

家庭用 冷蔵庫의 에너지消耗

Der Energieverbrauch eines Haushaltskühlschranks

A. Zaussinger, R. Teuber Weckerssdorf

(Kältetechnik-Klimatisierung 24, 133-136, 1972)

金 永 朝 譯

保温材의 두께를 減少시킴으로써 家庭用 冷蔵庫의 冷却空間의 크기를 增加시키려는 趨勢로 말미암아 특히 에너지消耗에 있어서 不利한 效果를 招來하게 되었다. 서로 다른 簡單한 附加保温材들의 效能이 實驗되었고 冷蔵庫의 相對的인 에너지消耗과 絕對的인 에너지消耗의 結果가 서로 比較되었다.

家庭에서 使用되는 冷蔵庫는 우리에게 알맞은 값으로 提供될 수 있을 때에 비로서 販賣機會를 얻게 되는 大量生産品인 것이다. 冷蔵庫는, 實은 冷凍效率에 依해서가 아니고 容量에 依해서 宣傳되기 때문에 外部의 容積이 같을 때에는 內部空間의 크기를 增加시키려는 것은 自明한 事實이다. 이러한 傾向에 따라 새로운 保温材가 出現하게 되었으며 또한 壁의 두께를 보다 얇은 構造로 만들 수 있게 되었다. 그러나 이에 따라 壁의 強度가 低下됨으로 保温材技術의 發達과 그 步調를 맞추지 못하고 있다[1]. 그러나 이러한 事實에 依하여 市中에서 販賣되고 있는 冷蔵庫들 모두가 一般的인 工業規格에 어긋나지는 않는다[4].

全體的으로 볼 때 冷蔵庫 個個의 에너지消耗은 別로 重要하지 않은 것 같다. 그러나 簡單한 附加保温材를 使用함으로써 確實히 電流의 節約을 꾀할 수 있다. 그것에 依해서 自動的으로 連結되는 冷却裝置의 使用時間이 줄어들므로써 따라서 壽命을 길게 하는데 도움이 된다.

實驗裝置

實驗에는 容量이 約 130리터이며 冷凍效率에 있어서 2個의 別표의 特徵을 가진 普通 쓰이는 壓縮機—冷蔵庫

를 使用하였다.

主要事項:

型: Ignis

表示吸收動力: 115 Watt

케이스의 壓面構造: 얇은 鋼板 0.6 mm

스폰지製 材料 37 mm

얇은 鋼板 0.6 mm

門의 面構造: 얇은 鋼板 0.6 mm

스폰지製 材料 22 mm

合成樹脂 1 mm

主冷却室의 溫度를 測定하기 爲하여 冷却室의 中央과 야채통의 中央에 2個의 高感度 抵抗溫度計 Pt100 을 裝置하였다. 製氷室의 壁과 그 內部의 空氣溫度는 熱電帶로써 正確히 알 수 있다. 흔히 使用되는 感應出力測定器로서 에너지 消耗을 測定한다. 連結機械의 電流連結時期는 衝擊測定器로써 正確히 알 수 있다. 遠隔衝擊測定器는 試驗時期를 調整한다.

아래의 配線圖(그림 1)에서 全體裝置의 基本的인 構成을 알 수 있다.

初期實驗에 있어서는 冷蔵庫의 에너지 供給은 우선 直接回路를 통해서 行해졌다. 만약 冷蔵庫 內部의 溫度가 願하는 溫度에 到達하면 電流는 測定導線으로 轉換되며 이 때 溫度의 安定을 爲하여 2時間 동안은 停止시켜야 한다.

그러나 이 2時間 동안이라는 것은 DIN 8952에 規定되어 있는 것에 比하면 매우 짧은 時間이지만 Landberg [2]와 Anand[3]는 기다리는 時間이 2~3時間이면 充分하다는 事實을 이미 밝혀냈던 것이다. 이 때의 誤差는 0.1度 程度이다.

電流의 轉換命令은 衝擊測定器에서 양쪽 出力繼電器

家庭用 冷蔵庫의 에너지消耗

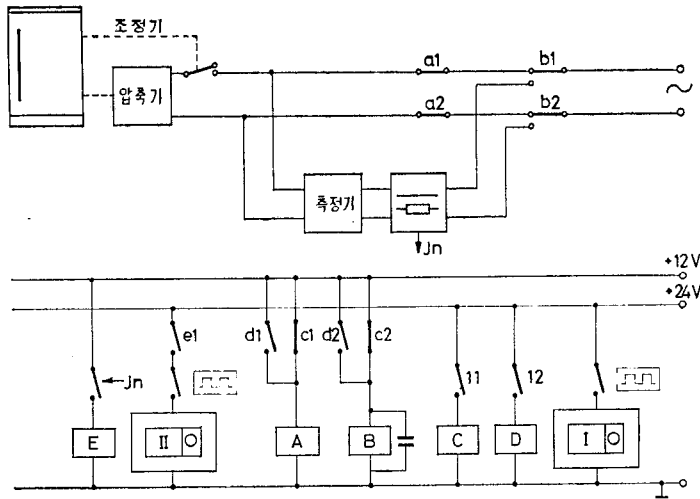


그림 1. 實驗調整裝置의 概要圖

- I, II 衝擊測定器
- A, B 出力計電器
- C, D, E 計電器
- a, b, c, d, e, 11, 12 開閉器

A와 B로 同時에 行해진다. 그러나 繼電器 B는 A보다 時間上으로 늦게 떨어진다. 多少 復離한 이러한 電流의 轉換은 負荷가 걸려 있는 繼電接觸 b₁과 b₂에 附隨되는 불꽃 消滅部分과 마찬가지로 불꽃放電裝置를 形成할수 있기 때문에 대단히 重要하다.

또한 溫度에 따른 電流의 轉換은 正確히 이루어질 수 있어야 한다. 그러나 冷却室內의 終末溫度는 항상 一定한 값을 維持하지 않고 時時刻刻으로 變한다. 그래서 測定의 開始가 너무 빠르게 되지 않도록 하기 爲하여 貯藏所의 基本部分은 最初의 電流의 轉換衝擊을 抑制하여야 한다. 그렇지 않으면 一定하게 定해진 時間內에서의 時間節約이란 아무 意味가 없다.

繼電器 D는 直接的인 出力의 測定이 始作된 後에 다시 連結됨으로서 主實驗時間을 制御한다. 그래서 實驗을 쉬는 동안에도 冷蔵庫는 계속 動作을 하고 있는 것이다. 한번의 完全한 實驗이 隨行되는 동안 冷蔵庫의 門은 整溫器를 設置할 때에만 잠시 열렸을 뿐이다.

測定回路內에는 衝擊測定器를 통한 運轉時間을 記錄하는 測定器와 測定變壓器가 있다. 測定變壓器 內에서 (그림2) 電流가 흐르는 抵抗器에 依한 電壓降下를 適當히 增幅함으로써 繼電器 E의 作動을 可能하게 해준다. 抵抗器에서의 電壓降下는 比較的 작은 값이지만 增幅器의 入口의 接續에 있어서의 電壓降下는 接地에 對해서 實際로 總回路電壓에 影響을 미친다는 것을 注意해야 한다.

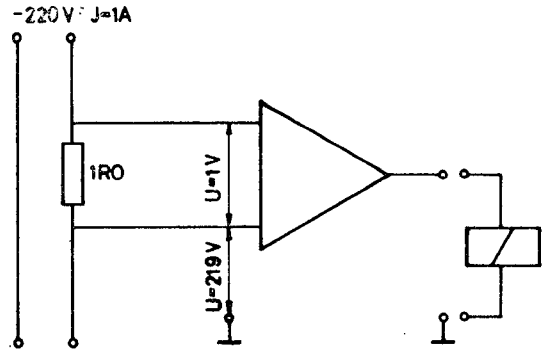


그림 2. 電流의 流動時間에 對한 測定變壓器의 構成概要圖

直列冷蔵庫의 에너지消耗

直列冷蔵庫의 에너지消耗은 우선 모든 다른 因子들을 無視한다면 단지 溫度調整器의 位置에 따라 影響을 받으나 이때 絶對的인 에너지消耗과 相對的인 에너지消耗와는 엄연히 區別되어야만 한다. 絶對的인 即 일을 行함으로써 알 수 있는 에너지消耗은 冷却室과 周圍의 큰 溫度差로 말미암아 增加한다. 그러나 그림 3에서 알 수 있는 바와 같이, 冷却連結機械들의 正確한 電流의 連結時間과 關係되는 에너지消耗, 即 相對的인 에너지消耗은 同時에 대체로 減少한다. Anand[3]도 역시 이러한 事實을 밝혀 냈으며 또한 動力의 吸收에 있어서 2%의

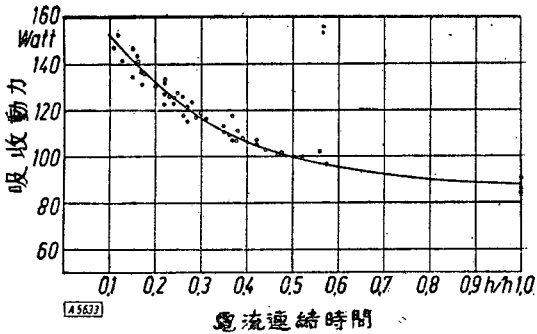


그림 3. 直列冷藏庫의 相對인 에너지消費

差異는 別로 重要하지 않다고 하였다.

위의 그림에 表示된 바와 같이 그래프의 傾斜는 모든 實驗條件에 對해서 典型的인 것이며 多분히 機械의 效率의 溫度에 따른 變化를 通해서 定해지는 것이다.

이러한 疑問點들을 풀기 爲하여, 鐵-콘스탄탄의 表面溫度測定部分으로 完全히 密閉된 壓縮機의 表面溫度를 運轉中에 測定한다.

그림 4에서 알 수 있는 바와 같이 電流는 連結한 後 잠시동안은 溫度가 一定하게 維持되다가 急上昇하여 약 1.5時間의 連續運轉時間後에는 最高值에 到達하고 그後에는 다시 本來의 값으로 떨어진다. 이때 最高溫度의 값은 周圍溫度보다 섭씨 약 50°가량 높다.

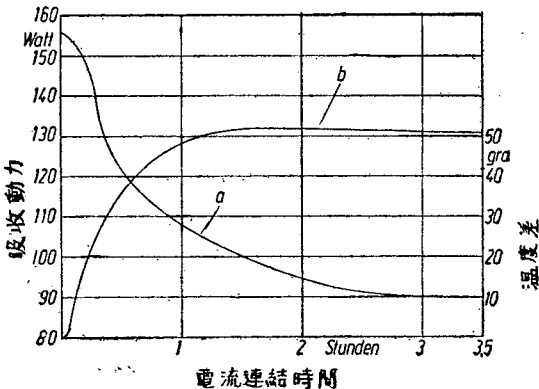


그림 4. 連續運轉中에 있는 密閉된 壓縮機의 動力吸收 (a)와 表面溫度 (b)

다시 말하면, 壓縮機의 表面溫度가 增加함으로 말미암아 連結機械가 必要로 하는 動力은 電流를 連結한 後 잠시동안의 156 Watt에서 4時間 동안의 連續運轉時間後에는 약 90 Watt로 減少한다. 以後의 連續運轉에 있어서는 84 Watt에 達한다.

間歇的인 運轉에 있어서 比較가 되는 運轉時間 中에는 平均表面溫度를 얻어서 連續運轉溫度의 근방을 약

10%의 幅으로 오르락 내리락 한다. 이 때 運轉時間이 짧을 때에는 높은 溫度에 到達하는 傾向은 顯著히 나타나며 運轉時間이 길 때에는 平均溫度는 그 以下로 떨어져서 最高溫度值은 단지 連續運轉溫度에 到達할 뿐이다 實際的인 運轉中의 動力의 吸收에 對해서도(그림4) 바 로 이와 같은 關係가 適用된다. 그래서 間歇的인 運轉에 있어서의 에너지消費에 대한 測定點들은 連續運轉實驗의 限界內에 存在한다. 다만 에너지消費의 漸次的인 減少는 약간 빨리 일어날 뿐이다.

表 1과 2에는 直列冷藏庫에 對한 몇가지 數值들을 모아 놓았으며 또 이러한 數值들이 몇몇의 個別的인 測定으로 부터 어떻게 平均值로 되는가를 分類하여 놓았다. 다른 實驗條件의 數值들로 부터 冷藏庫에 裝置된 2點調整器는 冷却室溫度에 對하여 間接的인 影響을 미친다는 結論을 確實히 얻을 수 있다. 오히려 이러한 影響은 周圍溫度와 또 主冷却表面의 壁面溫度에 따라 自然히 일어나는 것이다. 調整器는 運轉時間의 影響을 받지 않고 平均氣化溫度만을 調整할 수 있으며 이로써 冷却表面溫度가 變化할 수 있는 可能한 溫度範圍를 調整할 수 있다.

表에 주어진 溫度值들은 主冷却表面의 中心에서의 實際 內部溫度와 實驗室內的 溫度와의 差를 나타낸다.

이제 直列冷藏庫 外에 다른 附加絶緣體를 檢査하고 同時에 運轉時間, 에너지消費 그리고 冷却表面溫度의 變化를 記錄한다. 또한 속이 빈 冷藏庫 뿐 아니라 속을 채운 冷藏庫에 對해서도 順序에 따라 測定을 施行한다.

表 1. 속이 빈 冷藏庫에 對한 測定值

調整器	運轉時間 h/h	에너지消費		溫度差 Δt°
		Kj	Wh	
最 小	0.22	105.5	29.3	14.4
中 間	0.35	138.2	38.4	17.9
最 大	0.52	188.5	52.4	20.9

表 2. 속을 채운 冷藏庫에 對한 測定值

調整器	運轉時間 h/h	에너지消費		溫度差 Δt°
		Kj	Wh	
最 小	0.25	115.5	32.1	13.1
中 間	0.37	141.8	39.4	16.9
最 大	1.00	309.5	86.0	19.3

第1變化

冷藏庫의 內部를 家具도양으로 꾸미기 爲하여 側壁들

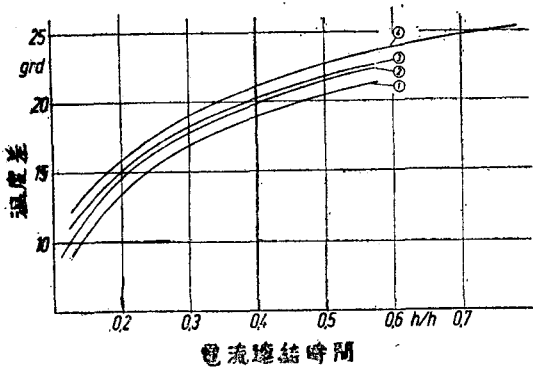


그림 5. 속이 빈 冷蔵庫에 對한 冷却面과 周圍의 溫度差
 1. 裝飾하지 않은 冷蔵庫(直列)
 2. 裝飾한 冷蔵庫
 3. 裝飾하지 않고 內部를 鍍金한 冷蔵庫
 4. 裝飾하고 內部를 鍍金한 冷蔵庫

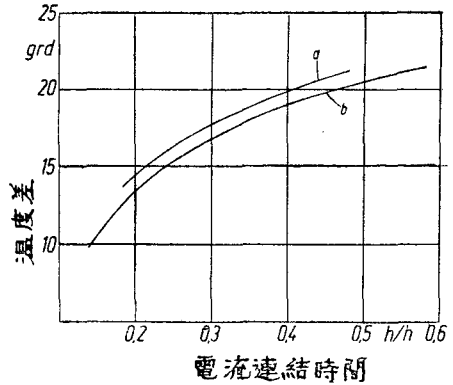


그림 7. 第3變化의 條件에서의 冷却面과 周圍의 溫度差
 a. 門을 絶緣한 冷蔵庫
 b. 直列 冷蔵庫

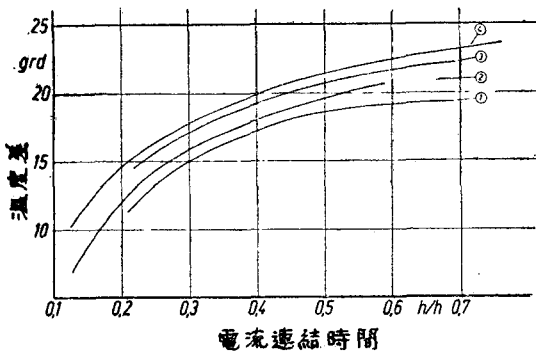


그림 6. 속을 채운 冷蔵庫에 對한 冷却面과 周圍의 溫度差
 各番號에 對한 說明은 그림 5와 같음.

과 뒷벽에 알맞는 板을 붙인다. 同時에 全體의 絶緣을 더 잘 되게 하기 爲하여 兩쪽 側壁에 15 mm 두께의 스펀지板을 붙인다.

結果의 由로 運轉時間은 減少하며 冷蔵庫 內部의 絶對溫度는 아주 조금 떨어진다.

第2變化

冷蔵庫의 壁面을 通한 熱의 流動은 큰 輻射熱에 該當된다. 이러한 冷却損失을 줄이기 爲하여 冷蔵庫의 內部表面을 모두 번쩍이는 알미늄箔으로 鍍金한다.

속이 빈 冷蔵庫와 속을 채운 冷蔵庫에 對해서와 같이 內裝된 冷蔵庫와 內裝이 되지 않은 冷蔵庫 사이의 變化를 다시 考慮해 본다.

이러한 處置에 對하여 서로의 效率를 比較해 보면 속이 빈 冷蔵庫에 對하여 內部가 家具모양으로 꾸며진 狀態와 別로 裝飾이 없으면서 內部表面을 번쩍이게 鍍金

한 狀態와의 사이에는 거의 差異가 없다는 事實을 알게 된다. 그러므로 前述한 두가지의 變化를 組合하면 가장 좋은 結果를 나타낼 것이다(그림 5).

속을 채운 冷庫에 있어서는(그림 6)이 關係는 根本的으로 類似하지만 속이 빈 冷蔵庫에 對해서는 약간 差異가 있다.

第3變化

이 實驗에서는 5 mm 두께의 스펀지製板을 使用함으로써 比較的 貧弱한 冷蔵庫門이 絶緣을 좋게 하였다. 即 直列 冷蔵庫에 比하여 약 10%가 改善된 結果를 나타내었다.

에너지消耗에 對한 成果

運轉時間과 에너지消耗 사이의 非線型關係를 考慮해 보면, 個別的인 實驗條件에 있어서 絶對的인 動力吸收의 結果에는 影響을 미치지 않고 다만 相對的인 動力吸收을 增加시킴으로써 에너지論의 觀點에서 우리가 目標한 運轉時間節約을 꾀할 수 있을 것이라는 것을 알 수 있다.

그림8에는 周圍와 冷却室 사이의 溫度差가 15도가 되도록 하는데 必要한 運轉時間과 動力吸收에 對한 重要한 數值들을 表示하였다.

이러한 溫度差는 약 20°C의 室內溫度下에서 短時間 동안 食料品을 貯藏하는데 適合하다.

쉽게 比較할 수 있도록 直列 冷蔵庫에 對한 數值들을 100으로 놓고 다른 모든 結果들을 이 尺度에 따라 表示하였다.

電流連續時間—溫度 圖表에서의와 같이 그 傾向은 이때 도 역시 根本的으로는 비슷하다. 속이 빈 冷蔵庫와 속

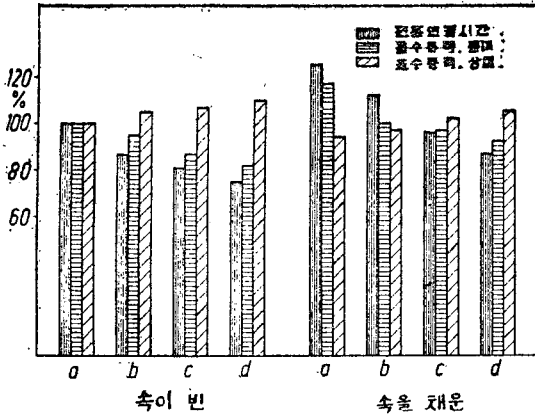


그림 8. 實驗裝置가 다른 冷蔵庫의 動力吸收와 電流連結時間

- a. 直列冷蔵庫
- b. 裝飾한 冷蔵庫
- c. 裝飾하지 않고 內部를 鍍金한 冷蔵庫
- d. 裝飾하고 內部를 鍍金한 冷蔵庫

을 채운 冷蔵庫 사이에는—다른 크기의 條件을 無視한 다면—別 差異가 없다는 것을 알게된다. 따라서 運轉時間은 測定限度 內에서의 比較的인 結果值에 比하여 25~30% 程度 減少한다. 두가지 境遇에 있어서 相對的인 에너지消耗는 약 10% 가량 增加한다. 속이 빈 冷蔵庫에 있어서 에너지消耗는 약 18% 減少한다.

冷蔵庫에 對해서는 20% 減少하는 것으로 記錄된다.

물론 우리가 行한 實驗으로서는 다만 複雜한 家庭用 冷蔵庫의 外見만을 고칠 수 있을 것이다. 그러나 冷却表面을 번적하게 鍍金하는 것이 깊은 冷却函을 製作하는데 이미 採擇되고 있는 事實로 보아 이러한 問題點들은 항상 現實과 關聯이 있다는 것을 알 수 있을 것이다 [A 563].

參考文獻

- [1] G. Hesse: Erfahrungen bei der Prüfung von Haushaltskühlschränken; Kältetechnik 16(1964) H. 2, S. 40/46
- [2] R. Landsberg: Die Wartezeit bei der Prüfung von Haushaltskühlschränken, Kältechnik 16 (1964) H. 9, S. 262/263
- [3] Satish K. Anand: Verluste durch Öffnen der Tür von Haushaltskühlschränken; Kältetechnik 18(1966) H. 9, S. 333/342
- [4] Chr. Vychron: Feststellung des Temperaturverlaufes eines Haushaltskühlschranks als Teil einer Gebrauchswertprüfung; Diplomarbeit, Hochschule für Bodenkultur; Wien 1969

化學裝置設計, 製作

鄭熱機器 研究所

연구실 및 공장

서울특별시 성북구 남가좌동 302-128

TEL (34) 1278