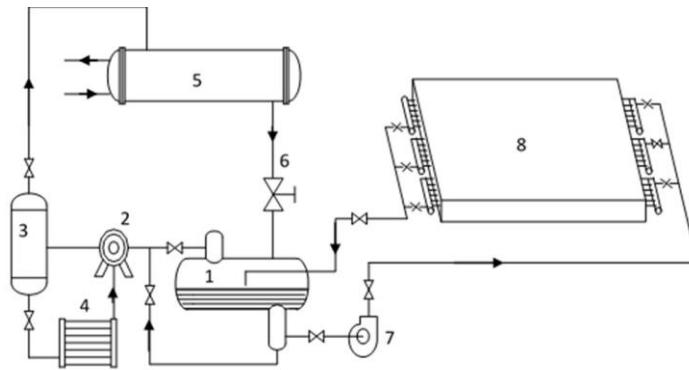
Trước đây để làm lạnh các sân băng người ta thường hay sử dụng nước muối làm chất tải lạnh.



Hình 2.1: Sơ đồ làm lạnh sân băng bằng nước muối

1- Sân băng; 2- Bơm nước muối;
3- Bể nước muối; 4- Nước muối vào ra

Ngày nay người ta thường sử dụng hệ thống lạnh làm lạnh trực tiếp sân băng



Hình 2.2: Sơ đồ làm lạnh sân băng trực tiếp bằng môi chất lạnh

1- Bình chứa NH₃; 2- Máy nén lạnh; 3- Bình tách dầu; 4- Bình làm mát dầu; 5- Bình ngưng; 6- Thiết bị tiết lưu; 7- Bơm NH₃; 8- Sân băng

1.1.2.8. ứng dụng trong sấy thăng hoa

Vật sấy được làm lạnh xuống dưới -20°C và được sấy bằng cách hút chân không. Đây là phương pháp hiện đại và không làm ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm. Vật phẩm hầu như được rút ẩm hoàn toàn khi sấy nên sản phẩm trở thành bột bảo quản và vận chuyển dễ dàng. Giá thành sản phẩm cao nên người ta chỉ ứng dụng để sấy các vật phẩm đặc biệt như các dược liệu quý hiếm, máu, các loại thuốc, hócmôn.

1.1.2.9. ứng dụng trong xây dựng

a) Làm lạnh bê tông ở các đập chắn nước

Quá trình kết rắn của bê tông gắn liền với quá trình toả nhiệt, trong đó nhiệt hydrat hoá tùy theo thành phần xi măng có thể đạt từ 250 đến 500 kJ/kg xi măng. Nhiệt đó sẽ toả ra môi trường. Các thử nghiệm cho thấy một nửa lượng nhiệt đó toả ra trong 3 ngày đầu và toàn bộ nhiệt lượng toả ra suốt trong một năm mới kết thúc. Do bê tông toả nhiệt nên nhiệt độ tăng khoảng 20 đến 30°C so với nhiệt độ môi trường. Đối với tường mỏng thì nhiệt đó không quá quan trọng vì nhiệt nhanh chóng toả ra môi trường và nhiệt độ tường được duy trì có thể coi đồng đều.

Nhưng đối với những công trình được đổ bằng các khối bê tông lớn, ví dụ như các đập chắn sóng. Do hệ số dẫn nhiệt của bê tông và hệ số dẫn nhiệt độ nhỏ ($\lambda=2 \text{ W/m.K}$, $\alpha = 0,004 \text{ m}^2/\text{h}$) nên nhiệt toả từ các khối bê tông ra bên ngoài chậm, ảnh hưởng nhất định đến chất lượng của bê tông. Khi tường dày 2m thời gian làm lạnh 4 ngày, trong khi tường dày 60m thời gian làm nguội lên đến trên 10 năm mà hiệu nhiệt độ so với môi trường bên ngoài không giảm xuống còn một nửa so với lúc ban đầu.

Như vậy, trong khi bề mặt đập đã lạnh và đông cứng từ lâu mà trong tường

đập nhiệt độ vẫn còn rất cao. Sự chênh lệch nhiệt độ đó tạo ra ứng lực kéo trên bề mặt đập gây ra các vết rạn nứt bê tông. Do đó cần phải có biện pháp làm lạnh nhân tạo tường đập khi đổ bê tông.

**) Đặt ngầm các đường ống làm lạnh bên trong đập:* bố trí các ống nước lạnh đường kính 25mm trong đập cách nhau theo chiều ngang khoảng 2,4 m; chiều cao khoảng 3m và liên tục bơm nước lạnh qua để thải nhiệt cho bê tông. Tốc độ nước trong ống khoảng 0,6 m/s.

**) Làm lạnh bằng cách trộn thêm nước đá.* Làm lạnh vữa bê tông xuống khoảng 4°C sau đó cho thêm vào vữa một ít nước đá dưới dạng đá mảnh, đá vụn và tính toán sao cho dung nhiệt đủ để cân bằng toàn bộ nhiệt hydrat hoá.

Có thể làm lạnh xi măng ngay từ nhà máy sản xuất. Thường nhiệt độ xi măng ở đây lên tới 60°C. Tuy nhiên hệ số dẫn nhiệt của xi măng kém do đó cần diện tích trao đổi nhiệt lớn, gây nhiều khó khăn nên ít được ứng dụng.

Các phụ gia như sỏi, đá thô có kích thước lớn đến 150mm được rửa sạch và làm lạnh sơ bộ bằng nước lạnh sau đó được chứa vào các silô và được làm lạnh tiếp bằng không khí lạnh nhiệt độ -1°C thổi qua silô. Cát được làm lạnh trực tiếp ngay trên các phương tiện băng tải bằng chất tải lạnh.

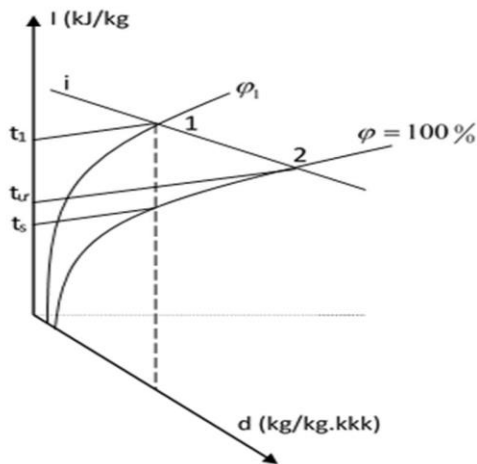
Nước trộn bê tông được làm lạnh trong các máy sản xuất nước lạnh đến 1°C. Nước đá đưa vào máy trộn cần được nghiền nhỏ để nước đá tan nhanh, phải đảm bảo tan hết khi vữa bê tông ra khỏi máy trộn.

b) Kết đông nền móng

Kỹ thuật lạnh còn được sử dụng để làm lạnh lòng đất khi xây dựng các cửa vào hầm mỏ, các công trình ngầm, công trình xây dựng metro, các công trình đập, cũng như sử dụng để xử lý nền móng các công trình ở vùng đất yếu, vùng đất phức hợp về địa chất thủy văn. Đặc biệt các công trình xây dựng trên nền đất sinh lầy và có nhiều nước ngầm. Nền móng xây dựng đôi khi không đủ chắc chắn, nên khi đào móng đất trượt như cát chảy. Để ngăn ngừa hiện tượng đó người ta đưa ra một phương pháp sử dụng lạnh để tạo ổn định móng, đó là phương pháp sử dụng cọc kết đông. Nhờ các cọc này người ta tạo nên một vành đai bao bọc hố cần đào

1.2. CÁC PHƯƠNG PHÁP LÀM LẠNH NHÂN TẠO

1.2.1: Phương pháp bay hơi khuếch tán



Hình 2.3: Đồ thị I-d của không khí ẩm

+) Điểm 1- trạng thái ban đầu của không khí ẩm

+) t_1 - nhiệt độ khô

+) t_{tr} - nhiệt độ ướt

+) t_s - nhiệt độ đọng sương

Ví dụ điển hình của bay hơi khuếch tán là bay hơi nước vào không khí. Khi phun nước liên tục vào không khí có cùng nhiệt độ, nước sẽ bay hơi khuếch tán vào không khí và trạng thái không khí sẽ biến đổi theo đường đẳng entanpy $I = \text{const}$. Từ điểm 1 là trạng thái ban đầu của không khí đến điểm 2, độ ẩm tăng từ $\phi_{\text{max}} \phi_{100\%}$. Bằng cách này ta làm lạnh không khí. Nhiệt độ giảm từ t_1 đến t_{tr} . Nhiệt độ t_1 đọc trên nhiệt kế khô, nhiệt độ t_2 đọc trên nhiệt kế ướt.

Ở những vùng nóng và khô, có thể dùng phương pháp này để điều hoà nhiệt độ. Nước ta, khí hậu nóng và ẩm nên không hiệu quả.

Ứng dụng khác là máy lạnh hấp thụ. Ở dàn bay hơi, NH_3 bay hơi khuếch tán vào khí hydro, là chất khí dùng để cân bằng áp suất cho hệ thống lạnh.

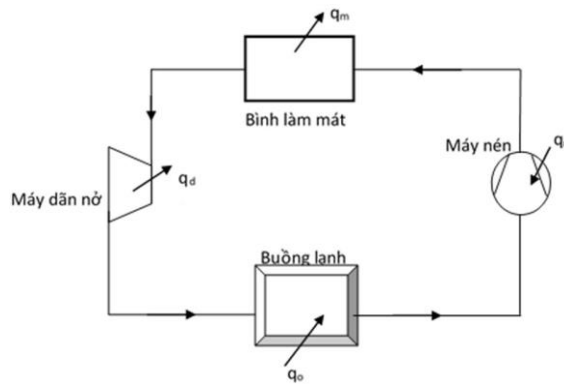
1.2.2 : Phương pháp hòa trộn lạnh

Cách đây 2000 năm người Trung Quốc và người Ấn Độ đã biết làm lạnh bằng cách trộn muối và nước theo tỷ lệ nhất định. Hoà 31gam NaNO_3 và 31gam NH_4Cl với 100gam nước ở 10°C thì hỗn hợp sẽ giảm nhiệt độ đến -12°C . Nếu trộn 200gam CaCl_2 với 100gam nước đá vụn thì nhiệt độ sẽ giảm từ 0°C xuống -42°C .

Cho đến thế kỷ 20, Mỹ vẫn còn bán các loại muối làm lạnh. Ngày nay người ta vẫn sử dụng nước đá muối để ướp cá khi cần bảo quản ở nhiệt độ dưới 0°C .

Nhược điểm của phương pháp này là giá muối cao và sự ăn mòn của muối mạnh.

1.2.3 : Phương pháp dẫn nở khí có sinh ngoại công



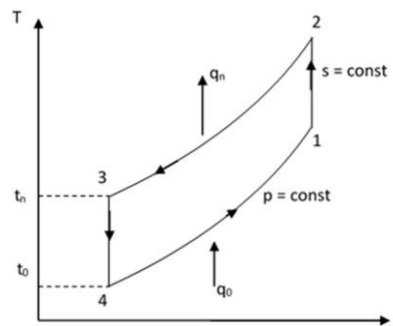
Hình 2.4: Nguyên tắc làm việc của máy lạnh nén khí

Quá trình dẫn nở đoạn nhiệt sinh ngoại công là quá trình thuận nghịch đẳng entropy của các chất từ áp suất cao đến áp suất thấp.

Phương trình: $ds = 0$

Đây là phương pháp làm lạnh quan trọng. Các máy lạnh làm việc theo nguyên lý dẫn nở khí có sinh ngoại công, gọi là máy lạnh nén khí có máy dẫn nở

Máy lạnh nén khí gồm 4 thiết bị chính: Máy nén, bình làm mát, máy dẫn nở và buồng lạnh. Môi chất lạnh là không khí hoặc chất khí bất kỳ, không biến đổi pha trong chu kỳ



Hình 2.5: Đồ thị T-s thể hiện quá trình làm việc của HTL nén khí

Không khí được nén đoạn nhiệt ($s = \text{const}$) từ trạng thái 1 đến trạng thái 2. Ở bình làm mát, không khí thải nhiệt ra môi trường ở áp suất không đổi đến trạng thái 3, sau đó được giãn nở đoạn nhiệt xuống trạng thái 4 có nhiệt độ thấp và áp suất thấp. trong buồng lạnh. Không khí thu nhiệt của môi trường ở áp suất không đổi và nóng dần lên điểm 1, khép kín vòng tuần hoàn.

Như vậy, chu trình máy lạnh nén khí bao gồm 2 quá trình nén và dẫn nở đoạn nhiệt với 2 quá trình thu và thải nhiệt đẳng áp chứ không đẳng nhiệt. Nhiệt độ t_o đạt được phụ thuộc vào t_3 , áp suất p_1 , p_2 và số mũ đoạn nhiệt k

$$\frac{s_1 - s_{2t}}{s_1 - s_2}$$

Ngày nay các máy dẫn nở không khí đạt tới $\eta = 82\%$. Trong lạnh đông chỉ dùng van tiết lưu, lạnh cryo dùng máy dẫn nở để khởi động hệ thống và bù tổn

thất nhiệt ra môi trường, khi làm việc bình thường thì van tiết lưu là chủ yếu

1.2.4 : Làm lạnh nhờ hiệu ứng tiết lưu

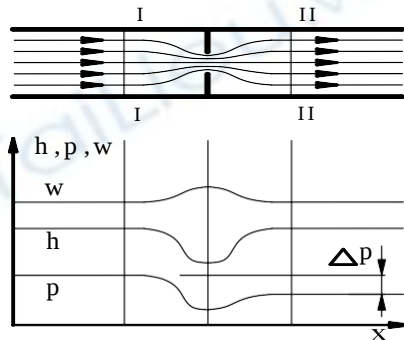
1.2.3.1: Định nghĩa

Tiết lưu là quá trình giảm áp suất do ma sát mà không sinh ngoại công khi môi chất qua những chỗ có trở lực cục bộ đột ngột.

1.2.3.2: Quá trình tiết lưu

Thông thường môi chất đi qua các chỗ nghẽn với vận tốc rất lớn (15 đến 20m/s); chiều dài của nghẽn không lớn (khoảng 20mm) nên nhiệt lượng do ma sát sinh ra coi như không kịp truyền ra môi trường. Do đó trao đổi nhiệt giữa môi chất và môi trường được bỏ qua.

Vậy quá trình tiết lưu được xem là quá trình dẫn nở đoạn nhiệt không sinh ngoại công



Hình 2.6: Hiệu ứng tiết lưu

- Quá trình tiết lưu là đoạn nhiệt: $dq = 0$
- Nhiệt lượng do ma sát sinh ra không đáng kể: $dl_{ms} = 0$
- Chiều dài tiết lưu không đáng kể: $dz = 0$
- Thông thường tiết diện trước và sau tiết lưu như nhau: $w_1 = w_2$

Ta có:
$$\frac{d}{dx} \left(h + \frac{w^2}{2} \right) = 0 \Rightarrow h + \frac{w^2}{2} = \text{const.}$$

Ta lấy tiết diện I-I và II-II khá xa nghẽn tiết lưu sao cho dòng chảy chiếm toàn bộ tiết diện ống. Tiết diện I-I bằng II-II ta có: $h_1 = h_2$ hay $h = \text{const}$

Kết luận: Quá trình tiết lưu là quá trình dẫn nở đoạn nhiệt đẳng entanpy

+) Vị trí gần nghẽn: $h + \frac{w^2}{2} = \text{const.}$

+) Khí lý tưởng $h = c_p \cdot T$ nên $c_p \cdot T + \frac{w^2}{2} = \text{const.}$; do đó nhiệt độ sau tiết lưu không đổi $T_1 = T_2$

1.2.5 : Hiệu ứng Joule – Thompson

Đối với các chất lỏng và khí thực, khi đi qua tiết lưu thì nhiệt độ có thể giảm,

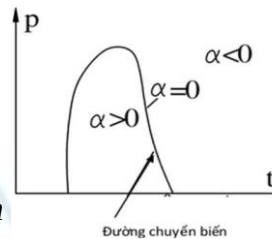
tăng hoặc không đổi. Đánh giá sự biến đổi nhiệt độ nhờ hiệu ứng Joule - Thompson

Hiệu ứng vi phân Joule – Thompson là tỷ số độ biến thiên nhiệt độ với độ biến thiên áp suất trong quá trình tiết lưu

$$\mu = \frac{dT}{dp} = \frac{T}{C_p} \left(\alpha - \frac{v}{T} \right); \text{ Chỉ số } h \text{ có nghĩa là } h = \text{const}$$

Ta có: $dp < 0$; $v > 0$; $c_p > 0$; $\alpha > 0$

Do đó dấu của μ phụ thuộc vào biểu thức $\alpha - \frac{v}{T}$



Hình 2.7: Đồ thị thể hiện μ và áp suất trong quá trình tiết lưu

Khi $\alpha > 0$ thì $\mu < 0$ $\Rightarrow dT < 0$ Nhiệt độ sau tiết lưu giảm

Khi $\alpha = 0$ thì $\mu = 0$ $\Rightarrow dT = 0$ Nhiệt độ sau tiết lưu không đổi

không đổi
Khi $\alpha < 0$ thì $\mu > 0$ $\Rightarrow dT > 0$ Nhiệt độ sau tiết lưu tăng

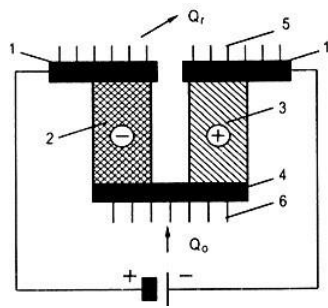
Trạng thái khí thực khi tiết lưu có $\mu = 0$ được gọi là trạng thái chuyển biến. nhiệt độ tương ứng là nhiệt độ chuyển biến, các điểm tạo thành đường chuyển biến

Hiệu ứng Joule – Thompson được xác định theo công thức:

$$T_2 - T_1 = \int_{p_1}^{p_2} \mu dp$$

Các khí thực thường có nhiệt độ chuyển biến ở áp suất môi trường khá cao $T_{cb} > 800K$. Do đó các máy lạnh có giải nhiệt độ và áp suất công tác -100 đến $310^\circ C$; 0.1 đến 20 kg/cm^2 thì nhiệt độ sau tiết lưu luôn giảm.

1.2.6 : Hiệu ứng nhiệt điện, hiệu ứng Peltier



- 1- Đồng thanh phía nóng
- 2,3 - Cặp kim loại khác tính
- 4 - Đồng thanh phía lạnh

Hình 2.8: Hiệu ứng Peltie

Năm 1834 nhà vật lý Pentier người Pháp phát hiện ra hiệu ứng vật lý mang tên ông. Hiệu ứng Pentier được phát biểu như sau: nếu cho dòng điện chạy qua một mạch điện được cấu tạo từ 2 chất dẫn điện khác nhau thì 1 đầu sẽ nóng lên và nhả nhiệt, đầu còn lại lạnh đi và thu nhiệt.

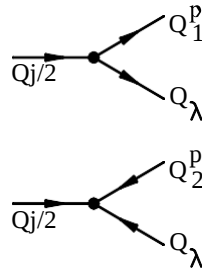
Nếu cho dòng điện chạy ngược lại thì đầu nhả nhiệt sẽ trở thành thu nhiệt, đầu thu nhiệt sẽ trở thành nhả nhiệt.

Nhiệt lượng nhả ra hay nhận vào ở mỗi đầu theo hiệu ứng Pentier được tính theo công thức sau:

$$Q \propto I; \text{ với } \propto \text{ là hệ số Pentier, } \propto T$$

$$\text{Nhiệt lượng tỏa ra ở đầu nóng: } Q_1^p \propto T_1 \propto I;$$

$$\text{Nhiệt lượng thu được ở đầu lạnh: } Q_2^p \propto T_2 \propto I$$



Hình 2.9: Các dòng nhiệt.

Do các thanh dẫn có điện trở và hiệu điện thế theo hiệu ứng Zeebec $E = \propto (T_1 - T_2)$ nên có nhiệt lượng tỏa ra theo định luật tính công của dòng điện Jun-Lensor, ký hiệu là Q_j . Thông thường các thanh dẫn điện có thể coi có độ dẫn điện như nhau. Do đó có thể coi $\frac{1}{2} Q_j$ tỏa ra ở mỗi đầu.

Do có độ chênh nhiệt độ $\Delta T = T_1 - T_2$ nên có sự dẫn nhiệt từ đầu nóng về đầu lạnh, ký hiệu Q_λ .

$$\text{Nhiệt lượng tỏa ra ở đầu nóng: } Q_1 \propto Q_1^p \propto Q_\lambda \propto \frac{1}{2} Q_j;$$

$$\text{Nhiệt lượng thu được ở đầu lạnh: } Q_2 \propto Q_2^p \propto Q_\lambda \propto \frac{1}{2} Q_j;$$

Công có ích cấp cho mạch:

$$L_{ct} = Q_1 + Q_2 + Q_1^p + Q_2^p + Q_j + I_1 + T_2 + I_j + Q_j$$

Điện năng cấp cho chu trình: $L = E \cdot I$

Hiệu suất của chu trình: $\eta_t = \frac{Q_2^p}{L} \approx 1 \approx 2\%$.

Nhận xét:

*) Ưu điểm:

- Thiết bị không có các bộ phận chuyển động cơ khí nên không ồn, thời gian sử dụng lớn.

- Do không có môi chất nên không sợ rò rỉ, không phải tính sức bền các chi tiết.

*) Nhược điểm: Đắt tiền do dùng chất bán dẫn, hiệu suất η_t thấp nên không kinh tế.

1.2.7 : Làm lạnh nhờ hiệu ứng xoáy

Môi chất lạnh sử dụng trong hiệu ứng xoáy là các chất khí có áp suất cao, nhiệt độ ứng với môi trường xung quanh. Thông thường là không khí nén dư thừa ở các xí nghiệp công nghiệp như luyện kim. Phần nghiên cứu lý thuyết về hiệu ứng xoáy vẫn còn tiếp tục.

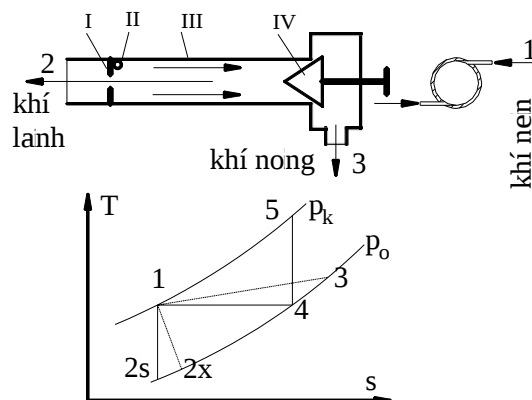
1.2.7.1 : Sơ đồ, đồ thị T-s.

Điểm 1: thông số trạng thái ban đầu $p = p_k$; $T = T_{m\tau xq}$

Điểm 2x: thông số trạng thái không khí lạnh ra khỏi ống;

Điểm 3; thông số trạng thái không khí nóng ra khỏi ống;

Điểm 4: thông số trạng thái không khí đi vào máy nén khí.



Hình 2.10: Ống xoáy.

I - vách chắn; II - ống phun tiếp tuyến; III - ống xoáy; IV-van tiết lưu.

1.2.7.2 : Nguyên lý làm việc:

Chu trình được thực hiện bằng các quá trình 1-3 và 1-2x trong ống xoáy, quá

trình giả định nhận nhiệt đẳng áp $2x-4$ ở phụ tải lạnh, quá trình giả định nhả nhiệt đẳng áp $3-4$ ra môi trường xung quanh, quá trình nén đoạn nhiệt $4-5$ ở máy nén khí, quá trình làm mát đẳng áp $5-1$.

Dòng khí cao áp với thông số trạng thái 1 theo ống phun II đi vào ống xoáy III theo phương tiếp tuyến, tạo thành chuyển động xoay quanh mặt trong của ống III; bị vách chắn I chắn lại nên dòng xoáy đi về cửa van tiết lưu IV. Tại nghẽn van tiết lưu IV lớp xoáy tâm ống bị van tiết lưu IV chắn đi ngược trở về khe hở ở tâm vách chắn I về đầu lạnh với thông số trạng thái $2x$, lớp không khí xoáy sát thành ống đi qua khe hở giữa van tiết lưu IV và ống III đi về phía đầu nóng với thông số trạng thái 3. Trong khoảng không gian từ vách chắn I đến van tiết lưu IV xảy ra sự trao đổi nhiệt giữa hai dòng không khí xoáy đi ngược chiều nhau: xảy ra quá trình trao đổi nhiệt từ dòng trung tâm truyền ra dòng sát vách ống do chúng có động năng khác nhau, do đó ta có $T_3 > T_1 > T_{2x}$.

1.2.7.3 : Hiệu ứng xoáy.

Ta đánh giá hiệu ứng xoáy theo các tỷ số sau:

$$\begin{aligned} \text{Tỷ số làm lạnh } \eta_l &= \frac{T_{2x}}{T_1} \\ \text{Tỷ số đốt nóng } \eta_n &= \frac{T_3}{T_1} \\ \text{Hiệu suất } \eta &= \frac{T_x}{T_s} = \frac{T_1 \eta_n - T_{2x}}{T_1 \eta_n - T_{2s}} \end{aligned}$$

1.2.7.4 : Ưu nhược điểm.

*) Ưu điểm:

- Gọn nhẹ, bền, dễ chế tạo, dễ sử dụng.
- Đạt độ lạnh cần thiết nhanh.

*) Nhược điểm:

$$\text{Độ hoàn thiện nhiệt động thấp } \eta = \frac{q_o}{l} = \frac{h_4 - h_{2x}}{h_5 - h_4} \text{ vaøi \%}$$

Do đó làm lạnh bằng hiệu ứng ống xoáy chỉ thực hiện được ở những nơi có không khí nén dư thừa bỏ đi.

1.2.8 : Phương pháp khử từ đoạn nhiệt

Đây là phương pháp sử dụng kỹ thuật cryo để hạ nhiệt độ của các mẫu thí nghiệm từ nhiệt độ sôi của heli ($3 - 4K$) xuống gần nhiệt độ không tuyệt đối (khoảng $10^{-3}K$)

Người ta sử dụng một loại muối nhiễm từ, ở quá trình nhiễm từ giữa 2 cực từ mạnh, các tinh thể được sắp xếp thứ tự, muối tỏa ra một lượng nhiệt nhất định, lượng nhiệt này truyền ra ngoài để bay hơi heli lỏng. Quá trình nhiễm từ và tỏa nhiệt kết thúc, từ trường bị ngắt, muối bị khử từ đoạn nhiệt, nhiệt độ giảm đột ngột và tạo ra một năng suất lạnh q₀. lặp lại quá trình nhiều lần có thể tạo nhiệt độ rất thấp

1.2.9 : Phương pháp tan chảy, bay hơi hoặc thăng hoa vật rắn

Là phương pháp chuyển pha của các chất tải lạnh như nước đá và đá khô

Nước đá tan ở 0°C thu một lượng nhiệt 333kJ (79,5kcal). Nếu cần nhiệt độ thấp hơn thì phải hòa trộn đá vụn với muối ăn hoặc muối CaCl₂. nhiệt độ thấp nhất có thể đạt được với nước đá muối là -21,2°C ở nồng độ muối 23% trong nước đá.

Nước đá và nước muối được sử dụng rộng rãi nhất là trong công nghiệp đánh bắt hải sản vì ưu điểm rẻ, không độc hại và nhiệt ẩn tan chảy lớn. nhưng có nhược điểm là làm ướt sản phẩm. nước muối có tính ăn mòn

Quá trình bay hơi chất lỏng bao giờ cũng gắn liền với quá trình thu nhiệt. Chất lỏng bay hơi đóng vai trò là môi chất lạnh và chất tải lạnh quan trọng trong kỹ thuật lạnh.

Nitơ lỏng quan trọng trong sinh học cryô. Nhiều trường hợp, nitơ vừa là chất tải lạnh vừa là chất bảo quản vì tính trơ kìm hãm các quá trình sinh hóa trong sản phẩm bảo quản.

Đá khô CO₂ ở dạng rắn thăng hoa thành hơi không để lại lỏng. Đá khô có ý nghĩa rộng lớn trong công nghiệp, đặc biệt trong phương tiện vận tải. khi tăng lên 0°C thì năng suất lạnh là 637,3 kJ/kg .

Đá khô có rất nhiều ưu điểm: rẻ so với nitơ lỏng, nhiệt ẩn thăng hoa lớn, năng suất lạnh thể tích lớn, không làm ẩm sản phẩm, có khả năng kìm hãm vi sinh vật phát triển. có nhược điểm là đắt tiền hơn nước đá.

1.2.10 : Làm lạnh nhờ hiệu ứng hấp thụ

Phương pháp làm lạnh bằng hấp thụ được thực hiện nhờ các phản ứng hóa nhiệt liên tiếp nhau của môi chất làm lạnh và chất hấp thụ khi ở cùng áp suất và nhiệt độ. Các chất thông dụng là H₂O-NH₃; LiBr-H₂O. Chúng ta sẽ xem xét kỹ ở phần máy lạnh hấp thụ.

2. MÔI CHẤT LẠNH VÀ CHẤT TẢI LẠNH

2.1. CÁC MÔI CHẤT LẠNH THƯỜNG DÙNG TRONG KỸ THUẬT LẠNH

Môi chất lạnh là chất chuyển động trong chu trình lạnh của thiết bị lạnh và thu nhiệt của đối tượng cần làm lạnh và tỏa nhiệt ra ở thiết bị ngưng tụ. Sự tuần hoàn của môi chất thực hiện bằng máy nén .

2.1.1. Các yêu cầu đối với môi chất lạnh

2.1.1.1. Các yêu cầu về nhiệt động

- Nhiệt độ sôi ở áp suất khí quyển phải thấp: tránh cho thiết bị bay hơi khỏi phải làm việc với áp suất chân không.
- Ở nhiệt độ môi trường áp suất ngưng tụ phải thấp, song phải cao hơn áp suất khí quyển: giảm chiều dài các thiết bị, đường ống trong hệ thống lạnh.
- Nhiệt độ tới hạn phải cao: tăng dài làm việc cho máy lạnh.
- Nhiệt độ điểm 3 pha phải thấp: tăng dài làm việc cho máy lạnh.
- Nhiệt ẩn hóa hơi lớn: lượng môi chất tuần hoàn trong hệ thống nhỏ.
- Nhiệt dung riêng đẳng áp phải lớn: các đường đẳng áp càng nằm ngang thì chu trình càng gần về chu trình ngược Carnot.
- Độ nhớt vừa phải: độ nhớt lớn làm tăng công tiêu tốn vô ích cho ma sát, độ nhớt nhỏ thì môi chất dễ rò rỉ qua khe hở.

2.1.1.2. Các yêu cầu về hóa học

- Không gây cháy.
- Không gây nổ.
- Không phản ứng với dầu bôi trơn.
- Không phản ứng hóa học, không ăn mòn kim loại của máy móc, đường ống hệ thống lạnh.
- Hòa tan được nước: để tránh gây tắc van tiết lưu khi môi chất có lẫn nước.
- Khi rò rỉ dễ phát hiện (bằng mùi, màu, các chỉ thị, độ dẫn điện).
- Khi rò rỉ không làm hỏng các sản phẩm cần bảo quản lạnh.

2.1.1.3. Các yêu cầu về sinh lý.

- Không độc hại.

2.1.1.4. Các yêu cầu về kinh tế.

- Rẻ tiền, dễ kiếm, dễ chế tạo.

2.1.1.5. Các yêu cầu về môi trường.

- Không gây ô nhiễm môi trường.
- Trong thực tế không có môi chất nào đáp ứng được tất cả các yêu cầu kể trên. Vì vậy khi chọn môi chất phải dựa vào các yêu cầu thực tế quan trọng nhất, bỏ qua các yêu cầu còn lại.
- Ngày nay các môi chất thông dụng nhất là amôniac NH_3 và các freon.

2.1.2. Các môi chất lạnh thông dụng

2.1.2.1. Các tính chất của amôniac (NH_3 - R717):

Amôniac là môi chất có độ hoàn thiện nhiệt động cao nhất so với tất cả các môi chất được sử dụng trong kỹ thuật lạnh: trong cùng điều kiện làm việc thì NH_3