

## 熱 併 合 發 電

編輯委員會

## 定 義

熱併合發電은 往復엔진이나 가스터어빈 같은 原動機를 사용하여 電力을 主産物로 하고 工程用 熱을 生産하는 것이다. 發生된 모든 熱의 效果의 利用될 수 있을 熱에너지 需要가 있는 모든 時間에 動力을 최대로 生産할 수 있도록 發電된 電力은 公共 電力 그리드에 連結된다. 設備에 필요치 않은 電力은 예정된 比率로 公共 電力會社에 販賣한다. 熱併合發電 시스템에서 熱에너지 負荷의 概形은 部分 負荷가 必要한가 의 여부에 따라 決定된다. 그러나 熱併合發電의 經濟性에서 理想的으로는 電氣와 熱로 生産된 모든 에너지가 항상 최대의 率로 사용되어야 한다.

## 熱併合發電의 例

1. 釀造場은 많은 量의 工程用 水蒸氣를 必要로 한다. 熱併合發電으로 全體 혹은 部分的인 工程用 水蒸氣와 유틸리티 그리드에 連結되어 상당량 電力을 供給할 수 있다.

2. 플라스틱 産業은 熱傳達 流體에 의하여 均一하게 加熱되는 壓盤과 鑄型을 사용한다. 流體는 유틸리티 그리드에 連結되어 電力을 發電하는 엔진이나 터어빈의 排氣로부터 熱을 얻는 熱回收加熱器에서 加熱되는 有機 熱傳達 流體일 수 있다.

3. 大學建物は 暖房과 空氣調和를 위해 많은 量의 스팀이나 溫水를 필요로 한다. 스팀이나 溫水는 그리드에 連結되어 動力을 發生하는 가스터어빈의 排氣를 利用하는 熱回收裝置에 의하여 生産될 수 있다.

4. 海岸油田 플랫폼에서는 電力과 有機流體, 물, 또는 에틸렌글리콜과 물의 溫合物등의 形態로 熱에너지를 必要로 한다. 高溫流體는 電力도 生産하는 가스터어빈의 排氣를 利用하는 熱回收에 의하여 生産할 수 있다.

5. 油田에서의 熱併合發電은 많은 地域에서 油井을 刺戟하여 原油를 生産하기 위하여 岩層

사이로 직접 注入되는 多量의 高壓 水蒸氣를 必要로 한다. 이 技術은 오래된 油井에서 이 技術에 의하지 않으면 캐낼 수 없는 原油를 生産할 수 있게 한다. 가스터어빈의 排氣가스로는 熱量을 利用하고 또한 상당한 量의 스팀을 1,000 psig 에서 2,700 psig 로 壓力上昇시키는 데 쓰이는 附加燃料의 燃燒를 위한 燃燒空氣를 얻을 수 있다. 가스터어빈은 시스템 그리드에 連結된 發電機를 稼動시켜서 熱併合發電 시스템이 된다.

6. 시멘트 킬른이나 벽돌 킬른에서는 많은 量의 高溫空氣를 필요로 한다. 필요하다면 補充燃燒를 더하여서 가스터어빈 排氣로 이 熱을 供給하고 유틸리티 그리드에 連結되는 電力을 生産할 수 있다.

7. 유리를 녹이는 爐는 많은 量의 뜨거운 空氣를 排出한다. 排氣된 空氣의 熱은 스팀 生産과 스팀터어빈 發電機에 의한 電力發電으로 回收될 수 있다. 그러한 시스템은 費用에 있어서 매우 效果의이나 動力變換의 또다른 方法은 大氣壓 이하에서 稼動하는 가스터어빈 發電機 시스템을 사용하는 것이다.

8. 複合爐와 再燃燒裝置에서 汚物 찌꺼기를 燒却하면 1,100 °F에서 1,300 °F까지의 溫度에서 空氣와 燃燒生成物을 生成한다. 가스는 약간의 乾燥한 재를 包含하고 있지만 高壓시스템으로서의 熱回收는 매우 實用的이다. 스팀은 유틸리티 그리드에 連結된 스팀터어빈 發電機를 稼動시킬 수 있다.

9. 都市의 塵芥燒却爐 보일러로 發電을 위한 스팀을 生産할 수 있다.

위의 例는 단지 效率의인 熱併合發電의 몇가지 可能한 것에 불과하다. 主要 燃料資源의 利用效率를 增加시킴으로서 주어진 燃燒資源에서 얻을 수 있는 有用한 에너지 出力의 量을 增進하는 것이 熱併合發電의 主目的이다.

## 長 點

公共電力發電과 比較해서 本 熱併合發電의 長

\* 이 글은 J. L. Boyen 의 著書인 Thermal Energy Recovery (1980) 의 일부를 翻譯, 拔萃한 것이다.

點은 다음과 같다.

- (1) 地域 適用에서 크기에 대한 柔軟性.
- (2) 에너지 傳達거리의 減少.
- (3) 改造에 대한 상당히 큰 可能性.
- (4) 中短期 에너지 節約에 대한 높은 可能性.
- (5) 技術的인 刷新과 履行에 있어서 遲延, 또는 規定의 修正이 거의 없다.
- (6) 熱과 에너지 回收를 위한 流動床에서 石炭 固體廢棄物, 汚物 등의 非標準 燃料를 燃燒할 수 있다.

### 熱併合發電에 대한 障礙

體制的 障礙에 附加하여 몇개의 技術的인 어려움이 熱併合發電 시스템을 採擇하는 데 있어 現在 遲延시키고 있다. 이 技術的 障礙들은 오래 계속될 障礙物로 여겨지지 않으며 未來에는 問題가 되지 않을 것이다.

아마 가장 중요한 長期的인 技術的인 挑戰은 代替燃料를 燃燒시킬 수 있는 시스템을 開發하는 것이다. 이 要因은 가볍게 蒸溜한 燃料의 供給이 점점 더 비싸지고 얻기에 힘들어짐에 따라서 훨씬 더 重要하게 될 것이다. 低級燃料를 燃燒하는 方法으로서 流動床 技術을 사용하는 것은 代案으로 앞에서 言及되었다. 그러나 이 方便도 많은 開發과 研究 作業이 現在 進行되고 있을지라도 어느정도 未來에서나 이루어질 것이다.

制度的이고 行政的인 障礙는 이미 熱併合發電의 開發에 憂慮를 자아냈다. 그 나라가 熱併合發電概念의 明確한 燃料節約特性에 의하여 利益을 얻으려고 한다면 制度的 政策的 問題들에 대한 뛰어난 解決方案을 發見해야 한다. 몇개의 法的인 難點에는 合作投資에 대한 에너지 管理, 剩餘動力의 公共電力會社로의 販賣, 적절한 所有權, 公共電力會社의 基本負荷需要에 대한 熱併合發電增殖의 影響, 價格構造에 미치는 그것의 影響 등을 포함한다. 또다른 難點은 豫備動力과 最高動力을 준비하는 것에 대한 公共電力會社의 保障이다. 公共電力會社의 見地에서 보

면 公共電力會社의 支援에만 興味가 있는 熱併合發電 顧客은 理想的인 顧客이 아니라는 것은 명백하다. 그러므로 熱併合發電이 제대로 이루어지려면 관계된 모든 사람들에 利益이 될 方法으로 社會的 政策的 問題들이 解決되어야 한다는 것은 명백하다. 이 問題는 公共電力會社에 의한 오랜 동안의 電力供給獨點을 침입하기 때문에 간단한 問題가 아니다.

熱併合發電所가 公共電力會社에 의해 所有되고 作動되면 電氣的 要素의 販賣는 비교적 간단하다. 그러나 熱的 要素의 販賣는 특히 여러 顧客의 目的에 맞추려면 더욱 複雜하다. 약간의 公共電力會社는 이미 스팀 販賣의 일을 하고 있다. 熱併合發電 方法에 의하여 스팀을 販賣하고 있지 않지만 앞으로 팔려고 하는 사람은 規制上의 問題에 當面하게 되고 일단 스팀 販賣事業을 始作하면 規制機關으로부터 서서비스를 繼續하도록 懲憑 받는다.

環境保護法은 熱併合發電所를 計劃하는 施設에 追加費用, 遲延, 그리고 危險을 附課한다. 한 地域에 대한 環境汚染의 전체적 結果는 熱併合發電의 燃料節約利益의 結果로서 줄어들지라도 環境汚染의 地域的 增加가 發生하는 것은 可能하다. 가스터어빈의 경우에서와 같이 물이나 스팀을 注入하는 것을 사용하여 原動機의 環境汚染效果를 改善하는 作業이 꾸준히 進行중에 있다.

### 熱併合發電 技術

原動機의 選定은 반드시 地域特性에 根據를 두어야 하는 데 그것에는 熱負荷와 電氣負荷의 比率, 燃料의 形態와 有用性, 環境制約 등이 알려져야 한다. 發電機, 熱交換器, 凝縮器 등을 포함하는 시스템의 나머지 部分은 標準構成要素를 사용하여 設計되어야 한다.

디젤엔진은 넓은 범위의 流體燃料를 燃素할 수 있고 熱에너지에 대한 電力의 比率이 높은 熱併合發電 시스템에 좋은 可能性이 있다. 디젤엔진은 가스터어빈에 비하여 더 좋은 效率를 갖

고 있고 따라서 熱併合發電에 아주 適合하게 될 수 있다. 디젤엔진은 熱이 적게 回收되는 것을 要하는 小規模應用物에 適節하도록 小規模에 있어서 有用하다.

랭킨 사이클은 凝縮스팀터어빈을 사용하는 조합사이클 시스템과 같이 工程用 熱源을 生産하지 않기 때문에 一般的으로 진정한 熱併合發電으로 考慮되지 않는다. 그러나 改放사이클이나 非凝縮터어빈은 熱併合發電에 考慮될 수 있다. 스팀터어빈의 排氣는 大氣壓보다 약간 높은 壓力에서 비교적 低壓工程, 煖房, 또는 空氣調和에 使用된다. 또한 스팀은 1,200 psig, 900 °F 와 같은 비교적 高溫 또는 高壓에서 가스터어빈 熱回收보일러나 燃燒動力 보일러에 의해 發生되어서, 상당한 動力과 工程熱을 함께 生産하는 過程에서 스팀터어빈에서 124 psig 까지 膨脹될 수 있다. 한가지 問題點은 小規模 非凝縮스팀터어빈이 相對的으로 非效率的이라는 것인데 速度와 스팀의 條件에 따라 46%에서 65%까지 變한다. 對照的으로 凝縮스팀터어빈은 4,000 내지 8,000 마력 범위에서 現在 76% 내지 81%의 效率를 가지면서 使用될 수 있다. 랭킨 사이클 熱併合發電시스템은 비교적 多量이고 安定된 에너지 需要를 가지고 있는 産業에 가장 適合하다.

브레이튼이나 改放사이클 가스터어빈은 많은 量의 廢熱을 쉽게 回收할 수 있는 간단하면서도 商業的으로 立證된 動力시스템이다. 비교적 大規模 産業用 熱併合發電 시스템의 대부분은 가스터어빈에 基般을 둘 可能性은 아주 높다. 現在 대부분의 가스터어빈은 天然가스나 輕油로 燃燒되는 반면에 重油나 固體燃料 등을 燃燒하는 것에 대한 可能性은 氣化器, 加壓 流動床과 大氣壓 流動床 燃燒시스템의 開發로 높아진다.

廢鎖사이클 가스터어빈 시스템도 中間冷却器 豫冷却器, 그리고 空氣加熱器 排氣에서 熱回收를 利用하기 때문에 未來의 熱併合發電에 使用할 可能性이 있다.

이미 設置된 가스터어빈은 熱回收 보일러 設

置를 위한 適節한 空間이 있다면 특별한 어려움 없이 改造할 수 있다.

다른 可能性들은 「實例」에 列擧되어 있다. 하나의 燃料資源을 使用해서 동시에 電力과 工程熱을 生産하게 되는 二重目的 應用은 熱併合發電 아래서 考慮될 수 있다.

現在 産業體는 미국의 경우 産業分野 電氣에 너지 必要量의 약 14%만 熱併合發電한다. 이것이 産業的 熱併合發電의 可能性을 例示해주는 것이다. 化學, 종이나 펄프의 淸淨, 鋼鐵 등의 産業이 産業的 熱併合發電 容量의 거의 50%를 차지하고 있는 반면에 全體 産業的 에너지 使用에서는 약 32%가 된다. 産業體에서 使用되는 거의 45%의 에너지가 스팀 生産에 使用되고 29%가 燃燒工程 加熱器에 使用된다는 것은 또다른 可能性을 나타낸다. 다시 말하면 모든 工程産業에서 熱併合發電의 可能性은 높고 또한 實現되어야 한다.

### 環境的 制約

時間이 지남에 따라서 더 切迫하게 되어가고 있는 環境的 制約은 특히 캘리포니아 같은 州에서 앞으로의 熱併合發電所의 開發에 대한 主要 防害要因 중의 하나이다. 어떤 官僚들은 未來의 動力不足에 대하여 걱정하고 있는 반면, 다른 官僚들은 매우 效率的인 方法으로 이러한 必要動力을 提供하는 것을 事實상 不可能하게 하고 있는 것이다. 모든 사람들은 大氣의 質이 重要하고 保護되어야 한다고 同意한다. 그러나 우리가 받아들일 수 있을 만큼 더 깨끗하고 效率的인 動力資源을 갖게 될 날을 引導하면서 經驗을 얻음에 따라 꾸준히 技術을 改善하여 우리의 進歩된 技術이 받아들일 수 있을 만큼 깨끗한 發電所를 建設할 수 있어야 한다.

쉽게 利用할 수 있는 裝置의 使用으로 別로 어려움이 없이 騒音制約에 對處할 수 있다. 그러나 大氣汚染制約에 對處하는 것은 훨씬 더 어렵다. 現在 利用할 수 있는 대부분의 가스터어

빈은 종종 비싸고 複雜하다는 약간의 附加的 問題 解決을 要한다. 몇개의 터어빈은 낮은 濃度의  $NO_x$ , 낮은 濃度의 炭化水素, 몇개의 州에서 要求하는 데 맞도록 充分히 낮은 濃度의 몇 가지 物質을 放出하면서 作動하도록 設計된 燃燒室을 갖고 있다. 標準에 맞지 않거나 맞출 수 없는 터어빈은 燃燒室 안으로 물이나 스팀을 注入하는 것을 要한다. 이러한 手段은 간단하게 보이나 注入이 可能케 터어빈을 變更해야 하고, 직접 注入에 必要한 適切한 壓力과 높은 質의 물이나 스팀의 發生을 要한다.

二重流體를 사용하는 熱 사이클을 利用하는 것은  $NO_x$ 의 濃度를 減少시키는 데 寄與하며, 특히 스팀注入이 터어빈의 스팀溫度를 더 높은 값으로 올리게되는 動力上昇을 위한 스팀注入에 對立됨으로서 一定한 出力을 내도록 燃料을 維持하기 위하여 사용되었다면 더욱 그렇다. 그러나  $NO_x$  放出에 대한 비교적 높은 스팀溫度의 影響은 결정되어야 한다.

高黃石炭의 燃燒에 加壓, 또는 大氣壓의 流動床을 사용하는 것은 매우 將來가 좋다. 石灰岩床 物質( $CaCO_3$ )을 사용하면 高溫에서  $SO_2$ 와 反應하여  $CaSO_4$ 를 生成한다. 이 技術은 또한 高黃油燃燒에서  $SO_x$  性分을 除去하는 데 사용될 수 있다. 그러나 床物質의 矯正과 再生이 連續的인 經濟的 作動을 위해 필요하다. 白雲石과 같은 床物質도 또한 사용될 수 있다.

아직도  $NO_x$ ,  $SO_x$ , 그리고 炭化水素 放出物의 調節을 위한 適節하고 經濟的인 方法을 開發하는 데 많은 勞力을 기울여야 한다.

### 熱에너지 回收

熱併合發電에서 熱에너지를 回收하기 위한 여러가지 形態는 보통 學論된 시스템과 아주 비슷하다. 그 여러가지 形態들은 原動機와 選擇된 燃料資源에 物理的으로 適合하도록 하는 것이 必要하다. 設計方法과 概念에는 다음과 같은 것들이 있다.

1. 中溫水 加熱器.

2. 高溫 有機流體 加熱器.
3. 低壓스팀 發電機.
4. 中壓스팀 發電機.
5. 節約裝置를 가진 高壓스팀 發電機.
6. 節約裝置와 過熱器를 가진 高壓스팀 發電機
7. 非凝縮 스팀터어빈을 가진 高壓스팀 發電機
8. 凝縮터어빈과 低壓의 工程用 蒸氣 生産을 위하여 보일러에 低壓스팀 部分을 가진 高壓 조합사이클.
9. 中間冷却器, 豫冷却器, 그리고 空氣加熱器 排氣에서 熱을 回收를 하는 廢鎖사이클 가스터어빈 시스템.

10. 9에 열거된 項 이외에 流動床의 排氣에서 熱을 回收하는 流動床燃燒 시스템을 이용한 開放 또는 廢鎖 사이클 가스터어빈.

11. 스팀發生器, 大氣壓 이하에서 作動하는 터어빈, 또는 동시에 둘다에 의한 動力發生에다 유리 爐 排氣物 熱回收를 더한 것.

12. 가스터어빈 排氣에 의한 시멘트 킬른이나 벽돌 킬른, 직접 加熱에 點火와 電力 生産을 더한 것.

13. 鋼鐵 爐 熱回收와 動力 生産.

14. 油井분사 보일러연소에 쓰이는 高溫 燃燒 空氣로서 가스터어빈 排氣를 사용하고 電力도 發電하는 油田 熱併合發電.

15. 電力과 高溫 熱傳達流體를 要하는 해안石油 生産 플레트폼.

16. 高溫 有機流體나 蒸氣, 그리고 電力 發電을 要하는 化學工場이나 플라스틱工場.

위에 적은 것은 利用할 수 있는 많고 多樣한 可能性 중 단지 一部이다.

### 熱併合發電의 例

이 例의 에너지 시스템은 大學 캠퍼스에 設置되고 사용된 범위의 動力에 대한 現地의 그리드에 連結된 시스템에서의 最近技術을 나타낸다고 시스템의 電氣部分은 公共電力會社에 連結된

3.2-MW 交流發電機를 稼動하는 液體燃料燃燒 가스터어빈으로 이루어진다. 가스터어빈은 적당하게 13 in·wc 로 過給하여진다. 3.3 MW 는全體 캠퍼스의 最大負荷의 약 15% 뿐이기 때문에 가스터어빈 發電機는 最大의 連續出力으로 계속 作動하여서 最適 熱에너지 比率를 保障하도록 計劃되었다.

熱에너지는 캠퍼스 시스템 壓力인 150 psig 飽和狀態에서 20,300 lb/h 로 스팀을 發生하면서 터어빈 排氣가스에서 回收된다. 20,300lb/h 의 스팀 發生率은 燃燒보일러의 設計用量인 250,000 lb/h 의 약 10%이다. 캠퍼스의 最小負荷는 약 70,000 lb/h 이다. 여름의 平均負荷는 약 100,000 lb/h 이고, 겨울의 平均負荷는 140,000 lb/h 이다. 그러므로 모든 스팀回收量은 이상적인 熱併合發電 시스템 條件을 이루면서 언제나 사용될 수 있다. 보일러는 最大利用을 위하여 溫度로 調節되는 節約裝置를 사용하는 것을 特色으로 한다. 熱은 또한 發電機, 冷却空氣, 潤滑油 冷却器, 그리고 보일러의 繼續的인 排出 등에서 回收되어진다. 發生電力과 보일러에서의 熱回收, 그리고 위에서 말한 補助資源의 結合은 總體的 發電所 效率를 81.4%가 되게 한다. 熱回收 보일러의 마지막 鍋筒 溫度는 308°F이다.

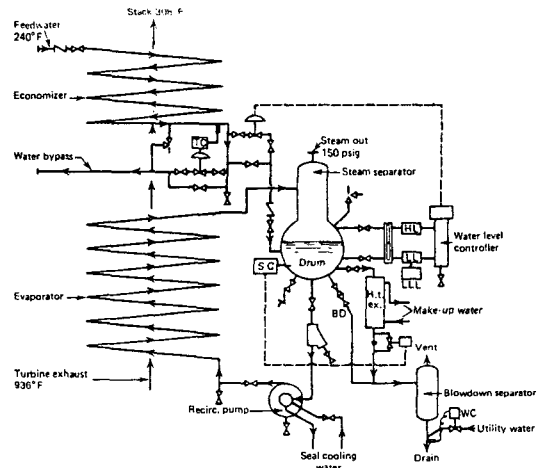
위의 發電所에 대한 運轉資料는 아래에 주어져 있다.

터어빈 發電機

72°F에서 過給時 約算된 킬로와트	3312 KW
軸마력	4665
터어빈 速度	14,500 rpm
단순 사이클 效率	28.4%
熱消費率(단순 사이클)	11,797 Btu/kwhr
空氣流動	27,430 標準 ft <sup>3</sup> /min
排氣溫度	936°F
排氣가스流動	34.96 pps
過給에 의한 全體 利得	343 hp
熱回收 보일러	

給水 溫度	240°F
스팀壓力(飽和상태)	150 psig
最小溫度差 ΔT	25°F
스팀發生率	20,300 lb/h
鍋筒溫度	308°F
가스壓力降下	8 in·wc
블로우다운 許容	2%
再循環方法	強制循環
全體加熱表面積	31,254 ft <sup>2</sup>

보일러의 圖式은 그림을 참조하면 된다.



熱回收 보일러 물-水蒸氣 概略圖.

發電 電力 價格 (1980年 價格)

이 프로젝트에 대하여 複雜한 유틸리티 價格 總 運轉 收益

項 目	每 年 不變價格(\$)	可變價格(\$)
燃料 39.07 × 10 <sup>6</sup>		- 1,031,448
維持費와 分解檢査 修 理 費		- 56,000
附 加 人 力 費	- 10,000	
豫 備 需 要	- 43,600	
發電된 電氣 價格	+ 107,700	+ 1,067,760
回 收 된 熱 價 格		+ 647,887
總 運 轉 收 益	54,100	628,199
합 친 收 益		682,299

構造를 따르지 않더라도 3,100 KW를 熱併合發電하여 需要 부담에 대한 1년에 \$107,700의 유틸리티 부담을 減少시키고 運轉 중 1시간에 \$133.47의 減少 結果가 있다. 1년에 8,000時間 作動하는 것을 기준으로 全體 節約은 每年 \$1,175,400이다.

回收된 熱에너지의 價格 :

回收된 全體 熱量  $20.86 \times 10^6 \text{ Btu/h}$   
 等價 보일러 效率 85%  
 燃料 價格 \$3.30/10<sup>6</sup>Btu

回收된 熱에너지의 價格 :

$$\frac{20.86 \times 10^6 \times 3.30}{0.85 \times 10^6} = \$ 80.99/h$$

8,000時間에 대한 全體 價格 \$647,887.00

### 資本 所要量

시스템을 設置하기 위한 資本 必要量은 아래와 같다.

터어빈 發電機	\$ 646,000
熱回收 보일러	195,000
發電機 支署 連結	112,000
建物과 機械	295,000
燃料 貯藏	118,000
調節/監視	70,000
技術과 管理	185,000
總 計	\$1,621,000

總 稼動收益은 1년에 \$682,299로 주어진다. 간단한 回收 기준으로 그 프로젝트는 3년 이내에 사용된 資本을 빼낼 수 있다.

### 에너지 節約 價値

社會的 觀點에서 그 計劃의 查된 價値는 그 것의 에너지 節約特性에 있을지도 모른다. 一年에 8,000時間을 作動하는 基準으로 그 시스템은 총 26,500,000 KWh를 生産할 것이다. 化石燃料을 사용하는 公共 發電所에서 이 에너지를 生産하고 보일러에서 回收된 熱을 生産하기 위하여 每年 化石燃料  $5.33 \times 10^{11}$  Btu를 燃燒하는 것이 필요할 것이다. 이것은 每年 石油 약 89,375배럴에 相當한다. 그 터어빈 시스템은

每年 石油 약 55,870배럴을 필요로 하고, 一年에 총 燃料油를 약 35,505배럴 節約하거나 燃料 에너지를 37% 節約한다.

위에서 말한 것은 단지 하나의 獨自인 例이다. 대략적으로 터어빈, 往復機關, 그리고 잠재적으로 유용한 廢棄物 燃料資源의 이용을 고려하면 가능한 燃料保存은 막대하고 石油輸入 要求에 이로운 影響을 주고 따라서 현재의 에너지가 體系가 변하지 않는다면 미래의 問題點으로 예견할 수 있는 支拂均衡에 이로운 影響을 줄 수 있다.

위의 보기에서 燃料油 약 35,000배럴이 節約되는데 原油 1.3배럴이 燃料油 1배럴을 만드는데 필요하고 原油의 價格이 1배럴당 20.00\$이라고 가정하면 天然原油 節約은 每年 \$910,000이다. 이것에 잠재력을 곱하면 우리는 많은 國家利益을 얻는다.

이것이 가능한 熱併合發電所는 燃燒 되어지는 天然 가스일 것이다. 위의 보기는 쉽게 소모된 가스에 相當하는 石油量을 포함할 수 있다.

投資에 대한 收益은 또한 熱併合發電에 投資할지 아니할지를 決定하는 데 있어서 주요하게 考慮될 事項이다. 熱併合發電設備는 生産機械에 비유될 수 있다. 生産機械에 대한 投資는 짧은 기간(2年에서 4年)에 機械값을 支拂하고 20%에서 30%사이의 명확한 收益이 있을 것으로 기대된다. 잘 設計되고 적절한 시스템을 가진 熱併合發電設備는 대략 같은 비율로 收益이 있을 수 있다. 그 收益이 18%이하이면 投資의 觀點에서 限界로 생각되나 節約에 있어서의 社會的 利益에 대하여 다음에 考慮될 수 있다. 물론 이것은 純 利己의인 理由이나 그럼에도 불구하고 存在할 수 있는 理由이다.

두개가 同一한 경우는 거의 없으므로 各경우는 獨自的으로 考慮되어야 한다. 에너지 保存設備는 適用物이 變함에 따라서 變하게 된다. 가장 效率의이고 가장 經濟的인 設備를 詳述하는데 주의를 기울여야 한다. 效率에 있어서 1% 내지 2%의 차이는 시스템의 수명 전체에서 攪

목할만한 효과를 가져온다.

예를들어서 效率이 85%인 1000마력 電氣 모터와 效率이 89%인 同一한 모터에 필요한 動力의 차이는 39 KWh 이다. 1년에 8,000 時間을 사용하면 이것은 총 312,000 KWh 에 상당한다. 1 KW당 5¢의 비율로 계산하면 每年 에너지 節約은 15,000.00 \$에 달한다. 이것은 모터의 等級에 따라 다르지만 6개월 이내에 모터에 投資한 費用을 뽑아내고 단지 이 하나의 모터에 대하여 每年 312,000 KWh 의 에너지를 節約한다. 每年 設置되는 수천개의 모터수들이 것에 곱하면 뚜렷한 에너지 保存이 達成된다는 것을 쉽게 알 수 있다.

펌프, 送風機, 그리고 다른 모터 稼動裝置의 明細와 選擇에 대하여도 똑같은 것을 말할 수 있다. 相對的인 效率을 당연히 考慮하여 裝置 選定에 약간의 주의를 기울이면 에너지 保存과 作動費用減少에 있어서 成果가 있을 것이다. 費用의 차이는 종종 非能率的인 裝置의 選定을 正當화할 만큼 충분히 크지 않다.

燃燒보일러는 總體的 非能率이 자주 存在하는 또다른 部門이다. 이것은 公共電氣會社 보일러에는 適用되지 않지만 過去 15내지 20年 사이에 구입한 약간의 産業用 工程과 煖房 보일러에 適用된다. 지금 약 75%의 效率로 作動하고 있는 보일러는 節炭器, 空氣豫熱器, 給水加熱器, 또는 이들중 두개의 結合을 부가하여 效率을 85% 내지 90% 정도로 올릴 수 있다. 예를들어 100마력 프로세스 보일러는 效率 75%로 作動하고  $4.4 \times 10^6$  Btu/h 의 비율로 燃燒를 사용한다. 節炭器를 裝置하여 效率이 85%로 될 수 있다. 그때 燃料은  $3.9 \times 10^6$  Btu/h 의 비율로 사용된다. 분명히  $0.50 \times 10^6$  Btu/h 의 비율로 節約을 하거나 1년에 8,000 時間 作動하면  $4 \times 10^{10}$  Btu 를 節約한다. 燃料節減은 1년에 약 182,000 의 價格으로 약 7,000 배럴에 該當한다.

그래서 적절하게 設計된 에너지 시스템과 심

지어 改造도 經濟的으로나 社會的으로 매력적일 수 있다는 것은 명백하다. 效率이 좋기 때문에 燃料을 덜 소비하는 보일러는 大氣汚染을 減少시키고 經濟에 기여를 한다.

熱併合發電의 形態로 에너지를 保存하는 것에 대한 經濟的이고 社會的인 誘引策 이외에 稅金 惠澤, 資本投資의 빠른 減價計定 등의 形態로 政府에 의해서 주어지는 다른 誘引策이 있거나 혹은 에너지 節約에 必要한 投資를 하기 보다는 上昇된 에너지 價格을 단지 生産價格에 더하려는 産業體의 傾向을 막거나 줄이는 다른 誘引策이 있어야 한다. 上昇된 에너지 價格을 價格에 附加시키는 것은 일시적인 問題를 이해하지는 모르나 社會에는 아무런 利益을 주지 못한다. 支拂問題의 均衡에 도움이 되지도 않고 인플레이션 壓力을 減少시키지도 않는다.

에너지를 保存하지 않는 것은 損害가 된다는 誘引에 의하여 産業體의 에너지 保存을 增進시키는 의미있는 立法이 즉각 필요하다. 이 글을 쓴 당시까지 政府에 依해서 題案된 연약한 方策은 그 일을 하고 있지 않고 未來에도 그것을 할 수 없다. 現在로서는 明白하지 않지만 그것은 想像力과 知的인 分析과 行動을 必要로 할 것이다. 이 글은 能率的인 에너지 保存을 招來하는 많은 有用한 方法을 例를 들어 說明하였다. 이러한 方法을 適切하게 履行하는 것은 經濟的으로 社會的으로 이로운 것이다. 要求되는 裝置는 利用 可能하고 技術은 存在한다. 必要한 것은 環境的인 考慮에 對한 晝期的인 進展이다. 어떤 境遇에 있어서는 環境的 制約이 熱併合發電 시스템의 廣範圍한 改發을 미리 排除할 만큼 切迫하다. 空氣의 質에 對한 要求에 對處하는 데 必要한 裝置로서 現在의 시스템을 未來에 改造할 수 있음을 참작한다면 그 技術을 受容하기 위한 時間을 버는 동안 早速한 未來에 熱併合發電 시스템을 設置하게 하기 위하여 이러한 制約은 一時的으로 緩和되어야 한다.