

工場에서의 에너지節約과 電力管理

(下)

李 載 學
(韓電技術研究所 電力使用合理化課長)

5. 抵抗 등에 의한 電氣損失의 防止

抵抗 등에 의한 電氣損失로서는 具體적으로 히스테리損, 渦電流損, 銅線 및 誘導損을 들 수가 있다.

히스테리損은 鐵(반드시 鐵이 全部가 아니지만 實際 鐵 또는 合金으로 생각하면 좋을 것 같음) 및 그것에 磁界를 미치는 交流가 存在하는 경우에 일어나는 熱 損失이며 變壓器와 鉄心, 回轉機械의 電機子 등에 생겨 漂遊 負荷로서도 存在한다. 히스테리損은 鉄心の 特性 및 磁束 密度에 依存되고 있다.

導體를 貫通하는 磁束이 變化하면 導體中 誘導起電力이 發生하여 同心円狀의 渦電流가 생긴다. 이 渦電流에 의하여 없어지는 熱損失이 渦電流損이며 變壓器의 鉄心, 回轉機械의 電機子 등에 생긴다. 이것을 減少시키기 위하여 例를 들면 鉄心に 矽素를 加하여 固有抵抗을 크게 한 成層鉄心を 생각할 수가 있다.

銅損은 導體中에 電流가 흐를 때 생기는 熱損失이며, 電流가 흘러 모두 導體中에 存在하는 것으로 導體의 抵抗을 減少시킨다든가 혹은 흐르는 電流를 減少시키는데에 따라서 損失을 적게 할 수가 있다.

誘導損은 電界中 誘電體內에 있어서 電荷의 移動 및 蓄積에 따른 損失이며 例를 들면 變壓器內의 絶緣體에 생긴다. 이 損失은 모두 電氣機器의 内部 혹은 導體中에 存在하고 있으며 따라서 이들 損失을 防止하기 위한 措置는 即 모든 電氣機器의 改善을 意味한다. 그러나 電動力應用, 電氣加熱設

備, 電解設備, 照明·空調設備 등의 電氣使用設備에 대해서는 各各 固有의 電氣的인 損失을 생각하게 되는데 그 損失은 機器의 用途와 密接한 關係를 가지고 있어 各機器에 對한 電氣의 動力등으로 轉換의 合理化로 생각하는 것이 適正할 것이다.

또한 受變電·配電設備에 있어서는 이 設備가 工場內의 負荷設備에 電力을 供給하는 機能으로써 電流, 電壓 共히 크기 때문에, 電氣的 損失도 個別 機器에 있어서는 損失에 比較하면 크게 되지 않을 수가 없다.

이런 理由에서 本項目에 있어서는 各種 電氣設備에도 受變電·配電設備에서의 에너지節約을 생각하게 하고 있다.

(1) 受變電設備 및 配電設備의 管理基準

「電氣를 사용하는 設備의 電氣供給管理는 電氣使用設備의 種類, 가동狀態 및 容量에 따라서, 受變電設備 및 配電設備의 電壓, 電流, 力率, 負荷率 및 需要率에 대한 標準을 設定하여 實施하게 된다.

工業炉나 Boiler 등의 熱使用 設備에 比較하여 電氣使用設備는 比較的 에너지 管理가 좀 容易하다고 본다.

電氣 에너지는 이미 發電 過程에서 約 60% 가 熱損失로 없어진 後 生産되고있는 것이어서 에너지로서는 相當히 取扱하기 容易한 形態이다. 工場의 受變電·配電設備는 이 전기에너지를 集中管理하여 適切하게 配分하는 것으로, 여기에서의 管理 標準의 設定 및 維持·改善은 極히 重要한 것이다.

특히 여기서 말한 電壓, 電流, 力率, 負荷率 및 需要率 등의 管理는 必要 不可避한 것이며 以下 말

하게 되는 改善措置와 平行하여 實施해야 할 것이다.

電壓, 電流은 工場內의 電力使用의 管理이며 특히 配電電壓의 適正한 管理은 工場內의 負荷設備을 安定하게 運轉하기 위하여 必要하며 ARC 炉 등의 大電流使用設備 등 工場 系統에 큰 影響이 생기기 쉬운 경우를 包含하여 工場內에서 發生하는 不必要한 電壓降下를 豫防하기 위하여 重要하다.

力率, 負荷率 및 需要率은 各各 工場 全體의 電力使用狀況을 管理하기 위하여 必要한 管理 要素이나 詳細한 改善措置의 事項에 대하여 말하고자 한다.

(2) 受變電設備 및 配電設備에 關한 計測 및 記錄

「工場에 있어서 電氣使用量 및 受變電 및 主要한 配電設備의 電壓, 電流, 力率, 負荷率 및 需用率의 計測을 實施하여 그 結果를 記錄하여야 한다」

이 項目은 各項目에서 얻어진 各管理標準設定項目에 대해서 그 計測 및 記錄을 要求하고 있다.

(3) 受變電設備 및 配電設備의 補修 및 點檢

「受變電設備 및 配電設備은 補修 및 點檢을 實施하여 良好한 狀態를 維持하여야 한다」

이 項은 受變電設備 및 配電設備의 定期 補修 및 點檢을 要求하는 것이다.

(4) 電氣損失의 防止를 위한 改善措置

「① 變壓器는 各台數의 調整 및 負荷의 適正 配分을 實施함으로써 適正한 需用率을 維持해야 한다」

一般으로 變壓器의 效率은,

$$\text{效率} = \frac{\text{出力}}{\text{出力} + \text{鐵損} + \text{銅損}} \times 100(\%)$$

로 나타낸다.

鐵損은 變壓器, 出力에 關係없이 一定하며 또 銅損은 變壓器의 負荷電流의 自乘에 比例하기 때문에 鐵損과 銅損이 同等한 點에서 效率은 最大가 되어 大體로 60%~80% 負荷의 運轉이 가장 適當하다. 또 특히 過負荷 運轉을 繼續하였을 경우 效率 問題에 하나더 해서 溫度 上昇 때문에 絶緣物의 劣化를 促進시켜 機器의 壽命이 短縮하게도 된다.

이 때문에 判斷基準에서는 負荷가 固定되어 복수의 變壓器中 輕負荷의 것과 過負荷의 것이 同時 사용되는 경우에는 變壓器의 台數 制御에 依한 適正負荷運轉을 또 負荷의 調整이 可能할 경우는 이 適正 配分을 要求하게 된다.

「② 變壓器는 使用하는 電力과 對應한 容量으로 選擇」

各各 設置된 變壓器의 容量이 過大 또는 過少인 경우에는 ①項의 對策으로는 不可能하므로 容量의 適正化가 必要하게 된다. 一般으로 變壓器 以下에는 各種의 負荷設備가 接續되게 되어 있으니 그 容量의 選定은 어려운 것으로 不等率, 需用率 등을 推定하여 하게 되는데 可能한 限 過大·過少 容量의 變壓器의 選定은 避하는 것이 좋겠다.

「③ 電氣使用設備의 各동을 調整하게 됨에 따라 電氣 使用을 平準化시켜 最大電流를 低減시킨다」

그러니까 Peak cut에는 몇가지의 效果가 있다. 가장 直接的인 效果는 工場側에 있어서는 契約電力을 낮출수가 있으며 또 電氣事業者側에 있어서는 設備 規模를 적게 하게 된다. 이와같이 直接的인 效果에 의하여 때에 따라서는 逆으로 電力 需要가 增大하는 경우도 있지만 一般으로는 電氣使用의 平準化는 工場內의 設備의 利用率을 向上시켜 配電損失에도 相對的으로 減小시키는 效果가 있다.

이때문에 夜間電力(輕負荷帶)의 使用 등의 消極的인 平準化보다는 한걸음 前進해서 Demand Control 등의 設置에 의하여 工場內의 負荷管理를 積極的으로 推進하는 것을 바라고 싶다.

「④ 受變電設備 配置의 適正化 및 配電方式 變更에 의한 配電設備의 短縮, 配電電壓의 適正化 등에 의한 配電損失을 減少시킨다」

配電損失은 흐르는 電流의 自乘 및 線路의 抵抗에 比例하기 때문에 線路의 短縮 또는 電線의 굵기를 크게 하는 등에 의한 線路 抵抗의 減少, 高電壓 配電보다는 쉽게 節減을 圖謀할 수가 있다. 既設設備에 있어서 工場內의 配電線路의 改善, 高電壓 配電의 實施을 하는 것은 容易한 일은 아니지만, 受變電設備은 負荷의 中心 附近에 設置할 것, 樹枝狀 配電方式은 避하고 Network方式 Loop方式, Banking方式의 採用에 힘을 기울여 實施하여 불만한 일이다.

下記에 各方式의 特徵을 簡單히 記述하여 보면,

● 樹枝狀方式 — 負荷의 分布에 따라서 樹枝狀에 分枝線을 내는 방식, 電壓變動, 電力損失은 他方式보다 크다.

● Network 방식 — 同一 母線으로부터 2回線 以上の Feeder로 供給하는 方式, Banking 방식 보다 信賴性이 높다.

● Loop 방식 — 2個의 樹枝狀 線路를 連結한 方式, 電流 分布가 좋고 電壓降下, 電力損失이 적다.

● Banking 방식 — 同一 高壓線에 連結되어 2 台 以上の 配電 變壓器의 低壓 幹線을 接續시켜 負荷 電力의 融通을 圖謀하는 것이다.

⑤ 受電端에서 力率 95%以上으로 하는 目標을 세워〔表 4〕에 揭示한 設備 (同表에 揭示된 容量 以下の 것은 除外) 또는 變電設備에 있어서의 力率을 進相콘덴서 設置 등에 의하여 向上시킨다〕

力率의 改善은,

첫째, 工場 受電端에서 하는 경우

둘째, 工場 負荷端에서 하는 경우

셋째, 첫째와 둘째의 中間地點에서 하는 경우로써, 配電 途中의 Load Center에서 하는 경우의 3 가기가 있다.

첫째의 경우 改善效果는 電氣事業者側의 送電線, 變電所 등에 있는것에 비해 셋째의 경우 工場内の 配電線路, 受變電設備에까지 改善效果가 미치게 된다.

그러나 첫째에 비해서 셋째는 改善效果에 비해 改善費用이 高價이다. 이때문에 적어도 配電系統에 存在하는 各 變電設備에 對해 進相콘덴서의 設置를 하고 있으며 必要에 따라서는 比較的 大規模의 設備에 對해서도 같은 措置를 講究하게 되어 受電端에 있어서의 力率을 95% 以上을 要求하고 있다.

判斷基準에는 力率改善을 해야 하는 設備로서, 籠型誘導電動機, 卷線型誘導電動機, 眞空誘導爐, 製鋼用 ARC 爐, 搖動式 ARC 爐, 후라쉬 배드熔接機, ARC 熔接機 및 整流器를 들고있다.

〔⑥ 進相 콘덴서는 이것에 設置하는 設備의 가동

〔表 4〕 力率을 向上해야 할 設備

設 備	容量(單位KW)
籠型誘導電動機	100
卷線型誘導電動機	100
密閉型誘導爐	100
眞空誘導爐	100
製鋼用 ARC 爐	—
搖動用 "	—
후라쉬 배드 熔接機(후대용 제외)	10
ARC 熔接機(후대용 제외)	10
整流器	10,000

또는 停止에 맞추어 自動 制御로 해야 한다〕

電氣料金の 力率 割引 制度가 改正되어 力率이 90% 以下時에는 一定 留保期間이 지나면 供給이 中斷된다.

晝間, 力率의 調整을 하고 있는 工場일수록 夜間의 가동率 低下時에 進相콘덴서에 의하여 逆으로 進相力率이 되기 쉽다. 進相의 경우나 遲相의 경우나 損失이 發生하는 點에는 모두 變化는 없으며 遲相力率의 改善을 뜻하는 進相콘덴서의 設置에 對해서 注意事項으로 말한 것이며, 이것은 豫想인바 深夜에 全體의으로 보아 力率의 進相 傾向을 全然 排除할 수 없는 重要事項으로 吟味해 보고자 한다.

〔⑦ 三相電源에 單相負荷를 接續時 電壓의 不平衡 豫防 措置를 講究할 것〕

各相의 負荷가 平衡하지 않은 경우에는 配電設備, 受變電 設備의 利用率이 나빠지는 重負荷에서는 電力損失이 增大하며 또 各相間의 電壓 不平衡에 의한 電動機의 Torque 減少 등의 原因이 된다. 이 때문에 單相 負荷가 많은 回路에서는 測定回路를 늘려서 恒常 點檢함과 同時에 各相이 均等이 되도록 負荷의 切替를 할 必要가 있다.

6. 電氣의 動力, 熱등에의 轉換의 合理化

電氣의 動力, 熱 등에의 變換의 合理化라는 것은 어떤 目的을 위하여 電氣를 다른 에너지 形態에 變換하여 使用하는 경우에 가장 效率 좋게 變換, 傳達, 消費하는 것으로, 單純히 에너지의 變換만 생각하는 것은 아니다. 元來 電氣에너지는 熱에너지에 비해 다른 에너지에 變換되면 效率이 높고, 예를 들면 電動機의 效率은 概略 90% 程度 되어 있다.

그러나 이 경우에도 Fan, pump 등의 負荷 機械에 있어서 損失은 決코 적지않고 電動機에서의 좋은 效率에 對應하여 이 損失을 減少시킬 수가 있다.

이 때문에 本項目에 있어서는 에너지形態의 變換의 合理化로부터 作業에 100% 活用되고 있는지 또는 안되고 있는가의 意味로서의 變換의 合理化까지 取扱하게 된다. 또 變換되는 에너지의 形態로서는 動力, 熱, 化學에너지, 光 등을 생각하게 된다. 各已 對應되는 設備로서 電動力 應用 設備, 電氣加熱 設備, 電解設備 및 照明設備를 念頭에 두고 記述되고 있다.

(1) 電氣使用設備의 管理基準

「① 電氣使用의 管理는 電動力應用設備, 電氣加熱設備 및 照明設備등의 電氣設備마다 그電壓, 電流, 力率 및 需用率에 따라서 標準을 決定하여 實施한다.」

이 項目은 受變電·配電設備에 있어서의 管理 標準의 設定 및 實施의 項目에 對應해서 만들어진 것이며 個個의 電氣使用設備에 있어서의 細心한 管理를 要求하고 있다.

實際에는 假令 數KW 程度 以上の 電動機에 이르기까지 數百KW 程度의 電動機와 똑같은 管理를 하는 것은 無意味한 것이다. 比較的 적은 工場에 있어서 主要設備로 되어 있는 電動機와 큰 工場에서의 同容量의 電動機와는 그 管理의 重要性이 全然 다른 位置에 있기 때문에 이 點에 對해서는 相當部分이 各事業者의 判斷에 맡겨야 될 것이다.

「② 照明設備의 管理 基準은 KS 照明 基準 및 動力資源部告示 第34號에 의하여 設定한다.」

照明設備는 電動力設備, 電氣加熱設備 및 電解設備와 등에서 生産 條件보다는 環境 衛生上의 要件으로서의 照度가 그 管理 對象으로 되기 때문에 管理內容이 달라진다. 이것은 加熱, 冷却 및 傳熱의 管理基準에서 취급된 空氣調和設備와 같은 것이다. 이 때문에 作業場에서의 照度基準을 設定, KS 基準이나 告示보다는 管理를 하는 것을 말한다. 이의 照度基準은 다음과 같다.

(2) 電氣使用設備에 關한 計測 및 記錄

「① 重要한 電氣使用設備마다 電壓, 電源, 力率 및 需用率의 計測을 하고 그 結果를 記錄한다.」

② 照明設備에 對해서는 KS 工業規格에서 定해진 照明을 施設한 作業場 등의 照度의 計測을 하고 結果를 記錄한다.」

(1) 에서 要求하고 있는 各管理標準設定項目에 對해서 그 計測 및 記錄을 要求하고 있다.

(3) 電氣使用設備의 補修 및 點檢

「① 電動力 應用設備는 補修 및 點檢을 하고 負荷機械, 動力傳達部 및 電動機에 있어서 機械損失을 減少시킨다.」

앞에서 말한 바와 같이 電動力 應用設備에 있어서는, 原動機로서의 機能을 갖는 電動機, 動力를 傳達하는 傳達 器具, 實際로 일을 하는 負荷機械를 包含하여 한개의 System으로서 適正 運轉을 할 必要가 있으나 補修 및 點檢도 이러한 觀點에서 各部分에 對해서 할 必要가 있다.

「② Pump, Fan, Blower, Compressor 등의 流

體機械는 補修 및 點檢을 하고 流體의 누설을 防止하고 流體를 輸送하는 配管의 抵抗을 減少시킨다.」

電動力應用設備中 特히 全般的으로 使用되는 Pump, Fan, Blower, 壓縮機 등의 流體 機械에 對해서는 그 일의 量을 評價할 때에는 負荷機械를 假令 流體의 送出量만의 狀態에서는 適切한 評價를 했다고는 볼수 없다. 이 경우에는 에너지를 주어진 流體가 다시 일을해서 처음으로 에너지를 有效하게 使用되는가를 判定하는 것이며 이 觀點부터 流體機械에 있어서는 그 流體를 輸送하는 配管에서의 壓力 損失이나 누설을 防止하기 위하여 定期的인 補修 및 點檢을 하는 것이 大端히 重要한 것이다.

「③ 電氣加熱 및 電解設備는 補修 및 點檢을 하고 配線의 接續部分 開閉路의 接觸 部分 등에서의 抵抗損失을 減少시킨다.」

電氣爐나 電解槽는 變電設備에 가깝게 配置되도록 留意함과 同時에 補修 및 點檢을 細心하게 해서 損失의 減少를 圖謀해야 할 必要가 있다.

「④ 照明設備는 照明器具 및 光源 lamp의 清掃, 光源lamp의 適時 交換을 할 것.」

照明器具나 lamp는 먼지나 더러움이 타면 밝기가 낮아진다. 特히 형광lamp는 lamp나 器具의 表面積이 커서 더러움이 타는 영향이 크기 때문에 定期的인 補修를 할 必要가 있다.

또 點燈時間의 經過에 따라 밝기가 減少되어 效率가 低下되기 때문에 光源lamp의 適時 交換을 해야 한다.

(4) 電氣의 動力, 熱 등에서의 變換에 關係되는 改善 措置

「① 電動力 應用 設備는 電動機의 空轉에 의한 電氣의 損失을 減少하게끔 始動 電力量과의 關係를 勘案해서 不要時에는 停止를 시킨다.」

一般的으로 工場内の 電動機 負荷는 Base Load로 되어 있는 경우가 많아 ON-OFF를 細心하게 하는 것보다 必要한 경우 即時 動力 供給이 되도록 空轉 狀態에 두는 경우가 때때로 있다.

그러나 電動機의 始動時에는 全負荷電源의 數倍 程度의 始動 電流가 흐르기 때문에 電壓降이나 卷線의 過熱 등이 생긴다. 特히 大容量電動機의 ON-OFF를 되풀이한다는 것은 그다지 바람직하지 않은 못된다. 電動機의 起動方式에는 全電壓 始動, Reactor始動, 抵抗器始動, Y-△始動 등의 各種 方式이 있는데 各各 特徵에 따라서 適切한 始

動方式을 選擇할 것이며, 始動電流의 抑制을 圖謀키 위한 一方의 方向에서 電動機의 空轉에 의한 損失이 始動時의 損失을 上廻하는 경우에는 電動機의 停止를 할 必要가 있다고 본다.

「② 複數의 電動機를 使用時 各各 電動機의 適用한 需用率이 維持될수 있도록 各各 台數의 調整 및 負荷의 適正 配分을 할 것.」

工場内の 壓縮空氣 供給 設備 등에 있어서 複數의 콤프레샤를 使用하여 空氣의 壓縮을 할 때가 많다.

또 한편으로는 個個의 電動機에는 各各 固有의 負荷 一 效率 特性이 있어 輕負荷에서나 過負荷에서나 效率이 低下하게 된다. 이 때문에 必要한 負荷에 따라서 適切한 台數의 電動機에 對해서 適正하게 負荷를 配分하게 됨으로써 電動機의 高效率 運轉이 達成 可能하게 된다.

「③ Pump, Fan, Blower 는 그揚程의 再檢討에 基因하여 Impeller Cut 등에 의하여 送出量 및 壓力을 適正하게 調整하여 電動機의 負荷를 減少시킨다.」

負荷 機械側에서의 問題로서는 各各 機械가 하고 있는 일이 過大하지 않은가에 問題가 있다. 工作機械 등의 경우에는 機械가 일하고 있지 않은 경우에 電動機가 空轉하고 있다고 보는데 Pump, Fan, Blower 등의 경우 送出量이나 壓力이 過大하더라도 그냥 그 상태로 보내게 되어 이 때문에 過大한 電力消費가 생기는 일이 많다.

이 경우에는 꼭 必要한 送出量과 壓力을 調整하여 適正한 電動機의 運轉을 維持해야 할 必要가 있는 것이다.

「④ 電動力 應用 設備를 負荷變動이 큰 狀態에서 使用할 때에는 負荷에 對應한 運轉 制御를 할 수 있도록 速度 制御 裝置를 設置한다.

一般의으로 假令 送風機의 風量을 制御를 할 경우에는 Damper로 制御하는 것보다는 電動機의 回轉數를 制御하는 方法이 效率의이다.

이제까지는 回轉數의 制御가 必要한 경우에는 直流 電動機를 使用한 것이 많았는데 誘導電動機의 回轉數制御를 한적은 없었다. 最近에 와서는 사이리스터의 採用 등에 의하여 電壓의 制御, 周波數의 制御가 静止 電力 變換 裝置에 의하여 쉽게 할 수 있게 되어 各種의 速度制御 裝置가 實際로 設置되고 있는 實情이다.

誘導電動機의 경우에 限하여서도 그 速度制御方式은 極數 變換 方式, 渦電流 繼手 制御, 一次電壓 制御, 二次 抵抗 制御, 二次勵磁制御, Reactor

制御, 周波數 直接 制御 등 各種 方式이 있으며, 各各 Torque特性, 速度制御 範圍 등이 다르고 그 用度에 따라 適切한 制御 方式의 選擇을 해야 할 必要가 있다.

(5) 電氣使用設備의 導入

「① 電動機는 負荷 機械의 運轉特性 및 各各 狀態에 따라 所要 電力에 適合한 것으로 設置한다.」

電動機의 容量은 始動 Torque나 溫度 上昇 등을 基準으로 決定하나 자칫하면 安全率을 너무 많이 보다가는 크게 되는 傾向이 있다. 이 때문에 所要 動力의 算定에 있어서 必要로 하는 일의 評價를 正確히 하여 豫備가 너무 많지 않도록 努力하여야 한다. 電動機 容量이 그대로 過大하게 되는 경우에는 그것을 어떻게 쓰든 合理化되기에는 極히 制限되어 버린다.

「② 壓縮機, Pump 및 送風機의 設置時에는 [表 5]에 提示된 算定方式에 의하여 算出된 所要 電力의 값을 目標로 한다.」

①項의 Sub-Item으로 流體機械 豫備率의 標準을 表示한 것이다. 工場에 있어서 汎用 機械로서는 Crane, Combayer 등의 運搬機械가 있고 또 産業機械에도 電動力을 많이 使用하고 있다.

여기에서는 比較的 汎用的으로 使用되는 設備이고 正常 運轉을 하는 많은 流體 機械에 대해서는 當面 豫備率을 정한 것이다.

[別表 5]에서는 標準의인 所要 動力 算定 方式을 提示함과 同時에 所要 動力 算定時에는 豫想되는 傳達 效率 및 豫備率의 값을 表示하고 있다. 이 중 傳達效率은 設計時에 이미 標準의인 數值를 表示하고 있어 豫備率에 대해서는 設備의 性能 分布나 電源 狀態의 變動을 考慮하여 豫想值를 表示하고 있다.

따라서 이 豫備中에는 「工場例의 形便」에 의한 要素는 包含되지 않으며 그것들은 모두 流體의 流量이나 揚程 등 設計上의 數值中에 客觀的으로 說明이 되는 數值로서 받아들여지게 된다.

또 [別表 5]에 따라서 所要 動力을 算定하였을 경우에는 이것에 對應한 型式의 電動機를 選定함에 따라 電動機의 適正 容量이 確保되는 것이다.

以上 工場에서의 에너지 節約 및 電力管理를 생각하는 方向에 대해서 概括的으로 말하였으나 要는 效率的 推進을 위해서는 全社的인 努力과 細心한 管理 및 技術의 檢討를 하여야 할 것이 重要事項이다.

[表 5] 所要 動力의 算出方式

(1) 壓縮機

(가) 壓縮機의 所要 動力은 다음 公式에 의하여 算定한 다.

$$L = \frac{(a+1)K}{K-1} \cdot \frac{P_s \cdot Q_s}{6120} \cdot \left(\frac{P_d}{P_s} \right)^{\frac{K-1}{K(a+1)}} \cdot \frac{\phi}{\eta_s \cdot \eta_f}$$

上式에 있어서 L, P_s, P_d, Q_s, a, K, η_s, η_f 및 φ는 各々 다음의 數値를 나타내는 것이다.

L : 所要動力(單位 KW)

P_s : 吸入 空氣의 絕對 壓力(單位 重量 KG/M²)

P_d : 吐出 空氣의 絕對 壓力(單位 重量 KG/M²)

Q_s : 吸入 狀態에 換算한 單位 時間當의 空氣量(單位 M³/min)

a : 中間 冷却器의 數

K : 空氣의 斷熱 指數

η_s : 壓縮機의 全斷熱 效率

η_f : 傳達效率

φ : 豫備率

(나) η_s 및 η_f의 값은 當設備의 製作者에 의하여 提示되는 값으로 한다.

(다) φ의 값은 下記에 나타난 區分에 따라 應用한다.

往復動	給油式스crew	無給油式	Tuboo
壓縮機	壓縮機	스crew壓縮機	壓縮機
1.10	1.10	1.15	1.20

(2) PUMP

(가) Pump의 所要動力은 다음 公式에 의하여 算定한다.

$$L = 0.163 \cdot \frac{Q \cdot H \cdot \phi}{\eta_p \cdot \eta_f}$$

上式에 있어서 L, Q, H, η_p, η_f 및 φ는 다음의 값은 나타낸다.

L : 所要動力(單位 KW)

Q : 揚水 單位 體積當 重量(單位 重量 kg/ℓ)

H : 單位 時間當 揚水量(單位 m³/min)

H : 全揚程(單位 m)

η_p : Pump 效率

η_f : 傳達 效率

φ : 豫備率

(나) η_p의 값은 當該 設備의 製作者에 의하여 提示되는 값이다.

(다) η_f의 값은 다음 表의 上段에 揭示된 傳達方式은 下段에 揭示된 값으로 할 것이며, 其他의 傳達方式에 있어서는 當該 設備의 製作者에 의하여 提示되는 값으로 한다.

平行軸型 1段의 齒車減速機로서 傳達動力이 50KW 未滿일 때	平行軸型 1段의 齒車減速機로서 傳達動力이 55KW以上일 때	定速型流體繼手로서 傳達動力이 100KW 未滿일 때	定速型 流體繼手로서 傳達動力이 100KW 以上일 때
0.95	0.96	0.94	0.95

V 벨트	平 벨트	直 軸
0.95	0.90	1.00

(라) φ의 값은 設備 및 定格容量의 區分에 따라 다음 表의 값으로 한다.

定格容量 設備別	18.5KW以下	22KW以上 55KW未滿	55KW 以上
	渦卷 PUMP	1.25	1.15
斜流 "	1.25	1.15	1.10
軸流 "	1.30	1.25	1.20

(3) 送風機

(가) 送風機의 所要動力은 다음 公式에 의하여 算定한다.

$$L = \frac{Q \cdot P \cdot \phi}{6120 \cdot \eta_s \cdot \eta_f} \quad (P \leq 1,000 \text{Hg/mm})$$

上式에서 L, Q, P, η_s, η_f 및 φ는 各各 다음과 같은 값을 나타낸다.

L : 所要動力(單位 KW)

Q : 單位時間當 吸込空氣量(單位 m³/min)

P : 送風機 全壓力(單位 Hg/mm)

η_s : 吸込空氣의 單位體積當 重量 設計時에 豫想值(單位 重量 Kg/ℓ)

η_f : 送風機 全壓力 效率

η_f : 傳達效率

φ : 豫備率

(나) η_f의 값은 當該設備의 製作者에 의하여 提示되는 값으로 한다.

(다) η_s의 값은 (2)項 (다)의 表의 上段에 表示된 傳達方式은 下段에 表示된 값으로 할 것이며 其他의 傳達方式에 있어서는 當該設備의 製作者에 의하여 提示되는 값으로 한다.

(라) φ의 값은 다음 表의 上段에 表示된 區分에 따라 同表의 下段에 提示된 값으로 한다.

푸로페라	데미스구	多翼	다-보	후레-드	風形
FAN	FAN	FAN	FAN	FAN	FAN
1.30	1.90	1.3	1.15	1.25	1.15