

위생설비에서의 에너지절약기술

Energy conservation in plumbing systems

황 원 택
W. T. Hwang
삼신설계(주)



- 1947년생
- 건축설비설계에 관심을 가지고 있다.

1. 머리말

1973~1974년의 OPEC의 석유수출금지 이전까지, 사람들은 에너지는 무한하고 충분하다고 생각하였고, 이러한 생각은 대부분의 에너지가 값이 싸기 때문에 확실한 것으로 보여졌다. 이러한 에너지에 대한 개념으로 파생된 문제점들은 비싼 에너지를 과도하게 사용하는 학교, 병원, 상업 및 공항 건물들의 설계 및 운전에서 나타나게 되었다.

현재 설계되고 미래에 설계되어질 위생설비에는 에너지 효율을 최대로 할 수 있는 새로운 기법과 선택사항이 이용될 것이다. 다음의 두 가지의 건물에너지 절약 기법은 오늘날의 위생설비 설계 기법들 중에서 앞서 발전하였다.

첫 번째 기법은 위생설비의 설계에 있어서 건축주에게 최종사용제한 즉, 사용을 제한할 수 있는 방법을 알려주는 것으로서, 온수의 온도와 수압을 제어하고 절수형 스프레이 타입 수도꼭지와 샤워헤드를 설치하는 것 등을 예로 들 수 있다. 이러한 접근방법의 가장 큰 장점은 채택하기가 용이하다는 것이다. 그러나, 불행히도 이러한 방법은 에너지 효율적으로 운전되는 위생시스템을 설계함으로써 성취될 수 있는 중요한 에너지절약의 가능성을 무시하는 경향이 있다.

두 번째 에너지 절약 기법은 전체에너지 관리개념을 적용한 것으로서 위생설비 설계자가 건물이 종합적으로 어떻게 에너지를 소비하는가를 먼저 이해하여 최소한의 에너지로 최대의 만족을 줄 수 있도록 위생설비를 설계하는 것이다.

2. 위생에서의 에너지절약

위생설비 설계자는 여러 분야에서의 에너지 절약에 있어 중요한 역할을 할 수 있다. 에너지 절약은 구체적인 최종사용제한기법 또는 전체에너지 관리로 이루어지며 아래에 상세히 설명하고 있다.

2.1 급탕온도를 낮춤

대규모 또는 소규모 빌딩, 소매 상점에서 사용되는 전체 에너지의 2~4%는 급탕으로 소비된다. 천연가스를 사용하는 주거용 온수 급탕기는 전체 에너지 소비의 8% 가량을 차지하며, 전기만을 사용하는 가정에서 온수 급탕기는 두 번째로 에너지 소비량이 많으며 전체소비의 23% 가량을 차지하고 있다.

많은 급탕 시스템은 사람이 사용할 때의 물의 온도가 105°F(40.6°C)임에도 불구하고 140°F(60°C)로 공급하는 것으로 설계된다. 온수와 냉수를

혼합하는 것으로 급탕 설비가 설계된 경우와 급탕 온도를 낮추어 공급하는 경우, 이론적으로는 에너지 증감이 없다. 그러나 새로운 빌딩에서의 에너지 기준과 표준은 급탕온도를 110°F(43.3°C)로 맞출 것을 요구하고 있다. 만약 건물에 180°F(73°C)의 급탕을 필요로 하는 식기세척기를 갖추었다면, 건물 전체의 급탕온도와 차이인 ΔT 만큼을 보상할 수 있는 크기의 보조히터가 필요할 것이다.

두 종류 또는 그 이상의 유체를 혼합한 후의 온도는 다음 식(1)을 이용하여 계산할 수 있다.

$$t_m = \frac{Q_1 \times t_1 + Q_2 \times t_2}{Q_1 + Q_2} \quad (1)$$

(예 1)

155°F(68.5°C), 45 gpm(2.84 L/s)의 물과 75°F(23.9°C), 55 gpm(3.47 L/s)의 물을 혼합하였을 때 물의 온도는?

$$\frac{45 \times 155 + 55 \times 75}{45 + 55} = 100^\circ\text{F}$$

필요한 급탕온도로 제공하기 위한 냉수와 혼합할 온수의 비율은 다음 식 (2)로 결정된다.

$$\text{Ratio HW} = \frac{t_m - t_1}{t_2 - t_1} \quad (2)$$

(예 2)

(A) 110°F, 80 gph를 공급하기 위한 155°F의 온수와 75°F 냉수의 혼합에서 필요한 온수의 양은?

$$\frac{110 - 75}{155 - 75} = .44 \text{ 또는 } 44\%$$

80 gph × 0.44 = 35 gph(즉, 155°F 온수가 35 gph 만큼 필요)

(B) 110°F, 80 gph를 공급하기 위한 125°F의 온수와 75°F 냉수의 혼합에서 필요한 온수의 양은?

$$\frac{110 - 75}{125 - 75} = .70 \text{ 또는 } 70\%$$

80 gph × 0.70 = 56 gph(즉, 125°F 온수가 56 gph 만큼 필요)

2.2 사용유량 감소

1992년에 위생기구에 대한 최대 사용 수량을 제한하는 에너지 효율 법안을 제정하였다(예를 들어, 대변기 세정용 1.6 gal(6 L)). 유량의 감소에 따라 양수할 유량이 줄어들면 관경이 줄어들고, 배관을 통한 열손실이 감소하게 되어 위생기구의 유량 감소에 의해 에너지 절약이 이루어지는 것이다. 위생기구 사용유량은 위생기구의 부속품 설계와 수압에 따라 변화한다. 생산업체의 실험

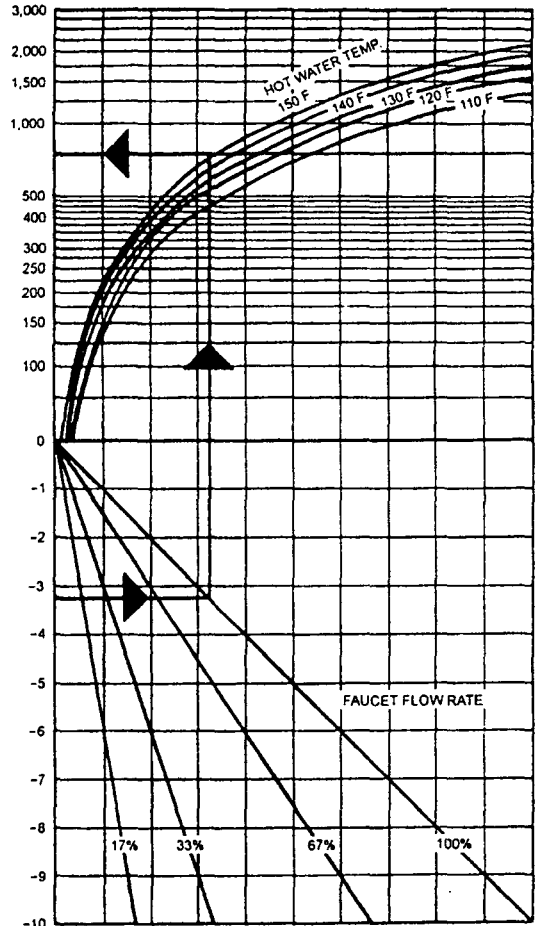


Chart allows user to estimate domestic hot water heating use in terms of water temperature and faucet flow rate.

그림 1 수도꼭지의 사용유량감소에 의한 에너지 절감량

결과는 세면기와 샤워기의 사용유량이 매우 크다는 것을 보여준다(세면기와 샤워기는 위생기구 사용유량 감소의 주 대상임). 기구 사용유량은 자동 유량 제어 설비에 의해 감소될 수 있다. 세면기는 1 gpm(0.063 L/s) 또는, 그 이하의 유량 감소가 가능하고, 샤워기는 3 gpm(0.0189 L/s) 또는 그 이하의 유량감소가 가능하다.

그림 1은 수도꼭지의 사용 유량을 연간 에너지 소비량으로 환산하고 최적 에너지 효율의 설계 유량을 결정하기에 유용한 간단한 방법을 제시하고 있다. 위생기구에 있어서 급탕량의 비열변화에 따라 연간 에너지 소비량을 예측할 수 있으며 에너지 절약 장치의 비용 및 투자회수 계산에 상호 관계되는 에너지 소비를 예측하는 디자인 도구로써 사용될 수 있다. 이러한 에너지 유량제어 장치의 제조자는 제품설계와 설치 요구사항을 자세하게 설명한다. 절수장치의 설치는 전국에 걸쳐 연간 수 백만 갤런의 물을 절약하였다. 물 수요량의 감소는 지역수도사업소에서 공급할 물, 정수장에서 처리할 물, 하수처리장에서 처리할 오배수가 줄어든다는 것을 의미한다.

(예 3)

1일당 150°F 급탕 3.25 gal을 소비하는 수전 (유량 100%일 경우)의 연간에너지 소비량은 800

×10⁶ Btu(844×10⁶ kJ)/yr이다. 유량을 67%로 낮출 경우, 에너지 소비는 475×10⁶ Btu(507×10⁶ kJ)/yr이며, 유량을 33%로 낮출 경우 연간에너지 소비량은 225×10⁶ Btu(237.4×10⁶ kJ)/yr로 감소된다.

2.3 경제적인 보온재 두께

경제적인 단열 두께는 연간 에너지비용과 단열 비용의 최저합계를 나타내는 두께를 의미한다. 단열은 열손실을 늦춤에 따른 에너지 절약은 물론, 화상으로부터의 인체 보호, 소음 감소, 결로 조절에 있어서 유리한 면이 있다.

에너지[Btu(J)]의 절약은 다음 공식에 의해 결정될 수 있다.

급탕 순환 온도(t_o)를 결정하고, 파이프 주변의 공기온도(t_a)를 결정한다. 온도차 (ΔT)는 t_o-t_a와 같다. 표 1(강관일 경우) 또는 표 2(동관일 경우)는 파이프 사이즈 별 Btu/linear ft(kJ/linear m) 절감량을 찾기 위해 사용된다.

전 시스템에서의 절감량은 다음 식 (3)에 의해 결정된다.

$$S = g \times L \tag{3}$$

$$S = \text{에너지 절감량 Btu/h(kJ/h)}$$

표 1 강관과 급탕조에서의 에너지절감량 인자

ΔT °F(°C)	Pipe size, in.(mm)								Hot water tanks, Btu/h/ft ² (kJ/h/m ²)	
	½ (12.7)	¾ (19.1)	1 (25.4)	1¼ (31.8)	1½ (38.1)	2 (50.8)	2½ (63.5)	w/ Insulation	w/o Insulation	
40 (4.4)	14 (48.44)	17 (58.8)	21 (72.7)	26 (90.0)	29 (100.3)	35 (121.1)	42 (145.3)	6 (68.1)	57 (647.3)	
45 (7.2)	16 (55.36)	20 (69.2)	24 (83.0)	30 (103.8)	33 (114.2)	41 (141.9)	48 (166.1)	6 (68.1)	65 (738.2)	
50 (10.0)	18 (62.28)	22 (76.1)	27 (93.4)	34 (117.6)	38 (131.5)	47 (162.6)	55 (190.3)	7 (79.5)	73 (829.1)	
55 (12.8)	20 (69.20)	25 (86.5)	31 (107.3)	38 (131.5)	42 (145.3)	52 (179.9)	62 (214.5)	7 (79.5)	83 (942.6)	
60 (13.6)	23 (79.58)	28 (96.9)	35 (121.1)	42 (145.3)	48 (166.1)	58 (200.7)	69 (238.7)	9 (102.2)	92 (1044.8)	
65 (18.3)	25 (86.50)	31 (107.3)	38 (131.5)	47 (162.6)	53 (183.4)	65 (224.9)	77 (266.4)	9 (102.2)	102 (1158.4)	
70 (21.1)	28 (96.88)	34 (117.6)	42 (145.3)	52 (179.9)	58 (200.7)	71 (245.7)	84 (290.6)	10 (113.6)	112 (1272.0)	
75 (23.9)	30 (103.8)	36 (124.6)	46 (159.2)	56 (193.8)	64 (221.4)	78 (269.9)	91 (314.9)	11 (124.9)	122 (1385.6)	
80 (26.7)	33 (114.2)	41 (141.9)	50 (173.0)	61 (211.1)	69 (238.7)	84 (290.6)	99 (342.5)	11 (124.9)	132 (1499.1)	
85 (28.4)	36 (124.6)	44 (152.2)	54 (186.8)	67 (231.8)	74 (256.0)	91 (314.9)	107 (370.2)	12 (136.3)	142 (1612.7)	
90 (32.2)	38 (131.5)	47 (162.6)	58 (200.7)	72 (249.1)	80 (276.8)	98 (339.1)	116 (401.4)	12 (136.3)	154 (1749.0)	
95 (35.0)	42 (145.3)	51 (176.5)	62 (214.5)	77 (266.4)	86 (297.6)	105 (363.3)	124 (429.0)	14 (159.0)	164 (1862.5)	
100 (37.8)	45 (155.7)	54 (186.8)	66 (228.4)	82 (283.7)	93 (321.8)	113 (391.0)	133 (460.2)	14 (159.0)	175 (1987.5)	
105 (38)	47 (162.6)	58 (200.7)	72 (249.1)	87 (301.0)	98 (339.1)	120 (415.2)	141 (487.9)	15 (170.4)	187 (2123.8)	
110 (43)	51 (176.5)	62 (214.5)	75 (259.5)	93 (321.8)	104 (359.8)	128 (442.9)	150 (519)	16 (181.7)	198 (2248.7)	
115 (46)	54 (186.8)	65 (224.9)	80 (276.8)	98 (339.1)	110 (380.6)	135 (467.1)	159 (550.1)	16 (181.7)	210 (2385.0)	
120 (49)	56 (193.8)	69 (238.7)	85 (294.1)	104 (359.8)	117 (404.8)	143 (494.8)	169 (584.7)	17 (193.1)	222 (2521.3)	

표 2 동관에서 에너지절감량 인자

ΔT °F(°C)	Pipe size, in.(mm)							
	½ (12.7)	¾ (19.1)	1 (25.4)	1¼ (31.8)	1½ (38.1)	2 (50.8)	2½ (63.5)	3 (76.2)
40 (4.4)	8 (27.68)	12 (41.5)	14 (48.4)	17 (58.8)	20 (69.2)	25 (86.5)	30 (103.8)	35 (121.1)
45 (7.2)	10 (34.6)	13 (45.0)	16 (55.5)	20 (69.2)	23 (79.6)	29 (100.3)	35 (121.1)	40 (138.4)
50 (10.0)	12 (41.5)	15 (51.9)	19 (65.7)	23 (79.6)	26 (90.0)	33 (114.2)	40 (138.4)	46 (159.2)
55 (12.8)	13 (45.0)	17 (58.8)	21 (72.7)	26 (90.0)	30 (103.8)	38 (131.5)	45 (155.7)	52 (179.9)
60 (13.6)	15 (51.9)	20 (69.2)	24 (83.0)	29 (100.3)	34 (117.6)	42 (145.3)	51 (176.5)	58 (200.7)
65 (18.3)	16 (55.4)	21 (72.7)	27 (93.4)	32 (110.7)	37 (128.0)	47 (162.6)	56 (193.8)	65 (224.9)
70 (21.1)	18 (62.3)	24 (83.0)	30 (103.8)	35 (121.1)	41 (141.9)	52 (180.0)	62 (214.5)	71 (245.7)
75 (23.9)	20 (69.2)	26 (90.0)	33 (114.2)	39 (134.9)	44 (152.2)	56 (193.8)	67 (231.8)	76 (263.0)
80 (26.7)	21 (72.7)	28 (96.7)	35 (121.1)	42 (145.3)	49 (169.5)	61 (211.1)	73 (252.6)	85 (294.1)
85 (29.4)	22 (76.1)	31 (107.3)	38 (131.5)	45 (155.7)	53 (183.4)	66 (228.4)	79 (273.3)	92 (318.3)
80 (32.2)	24 (83.0)	33 (114.2)	41 (141.9)	49 (169.5)	57 (197.2)	71 (245.7)	85 (294.1)	99 (342.5)
95 (35.0)	26 (90.0)	36 (124.6)	44 (152.2)	53 (183.4)	61 (211.1)	76 (263.0)	91 (314.9)	106 (366.7)
100 (37.8)	28 (96.7)	38 (131.5)	48 (166.1)	57 (197.2)	65 (224.9)	82 (283.7)	98 (339.1)	113 (391.0)
105 (38)	30 (103.8)	41 (141.9)	51 (176.5)	60 (207.6)	70 (242.2)	87 (301.0)	104 (359.8)	121 (148.7)
110 (43)	32 (110.7)	43 (148.8)	54 (186.8)	65 (224.9)	74 (256.0)	93 (321.8)	111 (384.1)	128 (442.9)
115 (46)	34 (117.6)	46 (159.2)	57 (197.2)	68 (235.3)	78 (269.9)	98 (339.1)	118 (408.3)	136 (470.6)
120 (49)	36 (124.6)	49 (169.5)	61 (211.1)	72 (249.1)	83 (287.2)	104 (359.8)	125 (432.5)	144 (498.2)

g = 표 1 or 표 2에서의 인자(factor)

L = 설비 길이 ft(m)

2.4 급탕설비의 개선

아래에 명시된 에너지 절약이 가능한 분야는 급탕 시스템 개선사항에 대해 건축주의 관점과 위생설비 설계자의 관점에서 본 것이다.

(1) From the owner's viewpoint(건축주의 관점)

- ① 급수설비 점검과 수전을 포함한 모든 누수 부분의 보수
- ② 작동의 정상여부 판단을 위한 온수저어장치의 점검과 진단. 정상이 아닐 경우 보수 또는 교체
- ③ 급탕 탱크, 파이프 단열부위 점검과 필요시 보수 또는 교체

(2) From the plumbing engineer's viewpoint(위생설비 설계자의 관점)

- ① 급탕 파이프와 급탕 탱크에 단열재의 양 증가
- ② 스프레이 타입과 흐름을 제한할 수 있는 장치가 있는 온수수전의 특징을 고려
- ③ 스프링 작동장치, 자동멈춤(self closing), 온수나 적당한 급탕수전 장치의 지정을 고려
- ④ 수압이 40 psig(276 kPa)을 초과하면 온수

를 사용하는 수전설비 그룹에 감압밸브의 사용

- ⑤ 에너지 효율적 방법으로 최저 급탕온도를 적용한 급탕시스템을 설계한다. 전체 건물의 필요 온도보다 높은 온도의 급탕을 필요로 하는 부엌과 다른 장소를 위하여 보조 급탕 장치를 고려
- ⑥ 최대전기 부하 시 건물에 부하가 가증되는 것을 피하기 위하여, 사용율을 제한하는 에너지 관리 시스템에 전기 온수 가열기와 순환 환수 펌프(circulation return water pump)를 연결
- ⑦ 건물 내에 재실자가 없을 때 환수와 강제 순환 펌프 설비의 차단을 고려
- ⑧ 가능한 온수기를 사용장소에 가까이 위치
- ⑨ 생활 용수의 예열에 폐열을 사용

2.5 비 사용시의 손실

위생설비 설계자는 건물의 비 상주시간동안 급탕 온수기와 순환 시스템의 자동차단을 통하여 설비에너지 소비를 상당량 줄일 수 있다. 주당 113시간의 'off' 시간(급탕 온수기 및 순환시스템이 꺼진 상태의 시간)은 빌딩 상주시간이 주당 50시간일 경우 적용가능하며, 매일 1시간씩 작동온도(operating temperature)를 유지할 수 있다. 생

표 3 순환 차단시 효과

Operation temperature, °F (°C)	Piping insulation thickness, in.(mm)	Energy conserved, Btu/yr(kJ/yr)
140 (60)	½ (12.7)	1428×10 ⁶ (1506.5×10 ⁶)
125 (51.5)	½ (12.7)	1153×10 ⁶ (1216×10 ⁶)
110 (43)	½ (12.7)	824×10 ⁶ (869.3×10 ⁶)
140 (60)	1 (25.4)	934×10 ⁶ (985.4×10 ⁶)
125 (51.5)	1 (25.4)	714×10 ⁶ (753.3×10 ⁶)
110 (43)	1 (25.4)	522×10 ⁶ (550.7×10 ⁶)

활온수설비를 주당 113시간씩 정지한다고 가정하고 2000 gal(7570 L)의 물을 저장한다고 할 때, 표 3은 순환을 하지 않을 때의 효과를 나타낸다.

작동온도와 단열두께가 상당한 에너지를 절약시킬 수 있다는 것은 분명하며, 작동 시나 정지 시에 온수 시스템의 전반적인 열효율에 상당한 영향을 미치게 된다.

물순환 펌프의 시간기록계를 이용한 에너지 절약은 다음 식 (4)와 같이 계산할 수 있다.

$$\text{Motor kW} \times \text{off hours} \times \text{electric rate} (\$/\text{kWh}) = \text{total savings}(\$) \quad (4)$$

2.6 급탕에 이용할 수 있는 폐열

최근, 급탕을 위한 공조, 냉동, 세탁소, 생산공정 과정으로부터의 폐열 이용은 이러한 시스템의 설계에 참여한 기계기술자의 고려사항이 되고있다.

공통적인 폐열원은 다음과 같이 분류할 수 있다.

- ① 공조 및 상업용 냉동기로부터의 폐열
- ② 스팀 응축수로부터 재생된 열
- ③ 열병합발전(cogeneration) 플랜트에 의해 발생된 열
- ④ 히트펌프와 열회수 시스템(heat reclamation system).
- ⑤ 세탁 같은 작업에서 버려지는 물로부터의 열

온수를 만들기 위해 폐열을 이용하는 것을 결정하기 이전에, 제안된 시스템의 경제적 타당성을 위해 LCC분석이 이루어져야한다.

(1) 냉동기로부터의 열회수

냉동공조 시스템으로부터 열은 다음의 열원으로부터 재생 가능하다.

- ① 공냉식(air-cooled) 또는 증발식 응축기(evaporative condensers)가 있는 시스템
- ② 수냉식 응축기(water-cooled condensers)가 있는 시스템

40°F(4.4°C)에서의 증발과 105°F(38°C)에서의 응축으로 만들어지는 냉각효과에 의하여 매 Btu/h(kJ/h)당 응축기(condenser)에서 방출되는 열은 약 1.15 Btu/h(1.21 kJ/h)가 된다. 공냉식 또는 증발식 응축기가 있는 시스템은 압축기에서 배출되는 고온의 냉매가스관 (compressor hot gas discharge line)에 열교환기를 부착할 수 있다. (그림 2) 수냉식 응축기(condensers)가 있는 시스템은 냉각탑의 고온 응축수 환수관(hot condenser water return line)에 열교환기를 부착할 수 있다.(그림 3) 시스템의 효율은 튜브 번들(군관 ; tube bundle)이 있는 저장탱크를 부착함으로써 개선시킬 수 있다.(그림 4)

그림 4에서 보는 시스템의 장점은 열회수(heat

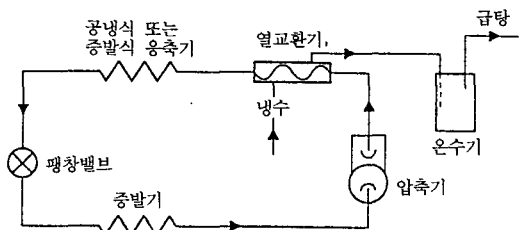


그림 2 냉매가스 폐열 회수

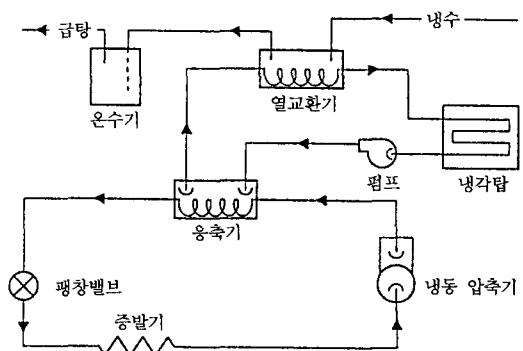


그림 3 응축수 열회수

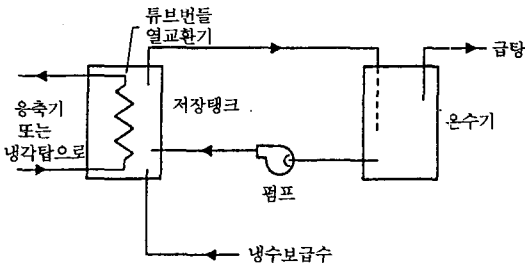


그림 4 저장탱크가 부착된 응축수 열회수

recovery)를 위해 급탕과 냉각시스템의 동시사용이 필요하지 않다는 것이다. 회수된 열은 급탕탱크의 온도를 설계치로 끌어올리는데 필요한 백업(backup)장치처럼 작용하는 급탕가열기와 함께 급탕 온도를 유지하는데 사용된다. 백업히터(backup heater)는 화석연료 히터나 개별 증기, 중 또는 고온수 이용 히터가 될 수 있다. 더 나아가 그림 4에서 저장탱크는 스팀이나 온수를 사용하는 튜브 번들(tube bundle)과 함께 사용할 수 있다.

(2) 응축수로부터의 열회수

난방, 온수 또는 공정작업의 열원으로 증기가 사용되는 곳에는 일반적으로 스팀 응축수가 있다. 응축수의 열(heat content)은 열교환기를 사용하여 난방에 이용할 수 있다. 이후 재생된 열은 보급수(makeup water)를 예열하는데 사용될 수 있다. 세탁소는 열교환기에서 스팀 응축수가 열로 재생되어 사용되는 대표적인 예가 되는 시설이다. 여기에는 응축수량과 이에 상응하는 급탕량의 변화를 수용할 수 있는 적당한 저장용기를 선택하는 것은 필수적이다. 그러나, 이것은 환수 응축수(returned condensate)의 온도를 올리는데 사용되는 보일러가 1차 급탕 가열기(primary water heater)보다 열적으로 효율적이지 않으면 에너지 절감을 기대하기 어렵다.

(3) 열병합발전 시스템

왕복엔진이나 가스 터빈의 사용을 통한 발전(generating electricity)의 부산물로 발생하는 열은 엔진의 냉각 시스템과 폐열보일러와 열교환기의 사용으로 발생하는 배기가스로부터 재생 가능하다. 이 열은 스팀이나 중온수를 공급하는데 사용된다. 후자는 열교환기의 사용을 통해 보급수(makeup water)를 데우거나 온수저장시스템에

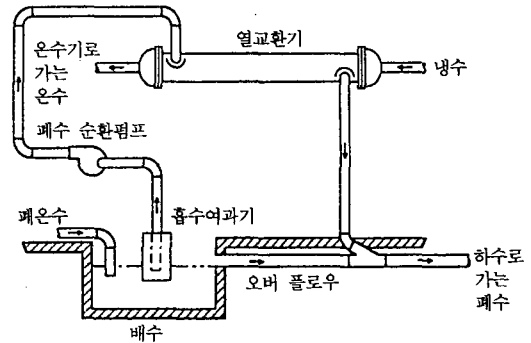


그림 5 폐열 회수

서 온도를 유지하는데 사용된다. 열회수가 경제성을 가지기 위해서는 대부분의 시스템이 년 중 내내 열부하를 가져야한다. 보급수(makeup water)를 재열하고 급탕시스템에서 온도를 유지하는 것은 높은 열적 효율을 유지하는 좋은 방법이다.

(4) 히트펌프와 열회수 시스템

1) 히트펌프

오늘날 첨단 빌딩의 전산실은 일년 내내 열이 발생하며, 산업 플랜트의 장치는 부산물로 폐열을 발생하기 때문에 이런 폐열을 급탕시스템으로 전하는 히트펌프를 사용함으로써 에너지를 절감할 수 있다.

히트펌프(직팽이든 냉수 타입이든)는 용량에 따라 냉동 프로세스를 통해 열을 물저장 탱크로 전달한다. 열교환기와 튜브 번들(tube bundle)은 열매체로 냉매나 응축수를 사용하여 급탕을 함으로써 효과적으로 활용될 수 있다.

그러한 시스템의 원리는 공기나 유체로부터 직접적으로 또는, 열교환기나 냉각코일을 순환하는 더운 공기나 물로부터 열을 추출해내는 것이다. 이렇게 추출된 열은 급탕시스템으로 보내진다.

2) 열회수

산업용 세탁기 같은 많은 장치들은 온수를 방출하게 되어있다. 그림 5와 같은 시스템을 사용함으로써 이 장치로부터 열을 회수할 수 있다.

3. 유틸리티 비용의 절감

(1) 비사용 시간대의 이동

급탕시스템을 가장 에너지 효율적인 방법으로

재실자의 요구에 맞게 용량을 정하는 것은 위생설비 설계자의 책임이다. 물을 가열하고 순환시키는데 사용되는 동력을 전력최대사용 시간대를 피해서 사용하는 것은 필요한 열량을 변환시키는 것이 아니라 최저의 시스템 운영비용을 통해 시스템 소유자에게 이윤을 가져다준다. 전력회사(power company)는 발전기의 전력생산에 대한 수요를 일정하게(피크치를 감소시켜)하여 전력최대사용 시간대가 아닌 시간대의 수요를 늘리기를 원한다. 어떤 전력회사는 전력최대사용 시간대가 아닌 시간대에는 아주 낮은 사용요금을 적용함은 물론, 많은 경우에는 기본요금도 부과하지 않는다. 위생설비 설계자에게는 서비스를 받는 지역의 전력요금 요율표(electric rate schedule)를 입수하여, 급탕장비의 가동시간을 전력최대사용 시간대를 피할 수 있도록 장비운전 계획을 수립하는 것이 권장된다. 대부분 이런 방법은 많은 경제적인 이윤을 가져다준다. 전력최대사용 시간대가 아닌 시간에 물을 가열하고 높은 온도로 유지한 후 적절한 온수온도(특정 전력요금 요율에 따라서)를 얻기 위해 혼합(blending)하는 것을 고려한 설계는 대기(standby)상태의 장비의 열손실을 고려하더라도 수년 내에 추가적인 장비에 대한 투자회수를 할 수 있다.

- (2) 고효율 장비의 채택
- (3) 배수 재이용 시스템

4. 고갈되지 않고 대체 가능한 에너지원

여러 지역에서, 에너지관련 법규에는 급탕시스템에 적당한 제한이 있으며 제안된 설계안에서 총 에너지 수요의 한 부분으로 계산되어야 한다고 규정하고 있다. 위생설비 설계자는 시스템 소요에너지의 전체 또는 일부로서 고갈되지 않는 에너지원(태양, 지열) 또는 대체 열원(고체 폐기물 처리)을 선택할 수 있다. 무한하리라던 화석연료는 50년 후에는 고갈될 것이라 예상되는 지금 고갈되지 않는 에너지는 중요성을 더해가고 있다.

(1) 태양에너지

고갈되지 않는 에너지 원 중 태양 에너지는 주 급탕난방원으로 가장 큰 역할을 할 것으로 보인

다. 태양으로부터의 에너지는 모든 실제적인 용도에 있어서 고갈되지 않으며 건물 소유주에게도 비용의 부담이 없다. 집열기의 효율과 솔라 시스템이 설치된 지역은 기존의 에너지 공급량에 상당하는 열에너지를 생산한다.

(2) 지열에너지

적당한 깊이에서 지열에너지가 이용가능 하리라 믿어지는 주(states)에 대하여 미국 에너지성은 주 정부의 에너지 위원회를 지열 평가(assessment) 프로그램의 기금으로 지원하고 있다. 지열 에너지의 이용가능성은 사용 가능한 액체나 가스의 온도와 처리비용에 따라 결정된다. 지열 스팀은 현재 발전에 사용되고 있으며 반면에, 최소 온도 150.8°F(66°C)의 온수는 건물의 급탕에 사용되고 있다. 난방과 급탕에 지열을 이용하려는 산업단지(industrial parks)의 요구는 계속 증가하고 있다. 지열에너지를 계획하고 발전시키는데 고려해야 할 중요한 사항으로 : 1) 경쟁력있는 시설(competitive institutional processes) 2) 적절한 온도와 유량, 3) 시스템을 경제성있게 만드는 부하를 들 수 있다.

지열에너지 시스템은 생산 및 처리정(production and disposal wells), 물-물 열교환기(water-to-water heat exchanger - 일반적으로 쉘과 튜브형), 보온된 배관, 순환펌프, 제어시스템으로 구성되어 있다. 위생설비 설계자는 많은 자본, 낮은 운영비용, 대체가능 에너지원에 관한 정보를 주 정부 에너지 사무실(states energy office)에 의뢰 해야한다.

(3) 고체 폐기물 처리

고체폐기물 수집 및 처리(solid waste collection and disposal) 시스템은 분해하는 과정에서 가스를 생산한다. 이 가스를 모아 회수한 후 수집된 매탄을 연소시켜 열을 생산한다.

여러 종류의 고체폐기물 소각 시스템이 사용중이며 엄격한 공해물질 배출 규제법규를 만족하는 또 다른 소각시스템이 건설되어 급탕시스템에 많은 양의 스팀과 온수를 공급하고 있다. 이런 대체 에너지원의 사용은 급탕 사용처가 에너지원과 아주 근접해야 한다는 면에서 지열에너지원과 비슷하다. 이러한 시스템의 전형적인 사용처로 큰 체

적의 가연성 물질(trash paper, scrap wood, plastics etc)을 태울 수 있는 산업용 플랜트도 포함된다. 이 시스템은 컨베이어가 있는 폐기물 처리공장, 폐기물투입 시스템, 보일러, 보일러 재처리장치, 열교환기, 보온된 배관, 순환펌프, 자동 제어로 구성되어 있다.

지열과 고체폐기물 에너지는 연속적으로 사용

될 수 있는데, 예를 들면, 180°F(82°C)에 500 gpm(약 31 L/s)의 물은 산업용 장치에서 열원으로 사용되며 이어서, 140°F(60°C)에서 난방에, 이후 115°F(46°C)에 급탕에, 최종적으로 95°F(35°C)에서 지하수 히트펌프 시스템에 사용된다. 이렇게 함으로써 많은 에너지와 비용이 절약되는 것이다.