

# 密閉型壓縮機用 電動機 및 그 保護裝置에 關하여

慶元機械工業(株) 壓縮機研究室

## Hermetically Sealed Refrigeration Compressor Motors and its Protecting Device

By Kyungwon-Century

### Abstract

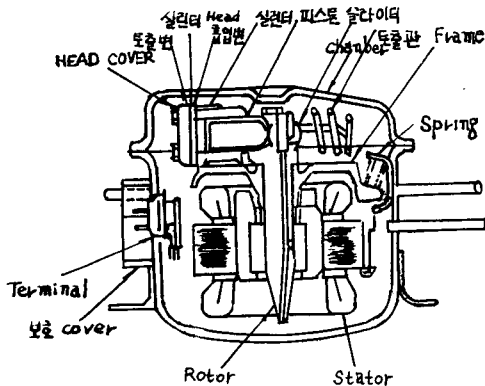
Hermetically sealed refrigeration compressor use for household refrigerator, room air conditioner, require effective performance, stable condition.

From now, I'm going to tell you about characteristics of motors, starters and protecting device for compressors.

### 1. 序 言

冷凍用 壓縮機에는 구동용 전동기의 取付 위치에 따라서 개방형과 밀폐형 2 가지로 나눌 수 있는데, 개방형은 압축기를 구동시키는 電動機가 外部에서 운전하도록 되어 있고 밀폐형은 内部의 냉매속에서 운전하도록 되어 있다.

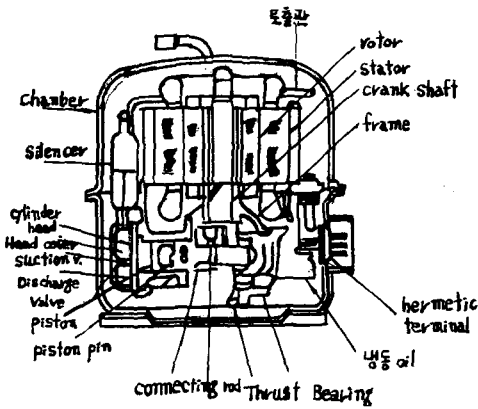
밀폐형압축기는 냉매의 누설이 없고 또한 진동과 소음이 작으므로 냉장고, Roomcooler 와 같이 소형의 냉동장치에 사용된다.



[그림 1] 저온밀폐형 압축기의 구조

밀폐형압축기는 증발온도의 사용범위에 따라서 低温用과 高温用으로 구별되며 저온용압축기는 냉장고, Showcase 등에, 고온용은 Room-cooler Waterchiller, 제습기 등에 각각 사용된다. 最近 이러한 제품이 급속히 보급됨에 따라 밀폐형압축기는 小形으로 개발되었으며 성능이 우수하고 신뢰성이 높은 것이 필요하게 되었다.

냉동기용 밀폐형압축기는 修理하지 않아도 되며 조정하지 않아도 되어야 하는 것이 절대조건이며 이것에 사용되는 電動機는 耐冷媒性, 耐油性등의 化學安定성과 작업상 엄중한 脫溫, 防振 설정 등이 必要하다. 이외의 사용 조건으로서 고려하지 않으면 안되는 것은 주위온도와 전원이다. 특히 전원 電壓의 變動, 배선용량의 부족 電流制限 등의 약조건을 만족하지 않으면 안된다. 또한 電動機의 起動裝置에 있어서도 일반용 전동기와 같이 원심력스위치를 Chamber 속에 내장된 압축기에는 사용할 수 없기 때문에 Chamber 밖에서 사용 가능한 전류 relay 또는 電壓 relay를 사용하지 않으면 안된다.



[그림 2] 고온밀폐형 압축기의 구조

더구나 전동기는 순환하는 냉매와 Chamber 表面에서의 熱放散으로 냉각되어 溫度上昇을 막아주기 때문에 냉매의 순환량이 減少되거나 電動機가 구속되면 溫度는 급격히 上昇하게 된다.

그러므로 전동기의 卷線溫度가 許用溫度보다 上昇하게 되면 絶緣劣化, 冷凍機油의 분해 등을 일으켜 압축기의 기능을 마비시킨다. 이러한 상태를 막기 위하여 보호장치가 필요한 것이며 요즘엔 電動機의 극수를 2極으로 만들었기 때문에 小形, 輕量이 되었으며 그에 따라 放熱面積은 축소되어 무엇보다도 보호장치의 중요성이 재인식 되고 있다.

그러면 냉동기용 밀폐형압축기에 사용되는 전동기의 기동장치, 보호장치에 대하여 종류 및 구조, 특성 등에 관해記述한다.

## 2. 電動機

### 2.1 전동기의 종류

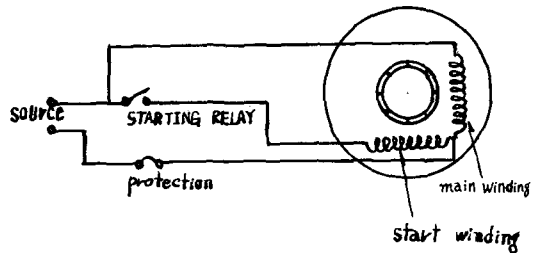
냉동기용 밀폐형압축기에 사용되는 전동기는 일부를 제외하고는 단상 유도전동기를 사용하고 있으며, 여기서는 단상 유도전동기에 관해 설명하기로 한다.

압축기에 사용하는 전동기는 크게 나누어 회전식과 진동식, 2가지로 분류할 수 있다. 회전식 전동기는 주권선 만으로는 회전자계(回轉磁界)가 發生하지 않으므로 기동 시켜주기 위한 장치가 필요하며 그 종류에 따라 分相起動方式

과 Condenser 기동방식으로 나누어진다.

또한 Condenser 기동방식에는 Condenser 기동방식과 Condenser 기동 Condenser Run 식으로 나누어진다. 진동식 電動機로는 電磁振動式과 電動振動式이 있다. 다음부터 각각의 電動機에 관하여 說明한다.

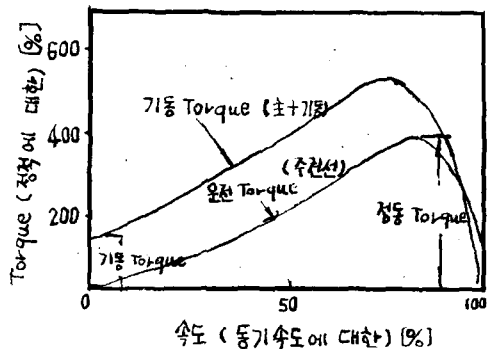
(a) 分相起動式 電動機



[그림 3] 分相起動式 電動機

分相起動形 電動機는 단상으로서의 回轉磁界를 發生하지 못하므로 이를 發生시켜 주기 위하여 相을 나누어, 주는 卷線으로 사용되는 보조 권선을 주권선 보다 가는 電線을 使用하고 적은 회수를 감으며 저항치는 주권선의 약 6배 정도로 하고 또한 Reactance 를 적게 하여 기동용으로 사용한다. 그리고 기동이 된후 同期速度의 75~80%까지 속도가 上昇된 후에 起動 Relay에 의해서 起動卷線은 끊어진다. 기동 Relay로는 電壓 Relay가 사용된다.

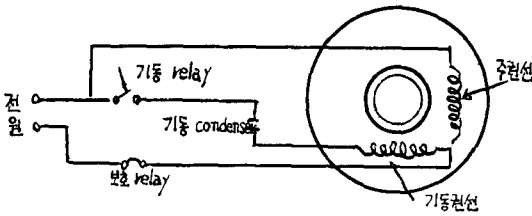
그림 4는 분상기동식 전동기의 速度 Torque 특성을 나타낸 것이다.



[그림 4] 분상 전동기 속도-Torque 특성

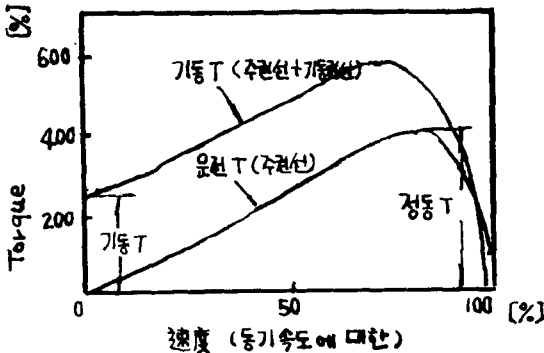
分相起動 電動機는 기동전류가 크고, 起動 Torque는 작으며 효율이 비교적 나쁘므로 그 다지 사용되지 않으며, 주로 외국에서 Copillary Tube를 사용하는 출력 250 (W) 이하의 압축기에 사용되는 정도이다.

(b) Condenser 기동식 전동기



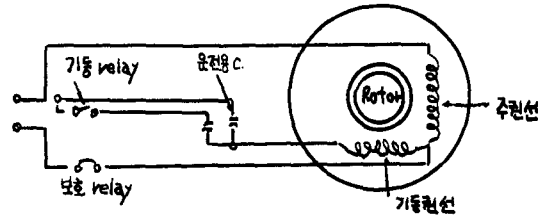
[그림 5] Condenser 기동식 전동기

Condenser 기동식 전동기는 그림 5에 나타난 것과 같이 분상기동식 전동기의 기동 Torque를 크게 하기 위해서 起動卷線에 起動用 Condenser를 直列로 접속한 것이다. 기동용 Condenser와 기동권선은 동기속도(同期速度)의 75~80%까지 加速된 후 기동 Relay에 의해서 동시에 끊어진다. 기동 Relay에는 電流 Relay 또는 電壓 Relay가 사용된다. 그림 6에 Condenser 기동식 전동기의 速度 Torque 특성을 나타냈다. 分相起動式에 비하여 기동 Torque가 크고 起動電流가 작은 특성을 가진 것으로 큰 기동 Torque를 필요로 하는 것 또는 電流制限이 있는 家庭用 등의 出力 400(W) 이하의 압축기에 사용된다.



[그림 6] Condenser 기동 전동기 V-T곡선

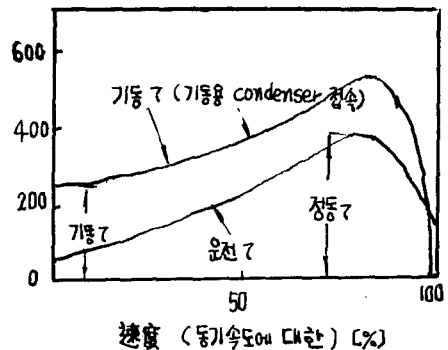
(c) Condenser 기동 Condenser Run 식 전동기



[그림 7] Condenser 기동 Condenser Run 식 전동기

Condenser 기동 Condenser Run 식 전동기는 그림 7에 나타난 것과 같이 Condenser 기동식 전동기의 기동권선에 운전용 Condenser를 병렬로 접속한 것이다. 기동용 Condenser가 기동 Condenser를 직렬로 접속한 기동용 권선은 主卷線과 똑같이 負荷를 부담하기 때문에 停動 Torque 및 出力이 크게 된다.

그림 8은 Condenser 기동 Condenser Run 식 전동기의 速度 Torque 특성 곡선을 나타낸다. 운전용 Condenser는 力率을 개선하여 운전전류를 적게하고 효율을 좋게하여 권선의 온도를 떨어뜨린다. 따라서 Condenser 기동 Condenser Run 식 전동기는 기동시에는 Condenser 기동식 전동기의 장점(기동 Torque가 크고 기동전류가 작다)을 가지고 동작하고 운전 중에는 後述하는 Condenser Run 식 전동기의

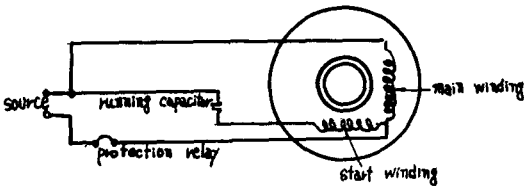


[그림 8] Condenser 기동 Condenser Run 식

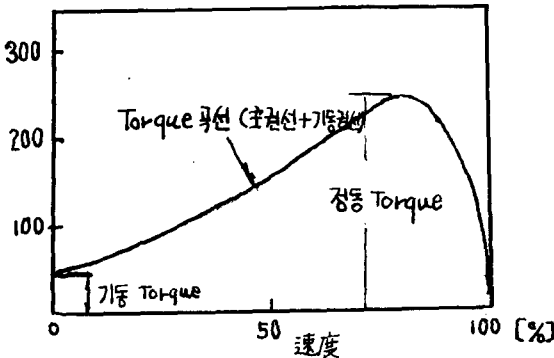
長點(停動 Torque와 出力이 크고 力率이 좋다)을 발휘하므로 비교적 出力이 큰 0.2 ~ 3.5 Kw 정도의 압축기에 사용된다.

(d) Condenser Run식 전동기

Condenser Run식 전동기는 그림 9에 나타낸 것과 같이 Condenser 기동 Condenser Run식 전동기에서 起動用 Condenser와 기동 Relay를 제거한 것이다. 따라서 起動時에도 운전중에도 똑같은 용량의 운전용 Condenser를 기동권선과 직렬로 접속하여 사용하는 것으로서 그림 10에 速度-Torque 특성을 나타낸 것과 같이 기동 Torque는 작지만 정동 Torque 및 最大出力이 크고 力率이 좋다.



[그림 9] Condenser Run식 전동기의 접속도



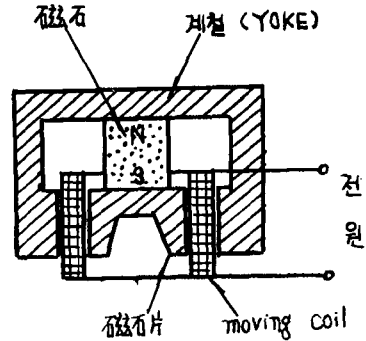
[그림 10] Condenser Run식 전동기의 速度-Torque 특성

Condenser Run식 전동기는 기동 Relay와 기동용 Condenser가 不必要한 것으로 가격면에서 유리하며 전기적 사고요인도 적지만 기동 Torque가 작아서 그 용도에는 限界가 있으며 비교적 작은 기동 Torque가 必要한 냉방용 壓縮機와 出力 200 (W) 이하의 小出力 壓縮機에

사용한다.

(e) 振動式 電動機

진동식 電動機에는 磁力에 의한 鐵片의 吸引力으로 振動하는 電磁振動式과 磁束중에 電流가 흐름으로서 Coil이 振動하는 電動振動方式이지만 여기서는 電動振動方式 電動機에 對해서 記述한다.



[그림 11] 진동진동식 전동기의 구조

電動振動方式 電動機는 그림 11에서와 같이 磁束空間에 Solenoid形 Coil을 감아서 이것에 交流를 흘릴 때에 생기는 電磁力에 의해서 可動 Coil은 入力周波數 만큼 왕복운동 한다. 이 왕복운동은 回轉式 電動機와 原理的으로는 똑 같다. 可動 Coil에 發生하는 振動方向의 힘은 진폭이 Zero인 위치, 즉 정지위치에서 最大로 되기 때문에 진동체는 용이하게 시동하고, 자유진폭으로 되어 있기 때문에 큰 시동력을 必要로 하지 않는다. 따라서 이 구동방법은 40 ~ 50 W 정도의 小出力의 壓縮機에 적당하다. 따라서 진동을 개시한 可動 Coil, Piston, Spring에 의한 진동계는 入力주파수에서 맥동하는 電磁力을 받아 똑같은 주파수의 강제진동을 얻지만 그 진폭은 적어서 냉매 Gas의 壓縮에는 불충분하다. 여기서 有효한 기체압축을 하기 위해서는 振動系의 고유진동수를 入力周波數 가까이서 공진상태로 되지 않도록 하지 않으면 안된다. 따라서 진동식 전동기를 사용한 壓縮機는 50Hz와 60 Hz 공용으로 되지 않는 결정이 있다. 그러나 負荷의 감소에 따라 電流가 증가하고 負荷의 增加에 따라 電流가 감소하기 때문에

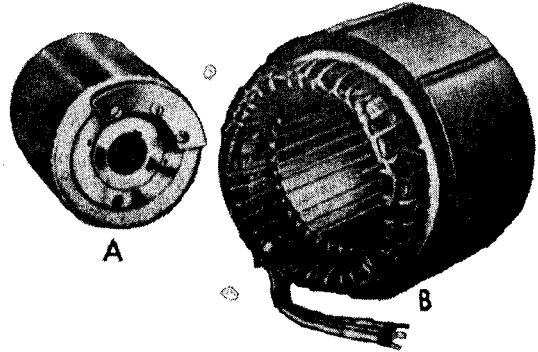
coil의 온도상승이 허용되는 범위 안에서의 最大出力點에서 사용하는 것이 가능하고 구조가 간단하여 소형 경량으로 구성되어 있다. 또한 기동장치를 필요로 하지 않으며 기동전류가 작은 점 등의 장점도 가지고 있다.

### 2.2 電動機의 特性

壓縮機에 사용되는 電動機의 특성은 냉동기의 부하특성에 따라 결정된다는 것은 말할 필요도 없지만 電源電壓과 周波數의 변화, 배선용량, 電動機의 冷却方式 등의 外的條件을 고려하지 않는다면 電動機의 과열소손에 따른 압축기의 수명은 짧아질 것이다.

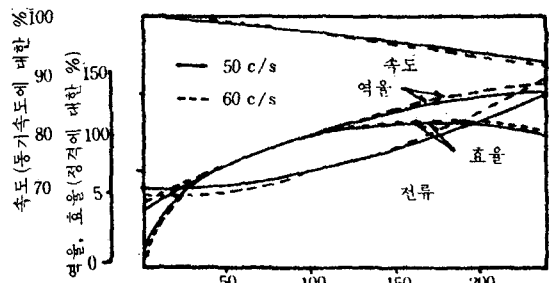
압축기의 기동시에는 정격전류의 4~5 배의 기동전류가 흐르지만, 出力 65~80W 정도의 냉장고용 에서도 7~8 Ampere 정도로 되며 Showcase, Roomcooler 등에서는 20~30 Ampere 정도로 되므로 배선용량이 작은 경우에는 기동전류에 따른 電壓降下가 문제로 된다. 일반적으로 電力事情이 좋은 外國에서는 60~150 W 정도의 것은 分相起動式 전동기를 사용하고 있지만 국내에는 기동전류가 작은 Condenser 기동식 전동기가 많이 채용되고 있다. 그러나 이것 이외에 전동기를 응용한 가정 전기기기에 비교하여 보아도 기동전류가 크므로 이에 따른 전압강하를 고려하여 기동 Torque와 最大出力을 增加시켰다. 또한 전동기의 가정 정격전압 100 V에서 기동전류가 33 (A)를 넘는 것은 전등에 미치는 Flicker의 관계상 전력회에서 사용을 제한하고 있으므로 일반배전선으로는 不可能하다는 점을 고려해야 한다. 한편 국내 전원은 60 Hz로 통일되어 있지만 외국의 경우 50 Hz도 사용되고 있으며 이때 Condenser 기동식 전동기에서 기동 Torque는 50 Hz와 60 Hz와 큰차가 없지만 停動 Torque는 60 Hz인 때가 누설 Reactance의 增加로 인하여 감소한다. 또 60 Hz는 회전속도가 증가함에 따라 負荷가 增加하기 때문에 電動機에서는 이점을 고려하여 設計해야 한다.

電動機를 設計하기 위한 前提로서 電源電壓은



[그림 12] 전 동 기

配電狀況에 따라서 多少의 高低가 있으므로 사용하는 지역의 전원을 알아볼 필요가 있다. 이것은 배선용량에 따라 負荷에 의한 電壓降下가 달라지기 때문이며 예를 들면 配線의 Impedance가 0.5 (Ω) 정도라면 10 A의 電流가 흘렀을 때 電壓은 5 (V) 降下한다. 특히 起動時에는 큰 電流가 흐르므로 이것에 의한 電壓降下가 문제가 된다. 또한 電源電壓은 계절과 시간에 따라 變動하기 때문에 어느 정도 여유를 주는 것이 바람직하다. 밀폐형 압축기에는 電動機는 Chamber 中에 내장되어 있으므로 電動機의 冷却은 Return Gas와 Chamber에서의 열방산에 의해 행하여 지므로 압축기의 구조는 충분한 냉각효과를 얻을 수 있도록 연구해야 하며 또한 효율이 좋은 전동기를 사용하여 卷線의 溫度上昇을 막아야 한다. 더우기 電動機는 小



[그림 13] 出力 (정격출력에 대한 %)

形 輕 量 化 되어야 하며 소음과 진동이 작은 것을 사용해야 한다. 壓縮機에 사용되는 電動機의 구조 例를 그림 12에, 전동기의 負荷特性을 그림 13에 나타냈다.

2.3 전동기의 절연

일반적으로 일반용 전동기의 절연파괴, 소손 등의 원인은 과부하, 機械的 Lock, 기동장치와 보호장치의 비정상적인 작동에 따른 것이다. 압축기용 전동기에는 이외에 더 고려하지 않으면 안되는 것은 밀폐된 압축기내의 냉매, 油, 불순물이 化學作用을 받게 되거나 사용하는 절연재료가 耐冷媒性, 耐油性의 制限을 받아 일반 와니스가 사용 불가능한 경우도 있다. 더우기 Space의 制限을 받아 전동기가 Return Gas (Suction Gas)에 의해 냉각될 수 없는 경우도 있다.

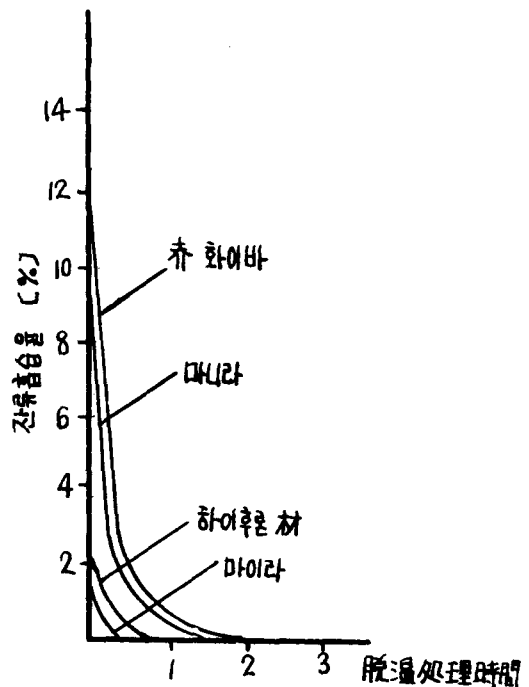
압축기내의 철분, 먼지, 녹, 수분 등은 기름과 냉매의 化學作用을 촉진하는 촉매로 되며 높은 온도와 서로 작용하여 염소 Gas, 산소 기타의 酸을 발생시켜 절연물을 위협 그 수명을 단축시키므로 작업상에서 엄중한 脫溫, 방진, 洗淨을 행해야 한다. 또한 소손 방지를 위해서는 국부적인 온도상승을 일으킬 수 있는 유해한 鐵心材料 및 권선에 대해서도 특히 주의 해야하며 압축기의 구조는 Return 냉매에 의해 냉각효과를 충분히 얻을 수 있도록 연구해야 한다.

압축기에 사용하는 Magnet Wire는 일반용 Magnet Wire 규격외에 Pinhole Test Heat Shock性 耐마모성, 耐냉매성, 耐油性 등의 엄중한 시험에 견딘 것을 사용한다. Magnet Wire는 냉매 R-12에는 포르마르선으로 충분히 견디고 R-22에 견딜 수 있는 에나멜선으로는 나이론선 에폭시선, 폴리에스텔선 등이 비교적 양호한 것으로 전해지고 있다. Slot Liner 및 철편 등의 절연재료는 耐熱的으로는 A종 또는 E종에 속하는 것이며 종이류 麻 이외의 폴리에스텔계, 強化樹脂系의 것이 사용되고 있다. 이러한 절연재료는 어떤 것도 耐冷媒性, 耐油性, 등이 검토된 것이며 무엇보다도 압축기내 수분제

거를 용이하게 해야하기 때문에 吸溫계수가 작고 脫溫性이 좋은 것이 쓰여진다. 최근 흡습 耐藥品性 Space 점유율이 좋아졌기 때문에 마이라, 테리틴 등이 사용되고 있지만 함유 수분량이 적은 점에서 압축기에 적합하다. 각종 절연재료의 100°C에 있어서의 吸溫係數를 表1에, 온도 40°C, 습도 90%의 항온항습조 내에서 흡습시켜 포화에 달한 후 온도 105°C에서 탈습시킨 경우의 특성은 그림 14에 나타냈다.

<表 1> 100°C에 있어서의 절연재료의 흡습계수

절연재료명	흡습계수 K 100 (mmHg 中)
赤 화 이 바	$300 \times 10^{-3}$
마 니 라 紙	$1.6 \times 10^{-3}$
하 이 후 론	$1.5 \times 10^{-3}$
마 이 라	$1.46 \times 10^{-3}$
면	$9.0 \times 10^{-3}$

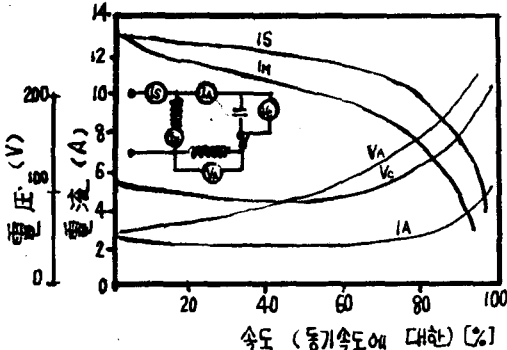


[그림 14] 절연재료의 탈습특성

### 3. 起動裝置

전동기에 기동장치를 사용하는 것은 분상기동식에서는 운전중 주권선을 보호하여 운전특성, 특히 효율을 좋게하기 위한 것이며 기동권선의 소손을 방지하기 위한 것이다. Condenser 기동식과 Condenser 기동 Condenser Run 식에서는 상기 이외에 기동용 Condenser 을 보호하기 위한 것이다.

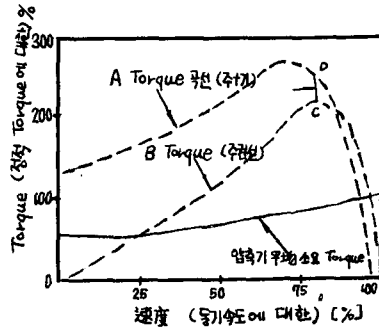
범용전동기에서는 기동장치로서 원심력 스위치가 가장 많이 사용되지만 냉동용 밀폐형 압축기에서는 電動機 Chamber 중에 내장되어야 하므로 접점 및 접속부를 가진 원심력 스위치는 사용되지 않고 전류 Relay 또는 電壓 Relay 가 사용된다.



[그림 15] 속도-전압전류 특성

그림 15는 Condenser 기동식 전동기에서 기동권선과 기동용 Condenser 를 접속하여 기동후 가속할 때 까지의 各部의 電壓 電流의 變化를 나타낸 것이다. 이 동안에 가속되어 Relay 를 동작시키는 것은 주권선 전류(IM)과 기동권선의 電壓(Va) 이다. 主卷線의 電流(IM)의 變化를 이용하여 기동권선을 동작시키는 것이 電治 Relay 이며 기동권선의 전압(Vb)의 變化를 이용하여 기동 Relay 를 동작시키는 것이 전압 Relay 이다.

압축기의 기동시 平均所要 Torque 와 電動機 Torque 와의 관계는 그림 16에 나타낸 것과 같으며 a 점에서 1次 기동하고 회전수의 상승과 함께 A Torque 곡선에 따라서 b점에 달하게



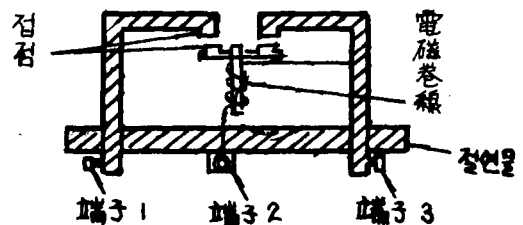
[그림 16] 기동시 압축기의 平均所要 Torque 와 전동기의 Torque 관계

되고 기동 Relay의 동작으로 회로가 끊어지며 (이것을 2次 기동이라 부른다) b점에서 c점에 이르게 된다. 그후 압축기는 더욱 가속되어 B Torque 곡선과 압축기의 平均 Torque 곡선과 교차하는 점 d에서 定常 운전한다.

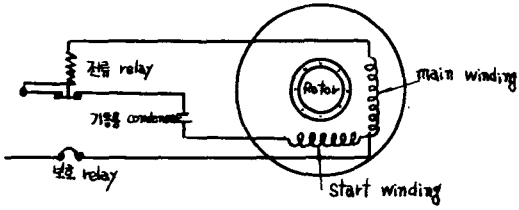
기동 Relay의 동작회전수는 통상 同期速度的 75~80%로 선정한다. 그 이유는 그림 15에 나타낸 것과 같이 기동용 Condenser의 兩端電壓이 同期速度的 75~80% 부근에서 급격히 상승하기 때문이며, 그림 16에 나타낸 것과 같이 기동권선을 쓴 때의 Torque 곡선과 主卷線에서 본 Torque 曲線이 동기 속도의 80~90%에서 교차하기 때문이다. 그래서 이 교차점에서 기동 Relay를 동작시키는 것이 이상적이지만 이 교차점에는 다소의 편차가 있으므로 약간 낮은 75~80% 정도에서 동작시키는 것으로 알려져 있다.

#### 3.1 전류 Relay

電流 Relay의 구조를 그림 17에, 접속은 그림 18에 각각 나타내었다.



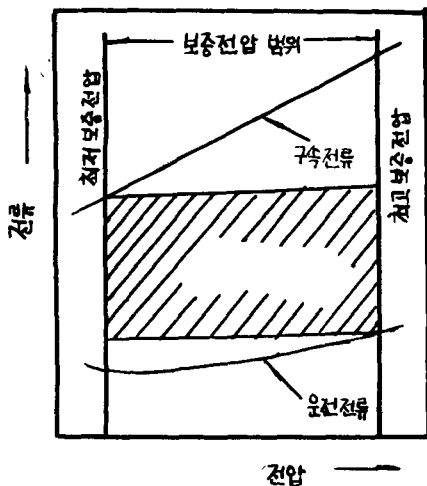
[그림 17] 전류 Relay의 구조



[그림 18] 전류 Relay

電流 Relay는 電動機의 정지시에 있는 접점이 열려진 상태에 있으며 주권선에 기동전류가 흐르면 Relay의 Magnet는 勵磁되어 접점이 닫혀 기동권선 회로에 전류가 흘러 기동이 되고 가속된다. 가속됨에 따라 主卷線의 電流가 감소하므로 미리 적당한 전류에서 Magnet가 동작하여 접점이 열리도록 설정하고 그 점에서 기동권선을 끊어 주도록 한다.

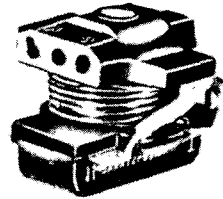
전류 Relay의 동작電流를 설정하는데 있어서 냉동기의 負荷 및 電源電壓, 주파수(50 Hz or 60 Hz)의 變化에 따라 電流의 變化를 고려하지 않으면 안된다. 例를 들어 냉장고용의 65~80 (W) 정도의 Condenser 기동식 전 동기의 電源電壓을 보증전압 범위내에서 변화시킨 경우의 주권선에 흐르는 구속전류 및 운전전류를 그림 19에 나타냈다.



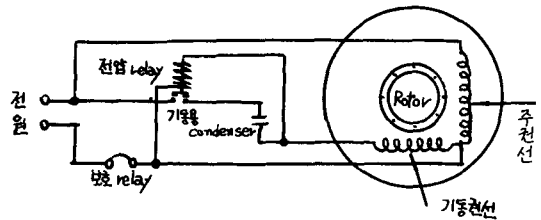
[그림 19] 전압변동시의 전류특성

그림 19에서 전원 Relay의 흡입전류는 보증하는 최저 電源電壓에 있어서의 구속전류 이하로 할 필요가 있으며 흡입전류는 보증하는 전원전압에 있어서의 最大 운전전류 이상으로 할 필요가 있다. 실제로는 특성의 편차 접점의 Chattering을 방지하기 위해서 設定되는 電流의 값에 어느 정도 여유를 갖도록 한다.

電流 Relay는 主回路에 의해서 Magnet가 吸引되어 접점을 닫기 때문에 접점의 접촉감이 강하고 확실하며 또 접점이 열린 후의 운전중에는 Magnet Coil에 흐르는 전류가 감소하기 때문에 Coil의 온도상승에도 여유가 있는 것이다.



[그림 20] 전류 Relay



[그림 21] 전압 Relay 접속도

### 3. 2 전압 Relay

電壓 Relay의 접속은 그림 21과 같다. 電壓 Relay는 電動機의 정지시에 접점이 닫혀 있다. 따라서 전동기에 통전하면 기동하고 가속된다. 가속됨에 따라서 기동권선의 양단의 電壓이 上昇하므로 적당한 전압에 이르게 되면 Magnet가 접점을 끌어당겨 열어주도록 설정하는 것이 좋다는 기동회로가 Open된 후에도 기



동권선에 전압을 유지시켜 주므로 전압 Relay는 운전중에도 유지되어 있다. 電壓 Relay는 점점 접촉이 Spring壓에 의하기 때문에 電流 Relay보다 不確實하며 동작된 후에는 가장 높은 전압으로 운전중 연속적으로 勵磁시켜 주기 때문에 熱的으로 좋지 않다. 그리고 主卷線の 電流變化에 따라 起動卷線の 電壓의 變化가 현저하므로 Relay가 동작하는 電動機의 편차는 電壓 Relay에 의한 방법이 좀 많다. 電壓 Relay의 設定에 있어서도 冷凍機의 負荷 및 電源電壓의 變動과 周波數(50 Hz, 60 Hz)에 따른 기동권선과 기동용 Condenser의 端子電壓의 변화 Magnet Coil의 溫度上昇에 대하여 고려해야 한다. 壓縮機用 電動機에 사용되는 電壓 Relay의 예를 그림 22에 나타냈다.



[그림 22] 전압 Relay

#### 4. 保護裝置

電動機에서 發生하는 熱은 냉동기의 운전중에는 순환하는 냉매에 의해 냉각되거나 Chamber에 의해 外部로 熱이 放散되어 電動機의 溫度上昇을 막는다. 그러나 冷媒의 순환량이 감소하거나 電動機가 어떤 이유로 구속되어 냉동기의 운전이 정지되면 對流에 의한 열이동이 감소하고 電動機의 卷線온도는 급격히 상승한다.

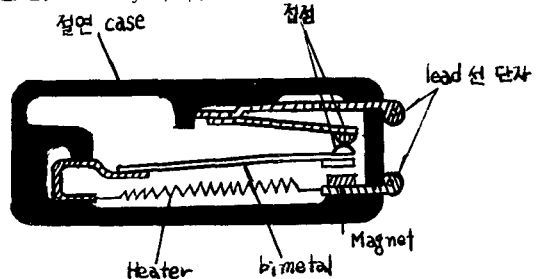
壓縮機用 電動機의 허용온도(A종 105°C E종 120°C) 보다 상승하면 Enamel선 피막 및 절연물은 열화(劣化)되고 더우기 윤활유의 분해 등을 일으켜 압축기의 기능을 저하시킨다.

이같은 절연劣化 및 소손을 방지하기 위해서 보호장치가 必要하다. 또한 電動機의 極數가 2극으로 변경된 이후에는 압축기 및 전동기는 소형 경량화 되고 있으며, 그 방열면적이 축소되는 경향 때문에 보호장치의 중요성이 재인식되고 있다.

압축기가 과부하에 이르게 되므로서 변화하는 것은 電流 및 卷線の 溫度이다. 따라서 電流 또는 溫度의 變化를 이용하여 동작시키는 보호 Relay가 사용된다. 즉 과부하 보호에는 電動機卷線の 溫度上昇의 原因이 되는 過電流를 검출하여 동작하는 전류 감지형과 卷線の 溫度를 직접 감지하여 動作하는 溫度減知型, 過電流와 卷線の 溫度 두가지 모두를 감지하여 동작하는 電流-溫度 감지형의 3가지가 있다.

##### 4.1 電流減知型

電流減知型에는 電動機用 Fuse, Thermal Relay (bimetal식) 電磁型 과전류 Relay 등이 있다. 이중에 압축기용 전동기에 많이 사용되고 있는 것은 Thermal Type (bimetal식) 過電流 Relay이다.



[그림 23] 열동식 보호 Relay

이것은 그림 23에 나타낸 것과 같으며 過電流에 의한 發熱로 bimetal이 휘어 Relay 접점을 Open시킨다. Relay의 動作 後의 復歸에는 자동복귀식과 수동복귀식이 있지만 대다수의 경우, 자동복귀식이 사용된다.

Bimetal식 과전류 Relay는 :

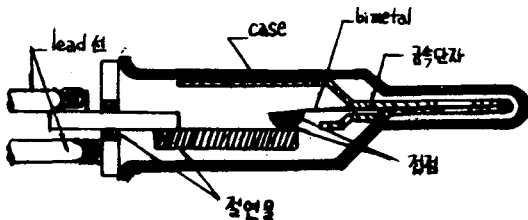
- ① 전류감지가 용이할 것.
- ② 다른 보호 Relay에 비하여 小形이며 값이 싸것.
- ③ 적당한 Heater의 選定으로 양호한 동작특

성이 언어질 것.

등의 이유에 따라 대개 범용전동기의 보호에 사용된다. 그러나 압축기용 전동기와 같이 냉매의 대류에 의해서 열방산하여 냉동기의 냉각을 행하는 경우에는 냉매순환량의 감소에 따라 電流는 감소함에도 불구하고 권선의 온도가 위험온도에 달하는 경우도 있으며, 또한 斷續運轉, 변동부하, 특수운전 등에 따른 축열에 의한 과열에 대한 보호가 완충하지 않은 경우가 있다.

4.2 온도감지형

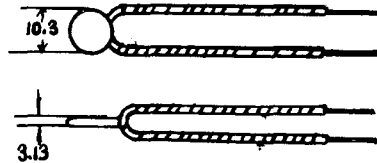
전동기의 권선온도를 직접 검출하여 행하는 보호방식으로 간접적으로 권선온도를 검출하여 행하는 방식보다도 우월하다는 것이 밝혀졌지만 종래 온도검출 赤子로서 小形으로 좋은 것이 별로 없었을 때에는 값이 싸고 신뢰성이 있는 것이 보다 많이 사용되어 왔다. 그러나 요즘은 小形으로 신뢰성이 있는 Bimetal의 개발과 반도체 기술의 진보에 따라 Thermister와 같은 우월한 溫度赤子が 개발되어 새로운 보호장치로서 실용화되고 있다. 溫度검출에 따른 보호장치로서 Bimetal을 이용하여 온도에 따라 동작하는 접점은 電動機의 捲線에 取付하고 과열시에 그 접점이 Open되는 것을 이용한 것과 Thermister 赤子を 직접 고정자 권선에 붙여 온도에 따른 급격한 저항의 변화를 이용하여 보조 Relay를 동작시키는 것등 2개의 捲線用 Thermostat가 있다. Bimetal을 사용한 권선용 Thermostat의 구조를 그림 24에 나타냈다.



[그림 24] 권선용 Thermostat (Bimetal식)

이것은 어떤 設定溫度까지 上昇하면 동작하여 回路를 차단하는 Thermostat로 전동기 권선이 가장 과열되기 쉬운 end coil內에 매입하고 捲線의 熱傳達을 직접 받아서 동작한다. 그리고

捲線內에 매입되기 때문에 극히 小形으로 만들고 또한 냉매 및 油中에서 동작해야 하므로 Hermetic Seal에 넣는다.



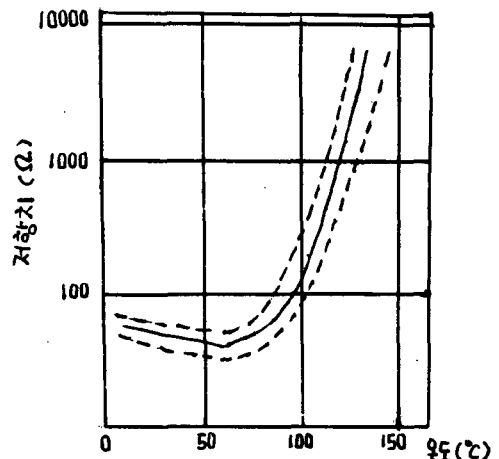
[그림 25] PTC Thermister 素子

Element는 그림 25에 나타낸 것과 같이 아스피린 모양의 크기를 가진 것으로 許容溫度 (A종 105°C, E종 120°C, B종 130°C) 부근에서는 그림 26과 같이 그 저항치가 급격히 100배이상 증가한다.

즉 溫度감지형은

1. 전류 감지형에서 검출할 수 없었던 斷續운전, 변동부하, 특수운전 등에 의한 축열로 인한 과열에 대하여 보호할 수 있다.
2. 냉각 Fan의 고장 냉매누설 등에 따른 온도 상승도 보호 가능하다는 것 등의 장점을 가지고 있다. 문제점으로는 소형으로 되어 있기 때문에, 전동기의 구속시의 급격한 온도상승에 대하여 감지가 늦어져 충분한 보호를 할 수 없는 경우가 있다.

Thermister를 이용한 것은 보조 Relay가 될

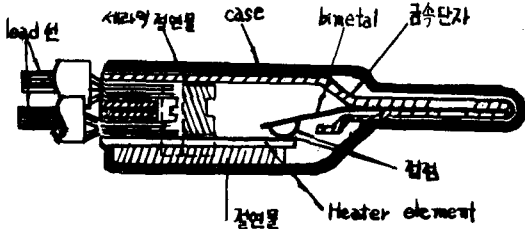


[그림 26] PTC Thermister의 온도 저항특성

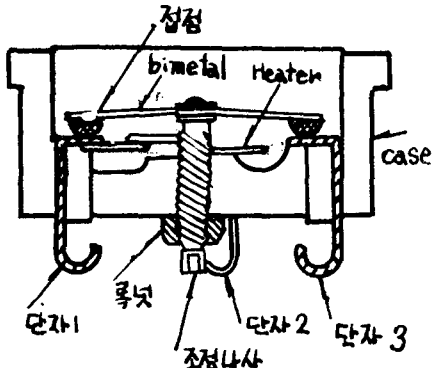
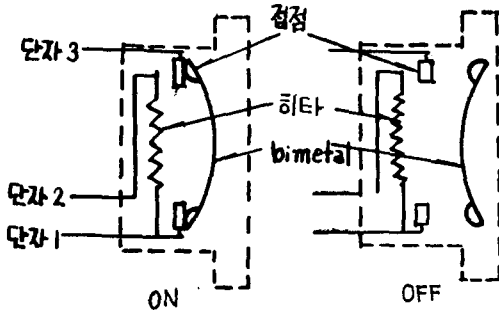
요하므로 가격이 비싸고 大出力의 것에 사용된다. 1.5 Kw 이하의 小出力의 것에는 Bimetal 을 利用한 것을 사용한다.

4.3 전류-溫度감지형

斷續運轉, 變動負荷 등에 따라 천천히 상승되는 온도와 구속시의 급격한 온도상승을 보호하기 위해서 電流와 온도 모두에 의해 동작하는 Thermostat가 사용된다. 이 Thermostat는 電動機의 卷線에 Series로 접속된 Heater element와 Bimetal을 습한 것으로 卷線中에 매입하는 것은 그림 27에 Chamber의 외벽에 Mount하는 것은 그림 28에 나타났다.



[그림 27] 권선용 Thermostat



[그림 28] Chamber mount식 보호 relay

Bimetal의 溫度는 주위온도와 전동기 전류에 따른 Heater의 發熱 등 2가지로 가열되며 설정온도 이상으로 되면 완곡 접점회로를 Open한다. 斷續운전 변동부하에 따른 완만한 過電流에 對하여는 電動 권선의 發熱이 전도되어 Thermostat內的 溫度를 높인다. 또한 Heater element의 發熱에 의해 Bimetal을 가열시켜 동작한다. 구속시의 급격한 과전류에 대하여는 기동전류가 Heater element에 흘러 이 發熱로 Bimetal을 동작시켜 回路를 차단시킨다. 이와 같이 電流-溫度 감지형은 동작이 확실하고 小形이며 값이 싸기 때문에 많은 압축기에 사용되고 있다.

5. 結 言

이상 냉동기용 밀폐형 압축기에 사용되는 전동기, 기동장치, 보호장치에 대하여 그 종류 및 구조 특성 등에 대해서 설명하였다. Compressor의 심장부인 Motor의 設計에 있어서 각기의 특성에 적합하도록 설계해야만, 성능이 우수하며 견고하고 내구성 있는 Compressor를 만들 수 있을 것이다.

參 考 文 獻

1. 石黑, 坪島: 單相誘導電動機와 그 응용(OHM社)
2. Design And Application Manual for Hermetic Air Conditioning Compressors 1974. Copeland Cooperation
3. 島谷, 大村: 電氣雜誌 OHM, 49, 118
4. H. A. Wolfberg: Airconditioning Heating and Ventilating 62, M2(1965-2)
5. J.P. Hurtgen, A.R. Mouce: ASHRAE Journal 160
4. 間瀬: 마그네토 와이야의 選び方, 使い方 345
5. J.P. Harrington R.T. Ward: ASHRAE Journal 175
6. 金子, 松島, 金森: 冷凍, 40, 17
7. 橫田, 柏瀬: 日立評論, 46, 55
8. E.W. Scott: Refrigerating Engineering 62, 50 (1954-8)
9. Courtin. J.J: Westinghouse Engineer 22, 116 (1662-9)