

냉동사이클 전산모사

냉동기는 압축기, 응축기, 증발기 그리고 팽창장치 등 4개의 기본 부품 외에 응축기팬, 증발기팬, 수액기(liquid receiver), 어큐물레이터(accumulator) 및 흡입관(suction line)과 액관(liquid line)등으로 구성되어 있다. 그러나 냉동기의 성능에 큰 영향을 끼치는 4개의 기본부품만을 고려하여 냉동기 사이클의 개략도를 압력-엔탈피 선도에 나타내면 그림 1과 같다. 그림 1에서 1sp-2과정은 압축과정, 2-4sb과정은 응축과정, 4sb-5과정은 팽창과정, 그리고 5-1sp과정은 증발과정을 나타낸다.

대체냉매를 사용하는 냉동기의 성능을 비교하기 위해서는 위의 네 과정을 다음과 같이 모델화하여 사이클 시뮬레이션을 수행할 수 있다.

먼저, 압축기는 일정한 등엔트로피 효율로 압축되는 것으로 모형화한다. 즉

$$W_{comp} = \dot{m}(i_2 - i_{1sp}) = \frac{\dot{m}}{\eta_{isen}}(i_{2,s} - i_{1sp}) \quad (1)$$

여기서, η_{isen} 은 압축과정동안의 등엔트로피 효율이며, $i_{2,s}$ 는 등엔트로피 과정에 의한 상태2의 엔탈피이다. 또한 첨자의 숫자는 그림 1에 표시한 사이클 선도상의 각 상태점을 나타낸다.

증발기와 응축기는 압력손실과 열손실이 없는 열교환기로 가정하고 증발기와 응축기의 UA값을 역시 상수로 가정한다. 혼합냉매의 경우 일반적으로 U값이 감소한다고 알려져 있지만, 열교환면적 A를 증가시키면 증발기와 응축기의 UA값을 일정하게 유지시킬 수 있으므로 위와 같은 가정을 해도 무방하다.

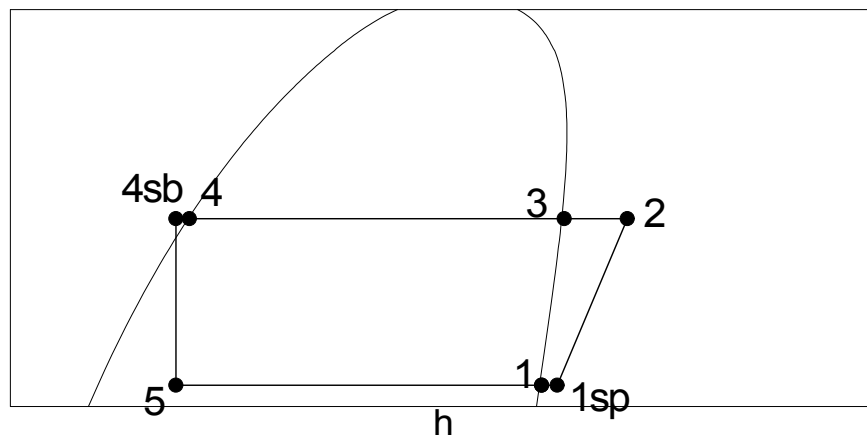


그림 1. Pressure-Enthalpy Diagram.

$$Q = UA \Delta T_{LMTD} \quad (2)$$

$$\text{여기서, } \Delta T_{LMTD} = \frac{(T_{r2} - T_{c2}) - (T_{r1} - T_{c1})}{\ln[(T_{r2} - T_{c2}) / (T_{r1} - T_{c1})]} \quad (3)$$

그리고 r은: 냉매, c는: 2차 유체를 나타낸다. 또한, 팽창장치는 등엔탈피 과정을 수행하는 것으로 모형화할 수 있다.

$$i_{4sb} = i_5 \quad (4)$$

해석에 있어 각 시스템에서의 열손실 및 압력강하는 없는 것으로 가정하였다.

냉동시스템의 대표적인 성능지표는 성능계수(COP : Coefficient of Performance)와 냉방용량이다. 냉방용량과 성능계수는 다음 식과 같다.

$$Q = \dot{m}(h_{1sp} - h_5) \quad (5)$$

$$COP = \frac{h_{1sp} - h_5}{h_2 - h_{1sp}} \quad (6)$$

단일냉매와 혼합냉매를 사이클 시뮬레이션을 통하여 비교할 때 가장 문제가 되는 것은 비교기준이다. 왜냐하면 혼합냉매의 증발, 응축시 동일압력하에서도 온도가 변화하므로 증발기나 응축기의 냉매의 온도를 비교기준으로 정하고 사이클 시뮬레이션을 할 때, 기준이 되는 온도를 입구, 출구 또는 입구와 출구의 평균 중 어느 것을 선택하는가에 따라 사이클의 성능이 많은 영향을 받으며 때로는 반대의 결과를 얻기도 한다.

사이클 시뮬레이션은 그림 2에 나타낸 순서도와 같이 응축기에서 건도가 1인 점의 온도(T_3)를 가정하고, 그 온도에서의 포화압력을 구하여 응축기 출구의 상태를 결정하고, 증발기에서의 총열관류율이 주어진 조건과 같아질 때까지 증발기에서 건도가 1인 점의 온도(T_1)를 반복계산으로 구하고, 그 온도에서의 압축기 출구의 상태를 결정하여 T_3 를 변화시키며 반복계산을 하여 성능계수, VCR, 질량유량 및 압력비 등을 계산한다. 순서도에 표시된 숫자는 그림 1에 표시된 사이클 선도상의 각 상태점을 나타낸다.

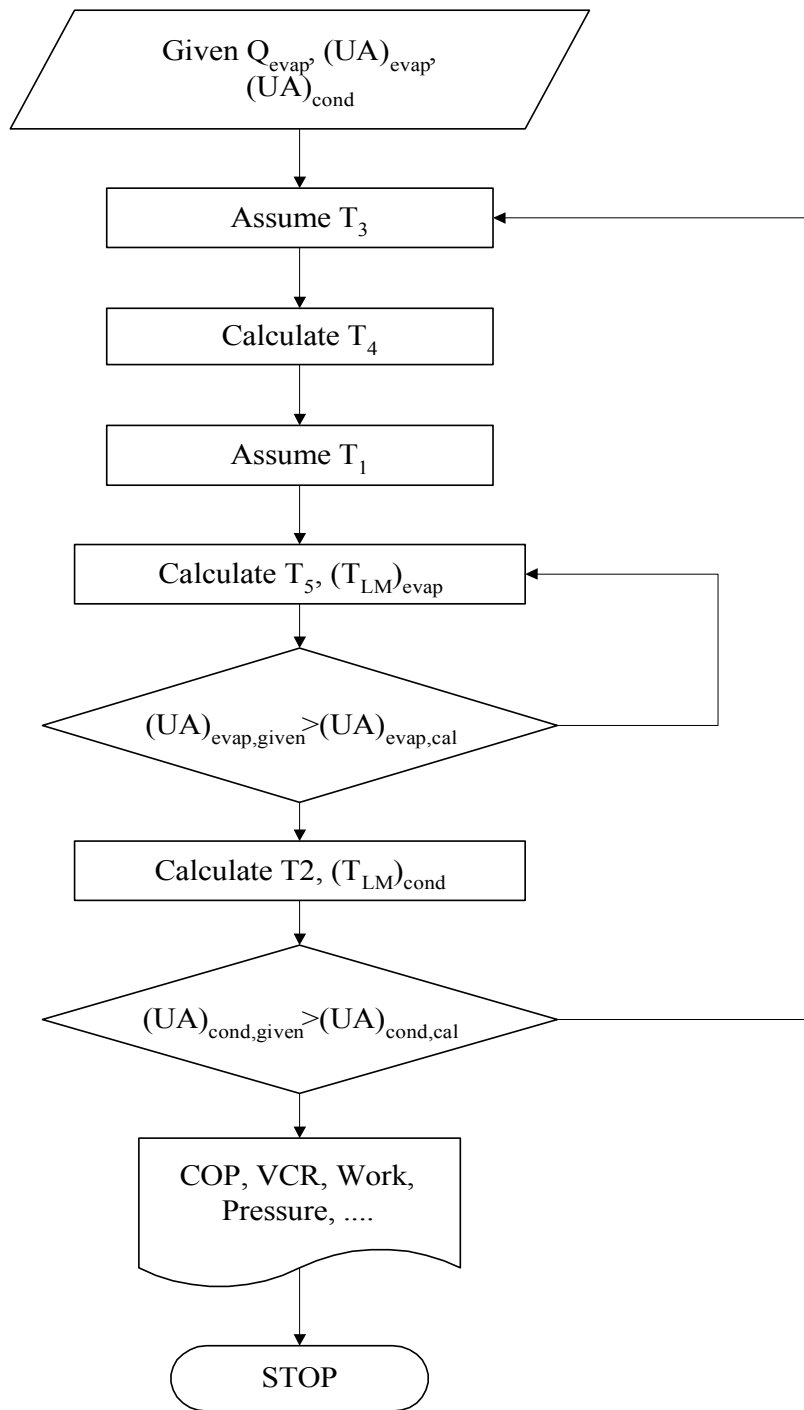


그림 2. Flow Chart for the Thermodynamic Cycle Simulation