

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ข้อมูลคุณสมบัติของเถ้าในโรงไฟฟ้าแม่เมาะ

ตาราง ก1

องค์ประกอบของเถ้า (Ash Composition) ในโรงไฟฟ้าแม่เมาะ หน่วยที่ 10

| SAMPLE | | | CONSTITUENT (%W) | | | | | | | | | | |
|---------|------|-----------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------|-------|--------------------------------|-------|------------------|-------|-------|-------------|
| Area | Soot | Elevation | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | SO ₄ | MgO | Na ₂ O ₃ | CaO | K ₂ O | NiO | CuO | Non Soluble |
| Front | L | 16.459 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| " | K | 25.756 | 24.999 | 10.330 | 23.759 | 10.528 | 0.449 | 0.152 | 3.452 | 0.067 | 0.019 | 0.000 | 26.245 |
| " | J | 29.413 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| " | I | 33.071 | 26.353 | 11.970 | 13.029 | 6.187 | 0.602 | 0.196 | 3.666 | 0.196 | 0.022 | 0.000 | 37.778 |
| " | H | 36.728 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| " | G | 40.386 | 25.133 | 11.235 | 16.053 | 10.012 | 0.716 | 0.116 | 6.488 | 0.058 | 0.019 | 0.000 | 30.171 |
| " | G' | 43.663 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Left | L | 16.459 | 25.065 | 9.752 | 25.433 | 10.777 | 0.438 | 0.090 | 3.979 | 0.076 | 0.025 | 0.000 | 24.365 |
| " | K | 25.756 | 26.215 | 10.833 | 20.390 | 9.517 | 0.631 | 0.093 | 5.287 | 0.114 | 0.020 | 0.000 | 26.900 |
| " | J | 29.413 | 22.320 | 8.413 | 20.755 | 6.361 | 0.680 | 0.096 | 4.743 | 0.109 | 0.014 | 0.000 | 36.509 |
| " | I | 33.071 | 24.032 | 10.915 | 18.030 | 6.918 | 0.713 | 0.087 | 6.117 | 0.066 | 0.015 | 0.000 | 33.106 |
| " | H | 36.728 | 24.384 | 11.227 | 19.360 | 9.033 | 0.718 | 0.090 | 6.641 | 0.048 | 0.025 | 0.000 | 28.477 |
| " | G | 40.386 | 23.837 | 10.655 | 16.462 | 9.464 | 0.728 | 0.115 | 5.765 | 0.049 | 0.023 | 0.000 | 27.901 |
| " | G' | 43.663 | 24.846 | 11.258 | 18.017 | 10.882 | 0.795 | 0.169 | 6.614 | 0.056 | 0.023 | 0.000 | 27.341 |
| Rear | L | 16.459 | 26.876 | 10.456 | 27.287 | 8.820 | 0.793 | 0.212 | 3.700 | 0.120 | 0.013 | 0.001 | 21.723 |
| " | K | 25.756 | 29.420 | 12.157 | 16.147 | 3.815 | 0.940 | 0.229 | 4.578 | 0.059 | 0.012 | 0.000 | 32.643 |
| " | J | 29.413 | 26.328 | 9.924 | 26.570 | 10.308 | 0.592 | 0.154 | 3.999 | 0.086 | 0.012 | 0.000 | 22.027 |
| " | I | 33.071 | 27.289 | 12.395 | 15.778 | 9.373 | 0.665 | 0.150 | 6.020 | 0.119 | 0.009 | 0.000 | 28.201 |
| " | H | 36.728 | 25.006 | 11.513 | 12.976 | 8.552 | 0.697 | 0.156 | 5.547 | 0.076 | 0.004 | 0.000 | 35.472 |
| " | G | 40.386 | 24.908 | 11.135 | 15.276 | 10.930 | 0.695 | 0.193 | 6.354 | 0.077 | 0.007 | 0.004 | 30.421 |
| " | G' | 43.663 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Right | L | 16.459 | 25.699 | 9.998 | 28.200 | 8.066 | 0.713 | 0.204 | 3.502 | 0.114 | 0.017 | 0.001 | 23.486 |
| " | K | 25.756 | 25.244 | 10.432 | 24.975 | 12.310 | 0.538 | 0.093 | 4.673 | 0.050 | 0.016 | 0.000 | 21.668 |
| " | J | 29.413 | 25.467 | 9.599 | 28.556 | 12.486 | 0.535 | 0.160 | 4.091 | 0.097 | 0.014 | 0.000 | 18.994 |
| " | I | 33.071 | 25.847 | 11.740 | 15.117 | 8.892 | 0.691 | 0.118 | 5.958 | 0.084 | 0.016 | 0.000 | 31.538 |
| " | H | 36.728 | 25.527 | 11.753 | 11.763 | 8.376 | 0.709 | 0.138 | 6.369 | 0.061 | 0.016 | 0.000 | 35.288 |
| " | G | 40.386 | 25.606 | 11.796 | 11.967 | 7.196 | 0.751 | 0.271 | 5.449 | 0.062 | 0.018 | 0.000 | 36.885 |
| " | G' | 43.663 | 24.559 | 10.747 | 16.509 | 11.573 | 0.536 | 0.094 | 5.329 | 0.062 | 0.018 | 0.000 | 30.574 |
| Average | | | 25.433 | 10.880 | 19.235 | 9.147 | 0.666 | 0.147 | 5.144 | 0.083 | 0.016 | 0.000 | 29.031 |

ตาราง ก2

องค์ประกอบของเถ้า (Ash Composition) ในโรงไฟฟ้าแม่เมาะ หน่วยที่ 11

| SAMPLE | | | CONSTITUENT (%W) | | | | | | | | | | |
|---------|------|-----------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------|-------|--------------------------------|-------|------------------|-------|-------|-------------|
| Area | Soot | Elevation | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | SO ₄ | MgO | Na ₂ O ₃ | CaO | K ₂ O | NiO | CuO | Non Soluble |
| Front | L | 16.459 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| " | K | 25.756 | 24.999 | 10.330 | 23.759 | 10.528 | 0.449 | 0.152 | 3.452 | 0.067 | 0.019 | 0.000 | 26.245 |
| " | J | 29.413 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| " | I | 33.071 | 26.353 | 11.970 | 13.029 | 6.187 | 0.602 | 0.196 | 3.666 | 0.196 | 0.022 | 0.000 | 37.778 |
| " | H | 36.728 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| " | G | 40.386 | 25.133 | 11.235 | 16.053 | 10.012 | 0.716 | 0.116 | 6.488 | 0.058 | 0.019 | 0.000 | 30.171 |
| " | G' | 43.663 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Left | L | 16.459 | 25.065 | 9.752 | 25.433 | 10.777 | 0.438 | 0.090 | 3.979 | 0.076 | 0.025 | 0.000 | 24.365 |
| " | K | 25.756 | 26.215 | 10.833 | 20.390 | 9.517 | 0.631 | 0.093 | 5.287 | 0.114 | 0.020 | 0.000 | 26.900 |
| " | J | 29.413 | 22.320 | 8.413 | 20.755 | 6.361 | 0.680 | 0.096 | 4.743 | 0.109 | 0.014 | 0.000 | 36.509 |
| " | I | 33.071 | 24.032 | 10.915 | 18.030 | 6.918 | 0.713 | 0.087 | 6.117 | 0.066 | 0.015 | 0.000 | 33.106 |
| " | H | 36.728 | 24.384 | 11.227 | 19.360 | 9.033 | 0.718 | 0.090 | 6.641 | 0.048 | 0.025 | 0.000 | 28.477 |
| " | G | 40.386 | 23.837 | 10.655 | 16.462 | 9.464 | 0.728 | 0.115 | 5.765 | 0.049 | 0.023 | 0.000 | 27.901 |
| " | G' | 43.663 | 24.846 | 11.258 | 18.017 | 10.882 | 0.795 | 0.169 | 6.614 | 0.056 | 0.023 | 0.000 | 27.341 |
| Rear | L | 16.459 | 26.876 | 10.456 | 27.287 | 8.820 | 0.793 | 0.212 | 3.700 | 0.120 | 0.013 | 0.001 | 21.723 |
| " | K | 25.756 | 29.420 | 12.157 | 16.147 | 3.815 | 0.940 | 0.229 | 4.578 | 0.059 | 0.012 | 0.000 | 32.643 |
| " | J | 29.413 | 26.328 | 9.924 | 26.570 | 10.308 | 0.592 | 0.154 | 3.999 | 0.086 | 0.012 | 0.000 | 22.027 |
| " | I | 33.071 | 27.289 | 12.395 | 15.778 | 9.373 | 0.665 | 0.150 | 6.020 | 0.119 | 0.009 | 0.000 | 28.201 |
| " | H | 36.728 | 25.006 | 11.513 | 12.976 | 8.552 | 0.697 | 0.156 | 5.547 | 0.076 | 0.004 | 0.000 | 35.472 |
| " | G | 40.386 | 24.908 | 11.135 | 15.276 | 10.930 | 0.695 | 0.193 | 6.354 | 0.077 | 0.007 | 0.004 | 30.421 |
| " | G' | 43.663 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Right | L | 16.459 | 25.699 | 9.998 | 28.200 | 8.066 | 0.713 | 0.204 | 3.502 | 0.114 | 0.017 | 0.001 | 23.486 |
| " | K | 25.756 | 25.244 | 10.432 | 24.975 | 12.310 | 0.538 | 0.093 | 4.673 | 0.050 | 0.016 | 0.000 | 21.668 |
| " | J | 29.413 | 25.467 | 9.599 | 28.556 | 12.486 | 0.535 | 0.160 | 4.091 | 0.097 | 0.014 | 0.000 | 18.994 |
| " | I | 33.071 | 25.847 | 11.740 | 15.117 | 8.892 | 0.691 | 0.118 | 5.958 | 0.084 | 0.016 | 0.000 | 31.538 |
| " | H | 36.728 | 25.527 | 11.753 | 11.763 | 8.376 | 0.709 | 0.138 | 6.369 | 0.061 | 0.016 | 0.000 | 35.288 |
| " | G | 40.386 | 25.606 | 11.796 | 11.967 | 7.196 | 0.751 | 0.271 | 5.449 | 0.062 | 0.018 | 0.000 | 36.885 |
| " | G' | 43.663 | 24.559 | 10.747 | 16.509 | 11.573 | 0.536 | 0.094 | 5.329 | 0.062 | 0.018 | 0.000 | 30.574 |
| Average | | | 25.433 | 10.880 | 19.235 | 9.147 | 0.666 | 0.147 | 5.144 | 0.083 | 0.016 | 0.000 | 29.031 |

ตาราง ก3

องค์ประกอบของเถ้า (Ash Composition) ในโรงไฟฟ้าแม่เมาะ หน่วยที่ 10
โดยเฉลี่ยแต่ละระดับชั้น

| Furnace Area | | CONSTITUENT (%W) | | | | | | | | | | |
|--------------|-----------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------|-------|--------------------------------|------------------|-------|-------|-------|-------------|
| Soot | Elevation | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | SO ₄ | MgO | Na ₂ O ₅ | K ₂ O | CaO | NiO | CuO | Non Soluble |
| L | 16.459 | 25.880 | 10.069 | 26.973 | 9.221 | 0.648 | 0.169 | 3.727 | 0.103 | 0.018 | 0.001 | 23.191 |
| K | 25.756 | 26.470 | 10.938 | 21.318 | 9.043 | 0.640 | 0.142 | 4.498 | 0.073 | 0.017 | 0.000 | 26.864 |
| J | 29.413 | 24.705 | 9.312 | 25.294 | 9.718 | 0.602 | 0.137 | 4.278 | 0.097 | 0.013 | 0.000 | 25.843 |
| I | 33.071 | 25.880 | 11.755 | 15.489 | 7.843 | 0.668 | 0.138 | 5.440 | 0.116 | 0.016 | 0.000 | 32.656 |
| H | 36.728 | 24.972 | 11.498 | 14.700 | 8.654 | 0.708 | 0.128 | 6.186 | 0.062 | 0.015 | 0.000 | 33.079 |
| G | 40.386 | 24.871 | 11.205 | 14.940 | 9.401 | 0.723 | 0.174 | 6.014 | 0.062 | 0.017 | 0.001 | 31.345 |
| G' | 43.663 | 24.703 | 11.003 | 17.263 | 11.228 | 0.666 | 0.132 | 5.972 | 0.059 | 0.021 | 0.000 | 28.958 |

ตาราง ก4

องค์ประกอบของเถ้า (Ash Composition) ในโรงไฟฟ้าแม่เมาะ หน่วยที่ 11
โดยเฉลี่ยแต่ละระดับชั้น

| Furnace Area | | CONSTITUENT (%W) | | | | | | | | | |
|--------------|-----------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------|-------|-------------------|------------------|------------------|-------------------------------|-----------------|
| Soot | Elevation | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | CaO | MgO | Na ₂ O | K ₂ O | TiO ₂ | P ₂ O ₅ | SO ₃ |
| L | 16.459 | 15.328 | 12.958 | 49.850 | 11.583 | 2.038 | 0.820 | 1.423 | 0.330 | 0.145 | 5.530 |
| K | 25.756 | 10.455 | 11.405 | 55.113 | 11.665 | 2.115 | 0.660 | 1.275 | 0.323 | 0.125 | 6.855 |
| J | 29.413 | 19.903 | 14.188 | 40.610 | 14.828 | 2.080 | 0.680 | 1.543 | 0.353 | 0.158 | 5.658 |
| I | 33.071 | 23.963 | 15.345 | 34.795 | 15.985 | 2.160 | 0.643 | 1.530 | 0.353 | 0.170 | 5.058 |
| H | 36.728 | 27.488 | 16.373 | 30.860 | 16.325 | 2.133 | 0.675 | 1.613 | 0.373 | 0.165 | 3.995 |
| G | 40.386 | 18.500 | 18.810 | 36.838 | 15.825 | 2.165 | 0.608 | 1.268 | 0.335 | 0.158 | 5.500 |
| G' | 43.663 | 13.235 | 12.465 | 48.863 | 14.595 | 2.060 | 0.598 | 1.108 | 0.325 | 0.155 | 6.598 |

ตาราง ก5

Slag Parameters ของถ้ำใน โรงไฟฟ้าแม่เมาะ หน่วยที่ 10

| SAMPLE | | | SLAGGING PARAMETER | | | | | | | | |
|---------|------|-----------|--|------------|------------|-------|-------|-------|---------------------|---------------------------------------|---------|
| Area | Soot | Elevation | %SiO ₂ /%Al ₂ O ₃ | Total Acid | Total Base | B/A | Rf | Rs | Dolomite Percentage | %Fe ₂ O ₃ /%CaO | Tcv |
| Front | L | 16.459 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| " | K | 25.756 | 2.420 | 35.329 | 54.143 | 1.533 | 0.233 | 1.986 | 13.993 | 6.883 | 1185 |
| " | J | 29.413 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| " | I | 33.071 | 2.202 | 38.323 | 55.489 | 1.448 | 0.284 | 1.155 | 24.128 | 3.554 | 1186 |
| " | H | 36.728 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| " | G | 40.386 | 2.237 | 36.368 | 53.621 | 1.474 | 0.171 | 1.622 | 30.746 | 2.474 | 1185 |
| " | G' | 43.663 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Left | L | 16.459 | 2.570 | 34.817 | 54.406 | 1.563 | 0.141 | 2.175 | 14.715 | 6.392 | 1231 |
| " | K | 25.756 | 2.420 | 37.048 | 53.435 | 1.442 | 0.134 | 1.804 | 22.319 | 3.857 | 1189 |
| " | J | 29.413 | 2.653 | 30.733 | 62.906 | 2.047 | 0.196 | 2.164 | 20.555 | 4.376 | 1265 |
| " | I | 33.071 | 2.202 | 34.947 | 58.134 | 1.663 | 0.145 | 1.805 | 27.306 | 2.948 | 1147 |
| " | H | 36.728 | 2.172 | 35.611 | 55.359 | 1.555 | 0.140 | 1.902 | 27.401 | 2.915 | 1141 |
| " | G | 40.386 | 2.237 | 34.492 | 51.043 | 1.480 | 0.170 | 1.687 | 28.085 | 2.856 | 1155 |
| " | G' | 43.663 | 2.207 | 36.104 | 53.015 | 1.468 | 0.248 | 1.786 | 28.884 | 2.724 | 1148 |
| Rear | L | 16.459 | 2.570 | 37.332 | 53.849 | 1.442 | 0.306 | 2.162 | 13.992 | 7.375 | 1231 |
| " | K | 25.756 | 2.420 | 41.577 | 54.608 | 1.313 | 0.301 | 1.322 | 25.136 | 3.527 | 1213 |
| " | J | 29.413 | 2.653 | 36.252 | 53.440 | 1.474 | 0.227 | 2.181 | 14.621 | 6.644 | 1265 |
| " | I | 33.071 | 2.202 | 39.684 | 50.942 | 1.284 | 0.193 | 1.440 | 29.408 | 2.621 | 1163 |
| " | H | 36.728 | 2.172 | 36.519 | 54.928 | 1.504 | 0.235 | 1.337 | 32.100 | 2.339 | 1167 |
| " | G | 40.386 | 2.237 | 36.043 | 53.027 | 1.471 | 0.284 | 1.572 | 31.197 | 2.404 | 1160 |
| " | G' | 43.663 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Right | L | 16.459 | 2.570 | 35.697 | 56.237 | 1.575 | 0.321 | 2.305 | 12.877 | 8.053 | 1230 |
| " | K | 25.756 | 2.420 | 35.676 | 52.013 | 1.458 | 0.136 | 2.144 | 17.182 | 5.345 | 1182 |
| " | J | 29.413 | 2.653 | 35.066 | 52.447 | 1.496 | 0.239 | 2.401 | 13.834 | 6.980 | 1263 |
| " | I | 33.071 | 2.202 | 37.587 | 53.522 | 1.424 | 0.168 | 1.471 | 30.267 | 2.537 | 1161 |
| " | H | 36.728 | 2.172 | 37.280 | 54.344 | 1.458 | 0.201 | 1.283 | 37.174 | 1.847 | 1171 |
| " | G | 40.386 | 2.171 | 37.402 | 55.403 | 1.481 | 0.401 | 1.233 | 33.514 | 2.196 | 1175 |
| " | G' | 43.663 | 2.285 | 35.306 | 53.122 | 1.505 | 0.141 | 1.608 | 26.032 | 3.098 | 1166 |
| Average | | | 2.350 | 36.313 | 54.323 | 1.503 | 0.218 | 1.763 | 24.151 | 4.085 | 1190.39 |

ตาราง ก6

Slag Parameters ของถ่านในโรงไฟฟ้าแม่เมาะ หน่วยที่ 11

| SAMPLE | | | SLAGGING PARAMETER | | | | | | | | |
|---------|------|-----------|--|------------|------------|------|------|-------|---------------------|---------------------------------------|---------|
| Area | Soot | Elevation | %SiO ₂ /%Al ₂ O ₃ | Total Acid | Total Base | B/A | Rf | Rs | Dolomite Percentage | %Fe ₂ O ₃ /%CaO | Tcv |
| Front | L | 16.459 | 1.03 | 24.70 | 68.02 | 2.75 | 2.59 | 6.97 | 18.88 | 4.87 | 1585.72 |
| " | K | 25.756 | 0.73 | 18.32 | 74.39 | 4.06 | 2.68 | 10.27 | 18.31 | 5.20 | 1896.33 |
| " | J | 29.413 | 1.35 | 32.54 | 61.34 | 1.89 | 1.26 | 4.77 | 26.87 | 2.97 | 1340.90 |
| " | I | 33.071 | 1.53 | 38.63 | 55.73 | 1.44 | 0.88 | 3.65 | 31.83 | 2.29 | 1235.21 |
| " | H | 36.728 | 1.56 | 40.12 | 54.45 | 1.36 | 0.84 | 3.43 | 33.57 | 2.12 | 1223.35 |
| " | G | 40.386 | 1.22 | 30.63 | 62.45 | 2.04 | 1.22 | 5.16 | 31.66 | 2.33 | 1419.87 |
| " | G' | 43.663 | 1.06 | 26.45 | 66.29 | 2.51 | 1.55 | 6.34 | 25.78 | 3.17 | 1552.79 |
| Left | L | 16.459 | 1.11 | 26.85 | 67.54 | 2.52 | 2.06 | 6.37 | 20.46 | 4.38 | 1515.97 |
| " | K | 25.756 | 0.79 | 19.68 | 72.76 | 3.70 | 2.59 | 9.35 | 18.62 | 4.98 | 1825.12 |
| " | J | 29.413 | 1.36 | 33.61 | 60.00 | 1.79 | 1.21 | 4.52 | 28.37 | 2.73 | 1329.01 |
| " | I | 33.071 | 1.50 | 37.72 | 56.69 | 1.50 | 0.99 | 3.80 | 30.90 | 2.40 | 1250.42 |
| " | H | 36.728 | 1.92 | 52.10 | 44.73 | 0.86 | 0.62 | 2.17 | 40.22 | 1.52 | 1136.94 |
| " | G | 40.386 | 0.56 | 51.90 | 43.56 | 0.84 | 0.50 | 2.12 | 33.03 | 2.19 | 1919.69 |
| " | G' | 43.663 | 1.21 | 29.46 | 64.90 | 2.20 | 1.34 | 5.57 | 24.31 | 3.44 | 1432.35 |
| Rear | L | 16.459 | 1.45 | 36.35 | 59.44 | 1.64 | 1.24 | 4.14 | 23.08 | 3.73 | 1279.66 |
| " | K | 25.756 | 1.05 | 25.20 | 68.53 | 2.72 | 1.74 | 6.88 | 19.95 | 4.56 | 1565.77 |
| " | J | 29.413 | 1.42 | 34.67 | 60.02 | 1.73 | 1.19 | 4.38 | 27.21 | 2.90 | 1295.59 |
| " | I | 33.071 | 1.61 | 41.04 | 54.78 | 1.33 | 0.87 | 3.38 | 34.03 | 2.09 | 1203.57 |
| " | H | 36.728 | 1.23 | 30.45 | 64.94 | 2.13 | 1.26 | 5.40 | 29.83 | 2.54 | 1418.15 |
| " | G | 40.386 | 1.35 | 34.09 | 60.70 | 1.78 | 1.14 | 4.51 | 30.74 | 2.42 | 1331.50 |
| " | G' | 43.663 | 1.03 | 25.14 | 67.47 | 2.68 | 1.61 | 6.79 | 26.13 | 3.09 | 1583.66 |
| Right | L | 16.459 | 1.10 | 26.56 | 67.85 | 2.55 | 1.94 | 6.46 | 20.78 | 4.28 | 1525.65 |
| " | K | 25.756 | 1.06 | 25.53 | 67.63 | 2.65 | 1.70 | 6.70 | 21.11 | 4.21 | 1560.86 |
| " | J | 29.413 | 1.48 | 36.95 | 57.60 | 1.56 | 1.06 | 3.94 | 30.90 | 2.39 | 1261.79 |
| " | I | 33.071 | 1.60 | 41.25 | 53.25 | 1.29 | 0.84 | 3.27 | 35.08 | 1.95 | 1207.63 |
| " | H | 36.728 | 1.87 | 54.26 | 42.30 | 0.78 | 0.60 | 1.97 | 43.00 | 1.33 | 1145.98 |
| " | G | 40.386 | 1.36 | 33.96 | 60.10 | 1.77 | 1.06 | 4.48 | 31.85 | 2.34 | 1326.03 |
| " | G' | 43.663 | 0.93 | 23.05 | 70.23 | 3.05 | 1.71 | 7.71 | 22.95 | 3.73 | 1673.10 |
| Average | | | 1.27 | 33.26 | 60.99 | 2.04 | 1.37 | 5.16 | 27.84 | 3.08 | 1430.09 |

ตาราง ก7

Slag Parameters ของเต้าในโรงไฟฟ้าแม่เมาะ หน่วยที่ 10
โดยเฉลี่ยแต่ละระดับชั้น

| Furnace Area | | SLAGGING PARAMETER | | | | | | | | |
|--------------|-----------|--|------------|------------|-------|-------|-------|---------------------|---------------------------------------|----------|
| Soot | Elevation | %SiO ₂ /%Al ₂ O ₃ | Total Acid | Total Base | B/A | Rf | Rs | Dolomite Percentage | %Fe ₂ O ₃ /%CaO | Tcv |
| L | 16.459 | 2.570 | 35.949 | 54.831 | 1.527 | 0.256 | 2.214 | 13.861 | 7.273 | 1230.667 |
| K | 25.756 | 2.420 | 37.408 | 53.550 | 1.437 | 0.201 | 1.814 | 19.657 | 4.903 | 1192.250 |
| J | 29.413 | 2.653 | 34.017 | 56.265 | 1.672 | 0.221 | 2.249 | 16.337 | 6.000 | 1264.333 |
| I | 33.071 | 2.202 | 37.635 | 54.522 | 1.455 | 0.197 | 1.468 | 27.777 | 2.915 | 1164.250 |
| H | 36.728 | 2.172 | 36.470 | 54.877 | 1.505 | 0.192 | 1.507 | 32.225 | 2.367 | 1159.667 |
| G | 40.386 | 2.220 | 36.076 | 53.274 | 1.477 | 0.257 | 1.529 | 30.885 | 2.483 | 1168.750 |
| G' | 43.663 | 2.246 | 35.705 | 53.069 | 1.487 | 0.195 | 1.697 | 27.458 | 2.911 | 1157.000 |

ตาราง ก8

Slag Parameters ของเต้าในโรงไฟฟ้าแม่เมาะ หน่วยที่ 11
โดยเฉลี่ยแต่ละระดับชั้น

| Furnace Area | | SLAGGING PARAMETER | | | | | | | | |
|--------------|-----------|--|------------|------------|------|------|------|---------------------|---------------------------------------|---------|
| Soot | Elevation | %SiO ₂ /%Al ₂ O ₃ | Total Acid | Total Base | B/A | Rf | Rs | Dolomite Percentage | %Fe ₂ O ₃ /%CaO | Tcv |
| L | 16.459 | 1.17 | 28.62 | 65.71 | 2.36 | 1.96 | 5.99 | 20.80 | 4.31 | 1476.75 |
| K | 25.756 | 0.91 | 22.18 | 70.83 | 3.28 | 2.18 | 8.30 | 19.50 | 4.74 | 1712.02 |
| J | 29.413 | 1.40 | 34.44 | 59.74 | 1.74 | 1.18 | 4.40 | 28.34 | 2.75 | 1306.82 |
| I | 33.071 | 1.56 | 39.66 | 55.11 | 1.39 | 0.89 | 3.53 | 32.96 | 2.18 | 1224.21 |
| H | 36.728 | 1.65 | 44.23 | 51.61 | 1.28 | 0.83 | 3.24 | 36.66 | 1.88 | 1231.11 |
| G | 40.386 | 1.12 | 37.65 | 56.70 | 1.61 | 0.98 | 4.07 | 31.82 | 2.32 | 1499.27 |
| G' | 43.663 | 1.06 | 26.03 | 67.22 | 2.61 | 1.55 | 6.60 | 24.79 | 3.36 | 1560.48 |

ภาคผนวก ข

ข้อมูลการใช้เชื้อเพลิงในโรงไฟฟ้าแม่เมาะ

ตาราง ข1
GENERATION AND FUEL COMSUMPTION FOR MAE MOH THERMAL POWER PLANT UNIT 8-11
FISCAL YEAR OF 1989-1990

| MONTH | UNIT#8 | | | UNIT#9 | | | UNIT#10 | | | UNIT#11 | | | TOTAL | | |
|--------|------------|----------------|-------------|------------|----------------|-------------|------------|----------------|-------------|------------|----------------|-------------|------------|----------------|-------------|
| | COAL (Ton) | ENERGY (M.KWh) | OIL (LITRE) | COAL (Ton) | ENERGY (M.KWh) | OIL (LITRE) | COAL (Ton) | ENERGY (M.KWh) | OIL (LITRE) | COAL (Ton) | ENERGY (M.KWh) | OIL (LITRE) | COAL (Ton) | ENERGY (M.KWh) | OIL (LITRE) |
| Mar-89 | 0 | 0.09 | | | | | | | | | | | 0 | 0.09 | 0 |
| Apr-89 | 8,140 | 8.86 | | | | | | | | | | | 8140 | 8.86 | 0 |
| May-89 | 16,323 | 29.84 | | | | | | | | | | | 16323 | 29.84 | 0 |
| Jun-89 | 34,259 | 49.84 | | | | | | | | | | | 34259 | 49.84 | 0 |
| Jul-89 | 112,828 | 175.59 | | | | | | | | | | | 112828 | 175.59 | 0 |
| Aug-89 | 46,021 | 75.24 | | | | | | | | | | | 46021 | 75.24 | 0 |
| Sep-89 | 113,535 | 185.56 | | | | | | | | | | | 113535 | 185.56 | 0 |
| Oct-89 | 142,340 | 203.57 | | | | | | | | | | | 142340 | 203.57 | 0 |
| Nov-89 | 152,695 | 195.96 | | | | | | | | | | | 152695 | 195.96 | 0 |
| Dec-89 | 146,191 | 180.01 | | | | | | | | | | | 146191 | 180.01 | 0 |
| Jan-90 | 174,712 | 218.45 | 127,042 | | | | | | | | | | 174712 | 218.45 | 127,042 |
| Feb-90 | 154,691 | 200.42 | 22,896 | | | | | | | | | | 154691 | 200.42 | 22,896 |
| Mar-90 | 170,320 | 211.41 | 143,902 | | | | | | | | | | 170320 | 211.41 | 143,902 |
| Apr-90 | 174,022 | 212.82 | 74,487 | | | | | | | | | | 174022 | 212.82 | 74,487 |
| May-90 | 140,142 | 188.27 | 109,276 | 173,233 | 210.23 | 244,647 | | | | | | | 313375 | 378.50 | 353,923 |
| Jun-90 | 165,581 | 215.06 | 7,049 | 154,252 | 200.05 | 99,955 | | | | | | | 319833 | 415.11 | 107,004 |
| Jul-90 | 172,808 | 219.98 | 20,777 | 92,175 | 113.85 | 258,283 | | | | | | | 264983 | 333.83 | 279,060 |
| Aug-90 | 105,176 | 121.23 | 37,141 | 173,913 | 217.86 | 22,049 | | | | | | | 279089 | 339.11 | 59,190 |
| Sep-90 | 49,620 | 60.85 | 118,780 | 180,176 | 223.56 | 0 | | | | | | | 229796 | 284.41 | 118,780 |
| Oct-90 | 182,983 | 221.02 | 46,992 | 181,941 | 221.39 | 66,194 | | | | | | | 364924 | 442.41 | 113,186 |
| Nov-90 | 171,101 | 204.68 | 154,499 | 175,310 | 214.57 | 32,464 | | | | | | | 346411 | 419.25 | 186,963 |
| Dec-90 | 199,361 | 223.06 | 0 | 190,941 | 215.55 | 41,791 | | | | | | | 390302 | 438.61 | 41,791 |
| TOTAL | 2,632,849 | 3381.79 | 862,841 | 1,321,941 | 1617.08 | 765,383 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3,954,790 | 4998.87 | 1,628,224 |

GENERATION AND FUEL CONSUMPTION FOR MAE MOH THERMAL POWER PLANT UNIT 8-11

FISCAL YEAR OF 1991-1992

| MONTH | UNIT#8 | | | UNIT#9 | | | UNIT#10 | | | UNIT#11 | | | TOTAL | | |
|--------|------------|----------------|-------------|------------|----------------|-------------|------------|----------------|-------------|------------|----------------|-------------|------------|----------------|-------------|
| | COAL (Ton) | ENERGY (M.KWh) | OIL (LITRE) | COAL (Ton) | ENERGY (M.KWh) | OIL (LITRE) | COAL (Ton) | ENERGY (M.KWh) | OIL (LITRE) | COAL (Ton) | ENERGY (M.KWh) | OIL (LITRE) | COAL (Ton) | ENERGY (M.KWh) | OIL (LITRE) |
| Jan-91 | 200,164 | 221.81 | 49,741 | 175,525 | 200.47 | 127,962 | | | | | | | 375689 | 422.28 | 177,703 |
| Feb-91 | 175,514 | 198.89 | 37,663 | 154,066 | 177.98 | 187,630 | | | | | | | 329580 | 376.87 | 225,283 |
| Mar-91 | 197,520 | 221.57 | 7,528 | 193,592 | 222.51 | 37,267 | | | | | | | 391112 | 444.08 | 44,795 |
| Apr-91 | 169,279 | 187.53 | 178,660 | 179,660 | 212.97 | 10,980 | | | | | | | 348939 | 400.50 | 189,640 |
| May-91 | 162,552 | 205.85 | 94,575 | 174,666 | 223.22 | 52,698 | 83,286 | 99.42 | 684,553 | | | | 420504 | 528.49 | 831,826 |
| Jun-91 | 168,570 | 206.46 | 16,209 | 167,575 | 211.06 | 32,673 | 129,837 | 160.91 | 161,822 | | | | 465982 | 578.43 | 210,704 |
| Jul-91 | 174,731 | 205.25 | 4,369 | 178,192 | 211.69 | 580 | 178,610 | 207.24 | 208,702 | | | | 531533 | 624.18 | 213,651 |
| Aug-91 | 185,836 | 223.23 | 14,787 | 84,504 | 99.41 | 29,854 | 45,316 | 54.74 | 240,340 | | | | 315656 | 377.38 | 284,981 |
| Sep-91 | 169,947 | 204.43 | 57,683 | 84,429 | 92.91 | 220,687 | 146,301 | 171.93 | 206,199 | 40,561 | 45.79 | 1,564,128 | 441238 | 515.06 | 2,048,707 |
| Oct-91 | 132,761 | 152.77 | 31,127 | 186,235 | 183.46 | 417 | 143,180 | 167.07 | 43,790 | 133,933 | 158.32 | 91,777 | 576109 | 661.62 | 167,111 |
| Nov-91 | 159,015 | 187.76 | 14 | 169,838 | 188.35 | 10,549 | 163,622 | 188.31 | 15,131 | 124,328 | 136.99 | 65,855 | 616803 | 703.41 | 91,549 |
| Dec-91 | 187,523 | 212.49 | 16,523 | 198,423 | 213.17 | 0 | 190,040 | 214.72 | 28,214 | 94,319 | 105.62 | 638,986 | 670305 | 746.00 | 683,723 |
| Jan-92 | 172,620 | 188.16 | 28 | 188,600 | 195.69 | 78 | 175,470 | 188.31 | 44,614 | 174,199 | 187.64 | 43,784 | 710889 | 759.80 | 88,504 |
| Feb-92 | 162,942 | 190.26 | 25,947 | 163,465 | 190.81 | 63,492 | 157,139 | 188.17 | 15,591 | 153,734 | 187.04 | 15,473 | 637280 | 756.28 | 120,503 |
| Mar-92 | 183,350 | 211.41 | 0 | 158,341 | 189.38 | 51,562 | 175,285 | 210.72 | 107,098 | 174,887 | 211.48 | 50,714 | 691863 | 822.99 | 209,374 |
| Apr-92 | 96,982 | 114.36 | 4,793 | 157,337 | 186.59 | 108,030 | 160,943 | 193.59 | 64,131 | 173,780 | 209.43 | 15,821 | 589042 | 703.97 | 192,775 |
| May-92 | 1,736 | 1.50 | 114,660 | 187,794 | 223.08 | 9,396 | 187,917 | 222.09 | 397 | 186,575 | 222.13 | 28,868 | 564022 | 668.80 | 153,321 |
| Jun-92 | 153,346 | 180.56 | 135,393 | 133,272 | 157.63 | 65,637 | 185,340 | 213.67 | 0 | 184,131 | 212.87 | 1,109 | 666089 | 764.73 | 202,139 |
| Jul-92 | 182,435 | 217.39 | 26,041 | 183,319 | 218.88 | 69,096 | 179,835 | 218.32 | 10,080 | 178,593 | 218.75 | 38,270 | 724182 | 873.34 | 143,487 |
| Aug-92 | 164,562 | 215.16 | 0 | 129,409 | 185.92 | 145,730 | 171,616 | 213.51 | 50,354 | 165,874 | 209.65 | 38,113 | 631461 | 804.24 | 234,197 |
| Sep-92 | 166,300 | 214.07 | 0 | 167,024 | 211.70 | 1,393 | 0 | 0.00 | 0 | 166,485 | 209.82 | 47,481 | 499809 | 635.59 | 48,874 |
| Oct-92 | 142,734 | 182.88 | 57,267 | 168,833 | 215.26 | 2,503 | 109,091 | 138.67 | 400,339 | 168,014 | 212.67 | 267,229 | 588672 | 749.27 | 727,338 |
| Nov-92 | 126,382 | 150.58 | 262,357 | 134,848 | 159.29 | 273,788 | 134,616 | 156.37 | 306,568 | 87,406 | 107.33 | 256,695 | 483252 | 573.58 | 1,099,398 |
| Dec-92 | 139,155 | 160.26 | 82,366 | 139,699 | 162.10 | 130,798 | 143,304 | 162.31 | 67,391 | 0 | 0.00 | 0 | 422158 | 484.67 | 280,555 |
| TOTAL | 3,775,956 | 4454.43 | 1,217,731 | 3,838,646 | 4513.53 | 1,632,800 | 2,860,748 | 3370.07 | 2,655,314 | 2,206,819 | 2637.53 | 3,164,293 | 12,682,169 | 14975.56 | 8,670,136 |

GENERATION AND FUEL COMSUMPTION FOR MAE MOH THERMAL POWER PLANT UNIT 8-11
FISCAL YEAR OF 1993-1994

| MONTH | UNIT#8 | | | | UNIT#9 | | | | UNIT#10 | | | | UNIT#11 | | | | TOTAL | | | |
|--------|---------------|-------------------|----------------|--|---------------|-------------------|----------------|--|---------------|-------------------|----------------|--|---------------|-------------------|----------------|--|---------------|-------------------|----------------|--|
| | COAL (Ton) | ENERGY (M.KWh) | OIL (LITRE) | | COAL (Ton) | ENERGY (M.KWh) | OIL (LITRE) | | COAL (Ton) | ENERGY (M.KWh) | OIL (LITRE) | | COAL (Ton) | ENERGY (M.KWh) | OIL (LITRE) | | COAL (Ton) | ENERGY (M.KWh) | OIL (LITRE) | |
| Jan-93 | 124,891 | 145.66 | 120,631 | | 105,400 | 129.69 | 760,772 | | 117,893 | 142.53 | 538,557 | | 75,378 | 85.58 | 620,847 | | 423362 | 503.46 | 2,040,807 | |
| Feb-93 | 104,492 | 112.15 | 117,398 | | 97,108 | 111.91 | 192,727 | | 99,988 | 112.37 | 209,428 | | 100,282 | 110.91 | 263,150 | | 401870 | 447.34 | 782,703 | |
| Mar-93 | 124,009 | 139.69 | 235,888 | | 115,976 | 137.00 | 321,600 | | 121,189 | 137.26 | 538,430 | | 116,884 | 132.82 | 422,497 | | 478058 | 546.77 | 1,518,415 | |
| Apr-93 | 138,591 | 155.83 | 381,764 | | 127,981 | 147.08 | 613,844 | | 135,725 | 153.03 | 642,248 | | 142,093 | 158.83 | 712,325 | | 544390 | 614.77 | 2,350,181 | |
| May-93 | 176,778 | 209.82 | 118,024 | | 174,384 | 209.78 | 76,195 | | 178,961 | 211.41 | 223,753 | | 180,109 | 209.95 | 182,941 | | 710232 | 840.95 | 600,913 | |
| Jun-93 | 162,091 | 202.67 | 50,030 | | 161,896 | 206.04 | 1,185 | | 160,376 | 201.52 | 235,138 | | 172,028 | 213.51 | 41,602 | | 656391 | 823.73 | 327,955 | |
| Jul-93 | 176,404 | 216.76 | 2,571 | | 172,445 | 214.31 | 10,385 | | 152,671 | 190.41 | 785,128 | | 177,651 | 215.86 | 23,799 | | 679171 | 837.34 | 821,883 | |
| Aug-93 | 165,414 | 201.01 | 15,510 | | 147,777 | 182.04 | 107,113 | | 175,078 | 205.74 | 11,263 | | 179,814 | 205.34 | 65,392 | | 668083 | 794.14 | 199,278 | |
| Sep-93 | 142,018 | 181.64 | 607,699 | | 141,838 | 189.60 | 540,918 | | 154,901 | 192.69 | 773,330 | | 160,498 | 194.68 | 654,232 | | 599255 | 758.61 | 2,576,179 | |
| Oct-93 | 130,025 | 168.16 | 957,943 | | 92,522 | 127.17 | 745,386 | | 142,650 | 180.44 | 1,202,745 | | 143,211 | 179.17 | 1,582,691 | | 508408 | 654.93 | 4,488,765 | |
| Nov-93 | 137,431 | 161.10 | 1,295,489 | | 0 | 0.00 | 0 | | 138,348 | 163.24 | 2,187,035 | | 143,037 | 164.45 | 1,859,790 | | 418816 | 488.79 | 5,342,314 | |
| Dec-93 | 132,155 | 151.90 | 825,326 | | 105,372 | 124.85 | 1,165,805 | | 125,968 | 150.50 | 2,036,319 | | 129,940 | 151.99 | 1,730,165 | | 498435 | 579.24 | 5,761,615 | |
| Jan-94 | 109,372 | 122.76 | 847,349 | | 144,487 | 163.51 | 1,451,589 | | 138,804 | 162.29 | 1,915,297 | | 136,883 | 157.75 | 1,674,351 | | 529546 | 606.32 | 5,888,566 | |
| Feb-94 | 0 | 0.00 | 0 | | 148,463 | 173.01 | 1,512,772 | | 152,486 | 173.69 | 1,523,872 | | 158,739 | 177.17 | 1,497,780 | | 459688 | 523.86 | 4,534,424 | |
| Mar-94 | 178,833 | 201.69 | 1,436,170 | | 183,849 | 214.37 | 1,218,325 | | 185,836 | 207.35 | 1,748,283 | | 188,781 | 206.06 | 1,697,822 | | 737299 | 829.48 | 6,100,600 | |
| Apr-94 | 189,765 | 194.14 | 1,390,049 | | 175,418 | 200.70 | 1,630,378 | | 150,896 | 177.80 | 1,987,409 | | 178,638 | 201.33 | 1,744,747 | | 674717 | 773.98 | 6,752,583 | |
| May-94 | 161,840 | 201.89 | 647,245 | | 168,460 | 213.85 | 874,998 | | 140,716 | 177.23 | 1,007,896 | | 171,835 | 212.19 | 924,939 | | 642851 | 805.17 | 3,455,078 | |
| Jun-94 | 163,136 | 201.03 | 91,536 | | 163,143 | 202.27 | 137,229 | | 167,053 | 203.09 | 351,484 | | 155,759 | 186.53 | 355,670 | | 649091 | 792.92 | 935,919 | |
| Jul-94 | 173,599 | 210.08 | 105,959 | | 174,859 | 214.07 | 5,447 | | 178,816 | 215.12 | 98,189 | | 167,015 | 197.93 | 180,222 | | 694289 | 837.19 | 389,817 | |
| Aug-94 | 166,910 | 203.30 | 220,876 | | 150,170 | 191.44 | 288,343 | | 163,055 | 196.19 | 366,771 | | 174,721 | 209.77 | 408,749 | | 654856 | 802.70 | 1,284,739 | |
| Sep-94 | 153,665 | 187.90 | 1,389,048 | | 153,426 | 191.40 | 1,687,099 | | 153,740 | 191.38 | 1,837,303 | | 155,201 | 196.14 | 1,604,140 | | 616032 | 766.82 | 6,517,590 | |
| Oct-94 | 117,636 | 143.46 | 3,581,774 | | 116,986 | 144.92 | 3,675,218 | | 94,156 | 119.78 | 2,800,003 | | 113,337 | 137.82 | 3,040,797 | | 442115 | 545.97 | 13,097,792 | |
| Nov-94 | 129,307 | 151.30 | 2,192,574 | | 133,361 | 156.58 | 1,790,539 | | 0 | 0.00 | 0 | | 0 | 0.00 | 0 | | 262668 | 307.88 | 3,983,113 | |
| Dec-94 | 133,424 | 157.94 | 2,607,413 | | 127,166 | 154.16 | 2,003,786 | | 0 | 0.00 | 0 | | 0 | 0.00 | 0 | | 260590 | 312.10 | 4,611,199 | |
| TOTAL | 3,371,786 | 4021.88 | 19,242,266 | | 3,282,487 | 3899.75 | 20,811,653 | | 3,229,108 | 3867.07 | 23,019,881 | | 3,321,834 | 3905.77 | 21,288,648 | | 13,205,213 | 15794.46 | 84,362,448 | |

01/13/04

GENERATION AND FUEL CONSUMPTION FOR MAE MOH THERMAL POWER PLANT UNIT 8-11
FISCAL YEAR OF 1995-1996

| MONTH | UNIT#8 | | | UNIT#9 | | | UNIT#10 | | | UNIT#11 | | | TOTAL | | |
|--------|------------|----------------|-------------|------------|----------------|-------------|------------|----------------|-------------|------------|----------------|-------------|------------|----------------|-------------|
| | COAL (Ton) | ENERGY (M.KWh) | OIL (LITRE) | COAL (Ton) | ENERGY (M.KWh) | OIL (LITRE) | COAL (Ton) | ENERGY (M.KWh) | OIL (LITRE) | COAL (Ton) | ENERGY (M.KWh) | OIL (LITRE) | COAL (Ton) | ENERGY (M.KWh) | OIL (LITRE) |
| Jan-95 | 136,050 | 160.19 | 2,079,377 | 118,757 | 146.48 | 2,290,489 | 0 | 0.00 | 0 | 0 | 0.00 | 0 | 254,807 | 306.67 | 4,369,866 |
| Feb-95 | 142,534 | 161.61 | 1,673,989 | 136,413 | 158.80 | 2,368,129 | 0 | 0.00 | 0 | 0 | 0.00 | 0 | 278,947 | 320.41 | 4,042,118 |
| Mar-95 | 149,287 | 175.39 | 1,759,709 | 164,784 | 194.95 | 1,970,944 | 80,379 | 96.34 | 919,137 | 31,967 | 34.56 | 484,876 | 426,417 | 501.25 | 5,134,666 |
| Apr-95 | 151,392 | 171.46 | 1,629,623 | 153,014 | 170.79 | 1,636,630 | 145,375 | 155.18 | 1,722,804 | 137,077 | 150.44 | 1,735,566 | 586,858 | 647.86 | 6,724,623 |
| May-95 | 96,761 | 105.93 | 987,816 | 179,669 | 198.46 | 1,021,205 | 184,899 | 190.49 | 1,555,480 | 158,975 | 164.02 | 1,764,379 | 620,304 | 658.90 | 5,328,680 |
| Jun-95 | 159,106 | 180.61 | 1,582,221 | 160,639 | 178.21 | 662,988 | 191,321 | 210.84 | 330,644 | 185,055 | 209.66 | 254,303 | 696,121 | 779.33 | 2,830,156 |
| Jul-95 | 181,304 | 213.58 | 756,115 | 161,629 | 211.38 | 638,566 | 193,890 | 215.10 | 633,016 | 181,732 | 208.79 | 829,530 | 738,555 | 848.85 | 2,857,227 |
| Aug-95 | 162,940 | 189.37 | 1,100,500 | 168,278 | 194.73 | 1,255,538 | 180,677 | 197.05 | 1,511,507 | 165,015 | 193.67 | 1,734,619 | 676,910 | 774.82 | 5,602,164 |
| Sep-95 | 73,899 | 91.40 | 1,336,224 | 41,893 | 53.67 | 1,086,976 | 145,902 | 167.22 | 2,334,613 | 137,340 | 165.18 | 2,892,875 | 398,734 | 477.47 | 7,570,688 |
| Oct-95 | 0 | 0.00 | 0 | 0 | 0.00 | 0 | 160,113 | 174.90 | 2,885,078 | 146,578 | 172.79 | 3,486,999 | 306,691 | 347.69 | 6,372,067 |
| Nov-95 | 0 | 0.00 | 0 | 0 | 0.00 | 0 | 157,691 | 167.23 | 1,745,470 | 146,781 | 166.54 | 2,369,307 | 304,472 | 333.77 | 4,114,777 |
| Dec-95 | 0 | 0.00 | 0 | 0 | 0.00 | 0 | 150,198 | 160.45 | 2,327,876 | 145,559 | 164.65 | 2,357,546 | 295,757 | 325.10 | 4,685,422 |
| Jan-96 | 0 | 0.00 | 0 | 0 | 0.00 | 0 | 172,846 | 181.31 | 1,478,260 | 161,180 | 174.15 | 1,487,366 | 334,026 | 355.46 | 2,965,626 |
| Feb-96 | 0 | 0.00 | 0 | 31,863 | 35.60 | 429,972 | 183,441 | 199.71 | 320,385 | 178,244 | 194.96 | 254,122 | 393,548 | 430.27 | 1,004,479 |
| Mar-96 | 61,566 | 67.84 | 1,499,501 | 170,859 | 183.01 | 902,062 | 198,065 | 209.87 | 975,002 | 99,736 | 107.21 | 1,258,818 | 530,226 | 567.93 | 4,635,383 |
| Apr-96 | 168,386 | 176.94 | 1,572,390 | 179,211 | 191.33 | 1,544,699 | 180,286 | 189.88 | 1,174,184 | 176,008 | 186.85 | 1,275,217 | 703,891 | 745.00 | 5,566,490 |
| May-96 | 165,750 | 184.86 | 1,782,539 | 179,967 | 199.92 | 1,339,548 | 162,551 | 179.42 | 2,162,190 | 189,245 | 207.64 | 1,865,473 | 697,513 | 771.83 | 7,149,750 |
| Jun-96 | 157,588 | 183.07 | 1,866,092 | 170,144 | 186.54 | 1,831,243 | 182,927 | 195.13 | 1,939,279 | 175,987 | 189.68 | 1,780,788 | 686,646 | 756.41 | 7,417,402 |
| Jul-96 | 182,856 | 215.49 | 689,956 | 190,100 | 213.91 | 1,140,731 | 195,269 | 207.91 | 1,124,095 | 184,665 | 201.40 | 1,061,331 | 762,890 | 838.71 | 4,016,113 |
| Aug-96 | 197,831 | 216.81 | 517,186 | 188,345 | 201.17 | 791,344 | 203,964 | 218.99 | 527,521 | 199,350 | 216.44 | 476,535 | 789,490 | 853.41 | 2,312,586 |
| Sep-96 | 142,643 | 173.83 | 2,740,550 | 155,567 | 180.66 | 2,789,455 | 127,320 | 148.22 | 4,446,533 | 127,336 | 149.29 | 4,484,225 | 552,866 | 652.00 | 14,440,763 |
| Oct-96 | 157,226 | 184.63 | 3,571,436 | 151,187 | 180.57 | 4,356,852 | 155,625 | 177.43 | 4,607,559 | 155,758 | 182.39 | 4,719,871 | 619,796 | 725.02 | 17,255,718 |
| Nov-96 | 155,633 | 180.73 | 3,263,730 | 156,016 | 182.83 | 3,567,423 | 146,052 | 170.29 | 3,676,056 | 145,327 | 171.65 | 3,839,453 | 603,028 | 705.50 | 14,346,662 |
| Dec-96 | 133,090 | 157.11 | 2,829,772 | 117,619 | 135.43 | 3,630,945 | 51,839 | 63.48 | 1,528,427 | 147,569 | 165.76 | 3,618,427 | 450,117 | 521.78 | 11,607,571 |
| TOTAL | 2,775,642 | 3190.84 | 33,238,626 | 2,995,954 | 3400.43 | 35,215,739 | 3,550,530 | 3876.45 | 39,925,116 | 3,376,484 | 3777.72 | 43,971,616 | 12,698,610 | 14245.44 | 152,350,987 |

GENERATION AND FUEL CONSUMPTION FOR MAE MOH THERMAL POWER PLANT UNIT 8-11
FISCAL YEAR OF 1997-1998

| MONTH | UNIT#8 | | | UNIT#9 | | | UNIT#10 | | | UNIT#11 | | | TOTAL | | |
|---------|------------|----------------|-------------|------------|----------------|-------------|------------|----------------|-------------|------------|----------------|-------------|------------|----------------|-------------|
| | COAL (Ton) | ENERGY (M.KWh) | OIL (LITRE) | COAL (Ton) | ENERGY (M.KWh) | OIL (LITRE) | COAL (Ton) | ENERGY (M.KWh) | OIL (LITRE) | COAL (Ton) | ENERGY (M.KWh) | OIL (LITRE) | COAL (Ton) | ENERGY (M.KWh) | OIL (LITRE) |
| Jan-97 | 139,458 | 160.64 | 3,840,797 | 156,126 | 176.05 | 4,638,326 | 61,612 | 66.38 | 1,671,019 | 148,020 | 160.09 | 5,001,727 | 505216 | 563.16 | 15,151,869 |
| Feb-97 | 159,488 | 172.28 | 923,250 | 165,528 | 174.35 | 1,079,543 | 158,099 | 173.09 | 1,649,866 | 151,147 | 169.29 | 2,649,832 | 634262 | 689.02 | 6,302,491 |
| Mar-97 | 183,910 | 209.53 | 388,352 | 189,080 | 205.25 | 702,079 | 188,310 | 205.27 | 715,339 | 187,590 | 202.03 | 778,668 | 747890 | 822.08 | 2,594,438 |
| Apr-97 | 191,842 | 208.20 | 461,050 | 178,872 | 189.36 | 1,068,878 | 193,315 | 203.11 | 771,085 | 46,373 | 45.55 | 76,143 | 610402 | 646.21 | 2,377,156 |
| May-97 | 172,676 | 193.96 | 1,487,692 | 181,490 | 200.73 | 1,634,645 | 198,256 | 213.00 | 384,750 | 79,189 | 81.37 | 1,220,571 | 631611 | 689.06 | 4,727,658 |
| Jun-97 | 201,149 | 212.65 | 221,179 | 189,033 | 200.21 | 421,372 | 201,011 | 214.31 | 256,894 | 200,324 | 212.94 | 446,364 | 791517 | 840.11 | 1,347,809 |
| Jul-97 | 200,473 | 211.72 | 524,923 | 196,770 | 214.57 | 751,496 | 205,335 | 219.25 | 317,218 | 191,146 | 207.53 | 1,440,567 | 793724 | 853.06 | 3,034,204 |
| Aug-97 | 205,198 | 217.76 | 142,092 | 53,587 | 56.62 | 43,654 | 201,759 | 215.31 | 241,366 | 199,886 | 214.62 | 228,106 | 660430 | 704.31 | 655,218 |
| Sep-97 | 160,492 | 179.55 | 2,368,588 | 68,024 | 75.10 | 1,015,257 | 160,167 | 180.79 | 3,206,325 | 163,389 | 183.19 | 3,032,749 | 552072 | 618.62 | 9,622,919 |
| Oct-97 | 165,762 | 180.11 | 2,792,127 | 175,138 | 189.85 | 1,180,041 | 160,193 | 176.96 | 2,966,393 | 167,059 | 181.99 | 3,071,627 | 668152 | 728.90 | 10,010,188 |
| Nov-97 | 86,675 | 92.69 | 1,437,878 | 152,651 | 168.82 | 1,280,257 | 154,912 | 172.20 | 1,723,940 | 160,062 | 174.40 | 1,120,899 | 554300 | 608.11 | 5,562,974 |
| Dec-97 | 166,904 | 179.67 | 873,964 | 181,531 | 195.05 | 307,579 | 152,092 | 167.90 | 2,894,529 | 136,215 | 150.25 | 3,419,959 | 636742 | 692.88 | 7,436,031 |
| Jan-98 | 158,044 | 167.10 | 753,844 | 181,558 | 192.60 | 1,013,460 | 141,882 | 153.63 | 2,371,249 | 88,146 | 95.88 | 1,872,601 | 569630 | 609.22 | 6,011,154 |
| Feb-98 | | | | | | | | | | | | | 0 | 0.00 | 0 |
| Mar-98 | | | | | | | | | | | | | 0 | 0.00 | 0 |
| Apr-98 | | | | | | | | | | | | | 0 | 0.00 | 0 |
| May-98 | | | | | | | | | | | | | 0 | 0.00 | 0 |
| Jun-98 | | | | | | | | | | | | | 0 | 0.00 | 0 |
| Jul-98 | | | | | | | | | | | | | 0 | 0.00 | 0 |
| Aug-98 | | | | | | | | | | | | | 0 | 0.00 | 0 |
| Sep-98 | | | | | | | | | | | | | 0 | 0.00 | 0 |
| TOTAL | 2,192,071 | 2385.85 | 16,225,736 | 2,068,388 | 2238.56 | 15,136,587 | 2,176,943 | 2361.19 | 19,111,973 | 1,918,546 | 2079.13 | 24,359,813 | 8,355,948 | 9064.73 | 74,834,109 |
| AVERAGE | 137834.6 | 162.94 | 729763.9 | 145241.0 | 169.56 | 790991.0 | 145892.9 | 166.36 | 1045830.7 | 140567.3 | 161.04 | 1204991.8 | 442580.3 | 513.73 | 2798660.1 |

ภาคผนวก ค

ข้อมูลค่าความต้านทานความร้อน

ท171 ก1

HEAT RESISTANCE (R_f) FOR WATER WALL TUBE (BURNER)

| Time (hr) | Rt-1 (K/kW) | Rt-2 (K/kW) | Rt-3 (K/kW) | Rt-4 (K/kW) | Rt-5 (K/kW) | Rt-6 (K/kW) | Rt-7 (K/kW) | Rt-8 (K/kW) | Rt-9 (K/kW) | Rt-10 (K/kW) | Rt-11 (K/kW) | Rt-12 (K/kW) | Rt-13 (K/kW) | Rt-14 (K/kW) | Rt-15 (K/kW) |
|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 0 | 0.004428 | 0.003531 | 0.003437 | 0.003879 | 0.003058 | 0.005224 | 0.005062 | 0.005261 | 0.006113 | 0.004438 | 0.003177 | 0.003900 | 0.003807 | 0.004797 | 0.005156 |
| 1 | 0.004532 | 0.004269 | 0.004024 | 0.005081 | 0.003417 | 0.005680 | 0.005348 | 0.005866 | 0.006657 | 0.005096 | 0.003705 | 0.004072 | 0.004073 | 0.005953 | 0.005701 |
| 2 | 0.005397 | 0.004915 | 0.003963 | 0.005099 | 0.004982 | 0.005930 | 0.005783 | 0.006079 | 0.007265 | 0.004572 | 0.004511 | 0.004427 | 0.005639 | 0.005833 | 0.006233 |
| 3 | 0.005470 | 0.004950 | 0.003914 | 0.005064 | 0.005506 | 0.005963 | 0.005980 | 0.006937 | 0.007291 | 0.005257 | 0.004696 | 0.004495 | 0.005176 | 0.006134 | 0.006137 |
| 4 | 0.006559 | 0.005492 | 0.004092 | 0.005590 | 0.004852 | 0.005782 | 0.005197 | 0.007769 | 0.007986 | 0.004876 | 0.004880 | 0.004468 | 0.006523 | 0.005934 | 0.005915 |
| 5 | | | 0.004111 | | 0.004156 | 0.005953 | 0.005762 | 0.007864 | | 0.005241 | 0.005036 | 0.005226 | | 0.006955 | 0.005973 |
| 6 | | | 0.004491 | | 0.005203 | 0.005835 | 0.005623 | 0.007452 | | 0.006333 | 0.005743 | 0.005522 | | | 0.006283 |
| 7 | | | 0.004037 | | 0.006047 | 0.006818 | 0.006650 | 0.007538 | | 0.005663 | | | | | 0.006495 |
| 8 | | | 0.004066 | | | | | | | 0.006403 | | | | | 0.006443 |
| 9 | | | 0.004444 | | | | | | | 0.006400 | | | | | 0.006401 |
| 10 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mean | 0.005277 | 0.004631 | 0.004058 | 0.004943 | 0.004653 | 0.005898 | 0.005676 | 0.006846 | 0.007062 | 0.005428 | 0.004535 | 0.004587 | 0.005044 | 0.005934 | 0.006074 |

HEAT RESISTANCE (R_t) FOR WATER WALL TUBE (BURNER)

| Time (hr) | R _{t,max} (K/kW) | R _{t,min} (K/kW) | R _{t,mean} (K/kW) | R _{t,upper} (K/kW) | R _{t,lower} (K/kW) | R _{t,po} (K/kW) | R _{tm} (K/kW) | Slope (X°) | R _s (K/kW) | E _{rr,upper} (K/kW) | E _{rr,lower} (K/kW) | R _t (K/kW) | r _t (mm) | m _{ash} (kg) | (R _{tm} -R _t) R _{tt} (%) | Remark |
|-----------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------|------------------------|------------|-----------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|--|--------|
| 0 | 0.006113 | 0.003058 | 0.004351 | 0.006053 | 0.003023 | 0.004389 | | 0.004389 | 0.004389 | 0.001664 | 0.001365 | 0.000000 | 22.225 | 0.0 | 0.0 | |
| 1 | 0.006657 | 0.003417 | 0.004898 | 0.006724 | 0.003508 | 0.004889 | 0.005867 | 0.004948 | 0.004854 | 0.001870 | 0.001346 | 0.000466 | 22.311 | 39.4 | 31.49 | |
| 2 | 0.007265 | 0.003963 | 0.005375 | 0.007227 | 0.003831 | 0.005269 | 0.005867 | 0.005507 | 0.005173 | 0.002054 | 0.001342 | 0.000784 | 22.370 | 66.6 | 53.06 | |
| 3 | 0.007291 | 0.003914 | 0.005531 | 0.007563 | 0.004025 | 0.005543 | 0.005867 | 0.006066 | 0.005392 | 0.002172 | 0.001366 | 0.001003 | 22.410 | 85.3 | 67.84 | |
| 4 | 0.007986 | 0.004092 | 0.005728 | 0.007736 | 0.004124 | 0.005724 | 0.005867 | 0.006625 | 0.005541 | 0.002195 | 0.001417 | 0.001153 | 22.438 | 98.1 | 77.97 | |
| 5 | 0.007864 | 0.004111 | 0.005628 | 0.007748 | 0.004161 | 0.005827 | 0.005867 | 0.007184 | 0.005644 | 0.002104 | 0.001483 | 0.001255 | 22.457 | 106.9 | 84.91 | |
| 6 | 0.007452 | 0.004491 | 0.005832 | 0.007600 | 0.004168 | 0.005866 | 0.005867 | 0.007743 | 0.005714 | 0.001886 | 0.001546 | 0.001325 | 22.470 | 113.0 | 89.66 | |
| 7 | 0.007538 | 0.004037 | 0.006178 | 0.007296 | 0.004179 | 0.005854 | 0.005867 | 0.008302 | 0.005762 | 0.001534 | 0.001583 | 0.001374 | 22.479 | 117.1 | 92.92 | |
| 8 | 0.006443 | 0.004066 | 0.005637 | 0.006837 | 0.004227 | 0.005807 | 0.005867 | 0.008861 | 0.005795 | 0.001042 | 0.001568 | 0.001407 | 22.486 | 120.0 | 95.15 | |
| 9 | 0.006401 | 0.004444 | 0.005749 | 0.006226 | 0.004345 | 0.005739 | 0.005867 | 0.009420 | 0.005818 | 0.000409 | 0.001472 | 0.001429 | 22.490 | 121.9 | 96.67 | |
| 10 | | | | | | | 0.005867 | 0.009979 | 0.005833 | | | 0.001445 | 22.493 | 123.3 | 97.72 | |
| 11 | | | | | | | 0.005867 | 0.010538 | 0.005844 | | | 0.001455 | 22.495 | 124.2 | 98.44 | |
| 12 | | | | | | | 0.005867 | 0.011097 | 0.005851 | | | 0.001463 | 22.496 | 124.8 | 98.93 | |
| 13 | | | | | | | 0.005867 | 0.011656 | 0.005856 | | | 0.001468 | 22.497 | 125.2 | 99.27 | |
| 14 | | | | | | | 0.005867 | 0.012216 | 0.005859 | | | 0.001471 | 22.498 | 125.5 | 99.50 | |
| 15 | | | | | | | 0.005867 | 0.012775 | 0.005862 | | | 0.001473 | 22.498 | 125.7 | 99.66 | |
| 16 | | | | | | | 0.005867 | 0.013334 | 0.005863 | | | 0.001475 | 22.498 | 125.9 | 99.76 | |
| 17 | | | | | | | 0.005867 | 0.013893 | 0.005865 | | | 0.001476 | 22.498 | 126.0 | 99.84 | |
| 18 | | | | | | | 0.005867 | 0.014452 | 0.005865 | | | 0.001477 | 22.499 | 126.0 | 99.89 | |
| 19 | | | | | | | 0.005867 | 0.015011 | 0.005866 | | | 0.001477 | 22.499 | 126.1 | 99.92 | |
| 20 | | | | | | | 0.005867 | 0.015570 | 0.005866 | | | 0.001478 | 22.499 | 126.1 | 99.95 | |
| 21 | | | | | | | 0.005867 | 0.016129 | 0.005866 | | | 0.001478 | 22.499 | 126.1 | 99.96 | |
| 22 | | | | | | | 0.005867 | 0.016688 | 0.005867 | | | 0.001478 | 22.499 | 126.2 | 99.98 | |
| 23 | | | | | | | 0.005867 | 0.017247 | 0.005867 | | | 0.001478 | 22.499 | 126.2 | 99.98 | |
| Mean | 0.007101 | 0.003959 | 0.005491 | 0.007101 | 0.003959 | 0.005491 | 0.005867 | 0.010818 | 0.005671 | 0.001693 | 0.001449 | 0.001283 | 22.463 | 109.40 | 86.77 | |

#1313 #3

HEAT RESISTANCE (R_t) FOR WATER WALL TUBE (MIDDLE)

| Time (hr) | Rt-1 (K/kW) | Rt-2 (K/kW) | Rt-3 (K/kW) | Rt-4 (K/kW) | Rt-5 (K/kW) | Rt-6 (K/kW) | Rt-7 (K/kW) | Rt-8 (K/kW) | Rt-9 (K/kW) | Rt-10 (K/kW) | Rt-11 (K/kW) | Rt-12 (K/kW) | Rt-13 (K/kW) | Rt-14 (K/kW) | Rt-15 (K/kW) | Rt-16 (K/kW) | Remark |
|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------|
| 0 | 0.003101 | 0.003413 | 0.003481 | 0.002580 | 0.002634 | 0.002526 | 0.004073 | 0.003773 | 0.004422 | 0.002637 | 0.004483 | 0.004395 | 0.004039 | 0.004282 | 0.003173 | 0.003932 | |
| 1 | 0.003607 | 0.004279 | 0.004143 | 0.003723 | 0.002775 | 0.004183 | 0.004333 | 0.003716 | 0.004586 | 0.003093 | 0.004481 | 0.005065 | 0.004372 | 0.004715 | 0.003804 | 0.004498 | |
| 2 | 0.003792 | 0.003751 | 0.003785 | 0.004480 | 0.002834 | 0.004318 | 0.004337 | 0.003841 | 0.004630 | 0.004768 | 0.004724 | 0.005480 | 0.005236 | 0.004553 | 0.004641 | 0.004261 | |
| 3 | 0.004886 | 0.003807 | 0.004512 | 0.004300 | 0.003331 | 0.003710 | 0.004886 | 0.004327 | 0.004674 | 0.005383 | 0.004841 | 0.005361 | 0.005342 | 0.004595 | 0.004221 | 0.004723 | |
| 4 | 0.004604 | 0.004356 | 0.004857 | 0.004732 | 0.002773 | 0.004024 | 0.005040 | 0.004544 | 0.004644 | 0.005232 | 0.005015 | 0.005762 | 0.005699 | 0.005160 | 0.004255 | 0.005223 | |
| 5 | 0.005119 | 0.004492 | | 0.005090 | 0.003164 | 0.003667 | | | 0.004973 | 0.005408 | | 0.005689 | | | 0.005403 | | |
| 6 | | 0.004332 | | | 0.003541 | 0.004994 | | | 0.005389 | | | | | | | | |
| 7 | | 0.004502 | | | | 0.005121 | | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mean | 0.004185 | 0.004117 | 0.004156 | 0.004151 | 0.003007 | 0.004068 | 0.004534 | 0.004040 | 0.004760 | 0.004420 | 0.004709 | 0.005292 | 0.004938 | 0.004661 | 0.004249 | 0.004528 | |

9111N R14

HEAT RESISTANCE (R₁) FOR WATER WALL TUBE (MIDDLE)

| Time (hr) | Rt-17 (K/KW) | Rt-18 (K/KW) | Rt-19 (K/KW) | Rt-20 (K/KW) | Rt-21 (K/KW) | Rt-22 (K/KW) | | | | | | | | | | | | | R _{1,Mean} (K/KW) | R _{1,typ} (K/KW) | Remark |
|-----------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----------------------------|---------------------------|--------|
| 0 | 0.004395 | 0.004494 | 0.003328 | 0.002980 | 0.002490 | 0.002747 | | | | | | | | | | | | | 0.003517 | 0.003538 | |
| 1 | 0.004380 | 0.004756 | 0.004425 | 0.003547 | 0.003260 | 0.003546 | | | | | | | | | | | | | 0.004059 | 0.004012 | |
| 2 | 0.004865 | 0.005341 | 0.004403 | 0.004907 | 0.004040 | 0.003220 | | | | | | | | | | | | | 0.004373 | 0.004370 | |
| 3 | 0.004742 | 0.004741 | 0.004323 | 0.004892 | 0.004601 | 0.004062 | | | | | | | | | | | | | 0.004557 | 0.004625 | |
| 4 | 0.004892 | 0.005344 | 0.004598 | 0.004972 | 0.005329 | 0.004976 | | | | | | | | | | | | | 0.004820 | 0.004786 | |
| 5 | | 0.005730 | | | | 0.004877 | | | | | | | | | | | | | 0.004874 | 0.004864 | |
| 6 | | 0.005704 | | | | 0.005255 | | | | | | | | | | | | | 0.004869 | 0.004870 | |
| 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.004811 | 0.004815 | |
| 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mean | 0.004655 | 0.005159 | 0.004215 | 0.004260 | 0.003944 | 0.004097 | | | | | | | | | | | | | 0.004485 | 0.004485 | |

8131N 85

HEAT RESISTANCE (R_f) FOR WATER WALL TUBE (MIDDLE)

| Time (hr) | R _{tmax} (K/kW) | R _{tmin} (K/kW) | R _{tmean} (K/kW) | R _{tupper} (K/kW) | R _{tlower} (K/kW) | R _{tboil} (K/kW) | R _{film} (K/kW) | Slope (°) | R _c (K/kW) | E _{rr_upper} (K/kW) | E _{rr_lower} (K/kW) | R _f (K/kW) | r _f (mm/m ²) | m _{sh} (kg/m ²) | (R _{lim} -R ₀) R _{tt} (%) | Remark |
|-----------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|--------------------------|-----------|-----------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|---|--------|
| 0 | 0.004494 | 0.002490 | 0.003517 | 0.004554 | 0.002438 | 0.003538 | | 0.003538 | 0.003538 | 0.001016 | 0.001100 | 0.000000 | 22.2250 | 0.0 | 0.00 | |
| 1 | 0.005065 | 0.002775 | 0.004059 | 0.004984 | 0.002853 | 0.004012 | 0.004876 | 0.004067 | 0.003975 | 0.001009 | 0.001122 | 0.000437 | 22.3056 | 37.0 | 32.65 | |
| 2 | 0.005480 | 0.002834 | 0.004373 | 0.005343 | 0.002983 | 0.004370 | 0.004876 | 0.004595 | 0.004269 | 0.001075 | 0.001286 | 0.000731 | 22.3600 | 62.0 | 54.64 | |
| 3 | 0.005383 | 0.003331 | 0.004537 | 0.005607 | 0.002976 | 0.004625 | 0.004876 | 0.005124 | 0.004467 | 0.001140 | 0.001491 | 0.000929 | 22.3967 | 78.9 | 69.45 | |
| 4 | 0.005762 | 0.002773 | 0.004820 | 0.005749 | 0.002975 | 0.004786 | 0.004876 | 0.005653 | 0.004600 | 0.001149 | 0.001625 | 0.001062 | 22.4215 | 90.4 | 79.42 | |
| 5 | 0.005730 | 0.003164 | 0.004874 | 0.005744 | 0.003128 | 0.004864 | 0.004876 | 0.006181 | 0.004690 | 0.001054 | 0.001562 | 0.001152 | 22.4382 | 98.1 | 86.14 | |
| 6 | 0.005704 | 0.003541 | 0.004869 | 0.005567 | 0.003580 | 0.004870 | 0.004876 | 0.006710 | 0.004751 | 0.000816 | 0.001170 | 0.001213 | 22.4495 | 103.3 | 90.66 | |
| 7 | 0.005121 | 0.004502 | 0.004811 | 0.005190 | 0.004477 | 0.004815 | 0.004876 | 0.007239 | 0.004791 | 0.000399 | 0.000315 | 0.001254 | 22.4570 | 106.8 | 93.71 | |
| 8 | | | | | | | 0.004876 | 0.007767 | 0.004819 | | | 0.001281 | 22.4622 | 109.2 | 95.76 | |
| 9 | | | | | | | 0.004876 | 0.008296 | 0.004837 | | | 0.001299 | 22.4656 | 110.8 | 97.15 | |
| 10 | | | | | | | 0.004876 | 0.008825 | 0.004850 | | | 0.001312 | 22.4679 | 111.8 | 98.08 | |
| 11 | | | | | | | 0.004876 | 0.009353 | 0.004858 | | | 0.001320 | 22.4695 | 112.5 | 98.71 | |
| 12 | | | | | | | 0.004876 | 0.009882 | 0.004864 | | | 0.001326 | 22.4705 | 113.0 | 99.13 | |
| 13 | | | | | | | 0.004876 | 0.010410 | 0.004868 | | | 0.001330 | 22.4712 | 113.4 | 99.41 | |
| 14 | | | | | | | 0.004876 | 0.010939 | 0.004870 | | | 0.001332 | 22.4717 | 113.6 | 99.60 | |
| 15 | | | | | | | 0.004876 | 0.011468 | 0.004872 | | | 0.001334 | 22.4720 | 113.7 | 99.73 | |
| 16 | | | | | | | 0.004876 | 0.011996 | 0.004873 | | | 0.001335 | 22.4723 | 113.8 | 99.82 | |
| 17 | | | | | | | 0.004876 | 0.012525 | 0.004874 | | | 0.001336 | 22.4724 | 113.9 | 99.88 | |
| 18 | | | | | | | 0.004876 | 0.013054 | 0.004874 | | | 0.001337 | 22.4725 | 113.9 | 99.92 | |
| 19 | | | | | | | 0.004876 | 0.013582 | 0.004875 | | | 0.001337 | 22.4726 | 114.0 | 99.95 | |
| 20 | | | | | | | 0.004876 | 0.014111 | 0.004875 | | | 0.001337 | 22.4726 | 114.0 | 99.96 | |
| 21 | | | | | | | 0.004876 | 0.014640 | 0.004875 | | | 0.001337 | 22.4726 | 114.0 | 99.98 | |
| 22 | | | | | | | 0.004876 | 0.015168 | 0.004875 | | | 0.001337 | 22.4727 | 114.0 | 99.98 | |
| 23 | | | | | | | 0.004876 | 0.015697 | 0.004875 | | | 0.001337 | 22.4727 | 114.0 | 99.99 | |
| Mean | 0.005342 | 0.003176 | 0.004485 | 0.005342 | 0.003176 | 0.004485 | 0.004876 | 0.009618 | 0.004705 | 0.000957 | 0.001209 | 0.001167 | 22.441 | 99.42 | 87.24 | |

#1313 #6

HEAT RESISTANCE (R_i) FOR ECONOMIZER INTERMEDIAT/LOWER ASSY

| Time (hr) | Rt-1 (K/KW) | Rt-2 (K/KW) | Rt-3 (K/KW) | Rt-4 (K/KW) | Rtt1 (K/KW) | Rt-5 (K/KW) | Rt-6 (K/KW) | Rt-7 (K/KW) | Rt-8 (K/KW) | Rt-9 (K/KW) | Rt-10 (K/KW) | Rtt2 (K/KW) | Rt-11 (K/KW) | Rt-12 (K/KW) | Rtt3 (K/KW) | Rt _{mean} (K/KW) |
|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|-------------|---------------------------|
| 0 | 0.000555 | 0.000386 | 0.000614 | 0.000697 | 0.000613 | 0.000523 | 0.000500 | 0.000422 | 0.000528 | 0.000567 | 0.000506 | 0.000508 | 0.000591 | 0.000498 | 0.000544 | 0.000546 |
| 1 | 0.000698 | 0.000561 | 0.000654 | 0.000725 | 0.000684 | 0.000633 | 0.000676 | 0.000425 | 0.000560 | 0.000650 | 0.000546 | 0.000582 | 0.000774 | 0.000566 | 0.000670 | 0.000628 |
| 2 | 0.000685 | 0.000767 | 0.000694 | 0.000729 | 0.000719 | 0.000613 | 0.000810 | 0.000574 | 0.000587 | 0.000597 | 0.000573 | 0.000626 | 0.000620 | 0.000508 | 0.000564 | 0.000666 |
| 3 | 0.000730 | 0.000693 | 0.000752 | 0.001006 | 0.000795 | 0.000736 | 0.000697 | 0.000574 | 0.000553 | 0.000815 | 0.000596 | 0.000662 | 0.000851 | 0.000547 | 0.000699 | 0.000707 |
| 4 | 0.000713 | 0.000785 | 0.000680 | 0.000936 | 0.000778 | 0.000692 | 0.000824 | 0.000563 | 0.000760 | 0.000724 | 0.000544 | 0.000684 | 0.000768 | 0.000532 | 0.000650 | 0.000739 |
| 5 | 0.000700 | 0.000790 | 0.000769 | 0.000996 | 0.000814 | 0.000701 | 0.000733 | 0.000586 | 0.000864 | 0.000754 | 0.000589 | 0.000705 | 0.000683 | 0.000538 | 0.000610 | 0.000744 |
| 6 | 0.000838 | 0.000810 | 0.000677 | 0.000967 | 0.000823 | 0.000698 | 0.000816 | 0.000633 | 0.000804 | 0.000796 | 0.000697 | 0.000741 | 0.000655 | 0.000648 | 0.000652 | 0.000784 |
| 7 | | | | | | 0.000741 | 0.000821 | 0.000640 | 0.000919 | 0.000839 | 0.000717 | 0.000780 | 0.001035 | 0.000592 | 0.000813 | 0.000846 |
| 8 | | | | | | | | | | | | | 0.000935 | 0.000584 | 0.000759 | 0.000902 |
| 9 | | | | | | | | | | | | | 0.001064 | 0.000734 | 0.000899 | 0.000912 |
| 10 | | | | | | | | | | | | | 0.001151 | 0.000755 | 0.000953 | 0.000929 |
| 11 | | | | | | | | | | | | | | | | 0.000954 |
| 12 | | | | | | | | | | | | | | | | 0.001024 |
| 13 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mean | 0.000703 | 0.000727 | 0.000692 | 0.000865 | 0.000747 | 0.000667 | 0.000735 | 0.000552 | 0.000697 | 0.000718 | 0.000596 | 0.000661 | 0.000830 | 0.000591 | 0.000710 | 0.000799 |

91313 #7

HEAT RESISTANCE (R_i) FOR ECONOMIZER INTERMEDIATE/LOWER ASSY

| Time (hr) | Rt-13 (K/KW) | Rt-14 (K/KW) | Rt-15 (K/KW) | Rt-16 (K/KW) | Rt-17 (K/KW) | Rt-18 (K/KW) | Rt-19 (K/KW) | Rt-4 (K/KW) | Rt-20 (K/KW) | Rt-21 (K/KW) | Rt-22 (K/KW) | Rt-5 (K/KW) | Rt-23 (K/KW) | Rt-24 (K/KW) | Rt-6 (K/KW) |
|-----------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|-------------|
| 0 | 0.000614 | 0.000510 | 0.000449 | 0.000630 | 0.000613 | 0.000540 | 0.000460 | 0.000545 | 0.000463 | 0.000588 | 0.000547 | 0.000533 | 0.000588 | 0.000536 | 0.000562 |
| 1 | 0.000745 | 0.000584 | 0.000591 | 0.000704 | 0.000644 | 0.000736 | 0.000470 | 0.000639 | 0.000717 | 0.000649 | 0.000641 | 0.000669 | 0.000683 | 0.000675 | 0.000679 |
| 2 | 0.000786 | 0.000668 | 0.000677 | 0.000725 | 0.000628 | 0.000798 | 0.000516 | 0.000685 | 0.000834 | 0.000647 | 0.000619 | 0.000700 | 0.000991 | 0.000701 | 0.000846 |
| 3 | 0.000910 | 0.000731 | 0.000659 | 0.000731 | 0.000685 | 0.000757 | 0.000559 | 0.000720 | 0.000715 | 0.000650 | 0.000683 | 0.000686 | 0.000799 | 0.000716 | 0.000758 |
| 4 | 0.000803 | 0.000783 | 0.000656 | 0.000715 | 0.000664 | 0.000761 | 0.000623 | 0.000715 | 0.000951 | 0.000681 | 0.001066 | 0.000899 | 0.000904 | 0.000711 | 0.000807 |
| 5 | 0.000859 | 0.000780 | 0.000768 | 0.000776 | 0.000707 | 0.000814 | 0.000580 | 0.000755 | 0.000907 | 0.000698 | 0.000852 | 0.000819 | 0.000926 | 0.000841 | 0.000883 |
| 6 | | | | | | | | | 0.01001 | 0.000660 | 0.000876 | 0.000846 | 0.001155 | 0.000704 | 0.000930 |
| 7 | | | | | | | | | 0.001353 | 0.000813 | 0.000857 | 0.001008 | 0.000984 | 0.000838 | 0.000911 |
| 8 | | | | | | | | | 0.001399 | 0.000801 | 0.000898 | 0.001033 | 0.001066 | 0.001043 | 0.001054 |
| 9 | | | | | | | | | | | | | 0.001041 | 0.000920 | 0.000981 |
| 10 | | | | | | | | | | | | | 0.001061 | 0.000857 | 0.000959 |
| 11 | | | | | | | | | | | | | 0.001112 | 0.000873 | 0.000993 |
| 12 | | | | | | | | | | | | | 0.001097 | 0.000950 | 0.001024 |
| 13 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mean | 0.000786 | 0.000676 | 0.000635 | 0.000714 | 0.000657 | 0.000734 | 0.000534 | 0.000677 | 0.000927 | 0.000689 | 0.000782 | 0.000799 | 0.000954 | 0.000797 | 0.000876 |

HEAT RESISTANCE (R_i) FOR ECONOMIZER INTERMEDIATE/LOWER ASSY

| Time (hr) | Rt-25 (K/KW) | Rt-26 (K/KW) | Rt-27 (K/KW) | Rt7 (K/KW) | Rt-28 (K/KW) | Rt-29 (K/KW) | Rt-30 (K/KW) | Rt8 (K/KW) | Rt-31 (K/KW) | Rt-32 (K/KW) | Rt-33 (K/KW) | Rt9 (K/KW) | Rt-34 (K/KW) | Rt-pol (K/KW) |
|-----------|--------------|--------------|--------------|------------|--------------|--------------|--------------|------------|--------------|--------------|--------------|------------|--------------|---------------|
| 0 | 0.000579 | 0.000625 | 0.000592 | 0.000598 | 0.000556 | 0.000547 | 0.000457 | 0.000520 | 0.000506 | 0.000526 | 0.000522 | 0.000518 | 0.000557 | 0.000565 |
| 1 | 0.000730 | 0.000630 | 0.000659 | 0.000673 | 0.000639 | 0.000559 | 0.000451 | 0.000550 | 0.000571 | 0.000531 | 0.000554 | 0.000552 | 0.000760 | 0.000610 |
| 2 | 0.000692 | 0.000663 | 0.000636 | 0.000664 | 0.000660 | 0.000607 | 0.000596 | 0.000621 | 0.000558 | 0.000600 | 0.000627 | 0.000595 | 0.000746 | 0.000654 |
| 3 | 0.000747 | 0.000753 | 0.000686 | 0.000729 | 0.000701 | 0.000649 | 0.000625 | 0.000658 | 0.000630 | 0.000636 | 0.000745 | 0.000670 | 0.000751 | 0.000695 |
| 4 | 0.000686 | 0.000862 | 0.000863 | 0.000804 | 0.000780 | 0.000646 | 0.000666 | 0.000697 | 0.000735 | 0.000616 | 0.000683 | 0.000678 | 0.000820 | 0.000735 |
| 5 | 0.000821 | 0.000694 | 0.000759 | 0.000758 | | | | | 0.000584 | 0.000630 | 0.000629 | 0.000614 | 0.000621 | 0.000773 |
| 6 | 0.000767 | 0.000781 | 0.000796 | 0.000781 | | | | | 0.000805 | 0.000624 | 0.000825 | 0.000751 | 0.000979 | 0.000809 |
| 7 | 0.000868 | 0.000755 | 0.000987 | 0.000870 | | | | | 0.000844 | 0.000645 | 0.000832 | 0.000774 | 0.001129 | 0.000843 |
| 8 | 0.000851 | 0.000755 | 0.001014 | 0.000873 | | | | | 0.000771 | 0.000768 | 0.000841 | 0.000793 | 0.000945 | 0.000875 |
| 9 | 0.000862 | 0.000803 | 0.001082 | 0.000915 | | | | | 0.000866 | 0.000704 | 0.001045 | 0.000871 | 0.001174 | 0.000905 |
| 10 | | | | | | | | | 0.000926 | 0.000690 | 0.001066 | 0.000894 | 0.001011 | 0.000933 |
| 11 | | | | | | | | | 0.001004 | 0.000752 | 0.001031 | 0.000929 | 0.000855 | 0.000960 |
| 12 | | | | | | | | | | | | | 0.000969 | 0.000984 |
| 13 | | | | | | | | | | | | | 0.001083 | 0.001007 |
| 14 | | | | | | | | | | | | | | 0.001027 |
| 15 | | | | | | | | | | | | | | 0.001046 |
| 16 | | | | | | | | | | | | | | 0.001063 |
| 17 | | | | | | | | | | | | | | 0.001078 |
| 18 | | | | | | | | | | | | | | 0.001091 |
| 19 | | | | | | | | | | | | | | 0.001102 |
| 20 | | | | | | | | | | | | | | 0.001112 |
| 21 | | | | | | | | | | | | | | 0.001119 |
| 22 | | | | | | | | | | | | | | 0.001125 |
| 23 | | | | | | | | | | | | | | 0.001128 |
| Mean | 0.000760 | 0.000732 | 0.000807 | 0.000767 | 0.000667 | 0.000602 | 0.000559 | 0.000609 | 0.000733 | 0.000643 | 0.000783 | 0.000720 | 0.000886 | 0.000927 |

PT1513 919

HEAT RESISTANCE (R_t) FOR ECONOMIZER INTERMEDIATE/LOWER ASSY

| Time (hr) | R _{tmax} (K/kW) | R _{tmin} (K/kW) | R _{tmean} (K/kW) | R _{tupper} (K/kW) | R _{tlower} (K/kW) | R _{tpol} (K/kW) | R _{tm} (K/kW) | Slope (X°) | R _t (K/kW) | Err _{upper} (K/kW) | Err _{lower} (K/kW) | R _r (K/kW) | r _r (mm) | m _{ash} (kg) | (R _{tm} -R _t) Rtt (%) | Time (hr) | (R _{tm} -R _t) Rtt (%) |
|-----------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------|------------------------|------------|-----------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|--|-----------|--|
| 0 | 0.000697 | 0.000422 | 0.000546 | 0.000722 | 0.000410 | 0.000565 | | 0.000565 | 0.000565 | 0.000157 | 0.000155 | 0.000000 | 25.40 | 0.0 | 0.00 | 24 | 85.94 |
| 1 | 0.000774 | 0.000425 | 0.000628 | 0.000800 | 0.000458 | 0.000610 | 0.001130 | 0.000611 | 0.000610 | 0.000190 | 0.000152 | 0.000044 | 25.49 | 511.3 | 7.85 | 26 | 88.06 |
| 2 | 0.000991 | 0.000508 | 0.000666 | 0.000887 | 0.000494 | 0.000654 | 0.001130 | 0.000658 | 0.000650 | 0.000237 | 0.000156 | 0.000085 | 25.57 | 985.6 | 15.08 | 28 | 89.86 |
| 3 | 0.001006 | 0.000547 | 0.000707 | 0.000978 | 0.000522 | 0.000695 | 0.001130 | 0.000704 | 0.000688 | 0.000290 | 0.000166 | 0.000123 | 25.64 | 1425.4 | 21.75 | 30 | 91.39 |
| 4 | 0.001066 | 0.000532 | 0.000739 | 0.001067 | 0.000545 | 0.000735 | 0.001130 | 0.000750 | 0.000723 | 0.000344 | 0.000178 | 0.000158 | 25.71 | 1832.9 | 27.89 | 32 | 92.69 |
| 5 | 0.000996 | 0.000538 | 0.000744 | 0.001147 | 0.000564 | 0.000773 | 0.001130 | 0.000796 | 0.000755 | 0.000392 | 0.000191 | 0.000190 | 25.78 | 2210.4 | 33.55 | 34 | 93.79 |
| 6 | 0.001155 | 0.000624 | 0.000784 | 0.001213 | 0.000582 | 0.000809 | 0.001130 | 0.000842 | 0.000784 | 0.000428 | 0.000202 | 0.000219 | 25.84 | 2559.9 | 38.77 | 36 | 94.73 |
| 7 | 0.001353 | 0.000592 | 0.000846 | 0.001258 | 0.000603 | 0.000843 | 0.001130 | 0.000888 | 0.000811 | 0.000447 | 0.000209 | 0.000246 | 25.89 | 2883.5 | 43.57 | 38 | 95.52 |
| 8 | 0.001399 | 0.000584 | 0.000902 | 0.001277 | 0.000627 | 0.000875 | 0.001130 | 0.000935 | 0.000836 | 0.000441 | 0.000209 | 0.000271 | 25.94 | 3182.8 | 48.00 | 40 | 96.20 |
| 9 | 0.001174 | 0.000704 | 0.000912 | 0.001264 | 0.000659 | 0.000905 | 0.001130 | 0.000981 | 0.000859 | 0.000404 | 0.000200 | 0.000294 | 25.99 | 3459.7 | 52.08 | 42 | 96.77 |
| 10 | 0.001151 | 0.000690 | 0.000929 | 0.001212 | 0.000700 | 0.000933 | 0.001130 | 0.001027 | 0.000881 | 0.000331 | 0.000180 | 0.000316 | 26.03 | 3715.7 | 55.85 | 44 | 97.26 |
| 11 | 0.001112 | 0.000752 | 0.000954 | | 0.000754 | 0.000950 | 0.001130 | 0.001073 | 0.000900 | | 0.000146 | 0.000335 | 26.07 | 3952.4 | 59.31 | 46 | 97.67 |
| 12 | 0.001097 | 0.000950 | 0.001024 | | | 0.000984 | 0.001130 | 0.001119 | 0.000918 | | | 0.000353 | 26.11 | 4171.2 | 62.50 | 47 | 97.86 |
| 13 | | | | | | 0.001007 | 0.001130 | 0.001166 | 0.000935 | | | 0.000370 | 26.14 | 4373.3 | 65.45 | 48 | 98.02 |
| 14 | | | | | | | 0.001130 | 0.001212 | 0.000950 | | | 0.000385 | 26.17 | 4560.0 | 68.16 | 49 | 98.18 |
| 15 | | | | | | | 0.001130 | 0.001258 | 0.000964 | | | 0.000399 | 26.20 | 4732.5 | 70.66 | 50 | 98.32 |
| 16 | | | | | | | 0.001130 | 0.001304 | 0.000977 | | | 0.000412 | 26.23 | 4891.8 | 72.96 | 52 | 98.57 |
| 17 | | | | | | | 0.001130 | 0.001350 | 0.000989 | | | 0.000424 | 26.25 | 5038.8 | 75.08 | 54 | 98.79 |
| 18 | | | | | | | 0.001130 | 0.001397 | 0.001000 | | | 0.000435 | 26.28 | 5174.6 | 77.04 | 56 | 98.97 |
| 19 | | | | | | | 0.001130 | 0.001443 | 0.001011 | | | 0.000445 | 26.30 | 5299.9 | 78.84 | 58 | 99.13 |
| 20 | | | | | | | 0.001130 | 0.001489 | 0.001020 | | | 0.000455 | 26.32 | 5415.5 | 80.50 | 60 | 99.26 |
| 21 | | | | | | | 0.001130 | 0.001535 | 0.001029 | | | 0.000463 | 26.33 | 5522.2 | 82.03 | 62 | 99.37 |
| 22 | | | | | | | 0.001130 | 0.001581 | 0.001037 | | | 0.000471 | 26.35 | 5620.7 | 83.44 | 64 | 99.47 |
| 23 | | | | | | | 0.001130 | 0.001627 | 0.001044 | | | 0.000479 | 26.37 | 5711.5 | 84.74 | 66 | 99.55 |
| Mean | 0.001075 | 0.000605 | 0.000799 | 0.001075 | 0.000576 | 0.000811 | 0.001130 | 0.001096 | 0.000872 | 0.000333 | 0.000179 | 0.000307 | 26.018 | 3634.64 | 54.38 | Mean | 96.06 |

0151N 010

HEAT RESISTANCE (R_i) FOR ECONOMIZER UPPER ASSY

| Time (hr) | Rt-1 (K/kW) | Rt-2 (K/kW) | Rt-3 (K/kW) | Rt-4 (K/kW) | Rt-5 (K/kW) | Rt-6 (K/kW) | Rt-7 (K/kW) | Rt-8 (K/kW) | Rt-9 (K/kW) | Rt-10 (K/kW) | Rt1 (K/kW) | Rt-11 (K/kW) | Rt-12 (K/kW) | Rt2 (K/kW) | Rt-13 (K/kW) | Rt _{mean} (K/kW) |
|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|------------|--------------|--------------|------------|--------------|---------------------------|
| 0 | 0.000389 | 0.000392 | 0.000384 | 0.000385 | 0.000388 | 0.000377 | 0.000395 | 0.000408 | 0.000414 | 0.000385 | 0.000392 | 0.000370 | 0.000397 | 0.000384 | 0.000396 | 0.000395 |
| 1 | 0.000396 | 0.000418 | 0.000395 | 0.000396 | 0.000391 | 0.000378 | 0.000415 | 0.000410 | 0.000414 | 0.000393 | 0.000401 | 0.000376 | 0.000401 | 0.000389 | 0.000405 | 0.000406 |
| 2 | 0.000405 | 0.000411 | 0.000402 | 0.000417 | 0.000393 | 0.000389 | 0.000423 | 0.000421 | 0.000418 | 0.000407 | 0.000409 | 0.000372 | 0.000410 | 0.000391 | 0.000430 | 0.000415 |
| 3 | 0.000408 | 0.000418 | 0.000407 | 0.000411 | 0.000407 | 0.000416 | 0.000413 | 0.000420 | 0.000444 | 0.000419 | 0.000416 | 0.000368 | 0.000430 | 0.000399 | 0.000428 | 0.000421 |
| 4 | 0.000458 | 0.000425 | 0.000415 | 0.000431 | 0.000423 | 0.000428 | 0.000412 | 0.000410 | 0.000454 | 0.000417 | 0.000427 | 0.000395 | 0.000428 | 0.000412 | 0.000440 | 0.000428 |
| 5 | 0.000455 | 0.000429 | 0.000437 | 0.000430 | 0.000416 | 0.000441 | 0.000420 | 0.000429 | 0.000454 | 0.000428 | 0.000434 | 0.000386 | 0.000430 | 0.000408 | 0.000433 | 0.000432 |
| 6 | | | | | | | | | | | | 0.000410 | 0.000432 | 0.000421 | 0.000425 | 0.000429 |
| 7 | | | | | | | | | | | | | | | 0.000446 | 0.000445 |
| 8 | | | | | | | | | | | | | | | | 0.000453 |
| 9 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mean | 0.000418 | 0.000416 | 0.000407 | 0.000412 | 0.000403 | 0.000405 | 0.000413 | 0.000416 | 0.000433 | 0.000408 | 0.000413 | 0.000383 | 0.000419 | 0.000401 | 0.000425 | 0.000425 |

9171N 911

HEAT RESISTANCE (R_t) FOR ECONOMIZER UPPER ASSY

| Time (hr) | Rt-14 (K/kW) | Rt-15 (K/kW) | Rt-16 (K/kW) | Rt-17 (K/kW) | Rt-18 (K/kW) | Rt-19 (K/kW) | Rt-20 (K/kW) | Rt-21 (K/kW) | Rt-22 (K/kW) | Rt-23 (K/kW) | Rt-24 (K/kW) | Rt-25 (K/kW) | Rt-26 (K/kW) | Rt-27 (K/kW) | Rt-pol (K/kW) |
|-----------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| 0 | 0.000400 | 0.000384 | 0.000395 | 0.000406 | 0.000420 | 0.000395 | 0.000382 | 0.000409 | 0.000377 | 0.000399 | 0.000397 | 0.000406 | 0.000400 | 0.000408 | 0.000395 |
| 1 | 0.000415 | 0.000441 | 0.000402 | 0.000410 | 0.000420 | 0.000402 | 0.000386 | 0.000408 | 0.000388 | 0.000406 | 0.000430 | 0.000452 | 0.000407 | 0.000414 | 0.000405 |
| 2 | 0.000416 | 0.000434 | 0.000415 | 0.000418 | 0.000434 | 0.000412 | 0.000387 | 0.000434 | 0.000392 | 0.000425 | 0.000417 | 0.000438 | 0.000428 | 0.000445 | 0.000415 |
| 3 | 0.000416 | 0.000437 | 0.000415 | 0.000432 | 0.000435 | 0.000416 | 0.000404 | 0.000438 | 0.000382 | 0.000440 | 0.000444 | 0.000451 | 0.000424 | 0.000438 | 0.000422 |
| 4 | 0.000445 | 0.000464 | 0.000424 | 0.000425 | 0.000428 | 0.000408 | 0.000413 | 0.000423 | 0.000414 | 0.000418 | 0.000439 | 0.000445 | 0.000419 | 0.000457 | 0.000428 |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | 0.000455 | 0.000431 |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | 0.000449 | 0.000430 |
| 7 | | | | | | | | | | | | | | 0.000445 | |
| 8 | | | | | | | | | | | | | | 0.000453 | |
| 9 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mean | 0.000418 | 0.000432 | 0.000410 | 0.000418 | 0.000427 | 0.000407 | 0.000394 | 0.000422 | 0.000391 | 0.000418 | 0.000425 | 0.000438 | 0.000416 | 0.000440 | 0.000418 |

01513 012

HEAT RESISTANCE (R_t) FOR ECONOMIZER UPPER ASSY

| Time (hr) | R _{tmax} (K/kW) | R _{tmin} (K/kW) | R _{tmean} (K/kW) | R _{tupper} (K/kW) | R _{lower} (K/kW) | R _{total} (K/kW) | R _{min} (K/kW) | Slope (°C) | R _t (K/kW) | E _{tr,upper} (K/kW) | E _{tr,lower} (K/kW) | R _c (K/kW) | r _t (mm) | m _{ash} (kg) | (R _{lim} -R _t) R _{tt} (%) | Time (hr) | (R _{lim} -R _t) R _{tt} (%) |
|-----------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------|------------|-----------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|---|-----------|---|
| 0 | 0.000420 | 0.000370 | 0.000395 | 0.000424 | 0.000371 | 0.000395 | 0.000395 | 0.000395 | 0.000395 | 0.000028 | 0.000024 | 0.000000 | 25.40 | 0.0 | 0.00 | 24 | 99.87 |
| 1 | 0.000452 | 0.000376 | 0.000406 | 0.000441 | 0.000372 | 0.000405 | 0.000431 | 0.000405 | 0.000404 | 0.000037 | 0.000032 | 0.000009 | 25.41 | 29.9 | 24.24 | 25 | 99.90 |
| 2 | 0.000445 | 0.000372 | 0.000415 | 0.000452 | 0.000373 | 0.000415 | 0.000431 | 0.000415 | 0.000411 | 0.000041 | 0.000037 | 0.000015 | 25.42 | 52.5 | 42.61 | 26 | 99.93 |
| 3 | 0.000451 | 0.000368 | 0.000421 | 0.000457 | 0.000376 | 0.000422 | 0.000431 | 0.000425 | 0.000415 | 0.000041 | 0.000039 | 0.000020 | 25.42 | 69.7 | 56.53 | 27 | 99.94 |
| 4 | 0.000464 | 0.000395 | 0.000428 | 0.000457 | 0.000383 | 0.000428 | 0.000431 | 0.000435 | 0.000419 | 0.000038 | 0.000037 | 0.000024 | 25.43 | 82.7 | 67.07 | 28 | 99.96 |
| 5 | 0.000455 | 0.000386 | 0.000432 | 0.000455 | 0.000393 | 0.000431 | 0.000431 | 0.000445 | 0.000422 | 0.000033 | 0.000029 | 0.000027 | 25.43 | 92.6 | 75.05 | 29 | 99.97 |
| 6 | 0.000449 | 0.000410 | 0.000429 | 0.000450 | 0.000409 | 0.000430 | 0.000431 | 0.000454 | 0.000424 | 0.000026 | 0.000016 | 0.000029 | 25.43 | 100.0 | 81.10 | 30 | 99.98 |
| 7 | 0.000446 | 0.000445 | 0.000445 | | | | 0.000431 | 0.000464 | 0.000426 | | | 0.000030 | 25.43 | 105.7 | 85.68 | 31 | 99.98 |
| 8 | 0.000453 | 0.000453 | 0.000453 | | | | 0.000431 | 0.000474 | 0.000427 | | | 0.000032 | 25.43 | 110.0 | 89.15 | 32 | 99.99 |
| 9 | | | | | | | 0.000431 | 0.000484 | 0.000428 | | | 0.000033 | 25.44 | 113.2 | 91.78 | 33 | 99.99 |
| 10 | | | | | | | 0.000431 | 0.000494 | 0.000429 | | | 0.000033 | 25.44 | 115.7 | 93.78 | 34 | 99.99 |
| 11 | | | | | | | 0.000431 | 0.000504 | 0.000429 | | | 0.000034 | 25.44 | 117.5 | 95.28 | 35 | 99.99 |
| 12 | | | | | | | 0.000431 | 0.000514 | 0.000430 | | | 0.000034 | 25.44 | 119.0 | 96.43 | 36 | 100.00 |
| 13 | | | | | | | 0.000431 | 0.000523 | 0.000430 | | | 0.000034 | 25.44 | 120.0 | 97.29 | 37 | 100.00 |
| 14 | | | | | | | 0.000431 | 0.000533 | 0.000430 | | | 0.000035 | 25.44 | 120.8 | 97.95 | 38 | 100.00 |
| 15 | | | | | | | 0.000431 | 0.000543 | 0.000430 | | | 0.000035 | 25.44 | 121.4 | 98.45 | 39 | 100.00 |
| 16 | | | | | | | 0.000431 | 0.000553 | 0.000430 | | | 0.000035 | 25.44 | 121.9 | 98.82 | 40 | 100.00 |
| 17 | | | | | | | 0.000431 | 0.000563 | 0.000431 | | | 0.000035 | 25.44 | 122.3 | 99.11 | 41 | 100.00 |
| 18 | | | | | | | 0.000431 | 0.000573 | 0.000431 | | | 0.000035 | 25.44 | 122.5 | 99.32 | 42 | 100.00 |
| 19 | | | | | | | 0.000431 | 0.000582 | 0.000431 | | | 0.000035 | 25.44 | 122.7 | 99.49 | 43 | 100.00 |
| 20 | | | | | | | 0.000431 | 0.000592 | 0.000431 | | | 0.000035 | 25.44 | 122.9 | 99.61 | 44 | 100.00 |
| 21 | | | | | | | 0.000431 | 0.000602 | 0.000431 | | | 0.000035 | 25.44 | 123.0 | 99.71 | 45 | 100.00 |
| 22 | | | | | | | 0.000431 | 0.000612 | 0.000431 | | | 0.000035 | 25.44 | 123.1 | 99.78 | 46 | 100.00 |
| 23 | | | | | | | 0.000431 | 0.000622 | 0.000431 | | | 0.000035 | 25.44 | 123.2 | 99.83 | 47 | 100.00 |
| Mean | 0.000448 | 0.000397 | 0.000425 | 0.000448 | 0.000382 | 0.000418 | 0.000431 | 0.000509 | 0.000425 | 0.000035 | 0.000031 | 0.000029 | 25.432 | 102.18 | 82.84 | Mean | 99.98 |

91313 913

HEAT RESISTANCE (R_t) FOR SH. HORIZONTAL SPACED LOW TEMP. ASSY

| Time (hr) | Rt-1 (K/kW) | Rt-2 (K/kW) | Rt-3 (K/kW) | Rt-4 (K/kW) | Rt-5 (K/kW) | Rt-6 (K/kW) | Rt-7 (K/kW) | Rt-8 (K/kW) | Rt-9 (K/kW) | Rt-10 (K/kW) | Rt-11 (K/kW) | Rt-12 (K/kW) | Rt-13 (K/kW) | Rt1 (K/kW) | Rt-pol (K/kW) | Rt _{mean} (K/kW) |
|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------|---------------|---------------------------|
| 0 | 0.001721 | 0.001923 | 0.001748 | 0.001786 | 0.002097 | 0.002099 | 0.001969 | 0.001971 | 0.002067 | 0.002098 | 0.002071 | 0.002154 | 0.001947 | 0.001973 | 0.001984 | 0.001974 |
| 1 | 0.001946 | 0.002055 | 0.001971 | 0.001968 | 0.002219 | 0.002155 | 0.002001 | 0.001976 | 0.002136 | 0.002126 | 0.002152 | 0.002223 | 0.002125 | 0.002081 | 0.002040 | 0.002065 |
| 2 | 0.001954 | 0.002109 | 0.001891 | 0.001974 | 0.002234 | 0.002214 | 0.002123 | 0.001999 | 0.002143 | 0.002166 | 0.002211 | 0.002289 | 0.002156 | 0.002113 | 0.002087 | 0.002095 |
| 3 | 0.001908 | 0.001995 | 0.001882 | 0.001968 | 0.002252 | 0.002165 | 0.002133 | 0.002152 | 0.002233 | 0.002206 | 0.002181 | 0.002395 | 0.002162 | 0.002126 | 0.002127 | 0.002126 |
| 4 | 0.002054 | 0.002066 | 0.001946 | 0.002006 | 0.002462 | 0.002388 | 0.002108 | 0.002131 | 0.002181 | 0.002227 | 0.002210 | 0.002387 | 0.002213 | 0.002183 | 0.002160 | 0.002151 |
| 5 | 0.002016 | 0.002184 | 0.002068 | 0.002011 | 0.002352 | 0.002317 | 0.002124 | 0.002255 | 0.002208 | 0.002283 | 0.002247 | 0.002427 | 0.002195 | 0.002207 | 0.002187 | 0.002180 |
| 6 | 0.001950 | 0.002238 | 0.002099 | 0.002012 | 0.002449 | 0.002432 | 0.002102 | 0.002286 | 0.002191 | 0.002272 | 0.002271 | 0.002412 | 0.002184 | 0.002223 | 0.002207 | 0.002187 |
| 7 | | | | | | | | | | | | | | | 0.002222 | 0.002177 |
| 8 | | | | | | | | | | | | | | | 0.002233 | 0.002213 |
| 9 | | | | | | | | | | | | | | | 0.002239 | 0.002262 |
| 10 | | | | | | | | | | | | | | | 0.002242 | 0.002288 |
| 11 | | | | | | | | | | | | | | | 0.002242 | 0.002289 |
| 12 | | | | | | | | | | | | | | | 0.002239 | 0.002294 |
| 13 | | | | | | | | | | | | | | | 0.002235 | 0.002206 |
| 14 | | | | | | | | | | | | | | | 0.002230 | 0.002179 |
| 15 | | | | | | | | | | | | | | | 0.002224 | 0.002255 |
| 16 | | | | | | | | | | | | | | | 0.002218 | 0.002151 |
| 17 | | | | | | | | | | | | | | | 0.002213 | 0.002185 |
| 18 | | | | | | | | | | | | | | | 0.002209 | 0.002245 |
| 19 | | | | | | | | | | | | | | | 0.002207 | 0.002223 |
| 20 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mean | 0.001936 | 0.002081 | 0.001944 | 0.001961 | 0.002295 | 0.002253 | 0.002080 | 0.002110 | 0.002166 | 0.002197 | 0.002192 | 0.002327 | 0.002140 | 0.002129 | 0.002187 | 0.002187 |

၈၁၅၅ ၈၁၄

HEAT RESISTANCE (R_t) FOR SH. HORIZONTAL SPACED LOW TEMP. ASSY

| Time (hr) | Rt-14 (K/kW) | Rt-15 (K/kW) | Rt-16 (K/kW) | Rt-17 (K/kW) | Rt-18 (K/kW) | Rt-19 (K/kW) | Rt-20 (K/kW) | Rt-21 (K/kW) | Rt-22 (K/kW) | Rt-23 (K/kW) | Rt-24 (K/kW) | Remark |
|-----------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------|
| 0 | 0.002051 | 0.001971 | 0.001826 | 0.001669 | 0.001879 | 0.002022 | 0.002188 | 0.001737 | 0.001896 | 0.002046 | 0.001768 | |
| 1 | 0.002118 | 0.002125 | 0.001856 | 0.001669 | 0.001942 | 0.002090 | 0.002225 | 0.001918 | 0.001989 | 0.002124 | 0.001973 | |
| 2 | 0.002136 | 0.002055 | 0.001836 | 0.001719 | 0.001936 | 0.002296 | 0.002318 | 0.001941 | 0.002033 | 0.002159 | 0.001981 | |
| 3 | 0.002179 | 0.002179 | 0.001917 | 0.001757 | 0.002008 | 0.002245 | 0.002263 | 0.001952 | 0.002058 | 0.002168 | 0.002023 | |
| 4 | 0.002176 | 0.002125 | 0.001972 | 0.001794 | 0.002017 | 0.002230 | 0.002338 | 0.002038 | 0.002037 | 0.002225 | 0.001952 | |
| 5 | 0.002173 | 0.002375 | 0.001928 | 0.001865 | 0.002085 | 0.002245 | 0.002324 | 0.002021 | 0.002126 | 0.002382 | 0.002049 | |
| 6 | 0.002205 | 0.002253 | 0.001925 | 0.001820 | 0.002051 | | | | | | 0.001946 | |
| 7 | 0.002232 | 0.002305 | 0.001966 | 0.001842 | 0.002086 | | | | | | 0.001989 | |
| 8 | | | | | | | | | | | 0.002026 | |
| 9 | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | | |
| Mean | 0.002159 | 0.002174 | 0.001903 | 0.001767 | 0.002001 | 0.002095 | 0.002276 | 0.001935 | 0.002023 | 0.002184 | 0.001968 | |

Ø157x Ø15

HEAT RESISTANCE (R_s) FOR SH. HORIZONTAL SPACED LOW TEMP. ASS'Y

| Time (hr) | Rt-25 (K/KW) | Rt-26 (K/KW) | Rt-27 (K/KW) | Rt-28 (K/KW) | Rt-29 (K/KW) | Rt-30 (K/KW) | Rt-31 (K/KW) | Rt-32 (K/KW) | Rt-33 (K/KW) | Rt-34 (K/KW) | Rt-35 (K/KW) | Rt-36 (K/KW) | Remark |
|-----------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------|
| 0 | 0.002128 | 0.001960 | 0.002019 | 0.001854 | 0.001962 | 0.002009 | 0.001916 | 0.001916 | 0.002109 | 0.002074 | 0.002029 | 0.001975 | |
| 1 | 0.002127 | 0.002084 | 0.002035 | 0.002081 | 0.002097 | 0.002062 | 0.002182 | 0.001993 | 0.002164 | 0.002182 | 0.002250 | 0.001994 | |
| 2 | 0.002182 | 0.002081 | 0.002103 | 0.001999 | 0.002148 | 0.002062 | 0.002012 | 0.002012 | 0.002214 | 0.002184 | 0.002289 | 0.002013 | |
| 3 | 0.002132 | 0.002111 | 0.002140 | 0.002105 | 0.002196 | 0.002117 | 0.002218 | 0.002218 | 0.002206 | 0.002182 | 0.002294 | 0.002049 | |
| 4 | 0.002190 | 0.002111 | 0.002085 | 0.002058 | 0.002191 | 0.002118 | 0.002137 | 0.002137 | 0.002231 | 0.002182 | 0.002354 | 0.002048 | |
| 5 | 0.002215 | 0.002152 | 0.002111 | 0.002049 | 0.002194 | 0.002274 | 0.002393 | 0.002082 | 0.002218 | 0.002215 | 0.002371 | 0.002099 | |
| 6 | 0.002186 | 0.002146 | 0.002156 | 0.002194 | 0.002221 | 0.002287 | 0.002384 | 0.002124 | 0.002258 | 0.002244 | 0.002452 | 0.002109 | |
| 7 | 0.002234 | 0.002181 | 0.002190 | 0.002099 | 0.002258 | 0.002284 | 0.002390 | 0.002036 | 0.002301 | 0.002250 | 0.002428 | 0.002096 | |
| 8 | 0.002189 | 0.002197 | 0.002268 | 0.001965 | 0.002270 | 0.002193 | 0.002418 | 0.002238 | 0.002280 | 0.002256 | 0.002493 | 0.002168 | |
| 9 | 0.002308 | 0.002204 | 0.002253 | 0.002274 | 0.002303 | 0.002277 | 0.002494 | 0.002232 | 0.002326 | 0.002271 | 0.002458 | 0.002129 | |
| 10 | | | | | | | 0.002551 | 0.002381 | 0.002329 | 0.002322 | 0.002457 | 0.002110 | |
| 11 | | | | | | | 0.002495 | 0.002261 | 0.002345 | 0.002311 | 0.002559 | 0.002099 | |
| 12 | | | | | | | 0.002564 | 0.002290 | 0.002338 | 0.002366 | | 0.002205 | |
| 13 | | | | | | | | | | | | 0.002170 | |
| 14 | | | | | | | | | | | | 0.002174 | |
| 15 | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | | | |
| Mean | 0.002189 | 0.002123 | 0.002136 | 0.002068 | 0.002184 | 0.002168 | 0.002380 | 0.002148 | 0.002255 | 0.002234 | 0.002370 | 0.002096 | |

FIGURE 16

HEAT RESISTANCE (R_t) FOR SH. HORIZONTAL SPACED LOW TEMP. ASSY

| Time (hr) | Rt-37 (K/kW) | Rt-38 (K/kW) | Rtt6 (K/kW) | Rt-39 (K/kW) | Rt-40 (K/kW) | Rt-41 (K/kW) | Rtt7 (K/kW) | Rt-42 (K/kW) | Rt-43 (K/kW) | Rt-44 (K/kW) | Rt-45 (K/kW) | Rtt8 (K/kW) | Rt-46 (K/kW) | Remark |
|-----------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------|
| 0 | 0.002011 | 0.001828 | 0.001919 | 0.002007 | 0.001880 | 0.002200 | 0.002029 | 0.002083 | 0.001857 | 0.002051 | 0.002001 | 0.001998 | 0.001889 | |
| 1 | 0.002084 | 0.001911 | 0.001997 | 0.002047 | 0.002032 | 0.002220 | 0.002099 | 0.002120 | 0.002098 | 0.002126 | 0.002036 | 0.002095 | 0.001899 | |
| 2 | 0.002145 | 0.001998 | 0.002071 | 0.002123 | 0.002085 | 0.002232 | 0.002147 | 0.002149 | 0.002083 | 0.002096 | 0.002024 | 0.002088 | 0.001897 | |
| 3 | 0.002166 | 0.001988 | 0.002077 | 0.002147 | 0.002059 | 0.002274 | 0.002160 | 0.002169 | 0.002229 | 0.002124 | 0.002107 | 0.002157 | 0.001948 | |
| 4 | 0.002153 | 0.001964 | 0.002058 | 0.002142 | 0.002058 | 0.002281 | 0.002160 | 0.002272 | 0.002266 | 0.002250 | 0.002185 | 0.002243 | 0.001964 | |
| 5 | 0.002203 | 0.002016 | 0.002110 | 0.002142 | 0.002069 | 0.002288 | 0.002166 | | | | | | 0.002078 | |
| 6 | 0.002175 | 0.001973 | 0.002074 | 0.002249 | 0.002139 | 0.002316 | 0.002235 | | | | | | 0.002085 | |
| 7 | 0.002162 | 0.002012 | 0.002087 | 0.002233 | 0.002161 | 0.002312 | 0.002235 | | | | | | 0.002108 | |
| 8 | 0.002201 | 0.001926 | 0.002063 | 0.002330 | 0.002169 | 0.002371 | 0.002290 | | | | | | 0.002092 | |
| 9 | 0.002248 | 0.001984 | 0.002116 | | | | | | | | | | 0.002166 | |
| 10 | 0.002296 | 0.001966 | 0.002131 | | | | | | | | | | 0.002177 | |
| 11 | 0.002247 | 0.002222 | 0.002235 | | | | | | | | | | 0.002063 | |
| 12 | 0.002302 | 0.002242 | 0.002272 | | | | | | | | | | 0.002048 | |
| 13 | 0.002329 | 0.002182 | 0.002255 | | | | | | | | | | 0.002144 | |
| 14 | 0.002335 | 0.002031 | 0.002183 | | | | | | | | | | 0.002174 | |
| 15 | 0.002471 | 0.002073 | 0.002272 | | | | | | | | | | 0.002220 | |
| 16 | | | | | | | | | | | | | 0.002151 | |
| 17 | | | | | | | | | | | | | 0.002185 | |
| 18 | | | | | | | | | | | | | 0.002245 | |
| 19 | | | | | | | | | | | | | 0.002223 | |
| 20 | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | | | | |
| Mean | 0.002220 | 0.002020 | 0.002120 | 0.002158 | 0.002072 | 0.002277 | 0.002169 | 0.002159 | 0.002106 | 0.002129 | 0.002070 | 0.002116 | 0.002088 | |

9757N 017

HEAT RESISTANCE (R_t) FOR SH. HORIZONTAL SPACED LOW TEMP. ASSY

| Time (hr) | R _{tmax} (K/kW) | R _{tmin} (K/kW) | R _{tmean} (K/kW) | R _{tupper} (K/kW) | R _{tlower} (K/kW) | R _{t, pool} (K/kW) | R _{tm} (K/kW) | Slope (°) | R _c (K/kW) | Err _{upper} (K/kW) | Err _{lower} (K/kW) | R _c (K/kW) | r _f (mm) | m _{ash} (kg) | (R _{tm} -R _t) R _{tt} (%) | Time (hr) | (R _{tm} -R _t) R _{tt} (%) |
|-----------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|------------------------|-----------|-----------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|--|-----------|--|
| 0 | 0.002200 | 0.001669 | 0.001974 | 0.002198 | 0.001671 | 0.001984 | | 0.001984 | 0.001984 | 0.000214 | 0.000313 | 0.000000 | 25.40 | 0.0 | 0.00 | 24 | 99.62 |
| 1 | 0.002250 | 0.001669 | 0.002065 | 0.002265 | 0.001688 | 0.002040 | 0.002242 | 0.002044 | 0.002037 | 0.000227 | 0.000349 | 0.000053 | 25.53 | 880.4 | 20.68 | 25 | 99.69 |
| 2 | 0.002318 | 0.001719 | 0.002095 | 0.002323 | 0.001713 | 0.002087 | 0.002242 | 0.002104 | 0.002080 | 0.000243 | 0.000367 | 0.000096 | 25.63 | 1585.0 | 37.09 | 26 | 99.76 |
| 3 | 0.002395 | 0.001757 | 0.002126 | 0.002372 | 0.001743 | 0.002127 | 0.002242 | 0.002163 | 0.002113 | 0.000259 | 0.000371 | 0.000129 | 25.71 | 2147.8 | 50.10 | 27 | 99.81 |
| 4 | 0.002462 | 0.001794 | 0.002151 | 0.002413 | 0.001777 | 0.002160 | 0.002242 | 0.002223 | 0.002140 | 0.000273 | 0.000363 | 0.000156 | 25.77 | 2596.8 | 60.42 | 28 | 99.85 |
| 5 | 0.002427 | 0.001865 | 0.002180 | 0.002447 | 0.001814 | 0.002187 | 0.002242 | 0.002283 | 0.002161 | 0.000286 | 0.000347 | 0.000177 | 25.82 | 2954.4 | 68.60 | 29 | 99.88 |
| 6 | 0.002452 | 0.001820 | 0.002187 | 0.002472 | 0.001854 | 0.002207 | 0.002242 | 0.002343 | 0.002178 | 0.000295 | 0.000324 | 0.000194 | 25.86 | 3239.1 | 75.10 | 30 | 99.90 |
| 7 | 0.002428 | 0.001842 | 0.002177 | 0.002491 | 0.001893 | 0.002222 | 0.002242 | 0.002403 | 0.002191 | 0.000299 | 0.000298 | 0.000207 | 25.90 | 3465.6 | 80.25 | 31 | 99.92 |
| 8 | 0.002493 | 0.001926 | 0.002213 | 0.002501 | 0.001932 | 0.002233 | 0.002242 | 0.002463 | 0.002202 | 0.000300 | 0.000270 | 0.000218 | 25.92 | 3645.6 | 84.33 | 32 | 99.94 |
| 9 | 0.002494 | 0.001984 | 0.002262 | 0.002505 | 0.001969 | 0.002239 | 0.002242 | 0.002523 | 0.002210 | 0.000295 | 0.000241 | 0.000226 | 25.94 | 3788.7 | 87.57 | 33 | 99.95 |
| 10 | 0.002551 | 0.001966 | 0.002288 | 0.002502 | 0.002003 | 0.002242 | 0.002242 | 0.002582 | 0.002217 | 0.000285 | 0.000214 | 0.000233 | 25.96 | 3902.3 | 90.14 | 34 | 99.96 |
| 11 | 0.002559 | 0.002063 | 0.002289 | 0.002492 | 0.002032 | 0.002242 | 0.002242 | 0.002642 | 0.002222 | 0.000270 | 0.000190 | 0.000238 | 25.97 | 3992.5 | 92.18 | 35 | 99.97 |
| 12 | 0.002564 | 0.002048 | 0.002294 | 0.002476 | 0.002055 | 0.002239 | 0.002242 | 0.002702 | 0.002226 | 0.000250 | 0.000171 | 0.000242 | 25.98 | 4064.1 | 93.80 | 36 | 99.98 |
| 13 | 0.002329 | 0.002144 | 0.002206 | 0.002454 | 0.002071 | 0.002235 | 0.002242 | 0.002762 | 0.002229 | 0.000224 | 0.000158 | 0.000246 | 25.99 | 4121.0 | 95.08 | 37 | 99.98 |
| 14 | 0.002335 | 0.002031 | 0.002179 | 0.002425 | 0.002079 | 0.002230 | 0.002242 | 0.002822 | 0.002232 | 0.000193 | 0.000153 | 0.000248 | 25.99 | 4166.1 | 96.10 | 38 | 99.98 |
| 15 | 0.002471 | 0.002073 | 0.002255 | 0.002391 | 0.002077 | 0.002224 | 0.002242 | 0.002882 | 0.002234 | 0.000157 | 0.000157 | 0.000250 | 26.00 | 4201.9 | 96.91 | 39 | 99.99 |
| 16 | 0.002151 | 0.002151 | 0.002151 | 0.002351 | 0.002064 | 0.002218 | 0.002242 | 0.002942 | 0.002236 | 0.000115 | 0.000172 | 0.000252 | 26.00 | 4230.3 | 97.55 | 40 | 99.99 |
| 17 | 0.002185 | 0.002185 | 0.002185 | 0.002306 | 0.002039 | 0.002213 | 0.002242 | 0.003001 | 0.002237 | 0.000069 | 0.000198 | 0.000253 | 26.01 | 4252.9 | 98.05 | 41 | 99.99 |
| 18 | 0.002245 | 0.002245 | 0.002245 | 0.002255 | 0.002001 | 0.002209 | 0.002242 | 0.003061 | 0.002238 | 0.000017 | 0.000238 | 0.000254 | 26.01 | 4270.7 | 98.46 | 42 | 99.99 |
| 19 | | | | | | | 0.002242 | 0.003121 | 0.002239 | | | 0.000255 | 26.01 | 4284.9 | 98.78 | 43 | 100.00 |
| 20 | | | | | | | 0.002242 | 0.003181 | 0.002240 | | | 0.000256 | 26.01 | 4296.2 | 99.03 | 44 | 100.00 |
| 21 | | | | | | | 0.002242 | 0.003241 | 0.002240 | | | 0.000256 | 26.01 | 4305.1 | 99.23 | 45 | 100.00 |
| 22 | | | | | | | 0.002242 | 0.003301 | 0.002241 | | | 0.000257 | 26.01 | 4312.2 | 99.39 | 46 | 100.00 |
| 23 | | | | | | | 0.002242 | 0.003361 | 0.002241 | | | 0.000257 | 26.02 | 4317.8 | 99.52 | 47 | 100.00 |
| Mean | 0.002385 | 0.001945 | 0.002185 | 0.002402 | 0.001920 | 0.002186 | 0.002242 | 0.002572 | 0.002190 | 0.000225 | 0.000258 | 0.000207 | 25.894 | 3459.23 | 79.93 | Mean | 99.92 |

WT17N #118

HEAT RESISTANCE (R_t) FOR SH. HORIZONTAL SPACED/PLATEN HIGH TEMP. ASSY

| Time (hr) | Rt-1 (K/kW) | Rt-2 (K/kW) | Rt-3 (K/kW) | Rt-4 (K/kW) | Rt-5 (K/kW) | Rt-6 (K/kW) | Rt-7 (K/kW) | Rt-8 (K/kW) | Rt-9 (K/kW) | Rt-10 (K/kW) | Rt-11 (K/kW) | Rt-12 (K/kW) | Rt-13 (K/kW) | Rt-14 (K/kW) | Rt2 (K/kW) | R _{t-then} (K/kW) |
|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------|----------------------------|
| 0 | 0.006539 | 0.005927 | 0.002899 | 0.005298 | 0.005475 | 0.005529 | 0.005912 | 0.007893 | 0.008172 | 0.008296 | 0.005844 | 0.007041 | 0.005187 | 0.004998 | 0.005742 | 0.006471 |
| 1 | 0.007788 | 0.008132 | 0.006800 | 0.008129 | 0.007604 | 0.007363 | 0.007699 | 0.008811 | 0.008119 | 0.008506 | 0.008336 | 0.007393 | 0.006662 | 0.006374 | 0.006810 | 0.008117 |
| 2 | 0.008640 | 0.008043 | 0.007601 | 0.007773 | 0.007583 | 0.007551 | 0.007683 | 0.008482 | 0.008643 | 0.009489 | 0.008369 | 0.007264 | 0.006123 | 0.006342 | 0.006576 | 0.008356 |
| 3 | 0.007625 | 0.009056 | 0.008662 | 0.010541 | 0.007637 | 0.008643 | 0.007982 | 0.008546 | 0.009848 | 0.009915 | 0.007873 | 0.007654 | 0.007029 | 0.007475 | 0.007386 | 0.008840 |
| 4 | 0.008279 | 0.008413 | 0.007824 | 0.009809 | 0.008442 | 0.007495 | 0.008792 | 0.008550 | 0.011750 | 0.010361 | 0.008970 | 0.008573 | 0.007463 | 0.006473 | 0.007503 | 0.009147 |
| 5 | 0.008036 | 0.008454 | 0.007766 | 0.009898 | 0.009218 | 0.008194 | 0.008615 | 0.009312 | 0.014228 | 0.010358 | 0.008887 | 0.009361 | 0.007963 | 0.007801 | 0.008417 | 0.009244 |
| 6 | 0.008630 | 0.007513 | 0.008351 | 0.009161 | 0.009123 | 0.007989 | 0.009011 | 0.009302 | 0.013361 | 0.010436 | 0.010331 | 0.009383 | 0.008074 | 0.007292 | 0.007565 | 0.009450 |
| 7 | 0.009709 | 0.009211 | 0.009692 | 0.009441 | 0.009304 | 0.008828 | 0.008516 | 0.010220 | 0.013161 | 0.010480 | 0.010352 | 0.008545 | 0.008531 | 0.007949 | 0.008341 | 0.009840 |
| 8 | | | | | | | | | | | | 0.009408 | 0.009544 | 0.007517 | 0.008823 | 0.010009 |
| 9 | | | | | | | | | | | | 0.009101 | 0.008656 | 0.007372 | 0.008376 | 0.009730 |
| 10 | | | | | | | | | | | | 0.009264 | 0.007719 | 0.008222 | 0.008402 | 0.009243 |
| 11 | | | | | | | | | | | | 0.009380 | 0.008789 | 0.008124 | 0.008764 | 0.009389 |
| 12 | | | | | | | | | | | | | | | | 0.010757 |
| 13 | | | | | | | | | | | | | | | | 0.011080 |
| 14 | | | | | | | | | | | | | | | | 0.009922 |
| 15 | | | | | | | | | | | | | | | | 0.010560 |
| 16 | | | | | | | | | | | | | | | | 0.012558 |
| 17 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mean | 0.008162 | 0.008094 | 0.007449 | 0.008756 | 0.008048 | 0.007699 | 0.008026 | 0.008890 | 0.010910 | 0.009730 | 0.008645 | 0.008583 | 0.007583 | 0.007161 | 0.007726 | 0.009571 |

Ø151N Ø19

HEAT RESISTANCE (R₁) FOR SH. HORIZONTAL SPACED/PLATEN HIGH TEMP. ASSY

| Time (hr) | Rt-15 (K/KW) | Rt-16 (K/KW) | Rt-17 (K/KW) | Rt-18 (K/KW) | Rt-19 (K/KW) | Rt-20 (K/KW) | Rt-21 (K/KW) | Rt-22 (K/KW) | Rt-23 (K/KW) | Rt-24 (K/KW) | Rt-25 (K/KW) | Rt-26 (K/KW) | Rt-27 (K/KW) | Rt-4 (K/KW) | Rt-pol (K/KW) |
|-----------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|---------------|
| 0 | 0.006771 | 0.006381 | 0.007686 | 0.008122 | 0.007616 | 0.007315 | 0.007978 | 0.004414 | 0.006099 | 0.005671 | 0.005809 | 0.006174 | 0.006616 | 0.006147 | 0.006783 |
| 1 | 0.007783 | 0.006690 | 0.009138 | 0.010017 | 0.008929 | 0.008511 | 0.008897 | 0.006248 | 0.007671 | 0.008315 | 0.005995 | 0.007493 | 0.008993 | 0.007899 | 0.007636 |
| 2 | 0.007314 | 0.007999 | 0.009234 | 0.010368 | 0.009254 | 0.008834 | 0.008974 | 0.007593 | 0.008407 | 0.007909 | 0.007724 | 0.009006 | 0.007798 | 0.008293 | 0.008318 |
| 3 | 0.008653 | 0.008821 | 0.008890 | 0.010778 | 0.009427 | 0.009314 | 0.010290 | 0.008683 | 0.009781 | 0.007951 | 0.007566 | 0.008878 | 0.008432 | 0.008871 | 0.008845 |
| 4 | 0.009010 | 0.008667 | 0.010195 | 0.010821 | 0.010248 | 0.009788 | 0.010281 | 0.008844 | 0.007655 | 0.008515 | 0.009184 | 0.010048 | 0.009916 | 0.009423 | 0.009232 |
| 5 | | | | | | | 0.011393 | 0.007994 | 0.008078 | 0.008507 | 0.009167 | 0.010666 | 0.008636 | 0.009281 | 0.009495 |
| 6 | | | | | | | 0.010496 | 0.009052 | 0.008967 | 0.008567 | 0.008604 | 0.010118 | 0.009327 | 0.009538 | 0.009649 |
| 7 | | | | | | | | | | | | | | | 0.009711 |
| 8 | | | | | | | | | | | | | | | 0.009697 |
| 9 | | | | | | | | | | | | | | | 0.009621 |
| 10 | | | | | | | | | | | | | | | 0.009500 |
| 11 | | | | | | | | | | | | | | | 0.009349 |
| 12 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mean | 0.007906 | 0.007712 | 0.009029 | 0.010021 | 0.009095 | 0.008753 | 0.009633 | 0.007547 | 0.008094 | 0.007919 | 0.007721 | 0.008912 | 0.008531 | 0.008493 | 0.008493 |

#1513 #20

HEAT RESISTANCE (R_q) FOR SH. HORIZONTAL SPACED/PLATEN HIGH TEMP. ASSY

| Time (hr) | Rt-28 (K/kW) | Rt-29 (K/kW) | Rt-30 (K/kW) | Rt-31 (K/kW) | Rt-5 (K/kW) | Rt-32 (K/kW) | Rt-33 (K/kW) | Rt-34 (K/kW) | Rt-35 (K/kW) | Rt-36 (K/kW) | Rt-37 (K/kW) | Rt-6 (K/kW) | Rt-38 (K/kW) | Rt-39 (K/kW) | Rt-40 (K/kW) |
|-----------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|
| 0 | 0.009090 | 0.005732 | 0.007183 | 0.007359 | 0.007341 | 0.008536 | 0.006683 | 0.008690 | 0.007006 | 0.007356 | 0.004006 | 0.007046 | 0.003961 | 0.006756 | 0.004671 |
| 1 | 0.009427 | 0.007540 | 0.008907 | 0.009803 | 0.008919 | 0.009185 | 0.007724 | 0.008732 | 0.008601 | 0.010190 | 0.008928 | 0.008893 | 0.005213 | 0.008517 | 0.006977 |
| 2 | 0.009532 | 0.008203 | 0.010388 | 0.008682 | 0.009201 | 0.009786 | 0.007893 | 0.009529 | 0.008323 | 0.009268 | 0.010036 | 0.009139 | 0.006711 | 0.008438 | 0.006272 |
| 3 | 0.010109 | 0.008365 | 0.010271 | 0.009421 | 0.009541 | 0.009104 | 0.008594 | 0.009257 | 0.009636 | 0.009765 | 0.010481 | 0.009473 | 0.007815 | 0.009210 | 0.008797 |
| 4 | 0.010173 | 0.008743 | 0.010341 | 0.009472 | 0.009682 | 0.008889 | 0.009055 | 0.009546 | 0.008177 | 0.010578 | 0.009319 | 0.009261 | 0.007460 | 0.009876 | 0.008031 |
| 5 | 0.011027 | 0.009353 | 0.009510 | 0.009361 | 0.009813 | 0.009990 | 0.009059 | 0.009885 | 0.009056 | 0.007717 | 0.009862 | 0.009262 | 0.007676 | 0.008903 | 0.008729 |
| 6 | 0.010255 | 0.010622 | 0.010834 | 0.009395 | 0.010276 | 0.010127 | 0.010462 | 0.010916 | 0.009374 | 0.009355 | 0.010949 | 0.010197 | 0.006900 | 0.009171 | 0.011276 |
| 7 | 0.009546 | 0.010511 | 0.012636 | 0.010465 | 0.010789 | 0.009978 | 0.009753 | 0.011309 | 0.009855 | 0.009808 | 0.011577 | 0.010380 | 0.008051 | 0.009651 | 0.008814 |
| 8 | 0.011753 | 0.010498 | 0.011844 | 0.011088 | 0.011296 | 0.010904 | 0.009893 | 0.010803 | 0.011371 | 0.011791 | 0.009885 | 0.010775 | 0.009793 | 0.009295 | 0.008328 |
| 9 | | | | | | 0.010983 | 0.010751 | 0.011402 | 0.011041 | 0.011951 | 0.010896 | 0.011171 | 0.008774 | 0.009813 | 0.009432 |
| 10 | | | | | | | | | | | | | 0.007545 | 0.010991 | 0.008553 |
| 11 | | | | | | | | | | | | | 0.009262 | 0.010906 | 0.008807 |
| 12 | | | | | | | | | | | | | 0.010925 | 0.011163 | 0.009903 |
| 13 | | | | | | | | | | | | | | 0.013109 | 0.009086 |
| 14 | | | | | | | | | | | | | | | 0.008470 |
| 15 | | | | | | | | | | | | | | | 0.010681 |
| 16 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mean | 0.010101 | 0.008841 | 0.010213 | 0.009450 | 0.009651 | 0.009748 | 0.008987 | 0.010007 | 0.009244 | 0.009778 | 0.009594 | 0.009560 | 0.007699 | 0.009700 | 0.008552 |

915714 922

HEAT RESISTANCE (R_t) FOR SH. HORIZONTAL SPACED/PLATEN HIGH TEMP. ASSY

| Time (hr) | R _{t,max} (K/KW) | R _{t,min} (K/KW) | R _{t,mean} (K/KW) | R _{t,upper} (K/KW) | R _{t,lower} (K/KW) | R _{t,pol} (K/KW) | R _{sum} (K/KW) | Slope (X) | R _t (K/KW) | E _{rr,upper} (K/KW) | E _{rr,lower} (K/KW) | R _γ (K/KW) | r _f (mm) | m _{ash} (kg) | (R _{lim} -R _t) Rtt (%) | Time (hr) | (R _{lim} -R _t) Rtt (%) |
|-----------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------|-------------------------|-----------|-----------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|---|-----------|---|
| 0 | 0.009090 | 0.002899 | 0.006471 | 0.008889 | 0.003330 | 0.006783 | | 0.006783 | 0.006783 | 0.002106 | 0.003453 | 0.000000 | 25.40 | 0.0 | 0.00 | 24 | 99.95 |
| 1 | 0.010190 | 0.005213 | 0.008117 | 0.010088 | 0.004732 | 0.007636 | 0.009714 | 0.007718 | 0.007583 | 0.002505 | 0.002851 | 0.000800 | 26.36 | 3401.7 | 27.30 | 25 | 99.97 |
| 2 | 0.010757 | 0.006123 | 0.008356 | 0.011082 | 0.005683 | 0.008318 | 0.009714 | 0.008652 | 0.008165 | 0.002917 | 0.002482 | 0.001382 | 27.09 | 6038.9 | 47.15 | 26 | 99.97 |
| 3 | 0.011407 | 0.006579 | 0.008840 | 0.011868 | 0.006267 | 0.008845 | 0.009714 | 0.009587 | 0.008588 | 0.003280 | 0.002321 | 0.001805 | 27.63 | 8047.8 | 61.57 | 27 | 99.98 |
| 4 | 0.011750 | 0.005413 | 0.009147 | 0.012447 | 0.006572 | 0.009232 | 0.009714 | 0.010521 | 0.008895 | 0.003551 | 0.002323 | 0.002112 | 28.03 | 9558.8 | 72.06 | 28 | 99.99 |
| 5 | 0.014228 | 0.006416 | 0.009244 | 0.012817 | 0.006685 | 0.009495 | 0.009714 | 0.011456 | 0.009119 | 0.003698 | 0.002434 | 0.002336 | 28.32 | 10684.8 | 79.69 | 29 | 99.99 |
| 6 | 0.013361 | 0.006900 | 0.009450 | 0.012979 | 0.006693 | 0.009649 | 0.009714 | 0.012390 | 0.009282 | 0.003698 | 0.002589 | 0.002499 | 28.53 | 11518.2 | 85.23 | 30 | 99.99 |
| 7 | 0.013161 | 0.007419 | 0.009840 | 0.012932 | 0.006681 | 0.009711 | 0.009714 | 0.013325 | 0.009400 | 0.003532 | 0.002718 | 0.002617 | 28.69 | 12132.1 | 89.27 | 31 | 99.99 |
| 8 | 0.011844 | 0.006625 | 0.010009 | 0.012675 | 0.006738 | 0.009697 | 0.009714 | 0.014259 | 0.009486 | 0.003189 | 0.002748 | 0.002703 | 28.81 | 12582.7 | 92.20 | 32 | 100.00 |
| 9 | 0.011951 | 0.006655 | 0.009730 | 0.012208 | 0.006948 | 0.009621 | 0.009714 | 0.015194 | 0.009548 | 0.002659 | 0.002600 | 0.002765 | 28.89 | 12912.5 | 94.33 | 33 | 100.00 |
| 10 | 0.011508 | 0.007545 | 0.009243 | 0.011529 | 0.007400 | 0.009500 | 0.009714 | 0.016129 | 0.009593 | 0.001935 | 0.002193 | 0.002810 | 28.95 | 13153.5 | 95.88 | 34 | 100.00 |
| 11 | 0.010906 | 0.008124 | 0.009389 | 0.010639 | 0.008181 | 0.009349 | 0.009714 | 0.017063 | 0.009626 | 0.001012 | 0.001446 | 0.002843 | 29.00 | 13329.4 | 97.00 | 35 | 100.00 |
| 12 | 0.011163 | 0.009903 | 0.010757 | | | | 0.009714 | 0.017998 | 0.009650 | | | 0.002867 | 29.03 | 13457.6 | 97.82 | 36 | 100.00 |
| 13 | 0.013109 | 0.009086 | 0.011080 | | | | 0.009714 | 0.018932 | 0.009668 | | | 0.002885 | 29.05 | 13550.9 | 98.42 | 37 | 100.00 |
| 14 | 0.011373 | 0.008470 | 0.009922 | | | | 0.009714 | 0.019867 | 0.009681 | | | 0.002898 | 29.07 | 13618.9 | 98.85 | 38 | 100.00 |
| 15 | 0.010681 | 0.010438 | 0.010560 | | | | 0.009714 | 0.020801 | 0.009690 | | | 0.002907 | 29.08 | 13668.4 | 99.16 | 39 | 100.00 |
| 16 | 0.012558 | 0.012558 | 0.012558 | | | | 0.009714 | 0.021736 | 0.009697 | | | 0.002913 | 29.09 | 13704.4 | 99.39 | 40 | 100.00 |
| 17 | | | | | | | 0.009714 | 0.022670 | 0.009701 | | | 0.002918 | 29.10 | 13730.6 | 99.56 | 41 | 100.00 |
| 18 | | | | | | | 0.009714 | 0.023605 | 0.009705 | | | 0.002922 | 29.10 | 13749.6 | 99.68 | 42 | 100.00 |
| 19 | | | | | | | 0.009714 | 0.024540 | 0.009708 | | | 0.002924 | 29.11 | 13763.5 | 99.77 | 43 | 100.00 |
| 20 | | | | | | | 0.009714 | 0.025474 | 0.009709 | | | 0.002926 | 29.11 | 13773.5 | 99.83 | 44 | 100.00 |
| 21 | | | | | | | 0.009714 | 0.026409 | 0.009711 | | | 0.002928 | 29.11 | 13780.8 | 99.88 | 45 | 100.00 |
| 22 | | | | | | | 0.009714 | 0.027343 | 0.009712 | | | 0.002929 | 29.11 | 13786.2 | 99.91 | 46 | 100.00 |
| 23 | | | | | | | 0.009714 | 0.028278 | 0.009712 | | | 0.002929 | 29.11 | 13790.0 | 99.93 | 47 | 100.00 |
| Mean | 0.011708 | 0.007433 | 0.009571 | 0.011679 | 0.006326 | 0.008986 | 0.009714 | 0.017530 | 0.009267 | 0.002840 | 0.002513 | 0.002484 | 28.531 | 11572.29 | 84.74 | Mean | 99.99 |

Ø175 N #23

HEAT RESISTANCE (R_t) FOR RH. HORIZONTAL SPACED/PLATEN ASSY

| Time (hr) | Rt-1 (K/KW) | Rt-2 (K/KW) | Rt-3 (K/KW) | Rt-4 (K/KW) | Rt-5 (K/KW) | Rt-6 (K/KW) | Rt-7 (K/KW) | Rt-8 (K/KW) | Rt-9 (K/KW) | Rt-10 (K/KW) | Rt-11 (K/KW) | Rt-12 (K/KW) | Rt-1 (K/KW) | Rt-13 (K/KW) | Rt-14 (K/KW) | Rt2 (K/KW) | Rt _{mean} (K/KW) |
|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|------------|---------------------------|
| 0 | 0.001856 | 0.001660 | 0.001794 | 0.001822 | 0.002406 | 0.002445 | 0.002420 | 0.002446 | 0.002581 | 0.002714 | 0.002554 | 0.002196 | 0.002241 | 0.001754 | 0.002059 | 0.001906 | 0.002258 |
| 1 | 0.001850 | 0.001821 | 0.002066 | 0.002022 | 0.002445 | 0.002486 | 0.002595 | 0.002504 | 0.002742 | 0.002910 | 0.002596 | 0.002500 | 0.002378 | 0.002129 | 0.002210 | 0.002169 | 0.002395 |
| 2 | 0.001948 | 0.001810 | 0.002177 | 0.002085 | 0.002482 | 0.002652 | 0.002643 | 0.002665 | 0.002710 | 0.002908 | 0.002677 | 0.002552 | 0.002442 | 0.001939 | 0.002453 | 0.002196 | 0.002444 |
| 3 | 0.002026 | 0.001982 | 0.002198 | 0.002144 | 0.002512 | 0.002637 | 0.002638 | 0.002665 | 0.002807 | 0.002918 | 0.002788 | 0.002666 | 0.002498 | 0.002085 | 0.002410 | 0.002247 | 0.002521 |
| 4 | 0.002050 | 0.002093 | 0.002227 | 0.002187 | 0.002654 | 0.002568 | 0.002735 | 0.002826 | 0.002799 | 0.002965 | 0.002802 | 0.002718 | 0.002552 | 0.002157 | 0.002307 | 0.002232 | 0.002567 |
| 5 | 0.002050 | 0.002054 | 0.002300 | 0.002185 | 0.002668 | 0.002730 | 0.002813 | 0.002903 | 0.002880 | 0.002995 | 0.002718 | 0.002750 | 0.002588 | 0.002012 | 0.002251 | 0.002131 | 0.002580 |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | 0.002466 | 0.002293 | 0.002380 | 0.002663 |
| 7 | | | | | | | | | | | | | | 0.002567 | 0.002476 | 0.002521 | 0.002690 |
| 8 | | | | | | | | | | | | | | 0.002383 | 0.002469 | 0.002426 | 0.002721 |
| 9 | | | | | | | | | | | | | | 0.002599 | 0.002503 | 0.002551 | 0.002769 |
| 10 | | | | | | | | | | | | | | 0.002545 | 0.002572 | 0.002559 | 0.002684 |
| 11 | | | | | | | | | | | | | | 0.002528 | 0.002660 | 0.002594 | 0.002720 |
| 12 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.002778 |
| 13 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.002859 |
| 14 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.002903 |
| 15 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.002778 |
| 16 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.002764 |
| 17 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mean | 0.001965 | 0.001904 | 0.002127 | 0.002074 | 0.002528 | 0.002586 | 0.002641 | 0.002668 | 0.002753 | 0.002902 | 0.002689 | 0.002563 | 0.002450 | | 0.002389 | 0.002326 | 0.002653 |

9131N 924

HEAT RESISTANCE (R_t) FOR RH. HORIZONTAL SPACED/PLATEN ASSY

| Time (hr) | Rt-15 (K/KW) | Rt-16 (K/KW) | Rt-17 (K/KW) | Rt-18 (K/KW) | Rt-19 (K/KW) | Rt-20 (K/KW) | Rt-21 (K/KW) | Rt-22 (K/KW) | Rt-23 (K/KW) | Rt-3 (K/KW) | Rt-24 (K/KW) | Rt-25 (K/KW) | Rt-26 (K/KW) | Rt-27 (K/KW) | Rt-28 (K/KW) | Rt4 (K/KW) |
|-----------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------|
| 0 | 0.002561 | 0.002610 | 0.002581 | 0.002459 | 0.002166 | 0.002586 | 0.001783 | 0.001679 | 0.002597 | 0.002336 | 0.001771 | 0.002488 | 0.001888 | 0.002251 | 0.002472 | 0.002174 |
| 1 | 0.002572 | 0.002743 | 0.002640 | 0.002448 | 0.002221 | 0.002860 | 0.001847 | 0.001795 | 0.002693 | 0.002424 | 0.002075 | 0.002591 | 0.002043 | 0.002597 | 0.002540 | 0.002388 |
| 2 | 0.002663 | 0.002835 | 0.002806 | 0.002517 | 0.002311 | 0.002736 | 0.001846 | 0.002008 | 0.002664 | 0.002487 | 0.002075 | 0.002652 | 0.002235 | 0.002637 | 0.002571 | 0.002434 |
| 3 | 0.002676 | 0.002878 | 0.002636 | 0.002662 | 0.002475 | 0.002816 | 0.002047 | 0.002122 | 0.002568 | 0.002542 | 0.002344 | 0.002652 | 0.002282 | 0.002757 | 0.002769 | 0.002561 |
| 4 | 0.002754 | 0.002915 | 0.002745 | 0.002651 | 0.002465 | 0.002768 | 0.002036 | 0.002002 | 0.002796 | 0.002570 | 0.002451 | 0.002735 | 0.002270 | 0.002862 | 0.002925 | 0.002649 |
| 5 | 0.002689 | 0.002875 | 0.002765 | 0.002723 | 0.002602 | 0.002902 | 0.002075 | 0.002129 | 0.002731 | 0.002610 | | | | | | |
| 6 | 0.002710 | 0.002876 | 0.002826 | 0.002723 | 0.002681 | 0.002863 | 0.002334 | 0.002167 | 0.002957 | 0.002683 | | | | | | |
| 7 | 0.002746 | 0.003023 | 0.002950 | 0.002777 | 0.002736 | 0.003017 | 0.002271 | 0.002203 | 0.002972 | 0.002744 | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mean | 0.002671 | 0.002844 | 0.002744 | 0.002620 | 0.002457 | 0.002819 | 0.002030 | 0.002013 | 0.002749 | 0.002550 | 0.002162 | 0.002624 | 0.002144 | 0.002621 | 0.002655 | 0.002441 |

#1514 #25

HEAT RESISTANCE (R_s) FOR RH. HORIZONTAL SPACED/PLATEN ASSY

| Time (hr) | Rt-29 (K/kW) | Rt-30 (K/kW) | Rt-31 (K/kW) | Rt-32 (K/kW) | Rt-33 (K/kW) | Rt-34 (K/kW) | Rt-35 (K/kW) | Rt-5 (K/kW) | Rt-36 (K/kW) | Rt-37 (K/kW) | Rt-38 (K/kW) | Rt-39 (K/kW) | Rt-40 (K/kW) | Rt-41 (K/kW) | Rt-6 (K/kW) | Remark |
|-----------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|--------|
| 0 | 0.002571 | 0.001952 | 0.001534 | 0.001699 | 0.002431 | 0.002594 | 0.002676 | 0.002208 | 0.002447 | 0.002515 | 0.002398 | 0.002615 | 0.002017 | 0.001777 | 0.002295 | |
| 1 | 0.002723 | 0.001985 | 0.001816 | 0.001942 | 0.002497 | 0.002632 | 0.002698 | 0.002328 | 0.002526 | 0.002815 | 0.002649 | 0.002754 | 0.002138 | 0.001921 | 0.002467 | |
| 2 | 0.002628 | 0.002028 | 0.001874 | 0.001881 | 0.002565 | 0.002639 | 0.002693 | 0.002329 | 0.002617 | 0.002839 | 0.002622 | 0.002668 | 0.002246 | 0.001970 | 0.002493 | |
| 3 | 0.002650 | 0.002071 | 0.002000 | 0.001889 | 0.002631 | 0.002649 | 0.002664 | 0.002365 | 0.002846 | 0.002860 | 0.002773 | 0.002755 | 0.002329 | 0.002000 | 0.002594 | |
| 4 | 0.002632 | 0.002071 | 0.001997 | 0.001893 | 0.002674 | 0.002704 | 0.002794 | 0.002395 | 0.002738 | 0.002803 | 0.002719 | 0.002774 | 0.002315 | 0.002144 | 0.002582 | |
| 5 | 0.002758 | 0.002129 | 0.001968 | 0.002089 | 0.002796 | 0.002665 | 0.002808 | 0.002459 | 0.002821 | 0.002947 | 0.002789 | 0.002827 | 0.002274 | 0.002209 | 0.002645 | |
| 6 | 0.002797 | 0.002168 | 0.002114 | 0.002051 | 0.003026 | 0.002908 | 0.002818 | 0.002555 | 0.002780 | 0.003010 | 0.002938 | 0.002959 | 0.002464 | 0.002160 | 0.002718 | |
| 7 | 0.002854 | 0.002183 | 0.002044 | 0.002026 | 0.002938 | 0.002798 | 0.002927 | 0.002539 | | | | | | | | |
| 8 | 0.002931 | 0.002224 | 0.002215 | 0.002102 | 0.003310 | 0.002947 | 0.002952 | 0.002669 | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mean | 0.002727 | 0.002090 | 0.001951 | 0.001953 | 0.002763 | 0.002726 | 0.002781 | 0.002427 | 0.002682 | 0.002827 | 0.002698 | 0.002765 | 0.002255 | 0.002026 | 0.002542 | |

#1514 026

HEAT RESISTANCE (R_t) FOR RH. HORIZONTAL SPACED/PLATEN ASS'Y

| Time (hr) | Rt-42 (K/kW) | Rt-43 (K/kW) | Rt-44 (K/kW) | Rt-45 (K/kW) | Rt-46 (K/kW) | Rt-47 (K/kW) | Rt-48 (K/kW) | Rt-49 (K/kW) | Rt-50 (K/kW) | Rt-7 (K/kW) | Rt-51 (K/kW) | Rt-52 (K/kW) | Rt-8 (K/kW) | Rt-53 (K/kW) | Remark |
|-----------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------|
| 0 | 0.002125 | 0.002457 | 0.001829 | 0.001846 | 0.002581 | 0.002597 | 0.002451 | 0.002421 | 0.002695 | 0.002334 | 0.001827 | 0.002482 | 0.002154 | 0.002545 | |
| 1 | 0.002200 | 0.002555 | 0.001920 | 0.001909 | 0.002694 | 0.002784 | 0.002611 | 0.002579 | 0.002913 | 0.002463 | 0.001916 | 0.002534 | 0.002225 | 0.002654 | |
| 2 | 0.002233 | 0.002674 | 0.001869 | 0.002102 | 0.002841 | 0.002742 | 0.002634 | 0.002703 | 0.002847 | 0.002516 | 0.001953 | 0.002509 | 0.002231 | 0.002672 | |
| 3 | 0.002466 | 0.002730 | 0.001902 | 0.002065 | 0.003024 | 0.002884 | 0.002609 | 0.002763 | 0.003036 | 0.002609 | 0.002128 | 0.002866 | 0.002497 | 0.002805 | |
| 4 | 0.002739 | 0.002638 | 0.002028 | 0.002147 | 0.002965 | 0.002877 | 0.002752 | 0.002772 | 0.003118 | 0.002671 | 0.002151 | 0.003109 | 0.002630 | 0.002806 | |
| 5 | 0.002574 | 0.002558 | 0.001987 | 0.001900 | 0.003065 | 0.002864 | 0.002690 | 0.002821 | 0.003090 | 0.002617 | 0.002076 | 0.003008 | 0.002542 | 0.002791 | |
| 6 | 0.002968 | 0.002692 | 0.002082 | 0.002167 | 0.003042 | 0.002750 | 0.002983 | 0.002817 | 0.003171 | 0.002741 | 0.002048 | 0.002934 | 0.002491 | 0.002925 | |
| 7 | 0.003201 | 0.002758 | 0.002075 | 0.002223 | 0.002992 | 0.002911 | 0.002893 | 0.003029 | 0.003010 | 0.002788 | 0.002082 | 0.003099 | 0.002590 | 0.002893 | |
| 8 | 0.003256 | 0.002784 | 0.002131 | 0.002362 | 0.002986 | 0.002956 | 0.003055 | 0.002960 | 0.003046 | 0.002837 | 0.002134 | 0.003148 | 0.002641 | 0.002895 | |
| 9 | 0.003155 | 0.002893 | 0.002192 | 0.002327 | 0.003017 | 0.002945 | 0.003049 | 0.003055 | 0.003172 | 0.002867 | 0.002206 | 0.002979 | 0.002593 | 0.002980 | |
| 10 | | | | | | | | | | | 0.002226 | 0.002997 | 0.002611 | 0.003029 | |
| 11 | | | | | | | | | | | 0.002156 | 0.003141 | 0.002648 | 0.002990 | |
| 12 | | | | | | | | | | | 0.002153 | 0.003126 | 0.002639 | 0.002895 | |
| 13 | | | | | | | | | | | 0.002208 | 0.003158 | 0.002683 | 0.003084 | |
| 14 | | | | | | | | | | | 0.002244 | 0.003208 | 0.002726 | 0.002987 | |
| 15 | | | | | | | | | | | 0.002236 | 0.003086 | 0.002661 | 0.003011 | |
| 16 | | | | | | | | | | | 0.002320 | 0.003207 | 0.002764 | | |
| 17 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mean | 0.002692 | 0.002674 | 0.002002 | 0.002105 | 0.002921 | 0.002831 | 0.002773 | 0.002792 | 0.003010 | 0.002644 | 0.002121 | 0.002976 | 0.002549 | 0.002873 | |

01514 #28

HEAT RESISTANCE (R_t) FOR RH. HORIZONTAL SPACED/PLATEN ASSY

| Time (hr) | R _{tmax} (K/KW) | R _{tmin} (K/KW) | R _{tmean} (K/KW) | R _{tupper} (K/KW) | R _{tlower} (K/KW) | R _{tspol} (K/KW) | R _{ym} (K/KW) | Slope (X°) | R _c (K/KW) | E _{rrupper} (K/KW) | E _{rrlower} (K/KW) | R _y (K/KW) | r _f (mm) | m _{sch} (kg) | (R _{tm} -R _t) R _{tt} (%) | Time (hr) | (R _{tm} -R _t) R _{tt} (%) |
|-----------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|------------------------|------------|-----------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|--|-----------|--|
| 0 | 0.002714 | 0.001520 | 0.002258 | 0.002721 | 0.001521 | 0.002290 | | 0.002290 | 0.002290 | 0.000431 | 0.000769 | 0.000000 | 25.40 | 0.0 | 0.00 | 24 | 97.83 |
| 1 | 0.002913 | 0.001624 | 0.002395 | 0.002857 | 0.001650 | 0.002369 | 0.002806 | 0.002373 | 0.002366 | 0.000491 | 0.000716 | 0.000076 | 25.46 | 136.8 | 14.76 | 25 | 98.15 |
| 2 | 0.002909 | 0.001765 | 0.002444 | 0.002964 | 0.001755 | 0.002439 | 0.002806 | 0.002455 | 0.002431 | 0.000533 | 0.000676 | 0.000141 | 25.51 | 254.0 | 27.34 | 26 | 98.43 |
| 3 | 0.003036 | 0.001889 | 0.002521 | 0.003046 | 0.001839 | 0.002502 | 0.002806 | 0.002537 | 0.002486 | 0.000559 | 0.000647 | 0.000196 | 25.55 | 354.2 | 38.06 | 27 | 98.66 |
| 4 | 0.003118 | 0.001893 | 0.002567 | 0.003105 | 0.001905 | 0.002558 | 0.002806 | 0.002619 | 0.002534 | 0.000572 | 0.000629 | 0.000243 | 25.59 | 439.9 | 47.20 | 28 | 98.86 |
| 5 | 0.003097 | 0.001900 | 0.002580 | 0.003145 | 0.001955 | 0.002606 | 0.002806 | 0.002702 | 0.002574 | 0.000571 | 0.000619 | 0.000283 | 25.62 | 513.1 | 54.99 | 29 | 99.03 |
| 6 | 0.003171 | 0.002048 | 0.002663 | 0.003168 | 0.001993 | 0.002649 | 0.002806 | 0.002784 | 0.002608 | 0.000560 | 0.000615 | 0.000318 | 25.65 | 575.7 | 61.64 | 30 | 99.17 |
| 7 | 0.003201 | 0.002026 | 0.002690 | 0.003179 | 0.002021 | 0.002685 | 0.002806 | 0.002866 | 0.002637 | 0.000542 | 0.000616 | 0.000347 | 25.67 | 629.2 | 67.30 | 31 | 99.29 |
| 8 | 0.003310 | 0.002102 | 0.002721 | 0.003179 | 0.002044 | 0.002715 | 0.002806 | 0.002949 | 0.002662 | 0.000517 | 0.000618 | 0.000372 | 25.69 | 674.8 | 72.12 | 32 | 99.40 |
| 9 | 0.003172 | 0.001997 | 0.002769 | 0.003172 | 0.002062 | 0.002741 | 0.002806 | 0.003031 | 0.002683 | 0.000489 | 0.000621 | 0.000393 | 25.71 | 713.8 | 76.24 | 33 | 99.49 |
| 10 | 0.003029 | 0.001978 | 0.002684 | 0.003161 | 0.002080 | 0.002761 | 0.002806 | 0.003113 | 0.002701 | 0.000460 | 0.000621 | 0.000411 | 25.72 | 747.0 | 79.74 | 34 | 99.56 |
| 11 | 0.003141 | 0.002113 | 0.002720 | 0.003150 | 0.002100 | 0.002777 | 0.002806 | 0.003195 | 0.002717 | 0.000433 | 0.000616 | 0.000426 | 25.74 | 775.4 | 82.73 | 35 | 99.63 |
| 12 | 0.003126 | 0.002153 | 0.002778 | 0.003141 | 0.002126 | 0.002789 | 0.002806 | 0.003278 | 0.002730 | 0.000411 | 0.000604 | 0.000439 | 25.75 | 799.6 | 85.28 | 36 | 99.68 |
| 13 | 0.003176 | 0.002208 | 0.002859 | 0.003137 | 0.002159 | 0.002798 | 0.002806 | 0.003360 | 0.002741 | 0.000396 | 0.000582 | 0.000451 | 25.76 | 820.2 | 87.45 | 37 | 99.73 |
| 14 | 0.003208 | 0.002244 | 0.002903 | 0.003142 | 0.002204 | 0.002803 | 0.002806 | 0.003442 | 0.002750 | 0.000391 | 0.000546 | 0.000460 | 25.76 | 837.9 | 89.31 | 38 | 99.77 |
| 15 | 0.003086 | 0.002236 | 0.002778 | 0.003158 | 0.002263 | 0.002805 | 0.002806 | 0.003525 | 0.002759 | 0.000399 | 0.000496 | 0.000468 | 25.77 | 852.9 | 90.88 | 39 | 99.80 |
| 16 | 0.003207 | 0.002320 | 0.002764 | 0.003189 | 0.002339 | 0.002805 | 0.002806 | 0.003607 | 0.002766 | 0.000423 | 0.000427 | 0.000475 | 25.77 | 865.7 | 92.23 | 40 | 99.83 |
| 17 | | | | | | | 0.002806 | 0.003689 | 0.002771 | | | 0.000481 | 25.78 | 876.6 | 93.38 | 41 | 99.86 |
| 18 | | | | | | | 0.002806 | 0.003771 | 0.002777 | | | 0.000486 | 25.78 | 885.9 | 94.35 | 42 | 99.88 |
| 19 | | | | | | | 0.002806 | 0.003854 | 0.002781 | | | 0.000491 | 25.79 | 893.9 | 95.19 | 43 | 99.90 |
| 20 | | | | | | | 0.002806 | 0.003936 | 0.002784 | | | 0.000494 | 25.79 | 900.7 | 95.90 | 44 | 99.91 |
| 21 | | | | | | | 0.002806 | 0.004018 | 0.002788 | | | 0.000497 | 25.79 | 906.4 | 96.50 | 45 | 99.92 |
| 22 | | | | | | | 0.002806 | 0.004101 | 0.002790 | | | 0.000500 | 25.79 | 911.3 | 97.02 | 46 | 99.94 |
| 23 | | | | | | | 0.002806 | 0.004183 | 0.002793 | | | 0.000502 | 25.80 | 915.5 | 97.46 | 47 | 99.94 |
| Mean | 0.003095 | 0.002001 | 0.002653 | 0.003095 | 0.002001 | 0.002653 | 0.002806 | 0.003237 | 0.002663 | 0.000481 | 0.000613 | 0.000373 | 25.694 | 678.36 | 72.38 | Mean | 99.40 |

ภาคผนวก ๔

ข้อมูลประเมินผลทางเศรษฐศาสตร์

ตาราง ๔1
ECONOMIC CONSIDERATION FOR WATER WALL TUBE (BURNER)
(Period Time, hr)

| Period (hr) | R_t (K/kW) | R_r (K/kW) | q_w (kW) | Q_r (GJ) | Q_{gas} (GJ) | $Cost_r$ (Baht) | Q_{soot} (GJ) | $Cost_s$ (Baht) | $Cost_E$ (Baht) | $Cost_M$ (Baht) | $Cost_{Soot}$ (Baht) | $Cost_{Total}$ (Baht) | $m_{Lignite}$ (kg) | Time (hr) | R_t (T=1) (K/kW) |
|-------------|--------------|--------------|------------|------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------------|-----------------------|--------------------|-----------|--------------------|
| 0 | 0.004389 | 0.000000 | 76198.82 | 0.00 | 274.32 | 0.00 | 120.30 | 8647.93 | 4.78 | 5777.00 | 14229.71 | 14229.71 | 26206 | 0 | 0.004389 |
| 1 | 0.004854 | 0.000466 | 76198.82 | 24.83 | 299.15 | 1235.41 | 6.01 | 432.40 | 0.86 | 5777.00 | 6010.26 | 7245.66 | 13344 | 1 | 0.004854 |
| 2 | 0.005173 | 0.000784 | 76198.82 | 88.57 | 362.89 | 4406.44 | 3.01 | 216.20 | 0.43 | 2788.50 | 3005.13 | 7411.57 | 13649 | 0 | 0.004389 |
| 3 | 0.005392 | 0.001003 | 76198.82 | 178.96 | 453.28 | 8903.60 | 2.00 | 144.13 | 0.29 | 1859.00 | 2003.42 | 10907.02 | 20087 | 1 | 0.004854 |
| 4 | 0.005541 | 0.001153 | 76198.82 | 287.62 | 561.93 | 14309.29 | 1.50 | 108.10 | 0.22 | 1394.25 | 1502.56 | 15811.86 | 29119 | 0 | 0.004389 |
| 5 | 0.005644 | 0.001255 | 76198.82 | 408.78 | 683.10 | 20337.44 | 1.20 | 86.48 | 0.17 | 1115.40 | 1202.05 | 21539.49 | 39668 | 1 | 0.004854 |
| 6 | 0.005714 | 0.001325 | 76198.82 | 538.52 | 812.84 | 26792.04 | 1.00 | 72.07 | 0.14 | 929.50 | 1001.71 | 27793.75 | 51186 | 0 | 0.004389 |
| 7 | 0.005762 | 0.001374 | 76198.82 | 674.13 | 948.45 | 33538.80 | 0.86 | 61.77 | 0.12 | 796.71 | 858.61 | 34397.41 | 63347 | 1 | 0.004854 |
| 8 | 0.005795 | 0.001407 | 76198.82 | 813.76 | 1088.08 | 40485.73 | 0.75 | 54.05 | 0.11 | 697.13 | 751.28 | 41237.01 | 75943 | 0 | 0.004389 |
| 9 | 0.005818 | 0.001429 | 76198.82 | 956.15 | 1230.47 | 47569.79 | 0.67 | 48.04 | 0.10 | 619.67 | 667.81 | 48237.60 | 88835 | 1 | 0.004854 |
| 10 | 0.005833 | 0.001445 | 76198.82 | 1100.43 | 1374.75 | 54747.81 | 0.60 | 43.24 | 0.09 | 557.70 | 601.03 | 55348.83 | 101932 | 0 | 0.004389 |
| 11 | 0.005844 | 0.001455 | 76198.82 | 1246.00 | 1520.32 | 61990.19 | 0.55 | 39.31 | 0.08 | 507.00 | 546.39 | 62536.58 | 115169 | 1 | 0.004854 |
| 12 | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0.004389 |
| 13 | | | | | | | | | | | | | | 1 | 0.004854 |
| 14 | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0.004389 |
| 15 | | | | | | | | | | | | | | 1 | 0.004854 |
| 16 | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0.004389 |
| 17 | | | | | | | | | | | | | | 1 | 0.004854 |
| 18 | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0.004389 |
| 19 | | | | | | | | | | | | | | 1 | 0.004854 |
| 20 | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0.004389 |
| 21 | | | | | | | | | | | | | | 1 | 0.004854 |
| 22 | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0.004389 |
| 23 | | | | | | | | | | | | | | 1 | 0.004854 |
| Mean | 0.005480 | 0.001091 | 76198.82 | 526.48 | 800.80 | 26193.05 | 11.54 | 829.48 | 0.61 | 1868.24 | 2698.33 | 28891.37 | 53207.0 | Mean | 0.004621 |

ECONOMIC CONSIDERATION FOR WATER WALL TUBE (BURNER)
(Frequency, Times/Day)

| n | R _{max} (K/kW) | R _{max} (K/kW) | q _w (kW) | Q _t (GJ) | Q _{gas} (GJ) | Cost _t (Baht) | Q _{boot} (GJ) | Cost ₅ (Baht) | Cost _E (Baht) | Cost _M (Baht) | Cost _{soot} (Baht) | Cost _{total} (Baht) | m _{Lignite} (kg) | Time (hr) | R _c (T=1) (K/kW) | Remark |
|------|----------------------------|----------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------|-----------------------------|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------------|---------------------------------|------------------------------|--------------|--------------------------------|--------|
| 1 | 0.005867 | 0.001478 | 76198.82 | 3168.95 | 3443.27 | 157659.35 | 0.55 | 39.31 | 0.08 | 91.26 | 130.65 | 157790.00 | 290589 | 0 | 0.004389 | |
| 2 | 0.005851 | 0.001463 | 76198.82 | 1392.46 | 1666.78 | 69276.68 | 1.09 | 78.62 | 0.16 | 182.52 | 261.29 | 69537.97 | 128063 | 1 | 0.004854 | |
| 3 | 0.005795 | 0.001407 | 76198.82 | 813.76 | 1088.08 | 40485.73 | 1.64 | 117.93 | 0.23 | 273.78 | 391.94 | 40877.67 | 75281 | 0 | 0.004389 | |
| 4 | 0.005714 | 0.001325 | 76198.82 | 538.52 | 812.84 | 26792.04 | 2.19 | 157.24 | 0.31 | 365.04 | 522.59 | 27314.63 | 50303 | 1 | 0.004854 | |
| 5 | 0.005626 | 0.001238 | 76198.82 | 383.76 | 658.07 | 19092.46 | 2.73 | 196.54 | 0.39 | 456.30 | 633.23 | 19745.70 | 36364 | 0 | 0.004389 | |
| 6 | 0.005541 | 0.001153 | 76198.82 | 287.62 | 561.93 | 14309.29 | 3.28 | 235.85 | 0.47 | 547.56 | 783.88 | 15093.18 | 27796 | 1 | 0.004854 | |
| 7 | 0.005463 | 0.001074 | 76198.82 | 223.68 | 497.99 | 11128.23 | 3.83 | 275.16 | 0.55 | 638.82 | 914.53 | 12042.76 | 22178 | 0 | 0.004389 | |
| 8 | 0.005392 | 0.001003 | 76198.82 | 178.96 | 453.28 | 8903.60 | 4.37 | 314.47 | 0.63 | 730.08 | 1045.18 | 9948.77 | 18322 | 1 | 0.004854 | |
| 9 | 0.005328 | 0.000939 | 76198.82 | 146.45 | 420.77 | 7286.17 | 4.92 | 353.78 | 0.70 | 821.34 | 1175.82 | 8461.99 | 15584 | 0 | 0.004389 | |
| 10 | 0.005270 | 0.000882 | 76198.82 | 122.07 | 396.38 | 6073.10 | 5.47 | 393.09 | 0.78 | 912.60 | 1306.47 | 7379.57 | 13590 | 1 | 0.004854 | |
| 11 | 0.005219 | 0.000831 | 76198.82 | 103.31 | 377.63 | 5139.85 | 6.01 | 432.40 | 0.86 | 1003.86 | 1437.12 | 6576.96 | 12112 | 0 | 0.004389 | |
| 12 | 0.005173 | 0.000784 | 76198.82 | 88.57 | 362.89 | 4406.44 | 6.56 | 471.71 | 0.94 | 1095.12 | 1567.76 | 5974.21 | 11002 | 1 | 0.004854 | |
| 13 | 0.005131 | 0.000743 | 76198.82 | 76.77 | 351.09 | 3819.60 | 7.11 | 511.01 | 1.02 | 1186.38 | 1698.41 | 5518.01 | 10162 | 0 | 0.004389 | |
| 14 | 0.005094 | 0.000705 | 76198.82 | 67.19 | 341.50 | 3342.69 | 7.66 | 550.32 | 1.10 | 1277.64 | 1829.06 | 5171.74 | 9524 | 1 | 0.004854 | |
| 15 | 0.005060 | 0.000671 | 76198.82 | 59.29 | 333.61 | 2949.86 | 8.20 | 589.63 | 1.17 | 1368.90 | 1959.70 | 4909.56 | 9042 | 0 | 0.004389 | |
| 16 | 0.005029 | 0.000640 | 76198.82 | 52.71 | 327.03 | 2622.44 | 8.75 | 628.94 | 1.25 | 1460.16 | 2090.35 | 4712.79 | 8679 | 1 | 0.004854 | |
| 17 | 0.005000 | 0.000612 | 76198.82 | 47.17 | 321.48 | 2346.67 | 9.30 | 668.25 | 1.33 | 1551.42 | 2221.00 | 4567.66 | 8412 | 0 | 0.004389 | |
| 18 | 0.004974 | 0.000585 | 76198.82 | 42.46 | 316.77 | 2112.22 | 9.84 | 707.56 | 1.41 | 1642.68 | 2351.65 | 4463.87 | 8221 | 1 | 0.004854 | |
| 19 | 0.004950 | 0.000561 | 76198.82 | 38.42 | 312.73 | 1911.24 | 10.39 | 746.87 | 1.49 | 1733.94 | 2482.29 | 4393.53 | 8091 | 0 | 0.004389 | |
| 20 | 0.004928 | 0.000539 | 76198.82 | 34.93 | 309.24 | 1737.64 | 10.94 | 786.18 | 1.56 | 1825.20 | 2612.94 | 4350.58 | 8012 | 1 | 0.004854 | |
| 21 | 0.004907 | 0.000519 | 76198.82 | 31.89 | 306.21 | 1586.67 | 11.48 | 825.48 | 1.64 | 1916.46 | 2743.59 | 4330.26 | 7975 | 0 | 0.004389 | |
| 22 | 0.004888 | 0.000500 | 76198.82 | 29.24 | 303.55 | 1454.55 | 12.03 | 864.79 | 1.72 | 2007.72 | 2874.23 | 4328.79 | 7972 | 1 | 0.004854 | |
| 23 | 0.004871 | 0.000482 | 76198.82 | 26.90 | 301.22 | 1338.28 | 12.58 | 904.10 | 1.80 | 2098.98 | 3004.88 | 4343.16 | 7998 | 0 | 0.004389 | |
| 24 | 0.004854 | 0.000466 | 76198.82 | 24.83 | 299.15 | 1235.41 | 13.12 | 943.41 | 1.88 | 2190.24 | 3135.53 | 4370.94 | 8050 | 1 | 0.004854 | |
| Mean | 0.005247 | 0.000858 | 76198.82 | 332.50 | 606.81 | 16542.09 | 6.84 | 491.36 | 0.98 | 1140.75 | 1633.09 | 18175.18 | 33471.8 | Mean | 0.004621 | |

ECONOMIC CONSIDERATION FOR WATER WALL TUBE (MIDDLE)

(Period Time, hr)

| Period (hr) | R _t (K/kW) | R _c (K/kW) | q _w (kW) | Q _r (GJ) | Q _{gas} (GJ) | Cost _t (Baht) | Q _{spot} (GJ) | Cost _s (Baht) | Cost _g (Baht) | Cost _{st} (Baht) | Cost _{st} (Baht) | Cost _{soot} (Baht) | Cost _{total} (Baht) | m _{Lignite} (kg) | Time (hr) | R _t (T=1) (K/kW) | Remark |
|-------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------------|------------------------------|---------------------------|-----------|-----------------------------|--------|
| 0 | 0.003538 | 0.000000 | 83214.04 | 0.00 | 299.57 | 0.00 | 109.36 | 7861.75 | 4.35 | 5070.00 | 12936.10 | 12936.10 | 12936.10 | 23823 | 0 | 0.003538 | |
| 1 | 0.003975 | 0.000437 | 83214.04 | 25.51 | 325.08 | 1268.99 | 5.47 | 393.09 | 0.78 | 5070.00 | 6732.86 | 5463.87 | 6732.86 | 12399 | 1 | 0.003975 | |
| 2 | 0.004269 | 0.000731 | 83214.04 | 90.55 | 390.12 | 4505.20 | 2.73 | 196.54 | 0.39 | 2535.00 | 7237.13 | 2731.93 | 7237.13 | 13328 | 0 | 0.003538 | |
| 3 | 0.004467 | 0.000929 | 83214.04 | 182.23 | 481.81 | 9066.40 | 1.82 | 131.03 | 0.26 | 1690.00 | 10887.69 | 1821.29 | 10887.69 | 20051 | 1 | 0.003975 | |
| 4 | 0.004600 | 0.001062 | 83214.04 | 291.85 | 591.42 | 14520.02 | 1.37 | 98.27 | 0.20 | 1267.50 | 15885.99 | 1365.97 | 15885.99 | 29256 | 0 | 0.003538 | |
| 5 | 0.004690 | 0.001152 | 83214.04 | 413.55 | 713.12 | 20574.73 | 1.09 | 78.62 | 0.16 | 1014.00 | 21667.50 | 1092.77 | 21667.50 | 39903 | 1 | 0.003975 | |
| 6 | 0.004751 | 0.001213 | 83214.04 | 543.39 | 842.96 | 27034.28 | 0.91 | 65.51 | 0.13 | 845.00 | 27944.92 | 910.64 | 27944.92 | 51464 | 0 | 0.003538 | |
| 7 | 0.004791 | 0.001254 | 83214.04 | 678.71 | 978.28 | 33766.50 | 0.78 | 56.16 | 0.11 | 724.29 | 34547.06 | 780.55 | 34547.06 | 63623 | 1 | 0.003975 | |
| 8 | 0.004819 | 0.001281 | 83214.04 | 817.72 | 1117.29 | 40682.39 | 0.68 | 49.14 | 0.10 | 633.75 | 41365.37 | 682.98 | 41365.37 | 76179 | 0 | 0.003538 | |
| 9 | 0.004837 | 0.001299 | 83214.04 | 959.21 | 1258.78 | 47721.97 | 0.61 | 43.68 | 0.09 | 563.33 | 48329.06 | 607.10 | 48329.06 | 89004 | 1 | 0.003975 | |
| 10 | 0.004850 | 0.001312 | 83214.04 | 1102.38 | 1401.95 | 54844.86 | 0.55 | 39.31 | 0.08 | 507.00 | 55391.25 | 546.39 | 55391.25 | 102010 | 0 | 0.003538 | |
| 11 | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 0.003975 | |
| 12 | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0.003538 | |
| 13 | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 0.003975 | |
| 14 | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0.003538 | |
| 15 | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 0.003975 | |
| 16 | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0.003538 | |
| 17 | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 0.003975 | |
| 18 | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0.003538 | |
| 19 | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 0.003975 | |
| 20 | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0.003538 | |
| 21 | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 0.003975 | |
| 22 | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0.003538 | |
| 23 | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 0.003975 | |
| Mean | 0.004508 | 0.000970 | 83214.04 | 464.10 | 763.67 | 23089.58 | 11.40 | 819.37 | 0.60 | 1810.90 | 2630.87 | 25720.45 | 25720.45 | 47367.3 | Mean | 0.003756 | |

ECONOMIC CONSIDERATION FOR WATER WALL TUBE (MIDDLE)

(Frequency, Times/Day)

| n | R _{1max} (K/kW) | R _{1min} (K/kW) | Q _w (kW) | Q _f (GJ) | Q _{gas} (GJ) | Cost _f (Baht) | Q _{soot} (G) | Cost _s (Baht) | Cost _g (Baht) | Cost _m (Baht) | Cost _{soot} (Baht) | Cost _{total} (Baht) | m _{lighte} (kg) | Time (hr) | R ₁ (T=1) (K/kW) | Remark |
|------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|--------------|--------------------------------|--------|
| 1 | 0.004875 | 0.001338 | 83214.04 | 3148.03 | 3447.60 | 156618.61 | 0.55 | 39.31 | 0.08 | 91.26 | 130.65 | 156749.26 | 288673 | 0 | 0.003538 | |
| 2 | 0.004864 | 0.001326 | 83214.04 | 1391.74 | 1691.31 | 69240.68 | 1.09 | 78.62 | 0.16 | 182.52 | 261.29 | 69301.98 | 127996 | 1 | 0.003975 | |
| 3 | 0.004819 | 0.001281 | 83214.04 | 817.72 | 1117.29 | 40682.39 | 1.64 | 117.93 | 0.23 | 273.78 | 391.94 | 41074.33 | 75643 | 0 | 0.003538 | |
| 4 | 0.004751 | 0.001213 | 83214.04 | 543.39 | 842.96 | 27034.28 | 2.19 | 157.24 | 0.31 | 365.04 | 522.59 | 27556.87 | 50749 | 1 | 0.003975 | |
| 5 | 0.004675 | 0.001137 | 83214.04 | 388.46 | 688.03 | 19326.20 | 2.73 | 196.54 | 0.39 | 456.30 | 653.23 | 19979.44 | 36795 | 0 | 0.003538 | |
| 6 | 0.004600 | 0.001062 | 83214.04 | 291.85 | 591.42 | 14520.02 | 3.28 | 235.85 | 0.47 | 547.56 | 783.88 | 15303.91 | 28184 | 1 | 0.003975 | |
| 7 | 0.004531 | 0.000993 | 83214.04 | 227.41 | 526.98 | 11314.01 | 3.83 | 275.16 | 0.55 | 638.82 | 914.53 | 12228.54 | 22520 | 0 | 0.003538 | |
| 8 | 0.004467 | 0.000929 | 83214.04 | 182.23 | 481.81 | 9066.40 | 4.37 | 314.47 | 0.63 | 730.08 | 1045.18 | 10111.57 | 18622 | 1 | 0.003975 | |
| 9 | 0.004409 | 0.000871 | 83214.04 | 149.32 | 448.89 | 7428.93 | 4.92 | 353.78 | 0.70 | 821.34 | 1175.82 | 8604.75 | 15847 | 0 | 0.003538 | |
| 10 | 0.004358 | 0.000820 | 83214.04 | 124.59 | 424.17 | 6198.74 | 5.47 | 393.09 | 0.78 | 912.60 | 1306.47 | 7505.21 | 13822 | 1 | 0.003975 | |
| 11 | 0.004311 | 0.000773 | 83214.04 | 105.54 | 405.11 | 5250.95 | 6.01 | 432.40 | 0.86 | 1003.86 | 1437.12 | 6688.06 | 12317 | 0 | 0.003538 | |
| 12 | 0.004269 | 0.000731 | 83214.04 | 90.55 | 390.12 | 4505.20 | 6.56 | 471.71 | 0.94 | 1095.12 | 1567.76 | 6072.96 | 11184 | 1 | 0.003975 | |
| 13 | 0.004231 | 0.000693 | 83214.04 | 78.55 | 378.12 | 3907.83 | 7.11 | 511.01 | 1.02 | 1186.38 | 1698.41 | 5606.24 | 10325 | 0 | 0.003538 | |
| 14 | 0.004196 | 0.000658 | 83214.04 | 68.78 | 368.35 | 3421.92 | 7.66 | 550.32 | 1.10 | 1277.64 | 1829.06 | 5250.98 | 9670 | 1 | 0.003975 | |
| 15 | 0.004165 | 0.000627 | 83214.04 | 60.73 | 360.30 | 3021.35 | 8.20 | 589.63 | 1.17 | 1368.90 | 1959.70 | 4981.06 | 9173 | 0 | 0.003538 | |
| 16 | 0.004136 | 0.000598 | 83214.04 | 54.01 | 353.58 | 2687.24 | 8.75 | 628.94 | 1.25 | 1460.16 | 2090.35 | 4777.59 | 8799 | 1 | 0.003975 | |
| 17 | 0.004110 | 0.000572 | 83214.04 | 48.35 | 347.92 | 2405.65 | 9.30 | 668.25 | 1.33 | 1551.42 | 2221.00 | 4626.64 | 8521 | 0 | 0.003538 | |
| 18 | 0.004086 | 0.000548 | 83214.04 | 43.54 | 343.11 | 2166.11 | 9.84 | 707.56 | 1.41 | 1642.68 | 2351.65 | 4517.76 | 8320 | 1 | 0.003975 | |
| 19 | 0.004064 | 0.000526 | 83214.04 | 39.41 | 338.98 | 1960.66 | 10.39 | 746.87 | 1.49 | 1733.94 | 2482.29 | 4442.96 | 8182 | 0 | 0.003538 | |
| 20 | 0.004043 | 0.000505 | 83214.04 | 35.84 | 335.41 | 1783.12 | 10.94 | 786.18 | 1.56 | 1825.20 | 2612.94 | 4396.06 | 8096 | 1 | 0.003975 | |
| 21 | 0.004024 | 0.000486 | 83214.04 | 32.74 | 332.31 | 1628.65 | 11.48 | 825.48 | 1.64 | 1916.46 | 2743.59 | 4372.23 | 8052 | 0 | 0.003538 | |
| 22 | 0.004006 | 0.000468 | 83214.04 | 30.02 | 329.59 | 1493.41 | 12.03 | 864.79 | 1.72 | 2007.72 | 2874.23 | 4367.65 | 8044 | 1 | 0.003975 | |
| 23 | 0.003990 | 0.000452 | 83214.04 | 27.62 | 327.20 | 1374.35 | 12.58 | 904.10 | 1.80 | 2098.98 | 3004.88 | 4379.23 | 8065 | 0 | 0.003538 | |
| 24 | 0.003975 | 0.000437 | 83214.04 | 25.51 | 325.08 | 1268.99 | 13.12 | 943.41 | 1.88 | 2190.24 | 3135.53 | 4404.51 | 8111 | 1 | 0.003975 | |
| Mean | 0.004331 | 0.000793 | 83214.04 | 333.58 | 633.15 | 16596.07 | 6.84 | 491.36 | 0.98 | 1140.75 | 1633.09 | 18229.16 | 33571.2 | Mean | 0.003756 | |

01714 45

ECONOMIC CONSIDERATION FOR ECONOMIZER INTERMEDIA/T/LOWER ASSY

(Period Time, hr)

| Period (hr) | R _i (K/kW) | R _e (K/kW) | q _w (kW) | Q _r (GJ) | Q _{gas} (GJ) | Cost _r (Baht) | Q _{soot} (GJ) | Cost _s (Baht) | Cost _g (Baht) | Cost _m (Baht) | Cost _{soot} (Baht) | Cost _{total} (Baht) | m _{Lignite} (kg) | Time (hr) | R _t (T=11) (K/kW) | Remark |
|-------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------|------------------------------|---------------------------|-----------|------------------------------|--------|
| 0 | 0.000565 | 0.000000 | 31820.94 | 0.00 | 114.56 | 0.00 | 1062.98 | 76416.22 | 125.17 | 27409.66 | 103951.05 | 103951.05 | 191438 | 0 | 0.000565 | |
| 1 | 0.000610 | 0.000044 | 31820.94 | 0.94 | 115.50 | 46.87 | 918.89 | 66057.58 | 108.20 | 27409.66 | 93575.44 | 93622.31 | 172417 | 1 | 0.000610 | |
| 2 | 0.000650 | 0.000085 | 31820.94 | 3.67 | 118.22 | 182.56 | 459.45 | 33028.79 | 54.10 | 13704.83 | 46787.72 | 46970.28 | 86501 | 2 | 0.000650 | |
| 3 | 0.000688 | 0.000123 | 31820.94 | 8.04 | 122.60 | 400.08 | 306.30 | 22019.19 | 36.07 | 9136.55 | 31191.81 | 31591.89 | 58180 | 3 | 0.000688 | |
| 4 | 0.000723 | 0.000158 | 31820.94 | 13.93 | 128.48 | 693.02 | 229.72 | 16514.39 | 27.05 | 6852.41 | 23393.86 | 24086.88 | 44359 | 4 | 0.000723 | |
| 5 | 0.000755 | 0.000190 | 31820.94 | 21.21 | 135.77 | 1055.45 | 183.78 | 13211.52 | 21.64 | 5481.93 | 18715.09 | 19770.53 | 36410 | 5 | 0.000755 | |
| 6 | 0.000784 | 0.000219 | 31820.94 | 29.79 | 144.34 | 1481.92 | 153.15 | 11009.60 | 18.03 | 4568.28 | 15595.91 | 17077.82 | 31451 | 6 | 0.000784 | |
| 7 | 0.000811 | 0.000246 | 31820.94 | 39.54 | 154.10 | 1967.40 | 131.27 | 9436.80 | 15.46 | 3915.67 | 13367.92 | 15335.32 | 28242 | 7 | 0.000811 | |
| 8 | 0.000836 | 0.000271 | 31820.94 | 50.40 | 164.95 | 2507.26 | 114.86 | 8257.20 | 13.53 | 3426.21 | 11696.93 | 14204.19 | 26159 | 8 | 0.000836 | |
| 9 | 0.000859 | 0.000294 | 31820.94 | 62.25 | 176.81 | 3097.24 | 102.10 | 7339.73 | 12.02 | 3045.52 | 10397.27 | 13494.51 | 24852 | 9 | 0.000859 | |
| 10 | 0.000881 | 0.000316 | 31820.94 | 75.04 | 189.60 | 3733.40 | 91.89 | 6605.76 | 10.82 | 2740.97 | 9357.54 | 13090.94 | 24109 | 10 | 0.000881 | |
| 11 | 0.000900 | 0.000335 | 31820.94 | 88.68 | 203.24 | 4412.11 | 83.54 | 6005.23 | 9.84 | 2491.79 | 8506.86 | 12918.96 | 23792 | 11 | 0.000900 | |
| 12 | 0.000918 | 0.000353 | 31820.94 | 103.11 | 217.67 | 5130.03 | 76.57 | 5504.80 | 9.02 | 2284.14 | 7797.95 | 12927.98 | 23808 | 0 | 0.000565 | |
| 13 | 0.000935 | 0.000370 | 31820.94 | 118.27 | 232.83 | 5884.09 | 70.68 | 5081.35 | 8.32 | 2108.44 | 7198.11 | 13082.20 | 24092 | 1 | 0.000610 | |
| 14 | 0.000950 | 0.000385 | 31820.94 | 134.10 | 248.65 | 6671.44 | 65.64 | 4718.40 | 7.73 | 1957.83 | 6683.96 | 13355.40 | 24596 | 2 | 0.000650 | |
| 15 | 0.000964 | 0.000399 | 31820.94 | 150.54 | 265.09 | 7489.48 | 61.26 | 4403.84 | 7.21 | 1827.31 | 6238.36 | 13727.85 | 25281 | 3 | 0.000688 | |
| 16 | 0.000977 | 0.000412 | 31820.94 | 167.55 | 282.10 | 8335.80 | 57.43 | 4128.60 | 6.76 | 1713.10 | 5848.46 | 14184.27 | 26122 | 4 | 0.000723 | |
| 17 | 0.000989 | 0.000424 | 31820.94 | 185.08 | 299.64 | 9208.18 | 54.05 | 3885.74 | 6.36 | 1612.33 | 5504.44 | 14712.62 | 27095 | 5 | 0.000755 | |
| 18 | 0.001000 | 0.000435 | 31820.94 | 203.10 | 317.66 | 10104.57 | 51.05 | 3669.87 | 6.01 | 1522.76 | 5198.64 | 15303.20 | 28183 | 6 | 0.000784 | |
| 19 | 0.001011 | 0.000445 | 31820.94 | 221.56 | 336.12 | 11023.08 | 48.36 | 3476.71 | 5.69 | 1442.61 | 4925.02 | 15948.10 | 29370 | 7 | 0.000811 | |
| 20 | 0.001020 | 0.000455 | 31820.94 | 240.44 | 354.99 | 11961.98 | 45.94 | 3302.88 | 5.41 | 1370.48 | 4678.77 | 16640.76 | 30646 | 8 | 0.000836 | |
| 21 | 0.001029 | 0.000463 | 31820.94 | 259.69 | 374.24 | 12919.68 | 43.76 | 3145.60 | 5.15 | 1305.22 | 4455.97 | 17375.65 | 31999 | 9 | 0.000859 | |
| 22 | 0.001037 | 0.000471 | 31820.94 | 279.28 | 393.84 | 13894.69 | 41.77 | 3002.62 | 4.92 | 1245.89 | 4253.43 | 18148.12 | 33422 | 10 | 0.000881 | |
| 23 | 0.001044 | 0.000479 | 31820.94 | 299.20 | 413.76 | 14885.65 | 39.95 | 2872.07 | 4.70 | 1191.72 | 4068.50 | 18954.15 | 34906 | 11 | 0.000900 | |
| 24 | 0.001051 | 0.000486 | 31820.94 | 319.42 | 433.97 | 15891.32 | 38.29 | 2752.40 | 4.51 | 1142.07 | 3898.98 | 19790.30 | 36446 | 0 | 0.000565 | |

#1574 45 (Cont.)

ECONOMIC CONSIDERATION FOR ECONOMIZER INTERMEDIAT/LOWER ASSY

(Period Time, hr)

| Period (hr) | R _s (K/kW) | R _r (K/kW) | q _{ev} (kW) | Q _t (GJ) | Q _{gas} (GJ) | Cost _r (Baht) | Q _{swot} (GJ) | Cost _s (Baht) | Cost _g (Baht) | Cost _m (Baht) | Cost _{swot} (Baht) | Cost _{total} (Baht) | m _{Lignite} (kg) | Time (hr) | R _t (T=11) (K/kW) | Remark |
|-------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|---------------------|-----------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------|------------------------------|---------------------------|-----------|------------------------------|--------|
| 25 | 0.001057 | 0.000492 | 31820.94 | 339.90 | 454.46 | 16910.54 | 36.76 | 2642.30 | 4.33 | 1096.39 | 3743.02 | 20653.55 | 38036 | 1 | 0.000610 | |
| 26 | 0.001063 | 0.000498 | 31820.94 | 360.64 | 475.19 | 17942.24 | 35.34 | 2540.68 | 4.16 | 1054.22 | 3599.06 | 21541.29 | 39671 | 2 | 0.000650 | |
| 27 | 0.001068 | 0.000503 | 31820.94 | 381.61 | 496.16 | 18985.44 | 34.03 | 2446.58 | 4.01 | 1015.17 | 3465.76 | 22451.20 | 41347 | 3 | 0.000688 | |
| 28 | 0.001073 | 0.000508 | 31820.94 | 402.79 | 517.34 | 20039.25 | 32.82 | 2359.20 | 3.86 | 978.92 | 3341.98 | 23381.23 | 43059 | 4 | 0.000723 | |
| 29 | 0.001077 | 0.000512 | 31820.94 | 424.17 | 538.72 | 21102.83 | 31.69 | 2277.85 | 3.73 | 945.16 | 3226.74 | 24329.57 | 44806 | 5 | 0.000755 | |
| 30 | 0.001082 | 0.000516 | 31820.94 | 445.73 | 560.28 | 22175.42 | 30.63 | 2201.92 | 3.61 | 913.66 | 3119.18 | 25294.60 | 46583 | 6 | 0.000784 | |
| 31 | 0.001085 | 0.000520 | 31820.94 | 467.45 | 582.01 | 23256.30 | 29.64 | 2130.89 | 3.49 | 884.18 | 3018.56 | 26274.86 | 48388 | 7 | 0.000811 | |
| 32 | 0.001089 | 0.000524 | 31820.94 | 489.33 | 603.89 | 24344.82 | 28.72 | 2064.30 | 3.38 | 856.55 | 2924.23 | 27269.05 | 50219 | 8 | 0.000836 | |
| 33 | 0.001092 | 0.000527 | 31820.94 | 511.35 | 625.91 | 25440.39 | 27.85 | 2001.74 | 3.28 | 830.60 | 2835.62 | 28276.01 | 52074 | 9 | 0.000859 | |
| 34 | 0.001095 | 0.000530 | 31820.94 | 533.50 | 648.06 | 26542.45 | 27.03 | 1942.87 | 3.18 | 806.17 | 2752.22 | 29294.67 | 53950 | 10 | 0.000881 | |
| 35 | 0.001098 | 0.000533 | 31820.94 | 555.77 | 670.33 | 27650.50 | 26.25 | 1887.36 | 3.09 | 783.13 | 2673.58 | 30324.08 | 55845 | 11 | 0.000900 | |
| 36 | 0.001100 | 0.000535 | 31820.94 | 578.16 | 692.71 | 28764.05 | 25.52 | 1834.93 | 3.01 | 761.38 | 2599.32 | 31363.37 | 57759 | 0 | 0.000956 | |
| 37 | 0.001103 | 0.000538 | 31820.94 | 600.64 | 715.20 | 29882.69 | 24.83 | 1785.34 | 2.92 | 740.80 | 2529.07 | 32411.76 | 59690 | 1 | 0.000610 | |
| 38 | 0.001105 | 0.000540 | 31820.94 | 623.22 | 737.78 | 31006.01 | 24.18 | 1738.36 | 2.85 | 721.31 | 2462.51 | 33468.52 | 61636 | 2 | 0.000650 | |
| 39 | 0.001107 | 0.000542 | 31820.94 | 645.89 | 760.44 | 32133.64 | 23.56 | 1693.78 | 2.77 | 702.81 | 2399.37 | 34533.01 | 63597 | 3 | 0.000688 | |
| 40 | 0.001109 | 0.000544 | 31820.94 | 668.63 | 783.19 | 33265.25 | 22.97 | 1651.44 | 2.71 | 685.24 | 2339.39 | 35604.64 | 65570 | 4 | 0.000723 | |
| 41 | 0.001110 | 0.000545 | 31820.94 | 691.45 | 806.01 | 34400.52 | 22.41 | 1611.16 | 2.64 | 668.53 | 2282.33 | 36682.85 | 67556 | 5 | 0.000755 | |
| 42 | 0.001112 | 0.000547 | 31820.94 | 714.34 | 828.89 | 35539.17 | 21.88 | 1572.80 | 2.58 | 652.61 | 2227.99 | 37767.16 | 69553 | 6 | 0.000784 | |
| 43 | 0.001113 | 0.000548 | 31820.94 | 737.29 | 851.84 | 36680.93 | 21.37 | 1536.22 | 2.52 | 637.43 | 2176.17 | 38857.10 | 71560 | 7 | 0.000811 | |
| 44 | 0.001115 | 0.000550 | 31820.94 | 760.29 | 874.85 | 37825.55 | 20.88 | 1501.31 | 2.46 | 622.95 | 2126.71 | 39952.27 | 73577 | 8 | 0.000836 | |
| 45 | 0.001116 | 0.000551 | 31820.94 | 783.35 | 897.91 | 38972.82 | 20.42 | 1467.95 | 2.40 | 609.10 | 2079.45 | 41052.27 | 75603 | 9 | 0.000859 | |
| 46 | 0.001117 | 0.000552 | 31820.94 | 806.46 | 921.02 | 40122.52 | 19.98 | 1436.03 | 2.35 | 595.86 | 2034.25 | 42156.77 | 77637 | 10 | 0.000881 | |
| 47 | 0.001118 | 0.000553 | 31820.94 | 829.62 | 944.17 | 41274.46 | 19.55 | 1405.48 | 2.30 | 583.18 | 1990.97 | 43265.43 | 79679 | 11 | 0.000900 | |
| 48 | 0.001119 | 0.000554 | 31820.94 | 852.81 | 967.37 | 42428.47 | 19.14 | 1376.20 | 2.25 | 571.03 | 1949.49 | 44377.96 | 81727 | 0 | 0.000956 | |
| Mean | 0.000986 | 0.000421 | 31820.94 | 352.64 | 467.19 | 17544.15 | 105.31 | 7570.48 | 12.40 | 3053.55 | 10636.43 | 28180.58 | 51897.9 | Mean | 0.000751 | |

ECONOMIC CONSIDERATION FOR ECONOMIZER INTERMEDIAT/LOWER ASSY
(Frequency, Times/Day)

| n (Time) | R _{max} (K/kW) | R _{min} (K/kW) | q _{av} (kW) | Q _r (GJ) | Q _{gas} (GJ) | Cost _r (Baht) | Q _{soot} (GJ) | Cost _s (Baht) | Cost _g (Baht) | Cost _m (Baht) | Cost _{soot} (Baht) | Cost _{total} (Baht) | m _{ignite} (kg) | Time (hr) | R _c (T=11) (K/kW) | Remark |
|-------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------|------------------------|--------------------------|-----------------------------|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|--------------|---------------------------------|--------|
| 1 | 0.001051 | 0.000486 | 31820.94 | 319.42 | 433.97 | 15891.32 | 19.14 | 1376.20 | 2.25 | 515.20 | 1893.65 | 17784.97 | 32753 | 0 | 0.000565 | |
| 2 | 0.000918 | 0.000353 | 31820.94 | 103.11 | 217.67 | 5130.03 | 38.29 | 2752.40 | 4.51 | 1030.40 | 3787.31 | 8917.33 | 16422 | 1 | 0.000610 | |
| 3 | 0.000836 | 0.000271 | 31820.94 | 50.40 | 164.95 | 2507.26 | 57.43 | 4128.60 | 6.76 | 1545.60 | 5680.96 | 8188.23 | 15080 | 2 | 0.000650 | |
| 4 | 0.000784 | 0.000219 | 31820.94 | 29.79 | 144.34 | 1481.92 | 76.57 | 5504.80 | 9.02 | 2060.80 | 7574.62 | 9056.53 | 16679 | 3 | 0.000688 | |
| 5 | 0.000749 | 0.000183 | 31820.94 | 19.65 | 134.21 | 977.67 | 95.72 | 6881.00 | 11.27 | 2576.00 | 9468.27 | 10445.94 | 19237 | 4 | 0.000723 | |
| 6 | 0.000723 | 0.000158 | 31820.94 | 13.93 | 128.48 | 693.02 | 114.86 | 8257.20 | 13.53 | 3091.20 | 11361.92 | 12054.94 | 22201 | 5 | 0.000755 | |
| 7 | 0.000703 | 0.000138 | 31820.94 | 10.39 | 124.94 | 516.75 | 134.00 | 9633.40 | 15.78 | 3606.40 | 13255.58 | 13772.32 | 25363 | 6 | 0.000784 | |
| 8 | 0.000688 | 0.000123 | 31820.94 | 8.04 | 122.60 | 400.08 | 153.15 | 11009.60 | 18.03 | 4121.60 | 15149.23 | 15549.31 | 28636 | 7 | 0.000811 | |
| 9 | 0.000676 | 0.000111 | 31820.94 | 6.41 | 120.96 | 318.89 | 172.29 | 12385.80 | 20.29 | 4636.80 | 17042.88 | 17361.77 | 31974 | 8 | 0.000836 | |
| 10 | 0.000666 | 0.000101 | 31820.94 | 5.23 | 119.78 | 260.12 | 191.44 | 13762.00 | 22.54 | 5152.00 | 18936.54 | 19196.66 | 35353 | 9 | 0.000859 | |
| 11 | 0.000657 | 0.000092 | 31820.94 | 4.35 | 118.90 | 216.22 | 210.58 | 15138.19 | 24.80 | 5667.20 | 20830.19 | 21046.41 | 38759 | 10 | 0.000881 | |
| 12 | 0.000650 | 0.000085 | 31820.94 | 3.67 | 118.22 | 182.56 | 229.72 | 16514.39 | 27.05 | 6182.40 | 22723.85 | 22906.40 | 42185 | 11 | 0.000900 | |
| 13 | 0.000644 | 0.000079 | 31820.94 | 3.14 | 117.69 | 156.19 | 248.87 | 17890.59 | 29.31 | 6697.60 | 24617.50 | 24773.69 | 45624 | 0 | 0.000565 | |
| 14 | 0.000639 | 0.000074 | 31820.94 | 2.72 | 117.27 | 135.15 | 268.01 | 19266.79 | 31.56 | 7212.80 | 26511.15 | 26646.30 | 49072 | 1 | 0.000610 | |
| 15 | 0.000634 | 0.000069 | 31820.94 | 2.37 | 116.93 | 118.09 | 287.15 | 20642.99 | 33.81 | 7728.00 | 28404.81 | 28522.89 | 52528 | 2 | 0.000650 | |
| 16 | 0.000630 | 0.000065 | 31820.94 | 2.09 | 116.65 | 104.06 | 306.30 | 22019.19 | 36.07 | 8243.20 | 30298.46 | 30402.52 | 55990 | 3 | 0.000688 | |
| 17 | 0.000627 | 0.000062 | 31820.94 | 1.86 | 116.41 | 92.40 | 325.44 | 23395.39 | 38.32 | 8758.40 | 32192.11 | 32284.51 | 59456 | 4 | 0.000723 | |
| 18 | 0.000624 | 0.000058 | 31820.94 | 1.66 | 116.22 | 82.59 | 344.58 | 24771.59 | 40.58 | 9273.60 | 34085.77 | 34168.36 | 62925 | 5 | 0.000755 | |
| 19 | 0.000621 | 0.000055 | 31820.94 | 1.49 | 116.05 | 74.26 | 363.73 | 26147.79 | 42.83 | 9788.80 | 35979.42 | 36053.69 | 66397 | 6 | 0.000784 | |
| 20 | 0.000618 | 0.000053 | 31820.94 | 1.35 | 115.90 | 67.14 | 382.87 | 27523.99 | 45.09 | 10304.00 | 37873.08 | 37940.21 | 69871 | 7 | 0.000811 | |
| 21 | 0.000616 | 0.000050 | 31820.94 | 1.23 | 115.78 | 60.99 | 402.01 | 28900.19 | 47.34 | 10819.20 | 39766.73 | 39827.72 | 73348 | 8 | 0.000836 | |
| 22 | 0.000613 | 0.000048 | 31820.94 | 1.12 | 115.67 | 55.65 | 421.16 | 30276.39 | 49.59 | 11334.40 | 41660.38 | 41716.03 | 76825 | 9 | 0.000859 | |
| 23 | 0.000611 | 0.000046 | 31820.94 | 1.02 | 115.58 | 50.98 | 440.30 | 31652.59 | 51.85 | 11849.60 | 43554.04 | 43605.02 | 80304 | 10 | 0.000881 | |
| 24 | 0.000610 | 0.000044 | 31820.94 | 0.94 | 115.50 | 46.87 | 459.45 | 33028.79 | 54.10 | 12364.80 | 45447.69 | 45494.57 | 83784 | 11 | 0.000900 | |
| Mean | 0.000691 | 0.000126 | 31820.94 | 24.81 | 139.36 | 1234.17 | 239.29 | 17202.49 | 28.18 | 6440.00 | 23670.67 | 24904.85 | 45865.3 | Mean | 0.000755 | |

PTN 37

ECONOMIC CONSIDERATION FOR ECONOMIZER UPPER ASSY

(Period Time, hr)

| Period (hr) | R _s (K/kW) | R _e (K/kW) | q _w (kW) | Q _r (GJ) | Q _{gas} (GJ) | Cost _r (Baht) | Q _{port} (GJ) | Cost _s (Baht) | Cost _g (Baht) | Cost _M (Baht) | Cost _{port} (Baht) | Cost _{Total} (Baht) | m _{Lignite} (kg) | Time (hr) | R _s (T=13) (K/kW) | Remark |
|-------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------|------------------------------|---------------------------|-----------|------------------------------|--------|
| 0 | 0.000395 | 0.000000 | 48732.74 | 0.00 | 175.44 | 0.00 | 310.04 | 22288.06 | 36.51 | 7994.48 | 30319.06 | 30319.06 | 55836 | 0 | 0.000395 | |
| 1 | 0.000404 | 0.000009 | 48732.74 | 0.29 | 175.73 | 14.36 | 134.00 | 9633.40 | 15.78 | 7994.48 | 17643.66 | 17658.02 | 32519 | 1 | 0.000404 | |
| 2 | 0.000411 | 0.000015 | 48732.74 | 1.06 | 176.50 | 52.68 | 67.00 | 4816.70 | 7.89 | 3997.24 | 8821.83 | 8874.51 | 16343 | 2 | 0.000411 | |
| 3 | 0.000415 | 0.000020 | 48732.74 | 2.19 | 177.63 | 109.16 | 44.67 | 3211.13 | 5.26 | 2664.83 | 5881.22 | 5990.38 | 11032 | 3 | 0.000415 | |
| 4 | 0.000419 | 0.000024 | 48732.74 | 3.61 | 179.04 | 179.39 | 33.50 | 2408.35 | 3.94 | 1998.62 | 4410.91 | 4590.31 | 8454 | 4 | 0.000419 | |
| 5 | 0.000422 | 0.000027 | 48732.74 | 5.23 | 180.66 | 260.05 | 26.80 | 1926.68 | 3.16 | 1598.90 | 3528.73 | 3788.78 | 6977 | 5 | 0.000422 | |
| 6 | 0.000424 | 0.000029 | 48732.74 | 7.01 | 182.44 | 348.59 | 22.33 | 1605.57 | 2.63 | 1332.41 | 2940.61 | 3289.20 | 6057 | 6 | 0.000424 | |
| 7 | 0.000426 | 0.000030 | 48732.74 | 8.91 | 184.34 | 443.12 | 19.14 | 1376.20 | 2.25 | 1142.07 | 2520.52 | 2963.64 | 5458 | 7 | 0.000426 | |
| 8 | 0.000427 | 0.000032 | 48732.74 | 10.90 | 186.34 | 542.17 | 16.75 | 1204.17 | 1.97 | 999.31 | 2205.46 | 2747.63 | 5060 | 8 | 0.000427 | |
| 9 | 0.000428 | 0.000033 | 48732.74 | 12.96 | 188.40 | 644.66 | 14.89 | 1070.38 | 1.75 | 888.28 | 1960.41 | 2605.06 | 4798 | 9 | 0.000428 | |
| 10 | 0.000429 | 0.000033 | 48732.74 | 15.07 | 190.51 | 749.74 | 13.40 | 963.34 | 1.58 | 799.45 | 1764.37 | 2514.11 | 4630 | 10 | 0.000429 | |
| 11 | 0.000429 | 0.000034 | 48732.74 | 17.22 | 192.66 | 856.80 | 12.18 | 875.76 | 1.43 | 726.77 | 1603.97 | 2460.76 | 4532 | 11 | 0.000429 | |
| 12 | 0.000430 | 0.000034 | 48732.74 | 19.40 | 194.84 | 965.34 | 11.17 | 802.78 | 1.31 | 666.21 | 1470.30 | 2435.65 | 4486 | 12 | 0.000430 | |
| 13 | 0.000430 | 0.000034 | 48732.74 | 21.61 | 197.05 | 1075.02 | 10.31 | 741.03 | 1.21 | 614.96 | 1357.20 | 2432.22 | 4479 | 13 | 0.000430 | |
| 14 | 0.000430 | 0.000035 | 48732.74 | 23.83 | 199.27 | 1185.55 | 9.57 | 688.10 | 1.13 | 571.03 | 1260.26 | 2445.81 | 4504 | 0 | 0.000395 | |
| 15 | | | | | | | | | | | | | | 1 | 0.000404 | |
| 16 | | | | | | | | | | | | | | 2 | 0.000411 | |
| 17 | | | | | | | | | | | | | | 3 | 0.000415 | |
| 18 | | | | | | | | | | | | | | 4 | 0.000419 | |
| 19 | | | | | | | | | | | | | | 5 | 0.000422 | |
| 20 | | | | | | | | | | | | | | 6 | 0.000424 | |
| 21 | | | | | | | | | | | | | | 7 | 0.000426 | |
| 22 | | | | | | | | | | | | | | 8 | 0.000427 | |
| 23 | | | | | | | | | | | | | | 9 | 0.000428 | |
| Mean | 0.000421 | 0.000026 | 48732.74 | 9.95 | 185.39 | 495.11 | 49.72 | 3574.11 | 5.85 | 2265.94 | 5845.90 | 6341.01 | 11677.7 | Mean | 0.000419 | |

#1313 48

ECONOMIC CONSIDERATION FOR ECONOMIZER UPPER ASS'Y

(Frequency, Times/Day)

| n | R _{max} (K/kW) | R _{min} (K/kW) | q _w (kW) | Q _c (GJ) | Q _{gen} (GJ) | Cost _f (Baht) | Q _{foot} (GJ) | Cost _s (Baht) | Cost _E (Baht) | Cost _M (Baht) | Cost _{foot} (Baht) | Cost _{total} (Baht) | m _{Lignite} (kg) | Time (hr) | R _c (T=13) (K/kW) | Remark |
|------|----------------------------|----------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------|-----------------------------|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------------|---------------------------------|------------------------------|--------------|---------------------------------|--------|
| 1 | 0.000431 | 0.000035 | 48732.74 | 46.43 | 221.86 | 2309.79 | 9.57 | 688.10 | 1.13 | 257.60 | 946.83 | 3256.62 | 5997 | 0 | 0.000395 | |
| 2 | 0.000430 | 0.000034 | 48732.74 | 19.40 | 194.84 | 965.34 | 19.14 | 1376.20 | 2.25 | 515.20 | 1893.65 | 2859.00 | 5265 | 1 | 0.000404 | |
| 3 | 0.000427 | 0.000032 | 48732.74 | 10.90 | 186.34 | 542.17 | 28.72 | 2064.30 | 3.38 | 772.80 | 2840.48 | 3382.65 | 6230 | 2 | 0.000411 | |
| 4 | 0.000424 | 0.000029 | 48732.74 | 7.01 | 182.44 | 348.59 | 38.29 | 2752.40 | 4.51 | 1030.40 | 3787.31 | 4135.90 | 7617 | 3 | 0.000415 | |
| 5 | 0.000422 | 0.000026 | 48732.74 | 4.89 | 180.33 | 243.21 | 47.86 | 3440.50 | 5.64 | 1288.00 | 4734.13 | 4977.35 | 9166 | 4 | 0.000419 | |
| 6 | 0.000419 | 0.000024 | 48732.74 | 3.61 | 179.04 | 179.39 | 57.43 | 4128.60 | 6.76 | 1545.60 | 5680.96 | 5860.36 | 10793 | 5 | 0.000422 | |
| 7 | 0.000417 | 0.000022 | 48732.74 | 2.77 | 178.21 | 137.79 | 67.00 | 4816.70 | 7.89 | 1803.20 | 6627.79 | 6765.58 | 12460 | 6 | 0.000424 | |
| 8 | 0.000415 | 0.000020 | 48732.74 | 2.19 | 177.63 | 109.16 | 76.57 | 5504.80 | 9.02 | 2060.80 | 7574.62 | 7683.78 | 14151 | 7 | 0.000426 | |
| 9 | 0.000414 | 0.000019 | 48732.74 | 1.78 | 177.22 | 88.61 | 86.15 | 6192.90 | 10.14 | 2318.40 | 8521.44 | 8610.06 | 15856 | 8 | 0.000427 | |
| 10 | 0.000413 | 0.000017 | 48732.74 | 1.47 | 176.91 | 73.37 | 95.72 | 6881.00 | 11.27 | 2576.00 | 9468.27 | 9541.64 | 17572 | 9 | 0.000428 | |
| 11 | 0.000412 | 0.000016 | 48732.74 | 1.24 | 176.68 | 61.75 | 105.29 | 7569.10 | 12.40 | 2833.60 | 10415.10 | 10476.84 | 19294 | 10 | 0.000429 | |
| 12 | 0.000411 | 0.000015 | 48732.74 | 1.06 | 176.50 | 52.68 | 114.86 | 8257.20 | 13.53 | 3091.20 | 11361.92 | 11414.60 | 21021 | 11 | 0.000429 | |
| 13 | 0.000410 | 0.000014 | 48732.74 | 0.91 | 176.35 | 45.48 | 124.43 | 8945.30 | 14.65 | 3348.80 | 12308.75 | 12354.23 | 22752 | 12 | 0.000430 | |
| 14 | 0.000409 | 0.000013 | 48732.74 | 0.80 | 176.23 | 39.66 | 134.00 | 9633.40 | 15.78 | 3606.40 | 13255.58 | 13295.23 | 24485 | 13 | 0.000430 | |
| 15 | 0.000408 | 0.000013 | 48732.74 | 0.70 | 176.14 | 34.88 | 143.58 | 10321.50 | 16.91 | 3864.00 | 14202.40 | 14237.29 | 26220 | 0 | 0.000395 | |
| 16 | 0.000407 | 0.000012 | 48732.74 | 0.62 | 176.06 | 30.92 | 153.15 | 11009.60 | 18.03 | 4121.60 | 15149.23 | 15180.16 | 27956 | 1 | 0.000404 | |
| 17 | 0.000407 | 0.000011 | 48732.74 | 0.55 | 175.99 | 27.60 | 162.72 | 11697.70 | 19.16 | 4379.20 | 16096.06 | 16123.66 | 29694 | 2 | 0.000411 | |
| 18 | 0.000406 | 0.000011 | 48732.74 | 0.50 | 175.94 | 24.79 | 172.29 | 12385.80 | 20.29 | 4636.80 | 17042.88 | 17067.67 | 31432 | 3 | 0.000415 | |
| 19 | 0.000406 | 0.000010 | 48732.74 | 0.45 | 175.89 | 22.39 | 181.86 | 13073.90 | 21.42 | 4894.40 | 17989.71 | 18012.10 | 33171 | 4 | 0.000419 | |
| 20 | 0.000405 | 0.000010 | 48732.74 | 0.41 | 175.85 | 20.31 | 191.44 | 13762.00 | 22.54 | 5152.00 | 18936.54 | 18956.85 | 34911 | 5 | 0.000422 | |
| 21 | 0.000405 | 0.000010 | 48732.74 | 0.37 | 175.81 | 18.52 | 201.01 | 14450.10 | 23.67 | 5409.60 | 19883.36 | 19901.88 | 36652 | 6 | 0.000424 | |
| 22 | 0.000405 | 0.000009 | 48732.74 | 0.34 | 175.78 | 16.95 | 210.58 | 15138.19 | 24.80 | 5667.20 | 20830.19 | 20847.14 | 38393 | 7 | 0.000426 | |
| 23 | 0.000404 | 0.000009 | 48732.74 | 0.31 | 175.75 | 15.57 | 220.15 | 15826.29 | 25.92 | 5924.80 | 21777.02 | 21792.59 | 40134 | 8 | 0.000427 | |
| 24 | 0.000404 | 0.000009 | 48732.74 | 0.29 | 175.73 | 14.36 | 229.72 | 16514.39 | 27.05 | 6182.40 | 22723.85 | 22738.20 | 41875 | 9 | 0.000428 | |
| Mean | 0.000413 | 0.000018 | 48732.74 | 4.54 | 179.98 | 225.97 | 119.65 | 8601.25 | 14.09 | 3220.00 | 11835.34 | 12061.31 | 22212.4 | Mean | 0.000419 | |

91573 49

ECONOMIC CONSIDERATION FOR SH. HORIZONTAL SPACED LOW TEMP. ASSY

(Period Time, hr)

| Period (hr) | R _i (K/kW) | R _c (K/kW) | q _w (kW) | Q _r (GJ) | Q _{gas} (GJ) | Cost _r (Baht) | Q _{soot} (GJ) | Cost _s (Baht) | Cost _E (Baht) | Cost _M (Baht) | Cost _{soot} (Baht) | Cost _{Total} (Baht) | m _{Lignite} (kg) | Time (hr) | R _i (T=7) (K/kW) | Remark |
|-------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------|------------------------------|---------------------------|-----------|-----------------------------|--------|
| 0 | 0.001984 | 0.000000 | 88879.43 | 0.00 | 319.97 | 0.00 | 529.85 | 38090.18 | 44.33 | 9707.59 | | | | 0 | 0.001984 | |
| 1 | 0.002037 | 0.000053 | 88879.43 | 3.25 | 323.21 | 161.62 | 529.85 | 38090.18 | 44.33 | 9707.59 | 47842.10 | 48003.72 | 88405 | 1 | 0.002037 | |
| 2 | 0.002080 | 0.000096 | 88879.43 | 12.08 | 332.05 | 601.05 | 286.27 | 20579.28 | 23.95 | 4853.79 | 25457.02 | 26058.07 | 47989 | 2 | 0.002080 | |
| 3 | 0.002113 | 0.000129 | 88879.43 | 25.34 | 345.31 | 1260.82 | 190.84 | 13719.52 | 15.97 | 3235.86 | 16971.35 | 18232.17 | 33577 | 3 | 0.002113 | |
| 4 | 0.002140 | 0.000156 | 88879.43 | 42.12 | 362.08 | 2095.38 | 143.13 | 10289.64 | 11.98 | 2426.90 | 12728.51 | 14823.89 | 27300 | 4 | 0.002140 | |
| 5 | 0.002161 | 0.000177 | 88879.43 | 61.68 | 381.64 | 3068.56 | 114.51 | 8231.71 | 9.58 | 1941.52 | 10182.81 | 13251.37 | 24404 | 5 | 0.002161 | |
| 6 | 0.002178 | 0.000194 | 88879.43 | 83.45 | 403.42 | 4151.70 | 95.42 | 6859.76 | 7.98 | 1617.93 | 8485.67 | 12637.38 | 23273 | 6 | 0.002178 | |
| 7 | 0.002191 | 0.000207 | 88879.43 | 106.97 | 426.94 | 5322.06 | 81.79 | 5879.79 | 6.84 | 1386.80 | 7273.44 | 12595.50 | 23196 | 7 | 0.002191 | |
| 8 | 0.002202 | 0.000218 | 88879.43 | 131.89 | 451.85 | 6561.60 | 71.57 | 5144.82 | 5.99 | 1213.45 | 6364.26 | 12925.86 | 23805 | 0 | 0.001984 | |
| 9 | 0.002210 | 0.000226 | 88879.43 | 157.91 | 477.87 | 7856.01 | 63.61 | 4573.17 | 5.32 | 1078.62 | 5657.12 | 13513.13 | 24886 | 1 | 0.002037 | |
| 10 | 0.002217 | 0.000233 | 88879.43 | 184.80 | 504.76 | 9193.95 | 57.25 | 4115.86 | 4.79 | 970.76 | 5091.40 | 14285.35 | 26308 | 2 | 0.002080 | |
| 11 | 0.002222 | 0.000238 | 88879.43 | 212.38 | 532.35 | 10566.40 | 52.05 | 3741.69 | 4.35 | 882.51 | 4628.55 | 15194.95 | 27983 | 3 | 0.002113 | |
| 12 | 0.002226 | 0.000242 | 88879.43 | 240.52 | 560.49 | 11966.24 | 47.71 | 3429.88 | 3.99 | 808.97 | 4242.84 | 16209.08 | 29851 | 4 | 0.002140 | |
| 13 | 0.002229 | 0.000246 | 88879.43 | 269.09 | 589.06 | 13387.79 | 44.04 | 3166.04 | 3.68 | 746.74 | 3916.47 | 17304.26 | 31868 | 5 | 0.002161 | |
| 14 | 0.002232 | 0.000248 | 88879.43 | 298.01 | 617.98 | 14826.58 | 40.90 | 2939.90 | 3.42 | 693.40 | 3636.72 | 18463.30 | 34002 | 6 | 0.002178 | |
| 15 | 0.002234 | 0.000250 | 88879.43 | 327.21 | 647.17 | 16279.02 | 38.17 | 2743.90 | 3.19 | 647.17 | 3394.27 | 19675.29 | 36231 | 7 | 0.002191 | |
| 16 | 0.002236 | 0.000252 | 88879.43 | 356.62 | 676.59 | 17742.31 | 35.78 | 2572.41 | 2.99 | 606.72 | 3182.13 | 20924.44 | 38535 | 0 | 0.001984 | |
| 17 | 0.002237 | 0.000253 | 88879.43 | 386.21 | 706.17 | 19214.19 | 33.68 | 2421.09 | 2.82 | 571.03 | 2994.94 | 22209.13 | 40901 | 1 | 0.002037 | |
| 18 | | | | | | | | | | | | | | 2 | 0.002080 | |
| 19 | | | | | | | | | | | | | | 3 | 0.002113 | |
| 20 | | | | | | | | | | | | | | 4 | 0.002140 | |
| 21 | | | | | | | | | | | | | | 5 | 0.002161 | |
| 22 | | | | | | | | | | | | | | 6 | 0.002178 | |
| 23 | | | | | | | | | | | | | | 7 | 0.002191 | |
| Mean | 0.002174 | 0.000190 | 88879.43 | 161.09 | 481.05 | 8014.18 | 136.47 | 9810.49 | 11.42 | 2394.30 | 10120.56 | 18606.17 | 34265.5 | Mean | 0.002110 | |

9157N J10

ECONOMIC CONSIDERATION FOR SH. HORIZONTAL SPACED LOW TEMP. ASS'Y

(Frequency, Times/Day)

| n | R _{fmax} (K/kW) | R _{fmax} (K/kW) | Q _w (kW) | Q _c (GJ) | Q _{gas} (GJ) | Cost _f (Baht) | Q _{soot} (GJ) | Cost _s (Baht) | Cost _{lg} (Baht) | Cost _{ht} (Baht) | Cost _{soot} (Baht) | Cost _{total} (Baht) | m _{Lignite} (kg) | Time (hr) | R _f (T=7) (K/kW) | Remark |
|------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------|-----------------------------|---------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|------------------------------|--------------|--------------------------------|--------|
| 1 | 0.002241 | 0.000257 | 88879.43 | 595.90 | 915.86 | 29646.68 | 33.68 | 2421.09 | 2.82 | 644.00 | 3067.91 | 32714.59 | 60248 | 0 | 0.001984 | |
| 2 | 0.002226 | 0.000242 | 88879.43 | 481.04 | 801.01 | 23932.48 | 67.36 | 4842.18 | 5.64 | 1288.00 | 6135.82 | 30068.30 | 55374 | 1 | 0.002037 | |
| 3 | 0.002202 | 0.000218 | 88879.43 | 395.66 | 715.63 | 19684.81 | 101.04 | 7263.28 | 8.45 | 1932.00 | 9203.73 | 28888.54 | 53202 | 2 | 0.002080 | |
| 4 | 0.002178 | 0.000194 | 88879.43 | 333.80 | 653.76 | 16606.81 | 134.71 | 9684.37 | 11.27 | 2576.00 | 12271.64 | 28878.45 | 53183 | 3 | 0.002113 | |
| 5 | 0.002157 | 0.000173 | 88879.43 | 287.86 | 607.83 | 14321.52 | 168.39 | 12105.46 | 14.09 | 3220.00 | 15339.55 | 29661.06 | 54624 | 4 | 0.002140 | |
| 6 | 0.002140 | 0.000156 | 88879.43 | 252.70 | 572.67 | 12572.26 | 202.07 | 14526.55 | 16.91 | 3864.00 | 18407.46 | 30979.71 | 57053 | 5 | 0.002161 | |
| 7 | 0.002125 | 0.000142 | 88879.43 | 225.03 | 545.00 | 11195.71 | 235.75 | 16947.64 | 19.72 | 4508.00 | 21475.37 | 32671.07 | 60168 | 6 | 0.002178 | |
| 8 | 0.002113 | 0.000129 | 88879.43 | 202.74 | 522.71 | 10086.58 | 269.43 | 19368.73 | 22.54 | 5152.00 | 24543.28 | 34629.85 | 63775 | 7 | 0.002191 | |
| 9 | 0.002103 | 0.000119 | 88879.43 | 184.42 | 504.38 | 9174.98 | 303.11 | 21789.83 | 25.36 | 5796.00 | 27611.19 | 36786.16 | 67746 | 0 | 0.001984 | |
| 10 | 0.002094 | 0.000110 | 88879.43 | 169.10 | 489.07 | 8413.04 | 336.78 | 24210.92 | 28.18 | 6440.00 | 30679.10 | 39092.13 | 71993 | 1 | 0.002037 | |
| 11 | 0.002086 | 0.000103 | 88879.43 | 156.12 | 476.08 | 7767.03 | 370.46 | 26632.01 | 31.00 | 7084.00 | 33747.01 | 41514.03 | 76453 | 2 | 0.002080 | |
| 12 | 0.002080 | 0.000096 | 88879.43 | 144.97 | 464.94 | 7212.55 | 404.14 | 29053.10 | 33.81 | 7728.00 | 36814.92 | 44027.47 | 81082 | 3 | 0.002113 | |
| 13 | 0.002074 | 0.000090 | 88879.43 | 135.30 | 455.27 | 6731.56 | 437.82 | 31474.19 | 36.63 | 8372.00 | 39882.82 | 46614.39 | 85846 | 4 | 0.002140 | |
| 14 | 0.002068 | 0.000085 | 88879.43 | 126.84 | 446.81 | 6310.43 | 471.50 | 33895.28 | 39.45 | 9016.00 | 42950.73 | 49261.16 | 90720 | 5 | 0.002161 | |
| 15 | 0.002064 | 0.000080 | 88879.43 | 119.37 | 439.33 | 5938.68 | 505.18 | 36316.38 | 42.27 | 9660.00 | 46018.64 | 51957.33 | 95686 | 6 | 0.002178 | |
| 16 | 0.002060 | 0.000076 | 88879.43 | 112.72 | 432.69 | 5608.15 | 538.86 | 38737.47 | 45.09 | 10304.00 | 49086.55 | 54694.71 | 100727 | 7 | 0.002191 | |
| 17 | 0.002056 | 0.000072 | 88879.43 | 106.78 | 426.74 | 5312.37 | 572.53 | 41158.56 | 47.90 | 10948.00 | 52154.46 | 57466.83 | 105832 | 0 | 0.001984 | |
| 18 | 0.002052 | 0.000069 | 88879.43 | 101.43 | 421.39 | 5046.14 | 606.21 | 43579.65 | 50.72 | 11592.00 | 55222.37 | 60268.51 | 110992 | 1 | 0.002037 | |
| 19 | 0.002049 | 0.000066 | 88879.43 | 96.59 | 416.55 | 4805.25 | 639.89 | 46000.74 | 53.54 | 12236.00 | 58290.28 | 63095.53 | 116198 | 2 | 0.002080 | |
| 20 | 0.002047 | 0.000063 | 88879.43 | 92.18 | 412.15 | 4586.27 | 673.57 | 48421.84 | 56.36 | 12880.00 | 61358.19 | 65944.46 | 121445 | 3 | 0.002113 | |
| 21 | 0.002044 | 0.000060 | 88879.43 | 88.17 | 408.13 | 4386.33 | 707.25 | 50842.93 | 59.17 | 13524.00 | 64426.10 | 68812.44 | 126726 | 4 | 0.002140 | |
| 22 | 0.002041 | 0.000058 | 88879.43 | 84.48 | 404.45 | 4203.07 | 740.93 | 53264.02 | 61.99 | 14168.00 | 67494.01 | 71697.08 | 132039 | 5 | 0.002161 | |
| 23 | 0.002039 | 0.000055 | 88879.43 | 81.09 | 401.06 | 4034.49 | 774.61 | 55685.11 | 64.81 | 14812.00 | 70561.92 | 74596.41 | 137378 | 6 | 0.002178 | |
| 24 | 0.002037 | 0.000053 | 88879.43 | 77.97 | 397.93 | 3878.88 | 808.28 | 58106.20 | 67.63 | 15456.00 | 73629.83 | 77508.71 | 142742 | 7 | 0.002191 | |
| Mean | 0.002099 | 0.000115 | 88879.43 | 193.84 | 513.81 | 9644.00 | 420.98 | 30263.65 | 35.22 | 8050.00 | 38348.87 | 47992.87 | 88384.7 | Mean | 0.002110 | |

01513 011

ECONOMIC CONSIDERATION FOR SH. HORIZONTAL SPACED/PLATEN HIGH TEMP. ASSY

(Period Time, hr)

| Period (hr) | R _c (K/kW) | R _t (K/kW) | q _w (kW) | Q _r (GJ) | Q _{gas} (GJ) | Cost _r (Baht) | Q _{soot} (G) | Cost _s (Baht) | Cost _g (Baht) | Cost _m (Baht) | Cost _{soot} (Baht) | Cost _{fuel} (Baht) | m _{lignite} (kg) | Time (hr) | R _c (T=2) (K/kW) | Remark |
|-------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------|-----------|-----------------------------|--------|
| 0 | 0.006783 | 0.000000 | 123181.28 | 0.00 | 443.45 | 0.00 | 374.01 | 26887.19 | 31.29 | 6852.41 | | | | 0 | 0.006783 | |
| 1 | 0.007583 | 0.000800 | 123181.28 | 68.37 | 511.82 | 3401.36 | 374.01 | 26887.19 | 31.29 | 6852.41 | 33770.90 | 37172.25 | 68457 | 1 | 0.007583 | |
| 2 | 0.008165 | 0.001382 | 123181.28 | 247.92 | 691.37 | 12334.22 | 202.07 | 14526.55 | 16.91 | 3426.21 | 17969.66 | 30303.88 | 55808 | 2 | 0.008165 | |
| 3 | 0.008588 | 0.001805 | 123181.28 | 508.30 | 951.75 | 25288.54 | 134.71 | 9684.37 | 11.27 | 2284.14 | 11979.78 | 37268.32 | 68634 | 0 | 0.006783 | |
| 4 | 0.008895 | 0.002112 | 123181.28 | 827.45 | 1270.90 | 41166.51 | 101.04 | 7263.28 | 8.45 | 1713.10 | 8984.83 | 50151.34 | 92360 | 1 | 0.007583 | |
| 5 | 0.009119 | 0.002336 | 123181.28 | 1189.32 | 1632.77 | 59169.99 | 80.83 | 5810.62 | 6.76 | 1370.48 | 7187.87 | 66357.86 | 122206 | 2 | 0.008165 | |
| 6 | 0.009282 | 0.002499 | 123181.28 | 1582.25 | 2025.70 | 78718.75 | 67.36 | 4842.18 | 5.64 | 1142.07 | 5989.89 | 84708.64 | 156001 | 0 | 0.006783 | |
| 7 | 0.009400 | 0.002617 | 123181.28 | 1997.76 | 2441.21 | 99390.95 | 57.73 | 4150.44 | 4.83 | 978.92 | 5134.19 | 104525.14 | 192496 | 1 | 0.007583 | |
| 8 | 0.009486 | 0.002703 | 123181.28 | 2429.69 | 2873.14 | 120879.89 | 50.52 | 3631.64 | 4.23 | 856.55 | 4492.42 | 125372.30 | 230888 | 2 | 0.008165 | |
| 9 | 0.009548 | 0.002765 | 123181.28 | 2873.55 | 3317.00 | 142962.61 | 44.90 | 3228.12 | 3.76 | 761.38 | 3993.26 | 146955.87 | 270637 | 0 | 0.006783 | |
| 10 | 0.009593 | 0.002810 | 123181.28 | 3326.09 | 3769.54 | 165477.02 | 40.41 | 2905.31 | 3.38 | 685.24 | 3593.93 | 169070.96 | 311365 | 1 | 0.007583 | |
| 11 | 0.009626 | 0.002843 | 123181.28 | 3784.93 | 4228.39 | 188305.27 | 36.74 | 2641.19 | 3.07 | 622.95 | 3267.21 | 191572.49 | 352804 | 2 | 0.008165 | |
| 12 | 0.009650 | 0.002867 | 123181.28 | 4248.37 | 4691.82 | 211361.69 | 33.68 | 2421.09 | 2.82 | 571.03 | 2994.94 | 214356.63 | 394764 | 0 | 0.006783 | |
| 13 | | | | | | | | | | | | | | 1 | 0.007583 | |
| 14 | | | | | | | | | | | | | | 2 | 0.008165 | |
| 15 | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0.006783 | |
| 16 | | | | | | | | | | | | | | 1 | 0.007583 | |
| 17 | | | | | | | | | | | | | | 2 | 0.008165 | |
| 18 | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0.006783 | |
| 19 | | | | | | | | | | | | | | 1 | 0.007583 | |
| 20 | | | | | | | | | | | | | | 2 | 0.008165 | |
| 21 | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0.006783 | |
| 22 | | | | | | | | | | | | | | 1 | 0.007583 | |
| 23 | | | | | | | | | | | | | | 2 | 0.008165 | |
| Mean | 0.008901 | 0.002118 | 123181.28 | 1775.69 | 2219.14 | 88342.83 | 122.92 | 8836.86 | 10.28 | 2162.84 | 9113.24 | 104817.97 | 193034.9 | Mean | 0.007510 | |

พ.1314 412

ECONOMIC CONSIDERATION FOR SH. HORIZONTAL SPACED/PLATEN HIGH TEMP. ASSY

(Frequency, Times/Day)

| n | R ₁ -max (K/kW) | R ₁ -min (K/kW) | q _w (kW) | Q _f (GJ) | Q _{gas} (GJ) | Cost _f (Baht) | Q _{soot} (GJ) | Cost _s (Baht) | Cost _E (Baht) | Cost _M (Baht) | Cost _{soot} (Baht) | Cost _{total} (Baht) | m _{Lignite} (kg) | Time (hr) | R ₁ (T=2) (K/kW) | Remark |
|------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------|-----------------------------|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------------|---------------------------------|------------------------------|--------------|--------------------------------|--------|
| 1 | 0.009713 | 0.002930 | 123181.28 | 9924.32 | 10367.77 | 493747.40 | 33.68 | 2421.09 | 2.82 | 644.00 | 3067.91 | 496815.31 | 914945 | 0 | 0.006783 | |
| 2 | 0.009650 | 0.002867 | 123181.28 | 4248.37 | 4691.82 | 211361.69 | 67.36 | 4842.18 | 5.64 | 1288.00 | 6135.82 | 217497.51 | 400548 | 1 | 0.007583 | |
| 3 | 0.009486 | 0.002703 | 123181.28 | 2429.69 | 2873.14 | 120879.89 | 101.04 | 7263.28 | 8.45 | 1932.00 | 9203.73 | 130083.62 | 239565 | 2 | 0.008165 | |
| 4 | 0.009282 | 0.002499 | 123181.28 | 1582.25 | 2025.70 | 78718.75 | 134.71 | 9684.37 | 11.27 | 2576.00 | 12271.64 | 90990.39 | 167570 | 0 | 0.006783 | |
| 5 | 0.009080 | 0.002297 | 123181.28 | 1114.14 | 1557.59 | 55429.71 | 168.39 | 12105.46 | 14.09 | 3220.00 | 15339.55 | 70769.26 | 130330 | 1 | 0.007583 | |
| 6 | 0.008895 | 0.002112 | 123181.28 | 827.45 | 1270.90 | 41166.51 | 202.07 | 14526.55 | 16.91 | 3864.00 | 18407.46 | 59573.96 | 109713 | 2 | 0.008165 | |
| 7 | 0.008732 | 0.001949 | 123181.28 | 638.93 | 1082.39 | 31787.75 | 235.75 | 16947.64 | 19.72 | 4508.00 | 21475.37 | 53263.12 | 98090 | 0 | 0.006783 | |
| 8 | 0.008588 | 0.001805 | 123181.28 | 508.30 | 951.75 | 25288.54 | 269.43 | 19368.73 | 22.54 | 5152.00 | 24543.28 | 49831.82 | 91771 | 1 | 0.007583 | |
| 9 | 0.008462 | 0.001679 | 123181.28 | 414.03 | 857.48 | 20598.47 | 303.11 | 21789.83 | 25.36 | 5796.00 | 27611.19 | 48209.65 | 88784 | 2 | 0.008165 | |
| 10 | 0.008351 | 0.001567 | 123181.28 | 343.76 | 787.22 | 17102.71 | 336.78 | 24210.92 | 28.18 | 6440.00 | 30679.10 | 47781.80 | 87996 | 0 | 0.006783 | |
| 11 | 0.008252 | 0.001469 | 123181.28 | 289.99 | 733.44 | 14427.34 | 370.46 | 26632.01 | 31.00 | 7084.00 | 33747.01 | 48174.34 | 88719 | 1 | 0.007583 | |
| 12 | 0.008165 | 0.001382 | 123181.28 | 247.92 | 691.37 | 12334.22 | 404.14 | 29053.10 | 33.81 | 7728.00 | 36814.92 | 49149.13 | 90514 | 2 | 0.008165 | |
| 13 | 0.008087 | 0.001304 | 123181.28 | 214.38 | 657.84 | 10665.80 | 437.82 | 31474.19 | 36.63 | 8372.00 | 39882.82 | 50548.62 | 93091 | 0 | 0.006783 | |
| 14 | 0.008017 | 0.001234 | 123181.28 | 187.22 | 630.67 | 9314.45 | 471.50 | 33895.28 | 39.45 | 9016.00 | 42950.73 | 52265.18 | 96253 | 1 | 0.007583 | |
| 15 | 0.007954 | 0.001171 | 123181.28 | 164.91 | 608.37 | 8204.61 | 505.18 | 36316.38 | 42.27 | 9660.00 | 46018.64 | 54223.25 | 99859 | 2 | 0.008165 | |
| 16 | 0.007897 | 0.001114 | 123181.28 | 146.37 | 589.82 | 7281.96 | 538.86 | 38737.47 | 45.09 | 10304.00 | 49086.55 | 56368.52 | 103809 | 0 | 0.006783 | |
| 17 | 0.007845 | 0.001062 | 123181.28 | 130.78 | 574.24 | 6506.66 | 572.53 | 41158.56 | 47.90 | 10948.00 | 52154.46 | 58661.12 | 108032 | 1 | 0.007583 | |
| 18 | 0.007798 | 0.001015 | 123181.28 | 117.56 | 561.02 | 5848.91 | 606.21 | 43579.65 | 50.72 | 11592.00 | 55222.37 | 61071.28 | 112470 | 2 | 0.008165 | |
| 19 | 0.007755 | 0.000972 | 123181.28 | 106.25 | 549.70 | 5286.09 | 639.89 | 46000.74 | 53.54 | 12236.00 | 58290.28 | 63576.37 | 117084 | 0 | 0.006783 | |
| 20 | 0.007715 | 0.000932 | 123181.28 | 96.50 | 539.95 | 4800.77 | 673.57 | 48421.84 | 56.36 | 12880.00 | 61358.19 | 66158.96 | 121840 | 1 | 0.007583 | |
| 21 | 0.007678 | 0.000895 | 123181.28 | 88.02 | 531.48 | 4379.35 | 707.25 | 50842.93 | 59.17 | 13524.00 | 64426.10 | 68805.45 | 126714 | 2 | 0.008165 | |
| 22 | 0.007644 | 0.000861 | 123181.28 | 80.62 | 524.08 | 4011.08 | 740.93 | 53264.02 | 61.99 | 14168.00 | 67494.01 | 71505.09 | 131685 | 0 | 0.006783 | |
| 23 | 0.007613 | 0.000830 | 123181.28 | 74.12 | 517.57 | 3687.39 | 774.61 | 55685.11 | 64.81 | 14812.00 | 70561.92 | 74249.31 | 136739 | 1 | 0.007583 | |
| 24 | 0.007583 | 0.000800 | 123181.28 | 68.37 | 511.82 | 3401.36 | 808.28 | 58106.20 | 67.63 | 15456.00 | 73629.83 | 77031.19 | 141862 | 2 | 0.008165 | |
| Mean | 0.008343 | 0.001560 | 123181.28 | 1001.84 | 1445.30 | 49842.97 | 420.98 | 30263.65 | 35.22 | 8050.00 | 38348.87 | 88191.84 | 162415.9 | Mean | 0.007510 | |

91774 413

ECONOMIC CONSIDERATION FOR RH. HORIZONTAL SPACED/PLATEN ASSY

(Period Time, hr)

| Period (hr) | R _e (K/kW) | R _r (K/kW) | Q _{av} (kW) | Q _t (GJ) | Q _{gas} (GJ) | Cost _r (Baht) | Q _{soot} (GJ) | Cost _s (Baht) | Cost _E (Baht) | Cost _M (Baht) | Cost _{soot} (Baht) | Cost _{Total} (Baht) | m _{Lignite} (kg) | Time (hr) | R _i (T=6) (K/kW) | Remark |
|-------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|---------------------|-----------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------|------------------------------|---------------------------|-----------|-----------------------------|--------|
| 0 | 0.002290 | 0.000000 | 93766.85 | 0.00 | 337.56 | 0.00 | 748.03 | 53774.38 | 62.59 | 13704.83 | | | | 0 | 0.002290 | |
| 1 | 0.002366 | 0.000076 | 93766.85 | 4.82 | 342.38 | 239.90 | 748.03 | 53774.38 | 62.59 | 13704.83 | 67541.79 | 67781.69 | 124828 | 1 | 0.002366 | |
| 2 | 0.002431 | 0.000141 | 93766.85 | 18.33 | 355.89 | 911.75 | 404.14 | 29053.10 | 33.81 | 6852.41 | 35939.33 | 36851.08 | 67866 | 2 | 0.002431 | |
| 3 | 0.002486 | 0.000196 | 93766.85 | 39.23 | 376.79 | 1951.82 | 269.43 | 19368.73 | 22.54 | 4568.28 | 23959.55 | 25911.37 | 47719 | 3 | 0.002486 | |
| 4 | 0.002534 | 0.000243 | 93766.85 | 66.45 | 404.01 | 3305.76 | 202.07 | 14526.55 | 16.91 | 3426.21 | 17969.66 | 21275.42 | 39181 | 4 | 0.002534 | |
| 5 | 0.002574 | 0.000283 | 93766.85 | 99.04 | 436.60 | 4927.25 | 161.66 | 11621.24 | 13.53 | 2740.97 | 14375.73 | 19302.98 | 35549 | 5 | 0.002574 | |
| 6 | 0.002608 | 0.000318 | 93766.85 | 136.21 | 473.77 | 6776.80 | 134.71 | 9684.37 | 11.27 | 2284.14 | 11979.78 | 18756.57 | 34542 | 6 | 0.002608 | |
| 7 | 0.002637 | 0.000347 | 93766.85 | 177.30 | 514.86 | 8820.76 | 115.47 | 8300.89 | 9.66 | 1957.83 | 10268.38 | 19089.14 | 35155 | 0 | 0.002290 | |
| 8 | 0.002662 | 0.000372 | 93766.85 | 221.71 | 559.27 | 11030.43 | 101.04 | 7263.28 | 8.45 | 1713.10 | 8984.83 | 20015.26 | 36861 | 1 | 0.002366 | |
| 9 | 0.002683 | 0.000393 | 93766.85 | 268.97 | 606.53 | 13381.36 | 89.81 | 6456.24 | 7.51 | 1522.76 | 7986.52 | 21367.88 | 39352 | 2 | 0.002431 | |
| 10 | 0.002701 | 0.000411 | 93766.85 | 318.64 | 656.20 | 15852.71 | 80.83 | 5810.62 | 6.76 | 1370.48 | 7187.87 | 23040.58 | 42432 | 3 | 0.002486 | |
| 11 | 0.002717 | 0.000426 | 93766.85 | 370.38 | 707.94 | 18426.70 | 73.48 | 5282.38 | 6.15 | 1245.89 | 6534.42 | 24961.13 | 45969 | 4 | 0.002534 | |
| 12 | 0.002730 | 0.000439 | 93766.85 | 423.87 | 761.43 | 21088.19 | 67.36 | 4842.18 | 5.64 | 1142.07 | 5989.89 | 27078.07 | 49868 | 5 | 0.002574 | |
| 13 | 0.002741 | 0.000451 | 93766.85 | 478.87 | 816.43 | 23824.25 | 62.18 | 4469.71 | 5.20 | 1054.22 | 5529.13 | 29353.38 | 54058 | 6 | 0.002608 | |
| 14 | 0.002750 | 0.000460 | 93766.85 | 535.14 | 872.70 | 26623.89 | 57.73 | 4150.44 | 4.83 | 978.92 | 5134.19 | 31758.08 | 58486 | 0 | 0.002290 | |
| 15 | 0.002759 | 0.000468 | 93766.85 | 592.50 | 930.06 | 29477.73 | 53.89 | 3873.75 | 4.51 | 913.66 | 4791.91 | 34269.64 | 63112 | 1 | 0.002366 | |
| 16 | 0.002766 | 0.000475 | 93766.85 | 650.79 | 988.35 | 32377.76 | 50.52 | 3631.64 | 4.23 | 856.55 | 4492.42 | 36870.17 | 67901 | 2 | 0.002431 | |
| 17 | 0.002771 | 0.000481 | 93766.85 | 709.87 | 1047.44 | 35317.16 | 47.55 | 3418.01 | 3.98 | 806.17 | 4228.16 | 39545.32 | 72827 | 3 | 0.002486 | |
| 18 | 0.002777 | 0.000486 | 93766.85 | 769.63 | 1107.19 | 38290.14 | 44.90 | 3228.12 | 3.76 | 761.38 | 3993.26 | 42283.40 | 77870 | 4 | 0.002534 | |
| 19 | 0.002781 | 0.000491 | 93766.85 | 829.96 | 1167.52 | 41291.72 | 42.54 | 3058.22 | 3.56 | 721.31 | 3783.09 | 45074.81 | 83011 | 5 | 0.002574 | |
| 20 | 0.002784 | 0.000494 | 93766.85 | 890.79 | 1228.35 | 44317.70 | 40.41 | 2905.31 | 3.38 | 685.24 | 3593.93 | 47911.63 | 88235 | 6 | 0.002608 | |
| 21 | 0.002788 | 0.000497 | 93766.85 | 952.03 | 1289.59 | 47364.46 | 38.49 | 2766.96 | 3.22 | 652.61 | 3422.79 | 50787.26 | 93531 | 0 | 0.002290 | |
| 22 | 0.002790 | 0.000500 | 93766.85 | 1013.62 | 1351.18 | 50428.95 | 36.74 | 2641.19 | 3.07 | 622.95 | 3267.21 | 53696.16 | 98888 | 1 | 0.002366 | |
| 23 | 0.002793 | 0.000502 | 93766.85 | 1075.52 | 1413.08 | 53508.55 | 35.14 | 2526.36 | 2.94 | 595.86 | 3125.16 | 56633.71 | 104298 | 2 | 0.002431 | |
| Mean | 0.002663 | 0.000373 | 93766.85 | 443.49 | 781.05 | 22063.99 | 154.42 | 11101.17 | 12.92 | 2703.44 | 11481.70 | 34504.99 | 63545.1 | Mean | 0.002456 | |

ECONOMIC CONSIDERATION FOR RH. HORIZONTAL SPACED/PLATEN ASSY
(Frequency, Times/Day)

| n (Time) | R _{max} (K/kW) | R _{min} (K/kW) | q _w (kW) | Q _t (GJ) | Q _{gas} (GJ) | Cost _t (Baht) | Q _{soot} (GJ) | Cost _s (Baht) | Cost _g (Baht) | Cost _M (Baht) | Cost _{soot} (Baht) | Cost _{total} (Baht) | m _{Lignite} (kg) | Time (hr) | R _t (T=6) (K/kW) | Remark |
|-------------|----------------------------|----------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------|-----------------------------|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------------|---------------------------------|------------------------------|--------------|--------------------------------|--------|
| 1 | 0.002794 | 0.000504 | 93766.85 | 1137.68 | 1475.24 | 5660.02 | 33.68 | 2421.09 | 2.82 | 644.00 | 3067.91 | 59668.93 | 109888 | 0 | 0.002290 | |
| 2 | 0.002730 | 0.000439 | 93766.85 | 423.87 | 761.43 | 21088.19 | 67.36 | 4842.18 | 5.64 | 1288.00 | 6135.82 | 27224.00 | 50136 | 1 | 0.002366 | |
| 3 | 0.002662 | 0.000372 | 93766.85 | 221.71 | 559.27 | 11030.43 | 101.04 | 7263.28 | 8.45 | 1932.00 | 9203.73 | 20234.16 | 37264 | 2 | 0.002431 | |
| 4 | 0.002608 | 0.000318 | 93766.85 | 136.21 | 473.77 | 6776.80 | 134.71 | 9684.37 | 11.27 | 2576.00 | 12271.64 | 19048.44 | 35080 | 3 | 0.002486 | |
| 5 | 0.002566 | 0.000276 | 93766.85 | 92.13 | 429.69 | 4583.53 | 168.39 | 12105.46 | 14.09 | 3220.00 | 15339.55 | 19923.08 | 36691 | 4 | 0.002534 | |
| 6 | 0.002534 | 0.000243 | 93766.85 | 66.45 | 404.01 | 3305.76 | 202.07 | 14526.55 | 16.91 | 3864.00 | 18407.46 | 21713.22 | 39988 | 5 | 0.002574 | |
| 7 | 0.002508 | 0.000217 | 93766.85 | 50.18 | 387.74 | 2496.52 | 235.75 | 16947.64 | 19.72 | 4508.00 | 21475.37 | 23971.89 | 44147 | 6 | 0.002608 | |
| 8 | 0.002486 | 0.000196 | 93766.85 | 39.23 | 376.79 | 1951.82 | 269.43 | 19368.73 | 22.54 | 5152.00 | 24543.28 | 26495.10 | 48794 | 0 | 0.002290 | |
| 9 | 0.002469 | 0.000179 | 93766.85 | 31.51 | 369.07 | 1567.75 | 303.11 | 21789.83 | 25.36 | 5796.00 | 27611.19 | 29178.94 | 53737 | 1 | 0.002366 | |
| 10 | 0.002454 | 0.000164 | 93766.85 | 25.87 | 363.43 | 1286.83 | 336.78 | 24210.92 | 28.18 | 6440.00 | 30679.10 | 31965.93 | 58869 | 2 | 0.002431 | |
| 11 | 0.002442 | 0.000152 | 93766.85 | 21.61 | 359.17 | 1075.18 | 370.46 | 26632.01 | 31.00 | 7084.00 | 33747.01 | 34822.18 | 64129 | 3 | 0.002486 | |
| 12 | 0.002431 | 0.000141 | 93766.85 | 18.33 | 355.89 | 911.75 | 404.14 | 29053.10 | 33.81 | 7728.00 | 36814.92 | 37726.67 | 69478 | 4 | 0.002534 | |
| 13 | 0.002422 | 0.000132 | 93766.85 | 15.74 | 353.30 | 782.95 | 437.82 | 31474.19 | 36.63 | 8372.00 | 39882.82 | 40665.77 | 74891 | 5 | 0.002574 | |
| 14 | 0.002414 | 0.000123 | 93766.85 | 13.66 | 351.22 | 679.62 | 471.50 | 33895.28 | 39.45 | 9016.00 | 42950.73 | 43630.36 | 80351 | 6 | 0.002608 | |
| 15 | 0.002406 | 0.000116 | 93766.85 | 11.97 | 349.53 | 595.48 | 505.18 | 36316.38 | 42.27 | 9660.00 | 46018.64 | 46614.13 | 85846 | 0 | 0.002290 | |
| 16 | 0.002400 | 0.000110 | 93766.85 | 10.57 | 348.13 | 526.05 | 538.86 | 38737.47 | 45.09 | 10304.00 | 49086.55 | 49612.61 | 91368 | 1 | 0.002366 | |
| 17 | 0.002394 | 0.000104 | 93766.85 | 9.41 | 346.97 | 468.10 | 572.53 | 41158.56 | 47.90 | 10948.00 | 52154.46 | 52622.56 | 96911 | 2 | 0.002431 | |
| 18 | 0.002389 | 0.000099 | 93766.85 | 8.43 | 345.99 | 419.21 | 606.21 | 43579.65 | 50.72 | 11592.00 | 55222.37 | 55641.59 | 102471 | 3 | 0.002486 | |
| 19 | 0.002384 | 0.000094 | 93766.85 | 7.59 | 345.15 | 377.61 | 639.89 | 46000.74 | 53.54 | 12236.00 | 58290.28 | 58667.89 | 108044 | 4 | 0.002534 | |
| 20 | 0.002380 | 0.000090 | 93766.85 | 6.87 | 344.43 | 341.90 | 673.57 | 48421.84 | 56.36 | 12880.00 | 61358.19 | 61700.09 | 113628 | 5 | 0.002574 | |
| 21 | 0.002376 | 0.000086 | 93766.85 | 6.25 | 343.81 | 311.03 | 707.25 | 50842.93 | 59.17 | 13524.00 | 64426.10 | 64737.13 | 119221 | 6 | 0.002608 | |
| 22 | 0.002373 | 0.000082 | 93766.85 | 5.71 | 343.27 | 284.16 | 740.93 | 53264.02 | 61.99 | 14168.00 | 67494.01 | 67778.17 | 124822 | 0 | 0.002290 | |
| 23 | 0.002369 | 0.000079 | 93766.85 | 5.24 | 342.80 | 260.62 | 774.61 | 55685.11 | 64.81 | 14812.00 | 70561.92 | 70822.54 | 130428 | 1 | 0.002366 | |
| 24 | 0.002366 | 0.000076 | 93766.85 | 4.82 | 342.38 | 239.90 | 808.28 | 58106.20 | 67.63 | 15456.00 | 73629.83 | 73869.73 | 136040 | 2 | 0.002431 | |
| Mean | 0.002473 | 0.000183 | 93766.85 | 98.79 | 436.35 | 4915.09 | 420.98 | 30263.65 | 35.22 | 8050.00 | 38348.87 | 43263.96 | 79675.8 | Mean | 0.002456 | |

ภาคผนวก จ

ข้อมูลค่าใช้จ่ายในการใช้เครื่องเป่าเต้า

ตาราง จ1

ค่าใช้จ่ายในการใช้เครื่องเป่าเต้า เมื่อพิจารณาจากโมเดลการเปลี่ยนแปลงทางด้านความร้อน

| Heating Area (Furnace/Convection Zone) | n (Time) | R_{f-max} (K/kW) | R_{c-max} (K/kW) | q_w (kW) | Q_r (GJ) | Q_{gas} (GJ) | $Cost_f$ (Baht) | Q_{foot} (GJ) | $Cost_s$ (Baht) | $Cost_e$ (Baht) | $Cost_m$ (Baht) | $Cost_{foot}$ (Baht) | $Cost_{total}$ (Baht/Day) | $m_{Lignite}$ (kg) |
|---|-------------|-----------------------|-----------------------|---------------|---------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------------|------------------------------|-----------------------|
| 1. Furnace Burner Zone | 22.0 | 0.004888 | 0.000500 | 76198.82 | 29.24 | 303.55 | 1454.55 | 12.03 | 864.79 | 1.72 | 2007.72 | 2874.23 | 4328.79 | 7972 |
| 2. Furnace Middle Zone | 22.0 | 0.004006 | 0.000468 | 83214.04 | 30.02 | 329.59 | 1493.41 | 12.03 | 864.79 | 1.72 | 2007.72 | 2874.23 | 4367.65 | 8044 |
| 3. Econ. Interm./Lower Assy | 3.0 | 0.000836 | 0.000271 | 31820.94 | 50.40 | 164.95 | 2507.26 | 57.43 | 4128.60 | 6.76 | 1545.60 | 5680.96 | 8188.23 | 15080 |
| 4. Economizer Upper Assy | 2.0 | 0.000430 | 0.000034 | 48732.74 | 19.40 | 194.84 | 965.34 | 19.14 | 1376.20 | 2.25 | 515.20 | 1893.65 | 2859.00 | 5265 |
| 5. SH. Low Temp. Assy | 4.0 | 0.002178 | 0.000194 | 88879.43 | 333.80 | 653.76 | 16606.81 | 134.71 | 9684.37 | 11.27 | 2576.00 | 12271.64 | 28878.45 | 53183 |
| 6. SH. High Temp. Assy | 10.0 | 0.008351 | 0.001567 | 123181.28 | 343.76 | 787.22 | 17102.71 | 336.78 | 24210.92 | 28.18 | 6440.00 | 30679.10 | 47781.80 | 87996 |
| 7. RH. Assy | 4.0 | 0.002608 | 0.000318 | 93766.85 | 136.21 | 473.77 | 6776.80 | 134.71 | 9684.37 | 11.27 | 2576.00 | 12271.64 | 19048.44 | 35080 |
| Mean | | 0.003328 | 0.000479 | 77970.58 | 134.69 | 415.38 | 6700.98 | 100.98 | 7259.15 | 9.03 | 2524.03 | 9792.21 | 16493.19 | 30374 |
| Total | | 0.023297 | 0.003353 | 545794.09 | 942.83 | 2907.69 | 46906.89 | 706.85 | 50814.04 | 63.18 | 17668.24 | 68545.46 | 115452.35 | 212619 |

ตาราง ๑2

ค่าใช้จ่ายในการใช้เครื่องเป็นถ้า เมื่อพิจารณาจากโมเดลการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานความร้อน

| Heating Area (Furnace/Convection Zone) | η (Time) | R_{fmax} (K/kW) | R_{fmax} (K/kW) | q_{fw} (kW) | Q_t (GJ) | Q_{gas} (GJ) | $Cost_f$ (Baht) | Q_{soot} (GJ) | $Cost_s$ (Baht) | $Cost_f$ (Baht) | $Cost_M$ (Baht) | $Cost_{soot}$ (Baht) | $Cost_{Total}$ (Baht/Day) | $m_{Lignite}$ (kg) |
|---|------------------|----------------------|----------------------|------------------|---------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------------|------------------------------|-----------------------|
| 1. Furnace Burner Zone | 6.0 | 0.005541 | 0.001153 | 76198.82 | 287.62 | 561.93 | 14309.29 | 3.28 | 235.85 | 0.47 | 547.56 | 783.88 | 15093.18 | 27796 |
| 2. Furnace Middle Zone | 6.0 | 0.004600 | 0.001062 | 83214.04 | 291.85 | 591.42 | 14520.02 | 3.28 | 235.85 | 0.47 | 547.56 | 783.88 | 15303.91 | 28184 |
| 3. Econ. Interm./Lower Ass'y | 1.0 | 0.001051 | 0.000486 | 31820.94 | 319.42 | 433.97 | 15891.32 | 19.14 | 1376.20 | 2.25 | 515.20 | 1893.65 | 17784.97 | 32753 |
| 4. Economizer Upper Ass'y | 1.0 | 0.000431 | 0.000035 | 48732.74 | 46.43 | 221.86 | 2309.79 | 9.57 | 688.10 | 1.13 | 257.60 | 946.83 | 3256.62 | 5997 |
| 5. SH. Low Temp. Ass'y | 1.0 | 0.002241 | 0.000257 | 88879.43 | 595.90 | 915.86 | 29646.68 | 33.68 | 2421.09 | 2.82 | 644.00 | 3067.91 | 32714.59 | 60248 |
| 6. SH. High Temp. Ass'y | 1.0 | 0.009713 | 0.002930 | 123181.28 | 9924.32 | 10367.77 | 493747.40 | 33.68 | 2421.09 | 2.82 | 644.00 | 3067.91 | 496815.31 | 914945 |
| 7. RH. Ass'y | 1.0 | 0.002794 | 0.000504 | 93766.85 | 1137.68 | 1475.24 | 56601.02 | 33.68 | 2421.09 | 2.82 | 644.00 | 3067.91 | 59668.93 | 109888 |
| Mean | | 0.003767 | 0.000918 | 77970.58 | 1800.46 | 2081.15 | 89575.08 | 19.47 | 1399.90 | 1.82 | 542.85 | 1944.57 | 91519.64 | 168544 |
| Total | | 0.026372 | 0.006427 | 545794.09 | 12603.21 | 14568.07 | 627025.53 | 136.31 | 9799.28 | 12.77 | 3799.92 | 13611.97 | 640637.50 | 1179811 |

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ภาคผนวก ก

เอกสารตีพิมพ์เผยแพร่

**ผลของการใช้เครื่องเป่าเถ้าที่มีต่อประสิทธิภาพ
หม้อกำเนิดไอน้ำในโรงไฟฟ้าถ่านหิน**
**EFFECT OF SOOT BLOWER USE ON BOILER
EFFICIENCY IN A COAL-FIRED POWER PLANT**

ทงเกียรติ เกียรติศิริโรจน์ และ เชิดชัย วิชา
Tanongkiat Kiatsiriroat and Cherdchai Wicha
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering
Chiang Mai University

บทคัดย่อ

จุดมุ่งหมายของงานวิจัยนี้ เป็นการศึกษาถึงผลกระทบต่อประสิทธิภาพของหม้อกำเนิดไอน้ำและการประหยัดพลังงานในโรงไฟฟ้าแม่เมาะที่ใช้ถ่านหิน ขณะมีการใช้เครื่องเป่าเถ้า โดยจะพิจารณาจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของก๊าซร้อนที่ออกจากหม้อกำเนิดไอน้ำ เพื่อวิเคราะห์หาความถี่ที่เหมาะสมในการใช้เครื่องเป่าเถ้า ที่ทำให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด แล้วทำการประเมินผลทางเศรษฐศาสตร์เปรียบเทียบกับการใช้เครื่องเป่าเถ้าแบบเดิม จากการศึกษาพบว่า ความถี่ที่เหมาะสมในการใช้เครื่องเป่าเถ้าคือทุกๆ 6 ชั่วโมง และเมื่อทำการเปรียบเทียบกับการใช้เครื่องเป่าเถ้าแบบเดิม พบว่าสามารถประหยัดเงินได้จำนวน 2,501,425.30 บาทต่อปี คิดเป็นปริมาณเชื้อเพลิงถ่านหินจำนวน 4,606,676 kg. ต่อปี

ABSTRACT

This study is to investigate an effect of soot blower use on boiler efficiency and energy saving in a coal-fires power plant. With the information data of the flue gas temperature, an appropriate number of frequency in using the soot blower for high boiler efficiency has been evaluated. The results show that the appropriate frequency is 4 times a day or using the soot blower every 6 hours. The amount of 2,501,425.30 Baht or a quantity of 4,606,676 kg lignite could be saved annually.

1. บทนำ

โรงไฟฟ้าถ่านหินที่ทำการศึกษาคือโรงไฟฟ้าแม่เมาะ หน่วยที่ 10,11 มีขนาดกำลังผลิต 300,000 kW. อัตราการผลิตไอน้ำ 245 kg/s ที่ความดัน 167 bar(g) อุณหภูมิ 540 °C อัตราการใช้เชื้อเพลิงถ่านหิน 300,000 kg/hr. (Full Road) คุณสมบัติของถ่านหินลิกไนต์ จากการวิเคราะห์โดยประมาณ (Proximate Analysis) พบว่ามีค่าความร้อน (High Heating Value) ประมาณ 9,211 – 11,794 kJ/kg. ค่าความชื้น (Moisture) 29 - 35 % ซัลเฟอร์ (Sulphur) 1.6 – 2.98 % เถ้า (Ash) 22 – 30 % Volatile Matter 25 – 35 % จากคุณสมบัติดังกล่าวก่อให้เกิดปัญหาในการเดินเครื่องมาก เนื่องจากการสะสมตัวของเถ้าที่ผิวท่อในอัตราที่สูง ทำให้การถ่ายเทความร้อนจากก๊าซร้อนไปยังน้ำหรือไอน้ำน้อยลง เป็นผลให้ประสิทธิภาพของหม้อกำเนิดไอน้ำลดลง เกิดการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง และเมื่อมีการเกาะตัวมาจนเป็นก้อนใหญ่ ก็จะหล่นลงใต้หม้อกำเนิดไอน้ำ ทำให้ท่อใต้เตาขุบ เสียหาย และอาจส่งผลให้หม้อกำเนิดไอน้ำหยุดการทำงาน (Boiler Trip) จากปัญหาที่เกิดขึ้นดังกล่าว จึงทำให้หม้อกำเนิดไอน้ำต้องมีอุปกรณ์ที่ใช้ทำความสะอาดผิวท่อ ซึ่งเรียกอุปกรณ์ดังกล่าวว่า เครื่องเป่าเถ้า (Soot Blower) การทำงานของเครื่องเป่าเถ้าดังกล่าว จะทำการพ่นไอน้ำไปยังบริเวณที่มีเถ้าเกาะสะสมตัวบนผิวท่อ ทำให้เถ้าหลุดออกจากผิวท่อ แต่ในปัจจุบันในหม้อกำเนิดไอน้ำยังไม่มีตัวบ่งบอกถึงปริมาณเถ้าที่เกาะบนผิวท่อที่ถูกต้องตามความเป็นจริงในแต่ละพื้นที่ ทำให้พนักงานเดินเครื่อง (Operator) ใช้เครื่องเป่าเถ้าไม่เหมาะสมกับปริมาณเถ้าที่เกาะบนผิวท่อ เป็นผลให้สิ้นเปลืองไอน้ำที่ใช้ในการเป่าทำความสะอาด สูญเสียความร้อนไปกับก๊าซร้อนที่ออกจากหม้อกำเนิดไอน้ำ ซึ่งดูจากอุณหภูมิของก๊าซร้อนที่ออกจากหม้อกำเนิดไอน้ำจะสูงขึ้น และจะมีผลกระทบที่

ตามมาคือ ทำให้ท่อของหม้อกำเนิดไอน้ำ บริเวณที่เป่ามากเกินไปเกิดการสึกกร่อน (Erosion) และบริเวณที่เป่าทำความสะอาดน้อยหรือไม่สะอาดเกิดปัญหาการสึกกร่อน (Corrosion) เป็นสาเหตุทำให้ท่อดังกล่าวเกิดความเสียหายในเวลาต่อมา

ด้วยเหตุดังกล่าวจึงได้ทำการศึกษาถึงการเกาะสะสมตัวของเถ้าบนผิวท่อ โดยพิจารณาอุณหภูมิที่ออกจากหม้อกำเนิดไอน้ำ เปรียบเทียบกับการใช้เครื่องเป่าเถ้า ที่ทางพนักงานเดินเครื่องใช้งานอยู่เป็นประจำ จากข้อมูลดังกล่าวได้นำมาวิเคราะห์รูปแบบการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของก๊าซร้อน แล้วคำนวณหาความถี่ที่เหมาะสมในการทำความสะอาดท่อ โดยเน้นด้านการประหยัดพลังงานสูงสุด การศึกษาดังกล่าวจะเป็นประโยชน์ให้กับพนักงานเดินเครื่องที่จะพิจารณาในการเลือกใช้เครื่องเป่าเถ้า เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการแลกเปลี่ยนความร้อนของหม้อกำเนิดไอน้ำ และประหยัดค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิง และปริมาณไอน้ำที่ใช้ทำความสะอาดท่อ

2. การใช้เชื้อเพลิงของโรงไฟฟ้าแม่เมาะ

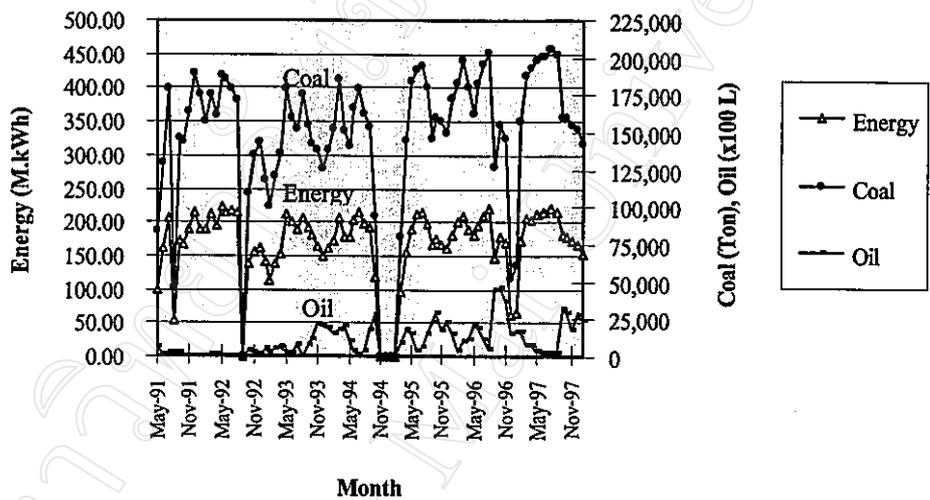
โรงไฟฟ้าแม่เมาะเป็นโรงไฟฟ้าพลังไอน้ำ ที่ใช้เชื้อเพลิงจากถ่านหินลิกไนต์ มีโรงไฟฟ้าจำนวน 13 หน่วย กำลังการผลิตทั้งหมด 2625 MW. โดยโรงไฟฟ้าแม่เมาะหน่วยที่ 1-3 มีกำลังการผลิตหน่วยละ 75 MW. หน่วยที่ 4-7 มีกำลังการผลิตหน่วยละ 150 MW. และหน่วยที่ 8-13 มีกำลังการผลิตหน่วยละ 300 MW.

สำหรับโรงไฟฟ้าแม่เมาะที่จะทำการศึกษาค้างนี้ จะเป็นหน่วยที่ 10-11 ซึ่งมีหม้อกำเนิดไอน้ำเป็นแบบ Forced Circulation Boiler (Water Tube Boiler) มีอัตราการใช้เชื้อเพลิงถ่านหินลิกไนต์ 300,000 kg/hr. ที่กำลังการผลิตสูงสุด อัตราการผลิตไอน้ำ 245 kg/s ที่ความดัน 167 bar (g) และอุณหภูมิ 540 °C ประสิทธิภาพของหม้อกำเนิดไอน้ำ (η_p) ประมาณ 92 % โดยโรงไฟฟ้าแม่เมาะหน่วยที่ 10 เริ่มผลิตกระแสไฟฟ้าตั้ง

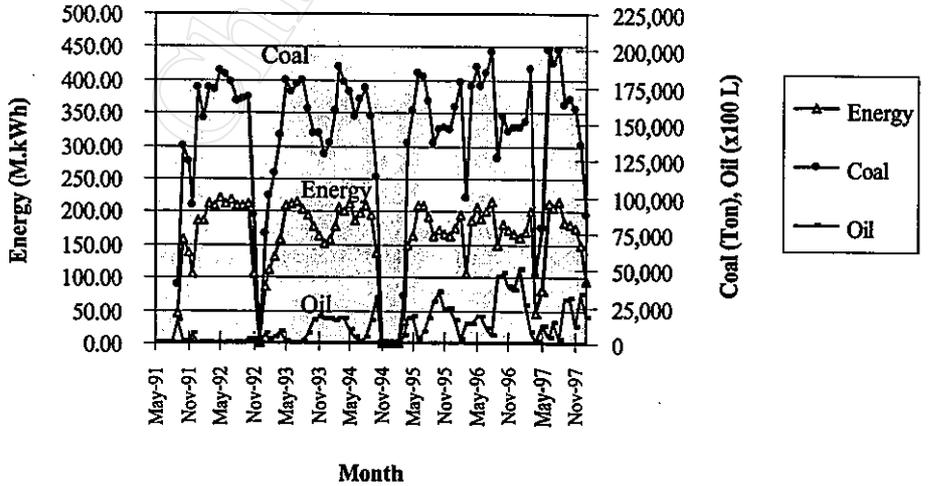
แต่เดือน พฤษภาคม 2534 มีการใช้ถ่านหินลิกไนต์เฉลี่ย 155,491 ตัน/เดือน และใช้น้ำมันเฉลี่ย 1,114,635 ลิตร/เดือน (ข้อมูล : พ.ศ. 2534 - ม.ค. 2541) ส่วนโรงไฟฟ้าแม่เมาะหน่วยที่ 11 เริ่มผลิตกระแสไฟฟ้าตั้งแต่เดือน กันยายน 2534 มีการใช้

ถ่านหินลิกไนต์เฉลี่ย 148,270 ตัน/เดือน และใช้น้ำมันเฉลี่ย 1,271,019 ลิตร/เดือน (ข้อมูล: ก.ย. 2534 - ม.ค. 2541) ลักษณะถ่านหินและน้ำมันเปรียบเทียบกับพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ แสดงในรูป 1.

FUEL CONSUMPTION UNIT 10 (May 91-Jan 98)



FUEL CONSUMPTION UNIT 11 (May 91-Jan 98)



รูป 1. การใช้เชื้อเพลิงถ่านหินลิกไนต์และน้ำมันของโรงไฟฟ้าแม่เมาะ หน่วยที่ 10,11

จากรูป 1 การใช้เชื้อเพลิงของโรงไฟฟ้าแม่เมาะ หน่วยที่ 10, 11 พบว่าอัตราการใช้ถ่านหินลิกไนต์จะมากที่สุดในช่วงฤดูร้อน ประมาณ 205,000 ตัน/เดือน และมีการใช้ถ่านหินลิกไนต์น้อยในช่วงฤดูหนาว ประมาณ 140,000 ตัน/เดือน โดยช่วงฤดูหนาวนี้ จะใช้น้ำมันดีเซลเข้ามาใช้ทดแทน เพื่อลดปัญหาการเกิดมลภาวะทางอากาศ หลังจากเดินเครื่องโรงไฟฟ้าจะทำการหยุดเครื่อง เพื่อทำการตรวจสอบอุปกรณ์ต่างๆ ของโรงไฟฟ้า โดยจะหยุดทุก ๆ 2 ปี ใช้เวลาในการตรวจสอบ 35-40 วัน แต่ในเดือน พฤศจิกายน 2538 ถึง กุมภาพันธ์ 2539 ที่ไม่มีการใช้เชื้อเพลิง เนื่องจากมีการหยุดโรงไฟฟ้าเพื่อติดตั้ง โรงกำจัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (FGD Plant)

จากข้อมูลการใช้เชื้อเพลิงเทียบกับพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ จะพบว่าแนวโน้มการผลิตพลังงานไฟฟ้าจะมากน้อยตามเชื้อเพลิงถ่านหินลิกไนต์ ทั้งนี้เนื่องจากถ่านหินลิกไนต์เป็นเชื้อเพลิงหลักที่ใช้ ส่วนน้ำมันจะใช้เสริมช่วงลดมลภาวะทางอากาศ และช่วงจุดเตาเริ่มต้นเท่านั้น

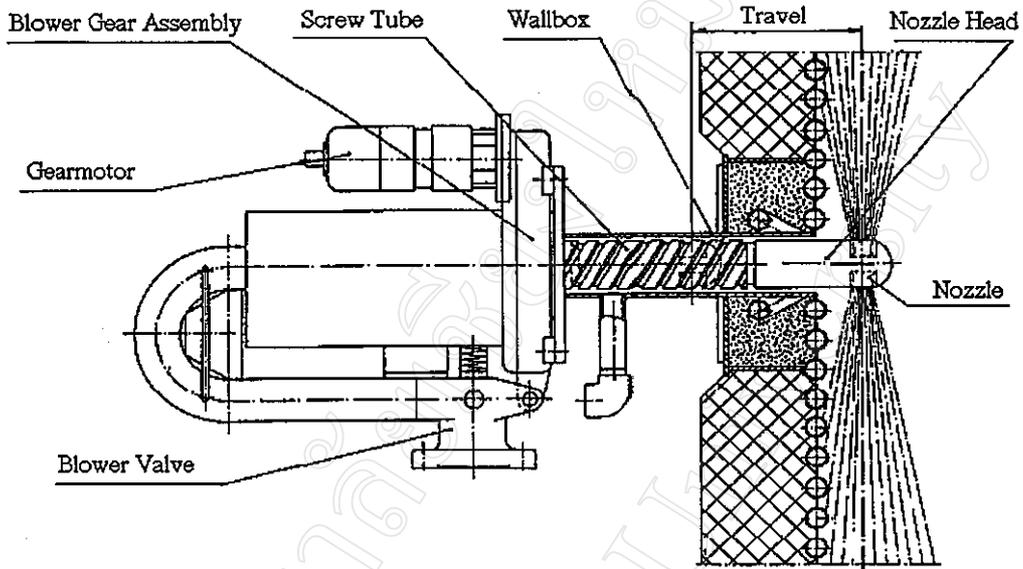
3. การใช้เครื่องเป่าถ่านในการทำความสะอาดหม้อกำเนิดไอน้ำ

หม้อกำเนิดไอน้ำใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง จะมีการเกาะสะสมตัวของเถ้าที่บริเวณผิวท่อ จำนวนมาก น้อยขึ้นกับปริมาณเถ้าในถ่านหินนั้น (Ash Content) การเกาะตัวของเถ้าดังกล่าว จะมีผลทำให้การถ่ายเทความร้อนระหว่างก๊าซร้อนกับน้ำหรือไอน้ำภายในท่อลดลง ส่งผลให้ประสิทธิภาพของหม้อกำเนิดไอน้ำลดลง ดังนั้นที่หม้อกำเนิดไอน้ำจึงมีอุปกรณ์ทำความสะอาดเถ้า ซึ่งเรียกว่า เครื่องเป่าถ่าน (Soot Blower)

หม้อกำเนิดไอน้ำของโรงไฟฟ้าแม่เมาะ หน่วยที่ 8-11 จะมีเครื่องเป่าถ่าน ทั้งหมด 182 ตัวต่อหน่วย โดยแยกเป็น เครื่องเป่าถ่าน ที่ทำความสะอาดผนังเตาบริเวณ Furnace Zone จำนวน 98 ตัว ซึ่งเรียกว่า Short Retracting Blower และเครื่องเป่าถ่าน ที่ทำความสะอาด Superheater Coil, Reheater Coil และ Economizer Coil หรือ Convection Zone มีจำนวน 84 ตัว จะเรียกว่า Long Retracting Blower ดังแสดงในรูป 2 และ 3 สำหรับข้อมูลของเครื่องเป่าถ่านแต่ในแบบ จะแสดงในตารางที่ 1.

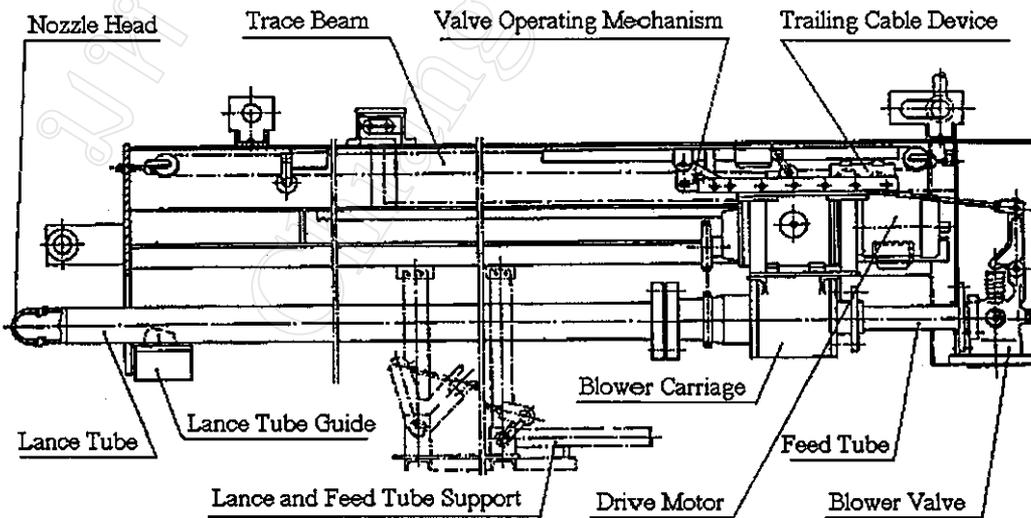
ตาราง 1. ข้อมูลของเครื่องเป่าถ่านในหม้อกำเนิดไอน้ำ [3]

| Soot Blower | Short Retracting Blower | Long Retracting Blower |
|--------------------------------|--|---------------------------------------|
| 1. Types | V58 | RKS 81 E |
| 2. Number | 98 | 84 |
| 3. Power per blower | 0.25 kW. | 0.75 kW. |
| 4. Blowing Travel | - | 7415 Mm. |
| 5. Blowing Time per Blower | 10 sec | 390 sec |
| 6. Operational Time per Blower | 36 sec | 406 sec |
| 7. Steam Condition | 174 Bar, 405 °C | 174 Bar, 405 °C |
| 8. Blowing Pressure | 10.34 Bar | 5 – 12 Bar41 |
| 9. Motor : Type. | FZBL D71N 10-4/35 | FD 80N16-4 |
| Capacity at 40 °C | 0.25 kW.,1410 rpm.,380 V. 0.76 Amp. | 0.75 kW.,1390 rpm.,380 V. 2.0 Amp. |



SHORT RETRACTABLE BLOWER

รูป 2. เครื่องเป่าเต้า Short Retracting Blower Type V58 [3]



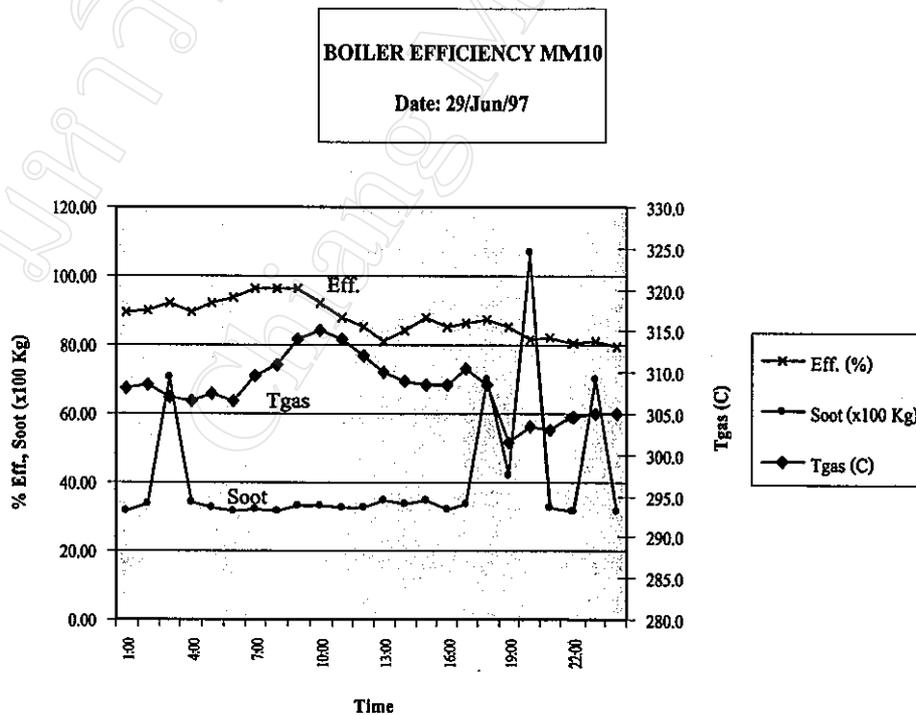
LONG RETRACTABLE BLOWER

รูป 3. เครื่องเป่าเต้า Long Retracting Blower Type RKS 81 E [3]

การใช้เครื่องเป่าไอน้ำในปัจจุบัน พนักงานเดินเครื่องจะใช้ Short Retracting Blower ทั้ง 98 ตัว จำนวน 6 รอบ/วัน (ใช้ปริมาณไอน้ำ 9,408 kg พลังงานไฟฟ้า 1.47 kWh) และใช้ Long Retracting Soot Blower ทั้ง 84 ตัว จำนวน 1 รอบ/วัน (ใช้ปริมาณไอน้ำ 74,692.8 kg พลังงานไฟฟ้า 7.105 kWh) โดยจะดูจากอุณหภูมิของก๊าซร้อนที่ออกจากหม้อกำเนิดไอน้ำ และอุณหภูมิของไอน้ำ (Main Steam) พิจารณาประกอบการใช้เครื่องเป่าไอน้ำด้วย ถ้าอุณหภูมิของไอน้ำสูงจะใช้ Short Retracting Blower มากขึ้น แต่ถ้าอุณหภูมิของก๊าซร้อนสูง ก็จะใช้ ทั้ง Short Retracting Blower และ Long Retracting Blower มากขึ้น เนื่องจากไม่มีเครื่องมือบ่งบอกความสกปรกที่บริเวณผิวท่อในแต่ละพื้นที่ พนักงานเดินเครื่องจะไม่สามารถใช้เครื่องเป่าไอน้ำให้

ตรงกับจุดที่สกปรกได้ ทำให้การใช้ เครื่องเป่าไอน้ำไม่ได้ ประสิทธิภาพสูงสุด

การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นหลังมีการใช้เครื่องเป่าไอน้ำทำความสะอาดห้องระเหย จะพบว่าอุณหภูมิของก๊าซร้อนที่ออกจากหม้อกำเนิดไอน้ำจะลดลงมาอยู่ที่ประมาณ 300 - 305 °C โดยวัดอุณหภูมิที่ออกจาก Economizer Coil ถ้าไม่มีการใช้เครื่องเป่าไอน้ำทำความสะอาด หรือปล่อยทิ้งช่วงนานๆ จะทำให้อุณหภูมิของก๊าซร้อนที่ออกจากหม้อกำเนิดไอน้ำสูงขึ้น ไปที่ค่าประมาณ 315 - 320 °C ดังนั้นค่าอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไป (ΔT) มีค่าประมาณ 15 - 20 °C คิดเป็นพลังงานความร้อนที่หม้อกำเนิดไอน้ำได้รับเพิ่มขึ้นจากก๊าซร้อนประมาณ 5,488 - 7,318 kJ ต่อวินาที รูปที่ 4 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของก๊าซร้อนและประสิทธิภาพของหม้อกำเนิดไอน้ำในแต่ละชั่วโมง



รูป 4. การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของก๊าซร้อนและประสิทธิภาพของหม้อกำเนิดไอน้ำในแต่ละชั่วโมง เมื่อมีการใช้เครื่องเป่าไอน้ำ (วันที่ 29 มิถุนายน 2540)

4. การประหยัดพลังงานเชื้อเพลิงเมื่อมีการใช้เครื่องเป่าแห้ง

พลังงานที่ใช้ในการทำความระเหยของหม้อกำเนิดไอน้ำ โดยใช้เครื่องเป่าแห้ง จะมาจากพลังงานไฟฟ้าที่มอเตอร์ใช้ในการขับเคลื่อนหัวพ่นไอน้ำ และพลังงานความร้อนจากไอน้ำที่ใช้เป่าทำความระเหย

พลังงานไฟฟ้าที่มอเตอร์ใช้ในการขับเคลื่อนหัวพ่นไอน้ำคำนวณจากสมการ

$$W_{\text{motor}} = N_1 \times N_2 \times P_m \times \text{Time} \quad (1)$$

เมื่อ N_1 = จำนวนครั้งในการเป่า
 N_2 = จำนวนเครื่องเป่าแห้งที่ใช้งาน
 P_m = กำลังที่ใช้ในการขับเคลื่อนหัวพ่นไอน้ำ (kW)

Time = เวลาที่ใช้ในการเป่าแห้งต่อตัว (h)

สำหรับ Short Retracting Blower จะใช้พลังงานไฟฟ้าดังนี้

$$W_{\text{motor}} = N_1 \times 98 \times 0.25 \times (36/3600) \\ = 0.245 \times N_1 \quad \text{kWh}$$

สำหรับ Long Retracting Blower จะใช้พลังงานไฟฟ้าดังนี้

$$W_{\text{motor}} = N_1 \times 84 \times 0.75 \times (406/3600) \\ = 7.105 \times N_1 \quad \text{kWh}$$

ค่าใช้จ่ายด้านกระแสไฟฟ้าเมื่อใช้เครื่องเป่าแห้ง

$$\text{Cost}_M = W_{\text{motor}} \times C_M$$

เมื่อ C_M = ค่ากระแสไฟฟ้าต่อหน่วย kWh
 = 1.7385 บาท

ส่วนพลังงานความร้อนจากไอน้ำที่ใช้เป่าทำความระเหยต่อคำนวณจากสมการ

$$Q_{\text{steam}} = m_{\text{soot}} (h_s - h_r) \quad (2)$$

เมื่อ m_{soot} = ปริมาณไอน้ำที่ใช้ทำความระเหย (kg)

h_s = Enthalpy ของไอน้ำที่ใช้ในการทำความระเหย (kJ/kg)

h_r = Enthalpy ของน้ำที่เข้าไปในหม้อ

กำเนิดไอน้ำ (kJ/kg)

เมื่อมีการใช้เครื่องเป่าแห้ง จะทำให้อุณหภูมิของก๊าซร้อนที่ออกจากหม้อกำเนิดไอน้ำลดลง เนื่องจากการแลกเปลี่ยนความร้อนให้กับน้ำและไอน้ำในท่อมากขึ้น พลังงานความร้อนที่ได้รับกลับมาจากก๊าซร้อนเพิ่มขึ้นนี้จะคำนวณได้จากสมการ

$$Q_{\text{gas}} = m_{\text{gas}} \times C_p \times (T_{\text{max}} - T_{\text{gas}}) \quad (3)$$

เมื่อ m_{gas} = ปริมาณของก๊าซร้อนที่ออกจากหม้อกำเนิดไอน้ำ (kg)

C_p = ค่าความร้อนจำเพาะของก๊าซร้อน (kJ/kg K)

T_{max} = อุณหภูมิสูงสุดของก๊าซร้อนเมื่อไม่มีการใช้เครื่องเป่าแห้ง ($^{\circ}\text{C}$)

T_{gas} = อุณหภูมิสูงสุดของก๊าซร้อนที่เปลี่ยนแปลงเมื่อมีการใช้เครื่องเป่าแห้ง ($^{\circ}\text{C}$)

ดังนั้นพลังงานความร้อนสุทธิที่ประหยัดได้เมื่อมีการใช้เครื่องเป่าแห้ง (Q_{save}) สามารถคำนวณจากสมการ

$$Q_{\text{save}} = Q_{\text{gas}} - Q_{\text{steam}} \quad (4)$$

และสามารถประหยัดเชื้อเพลิงหรือถ่านหินลิกไนต์ได้ดังสมการ

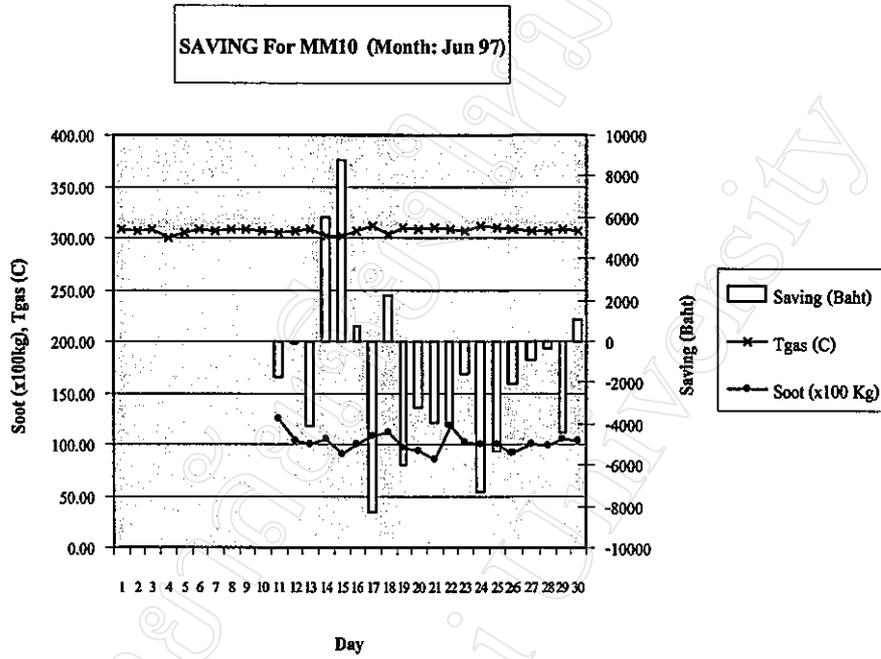
$$m_{\text{Lignite}} = \frac{Q_{\text{save}}}{\text{LHV}_{\text{Lignite}}} \quad \text{kg} \quad (5)$$

เมื่อ $\text{LHV}_{\text{Lignite}}$ = ค่าความร้อนสุทธิของ

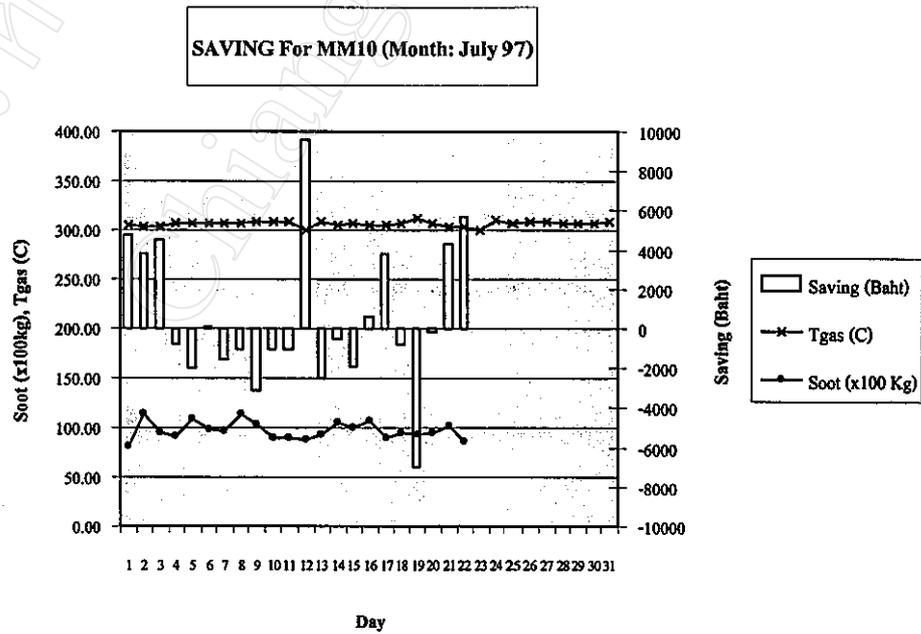
ถ่านหินลิกไนต์ (kJ/kg)

ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดขึ้น (Saving) เมื่อมีการใช้เครื่องเป่าแห้งจะคำนวณจากสมการ

$$\text{Saving} = (m_{\text{Lignite}} \times \text{Cost}_L) - (m_{\text{soot}} \times \text{Cost}_S) - \text{Cost}_M \quad (6)$$



รูป 5. การประหยัดค่าใช้จ่ายเมื่อใช้เครื่องเป่าแก้ว (มิถุนายน 2540)

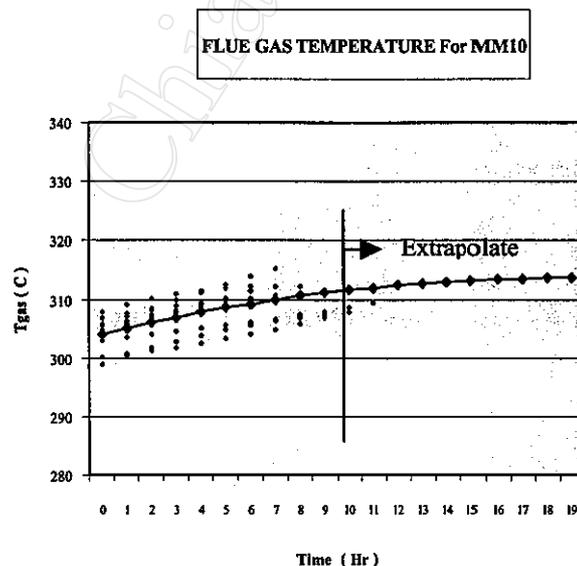


รูป 6. การประหยัดค่าใช้จ่ายเมื่อใช้เครื่องเป่าแก้ว (กรกฎาคม 2540)

จากรูป 5, 6 แสดงการประหยัดค่าใช้จ่ายเมื่อพนักงานเดินเครื่องมีการใช้เครื่องเป่าแก้วทำความสะอาดท่อตามสภาวะที่ถือปฏิบัติมา โดยจะใช้ไอน้ำที่มีความดัน 174 Bar อุณหภูมิ 405 °C ทำความสะอาดท่อจำนวน 99,210 kg ต่อวัน พลังงานความร้อนที่ใช้กับเครื่องเป่าแก้วในการทำความสะอาดท่อโดยเฉลี่ยเท่ากับ 187.855 GJ ต่อวัน ได้พลังงานความร้อนที่สูญเสียไปกับก๊าซร้อนคืนมาจำนวน 259.585 GJ ต่อวัน จะสามารถประหยัดพลังงานความร้อนได้ 71.73 GJ ต่อวัน คิดเป็นจำนวนถ่านหินลิกไนต์ที่ใช้ 6,693.02 kg ต่อวัน เมื่อคิดค่าใช้จ่ายที่ใช้เครื่องเป่าแก้วแล้วจะพบว่าขาดทุนไป 548.50 บาทต่อวัน ดังนั้นในหนึ่งปีจะสูญเสียเงินไปประมาณ 200,202.50 บาท จะเห็นว่าในปัจจุบันมีการใช้เครื่องเป่าแก้ว ไม่เหมาะสมกับสภาพความเป็นจริงทำให้สูญเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น

5. การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของก๊าซร้อนเมื่อมีการใช้เครื่องเป่าแก้ว

จากการเก็บข้อมูล 42 วัน จำนวน 1008 ครั้ง



รูป 7. การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของก๊าซร้อนที่ออกจากหม้อกำเนิดไอน้ำ

เมื่อนำมาวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของก๊าซร้อนที่ออกจากหม้อกำเนิดไอน้ำ หลังจากที่ทำความสะอาดผิวท่อจนสะอาดแล้วปล่อยให้เย็นโดยไม่มีการทำงาน ความสะอาด อุณหภูมิของก๊าซร้อนจะเพิ่มขึ้นตามรูปที่ 7 เมื่อหาค่าเฉลี่ยแล้วจะได้สมการการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของก๊าซร้อนที่สัมพันธ์กับเวลา (ชั่วโมง) ดังสมการ

$$T_{gas} = -0.0275 t^2 + 1.0245 t + 304.0752 \quad (7)$$

เมื่อ t = เวลา (h) ในช่วง 0 – 19 ชั่วโมง

จากสมการที่ (7) จะได้ว่าเมื่อใช้เครื่องเป่าแก้ว ทำความสะอาดผิวท่อในหม้อกำเนิดไอน้ำ หน่วยที่ 10 อุณหภูมิของก๊าซร้อนที่ออกจากหม้อกำเนิดไอน้ำ จะลดลงมาที่ 304.07 °C เมื่อปล่อยให้ไอน้ำอุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆจนเริ่มคงที่ ที่ 313.61 °C ซึ่งจะใช้เวลาประมาณ 19 ชั่วโมง เมื่อทำความสะอาดครั้งต่อไป อุณหภูมิของก๊าซร้อนก็จะลดลงมาที่ 304.07 °C

6. การประเมินผลทางเศรษฐศาสตร์

จากสมการที่ (7) แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของก๊าซร้อนที่ออกจากหม้อกำเนิดไอน้ำเมื่อนำมาวิเคราะห์ถึงพลังงานจะได้ว่า พลังงานความร้อนที่ให้กับไอน้ำในการทำความสะดวกห่อต่อครั้งจะมีค่าเท่ากับ 13.5532 GJ และพลังงานไฟฟ้าที่ป้อนให้มอเตอร์มีค่า 7.35 kWh สำหรับพลังงานที่ได้กลับมาจากก๊าซร้อนนั้น จะมีค่าดังสมการ

$$Q_{gas} = \dot{m}_g \cdot C_p \cdot \int_0^t (T_{max} - T_{gas}) dt \quad (8)$$

เมื่อ \dot{m}_g = อัตราการไหลของก๊าซร้อน (kg/s)
แทนค่า T_{max} เท่ากับ 313.6132 °C และ T_{gas}

ตามสมการ (7) จะได้

$$Q_{gas} = \dot{m}_g \cdot C_p \cdot \int_0^t (313.6132 - (-0.0275 t^2 + 1.0245 t + 304.0752)) dt$$

$$\text{ดังนั้น } Q_{gas} = \dot{m}_g \cdot C_p \cdot \int_0^t (0.0275 t^2 - 1.0245 t + 9.538) dt \quad (9)$$

จากสมการ (9) เมื่อทำความสะดวกทุกๆ 19 ชั่วโมง ซึ่งอุณหภูมิก๊าซร้อนคงที่แล้วเริ่มทำความสะดวกใหม่ จะได้พลังงานจากก๊าซร้อนกลับมาเท่ากับ 77.9481 GJ ดังนั้นจะประหยัดพลังงานความร้อนได้ 64.3949 GJ คิดเป็นเชื้อเพลิงถ่านลิกไนต์ที่ประหยัดได้ประมาณ 5900 kg. เมื่อหักค่าไอน้ำที่ใช้ในการทำความสะดวกและค่าไฟฟ้าที่ป้อนให้เครื่องเป่าแล้ว จะประหยัดเงินประมาณ 2890.92 บาท ในทุกๆ 19 ชั่วโมง ตารางที่ 2 และรูป 8 แสดงการวิเคราะห์หาช่วงเวลาที่เหมาะสมในการใช้ เครื่องเป่า ทำความสะดวกห่อ ซึ่งจะพบว่าถ้าทำความสะดวกห่อทุกๆ 6 ชั่วโมง จะประหยัดพลังงานได้ 127.14 GJ เมื่อหักค่าใช้จ่ายของไอน้ำและค่ากระแสไฟฟ้าแล้ว จะประหยัดเงินประมาณ 5334.60 บาท ในทุกๆ 19 ชั่วโมง หรือประมาณ 6738.44 บาทต่อวัน ดังนั้นในเวลา 1 ปีจะสามารถประหยัดเงินได้ถึง 2,459,530.60 บาท คิดเป็นปริมาณเชื้อเพลิงลิกไนต์ 4,529,522 kg.

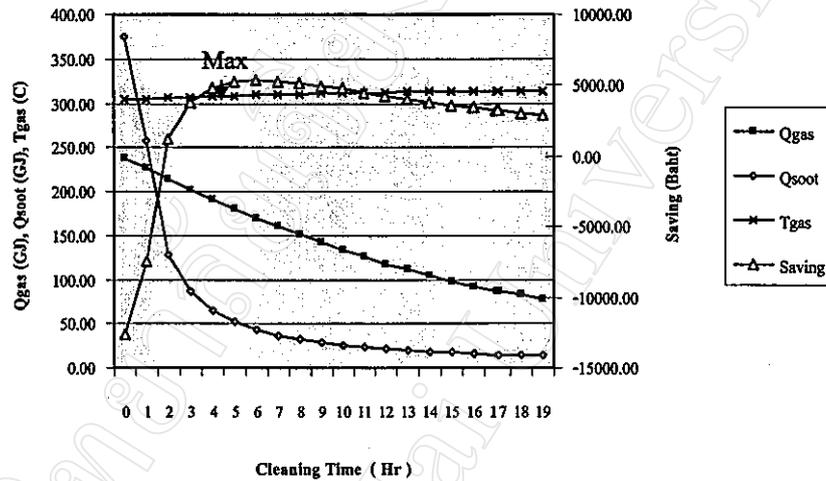
ตาราง 2. การประหยัดพลังงานในแต่ละช่วงเวลา (ความถี่) ที่เลือกใช้เครื่องเป่าแล้ว

| Clean (Hr) | T _{gas} (C) | Q _{gas} (GJ) | Q _{soot} (GJ) | Q _{save} (GJ) | Cost (Baht) | Clean (Hr) | T _{gas} (C) | Q _{gas} (GJ) | Q _{soot} (GJ) | Q _{save} (GJ) | Cost (Baht) |
|------------|----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|-------------|------------|----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|-------------|
| 0 | 304.08 | 238.72 | 374.21 | -135.49 | -12684.14 | 10 | 311.57 | 133.45 | 25.75 | 107.70 | 4764.04 |
| 1 | 305.07 | 226.13 | 257.51 | -31.38 | -7504.67 | 11 | 312.02 | 125.45 | 23.41 | 102.04 | 4536.39 |
| 2 | 306.01 | 214.00 | 128.76 | 85.24 | 1269.12 | 12 | 312.41 | 117.91 | 21.46 | 96.45 | 4303.16 |
| 3 | 306.90 | 202.32 | 85.84 | 116.48 | 3814.15 | 13 | 312.75 | 110.82 | 19.81 | 91.01 | 4070.89 |
| 4 | 307.73 | 191.11 | 64.38 | 126.73 | 4819.10 | 14 | 313.03 | 104.20 | 18.39 | 85.80 | 3844.28 |
| 5 | 308.51 | 180.35 | 51.50 | 128.85 | 5221.72 | 15 | 313.26 | 98.03 | 17.17 | 80.86 | 3626.75 |
| 6 | 309.23 | 170.05 | 42.92 | 127.14 | 5334.60 | 16 | 313.43 | 92.32 | 16.09 | 76.23 | 3420.89 |
| 7 | 309.90 | 160.22 | 36.79 | 123.43 | 5291.68 | 17 | 313.54 | 87.07 | 15.15 | 71.92 | 3228.66 |
| 8 | 310.51 | 150.84 | 32.19 | 118.65 | 5161.84 | 18 | 313.61 | 82.28 | 14.31 | 67.97 | 3051.61 |
| 9 | 311.07 | 141.92 | 28.61 | 113.30 | 4976.63 | 19 | 313.61 | 77.95 | 13.55 | 64.39 | 2890.92 |

รูป 9 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิของก๊าซร้อนที่
ออกจากหม้อกำเนิดไอน้ำและการประหยัดเงิน เมื่อ
มีการใช้ เครื่องเป่าไถ้ ทำความสะอาดทุกๆ 6

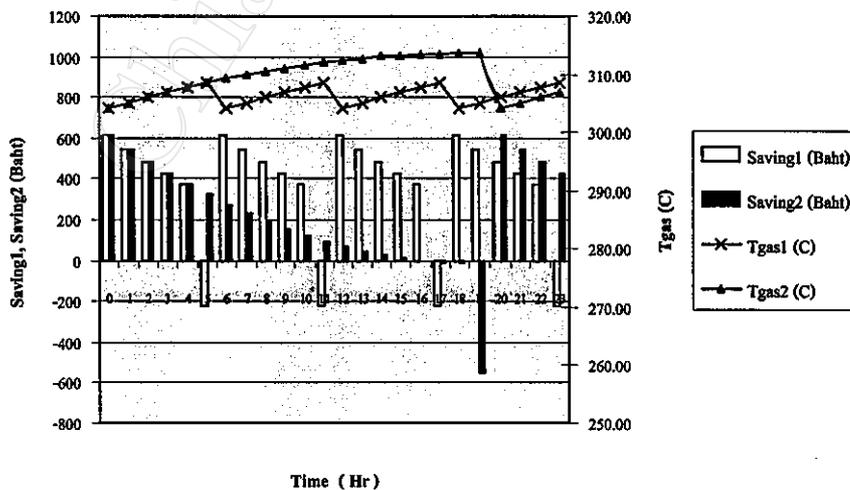
และ 19 ชั่วโมง จะเห็นว่าการทำงานสะอาดทุกๆ 6 ชั่วโมงจะประหยัดเงินได้มากกว่าการทำงานสะอาดทุกๆ
19 ชั่วโมง ประมาณ 2443.68 บาท

CLEANING CYCLE For SOOT BLOWER



รูป 8. ช่วงเวลาที่เหมาะสมในการเลือกใช้เครื่องเป่าไถ้

SAVING For MM10



รูป 9. การเปรียบเทียบอุณหภูมิของก๊าซร้อนและการประหยัดเงินเมื่อใช้เครื่องเป่าไถ้

ในช่วงเวลาทุกๆ 6 ชั่วโมง (Saving1, Tgas1) และทุกๆ 19 ชั่วโมง (Saving2, Tgas2)

7. สรุป

การใช้เครื่องเป่าเตาในปัจจุบัน จะใช้ Short Retracting Blower ทำความสะอาดท่อบริเวณผนังเตา (Furnace Zone) ด้วยความถี่ 6 ครั้งต่อวัน และใช้ Long Retracting Blower ทำความสะอาดท่อบริเวณแผง Superheater, Reheater และ Economizer (Convection Zone) ด้วยความถี่ 1 ครั้งต่อวัน จะสามารถประหยัดพลังงานความร้อนได้ 71.73 GJ ต่อวัน เมื่อหักค่าใช้จ่ายของค่าไอน้ำที่ใช้ทำความสะอาดและค่ากระแสไฟฟ้าแล้ว จะสูญเสียเงินไปประมาณ 548.50 บาทต่อวัน ถ้าไม่คิดค่าใช้จ่ายที่เสียไปกับ Steam Trap จำนวน 433.72 บาทต่อวันแล้ว จะขาดทุนประมาณ 114.78 บาทต่อวัน ดังนั้นในเวลา 1 ปี จะขาดทุนไปประมาณ 41,894.70 บาท คิดเป็นปริมาณเชื้อเพลิงถ่านหินลิกไนต์จำนวน 77,154 kg เมื่อทำการวิเคราะห์หาความถี่ที่เหมาะสมในการ

ใช้งานเครื่องเป่าเตา โดยพิจารณาจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของก๊าซร้อนที่ออกจากหม้อกำเนิดไอน้ำ จะต้องใช้ Short Retracting Blower และ Long Retracting Blower ทำความสะอาดท่อด้วยความถี่ทุกๆ 6 ชั่วโมง จะประหยัดพลังงานความร้อนได้ 127.14 GJ ต่อ 19 ชั่วโมง หรือ 160.598 GJ ต่อวัน เมื่อหักค่าใช้จ่ายค่าไอน้ำที่ใช้ทำความสะอาดและค่ากระแสไฟฟ้าแล้ว จะประหยัดเงินประมาณ 6738.44 บาทต่อวัน ดังนั้นในเวลา 1 ปี จะประหยัดเงินได้ประมาณ 2,459,530.60 บาท คิดเป็นปริมาณเชื้อเพลิงถ่านหินลิกไนต์จำนวน 4,529,522 kg เมื่อทำการเปรียบเทียบกับการใช้เครื่องเป่าเตาแบบเดิมแล้ว พบว่าสามารถประหยัดเงินเพิ่มเป็น 2,501,425.30 บาทต่อปี คิดเป็นปริมาณเชื้อเพลิงถ่านหินจำนวน 4,606,676 kg. ต่อปี

เอกสารอ้างอิง

1. สุนันท์ ศรีณขนิตย์. (2530). *การถ่ายเทความร้อน*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ธนบุรี.
2. Bergmann GMBH. (1989). *Soot Blower-Mechanical*. Maintenance Manual, Volume 2, Tab 10. Canada: Combustion Engineering, Inc.
3. Gunn, D. and Horton, R. (1989). *Industrial Boilers*. Great Britain: The Bath Press, Avon.
4. Kakac, S. and Paykoc, E. (1991). *Basic Design Methods of Heat Exchangers*. in S. Kakac (Ed), Boilers, Evaporators and Condensers, (pp.9-68). U.S.A.: John Woley & Sons, Inc.
5. Singer, G. J. (1991). *Combustion Fossil Power*. (4th ed.). U.S.A.: Combustion Engineering, Inc.
6. Stoecker, W. F. (1989). *Design of Thermal System*. New York: Mc Graw-Hill Book Company.
7. Plant Operation Division 3. (1995). *Lignite and Ash Properties*. Technical Data Book, (pp. 4-13). Thailand: Mae Moh Power Plant Operation Department.
8. Vogel, F. (1985). *Ash Deposition and Gas Temperature Study, Mae-Moh Unit#4*. Combustion Engineering, Canada
9. Wynnyckyj, R. J. and Rhodes, E. (1983). *Mechanisms of Furnace Fouling*. in J. Taborek, G.F. Hewitt and - N. Afgan (Eds.), Heat Exchangers: Theory and Practice, (pp. 817-831). U.S.A.: Mc. Graw-Hill Book Company.

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ภาคผนวก ช
เอกสารการประชุมทางวิชาการ

การใช้เครื่องเป่าเตาเพื่อทำความสะอาดผิวท่อของหม้อไอน้ำ ในโรงไฟฟ้าแม่เมาะ

Soot Blower Operation for Boiler Tube Cleaning In Mae Moh Power Plant

เชิดชัย วิชา และ ทนงเกียรติ เกียรติศิริโรจน์

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
เชียงใหม่ 50200

โทร 053-944144, โทรสาร 053-944145, E-Mail : tanong@mech.dome.eng.cmu.ac.th

Cherdchai Wicha and Tanongkiat Kiatsirirot

Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering Chiang Mai University

Chiang Mai 50200, Thailand

Tel : 053-944144 Fax : 053-944145, E-Mail : tanong@mech.dome.eng.cmu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาหารูปแบบการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานความร้อนของเตาที่เกาะสะสมตัวบนผิวท่อในหม้อกำเนิดไอน้ำ ที่ใช้ถ่านหินลิกไนต์เป็นเชื้อเพลิง และหาแนวทางในการใช้เครื่องเป่าเตาเพื่อทำความสะอาดผิวท่อ จากการศึกษาพบว่า รูปแบบการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานความร้อนของเตา จะมีค่าเพิ่มขึ้นตามเวลา และเริ่มค่อยๆคงที่เมื่อเข้าใกล้ค่าสูงสุด การเกาะสะสมตัวของเตาบริเวณ Furnace zone จะมีอัตราเร็วกว่าบริเวณ Convection zone ทำให้ต้องใช้ความถี่ในการเป่าทำความสะอาดท่อสูง คือ 22 ครั้งต่อวัน ส่วนบริเวณ Convection zone จะต้องใช้เครื่องเป่าเตาเพื่อทำความสะอาดที่ SH. horizontal high temp. ass'y, SH. horizontal low temp. ass'y, RH. horizontal ass'y, Economizer interm./lower ass'y และ Economizer upper ass'y ด้วยความถี่ 10, 4, 4, 3 และ 2 ครั้งต่อวันตามลำดับ จะทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายน้อยที่สุดประมาณ 62,537 บาทต่อวัน สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้ ประมาณ 284,475 บาทต่อวัน หรือประมาณ 93,307,800 บาทต่อปี คิดเป็นถ่านหินลิกไนต์ที่ประหยัดได้ 171,838 ตันต่อปี หรือประมาณ 8.13 % ของราคาเชื้อเพลิงที่ใช้ทั้งหมด

Abstract

This research is to study the effect of ash deposition on thermal resistance of coal-fired boiler tubes in Mae Moh power plant. The suitable frequency in using soot blower for cleaning up the boiler tube surfaces is considered. From the study, the thermal resistance increases with time and becomes nearly constant when it closed the maximum limit. The ash deposition rate in the furnace zone is higher than that in the convection zone and the optimal frequency in using its soot blower is 22 times/day while those of the soot blowers at the SH. horizontal high temp. ass'y, SH. horizontal low temp. ass'y, RH. horizontal ass'y, Economizer interm./lower ass'y and Economizer upper ass'y should be at 10, 4, 4, 3 and 2 times/day respectively. The operating cost estimated is amount 62,537 Baht/day and the operating cost could be saved of 284,475 Baht/day or 93,307,800 Baht/year. On the other words, it saves lignite consumption for 171,838 ton/year that is 8.13 % of the total fuel cost.

1. บทนำ

หม้อกำเนิดไอน้ำของโรงไฟฟ้าแม่เมาะ จะใช้ถ่านลิกไนต์จากเหมืองแม่เมาะเป็นเชื้อเพลิง ซึ่งจะมีค่าความร้อน (Heating Value) ต่ำ มีปริมาณความชื้น (Moisture), ซัลเฟอร์ (Sulphur) และเถ้า (Ash) ค่อนข้างสูง (High Heating Value = 2,200 - 2,817 kcal/kg, Moisture = 32 %, Sulphur = 1.7 %, Ash = 22-26 %) จากคุณสมบัติดังกล่าวมีผลทำให้การสะสมตัวของเถ้าบนผิวท่อสูง ทำให้เกิดปัญหาในการเดินเครื่อง โดยเถ้าที่เกาะสะสมตัวบนผิวนั้น จะเป็นตัวการเพิ่มค่าความต้านทานความร้อน (Heat Resistance) ที่ผิวท่อขัดขวางการถ่ายเทความร้อนจากก๊าซร้อน (Hot gas) ไปยังน้ำหรือไอน้ำ ที่อยู่ภายในท่อทำให้ปริมาณไอน้ำที่ผลิตได้น้อยกว่าสภาพปกติ ส่งผลให้ต้องเพิ่มปริมาณเชื้อเพลิงมากขึ้น เพื่อจะได้ปริมาณไอน้ำตามที่ต้องการ จึงทำให้เกิดการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง จากปัญหาที่เกิดขึ้นดังกล่าว จึงทำให้หม้อกำเนิดไอน้ำที่ใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง ต้องมีอุปกรณ์ที่ใช้ทำความสะอาดผิวท่อเมื่อมีการสะสมตัวของเถ้าขึ้น ซึ่งเรียกอุปกรณ์ดังกล่าวว่า เครื่องเป่าเถ้า (Soot Blower) แต่ในปัจจุบันในหม้อกำเนิดไอน้ำยังไม่มีตัวที่บ่งบอกถึงปริมาณเถ้าที่เกาะบนผิวท่อในแต่ละพื้นที่ ทำให้พนักงานเดินเครื่อง (Operator) ใช้เครื่องเป่าเถ้าไม่เหมาะสมกับปริมาณเถ้าที่เกาะบนผิวท่อ หรือไม่เป็นไปตามความเป็นจริง เป็นผลให้สิ้นเปลืองปริมาณไอน้ำ (Steam) ที่ใช้ในการเป่าทำความสะอาดเถ้าบนผิวท่อ ส่งผลให้ท่อ Boiler Tube บริเวณที่เป่ามากเกินไปเกิดการสึกกร่อน (Erosion) และบริเวณที่เป่าทำความสะอาดน้อยไม่สะอาดเกิดปัญหาการผุกร่อน (Corrosion) เป็นสาเหตุทำให้ท่อ Boiler Tube เกิดแตกเสียหายในเวลาต่อมา

ด้วยเหตุดังกล่าว จึงได้ทำการศึกษาถึงการเกาะตัวของเถ้าบนผิวท่อ ที่แต่ละสภาวะการเดินเครื่อง โดยใช้ทฤษฎีการถ่ายเทความร้อน มาเป็นตัวตรวจวัด โดยการเก็บข้อมูลแล้วนำมาคำนวณหารูปแบบการเปลี่ยนแปลงความต้านทานความร้อนเทียบกับเวลาในแต่ละพื้นที่ จากรูปแบบการเกาะสะสมของเถ้าดังกล่าวจะนำไปประเมินผลทางเศรษฐศาสตร์ เพื่อวิเคราะห์หาความถี่หรือช่วงเวลาที่เหมาะสมในการใช้เครื่องเป่าเถ้า ซึ่งจะเป็นประโยชน์กับพนักงานเดินเครื่อง ในการนำไปพิจารณาการใช้ เครื่องเป่าเถ้า ให้เหมาะสมกับการเกาะตัวของเถ้าในแต่ละพื้นที่ ทำให้ลดปัญหาตามที่กล่าวมาแล้ว เพิ่มประสิทธิภาพในการแลกเปลี่ยนความร้อนของหม้อ

กำเนิดไอน้ำ และประหยัดค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิง และปริมาณไอน้ำที่ใช้ในการทำความสะอาดท่อ

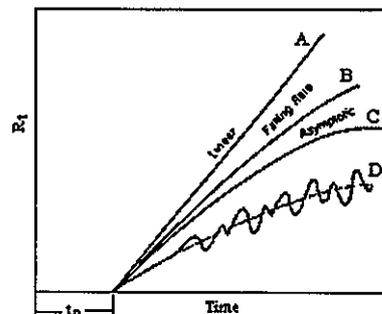
2. ทฤษฎีที่ใช้ในงานวิจัย

2.1 รูปแบบการสะสมตัวของเถ้าบนผนังท่อ

ในหม้อกำเนิดไอน้ำ (Boiler) ที่ใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง Fouling ที่เกิดขึ้นจะเป็นแบบ Particulate Fouling ซึ่งเป็นอนุภาคของของแข็งที่แขวนลอยอยู่ในของไหล ไปเกาะสะสมบนพื้นที่ผิวแลกเปลี่ยนความร้อน เมื่อมี Unburnt Fuel หรือ Ashes ถูกพัดพามาในกาซเผาไหม้ ขนาดและรูปร่างของอนุภาค จะมีขนาดตั้งแต่ต่ำกว่าไมโครเมตร จนถึงขนาดประมาณ 2-3 มิลลิเมตร Particulate Fouling ที่พบได้แก่ Sand, Muds, Corrosion Debris, Dust ใน Gas Stream รวมถึง Ashes ใน Combustion Gas ด้วย การเกาะสะสมตัวสุทธิของ Deposit บนพื้นที่ผิวแลกเปลี่ยนความร้อน ค่าอัตราการสะสมตัวของเถ้าจะขึ้นกับ อัตราการเกาะตัวของสิ่งสกปรก (Deposition Rate, ϕ_d) กับอัตราการหลุดร่วง (Removal Rate, ϕ_r) ของเถ้าหรือสิ่งสกปรก (Deposit) ซึ่งจะได้ตามสมการ [2] ดังนี้

$$\frac{dR_f}{dt} = \phi_d - \phi_r \quad (1)$$

โดยทั่วไปรูปแบบของการเกาะตัวของ Fouling บนผนังท่อจะมีด้วยกัน 4 แบบ คือ แบบ Linear (A), แบบ Falling Rate (B), แบบ Asymptotic (C), แบบ Sawtooth Configuration (D) รูปแบบทั้งหมดจะเป็นแฟคเตอร์กับเวลาตามที่แสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงรูปแบบการเกาะสะสมตัวของ Fouling [3]

รูปแบบที่ใช้อธิบายการเกิด Fouling อย่างกว้างขวางคือ Asymptotic Fouling ดังแสดงในกราฟรูปแบบ C กรณีดังกล่าว จะเกิดเมื่ออัตราการเกาะสะสมตัว มีค่าคงที่ และอัตราการหลุดร่วง เป็นสัดส่วนกับขนาดชั้นความหนาของ Fouling และถือว่าแรงเฉือนระหว่างชั้น มีค่าลดลงตามเวลา และถือว่าขบวนการระหว่างชั้นมีค่าน้อยไม่นำมาพิจารณา สมมติให้ฟังก์ชันของอัตราการหลุดร่วง (\dot{O}_r) เป็นสัดส่วนกับค่าความต้านทานความร้อนของ Fouling หรือ Fouling Resistance ($\dot{O}_r = bR_f$) และฟังก์ชันการเกาะสะสมตัว (Deposition) มีค่าคงที่ ($\dot{O}_d = a$) ดังนั้นสมการที่ 1 จะเขียนได้ใหม่ดังสมการ

$$\frac{dR_f}{dt} = a - bR_f \quad (2)$$

เมื่อ a, b เป็นค่าคงที่ (Constant) ค่า Fouling Resistance จะได้เป็น

$$R_f = R_f^* (1 - e^{-\theta t}) \quad (3)$$

เมื่อ $R_f^* =$ Asymptotic Fouling Factor
 $= a / b$
 $\theta =$ Time Constant $= 1 / b$

3. วิธีการวิจัย

3.1 หม้อกำเนิดไอน้ำที่ทำการศึกษ

โครงการนี้จะทำการศึกษเกี่ยวกับการสะสมตัวของเถ้า (Ash) ในหม้อกำเนิดไอน้ำ ของโรงไฟฟ้าแม่เมาะ หน่วยที่ 10 ขนาดกำลังผลิต หน่วยละ 300,000 kW โดยมีข้อมูลทางด้านเทคนิคดังนี้

| | |
|----------------------|--|
| Type : | Force Circulation Boiler (Water Tube Boiler) |
| Steam Production | 250 kg/s |
| Steam Pressure | 167 bar(g) |
| Steam Temperature | 540 °C |
| Lignite Consumption | 300 Ton/hr (Maximum Load) |
| Total Combustion Air | 365 kg/s |

โดยทำการเก็บข้อมูลในสภาวะการเดินเครื่องที่กำลังการผลิต 270-300 MW. ใช้เชื้อเพลิงถ่านหิน ลิกไนต์จาก

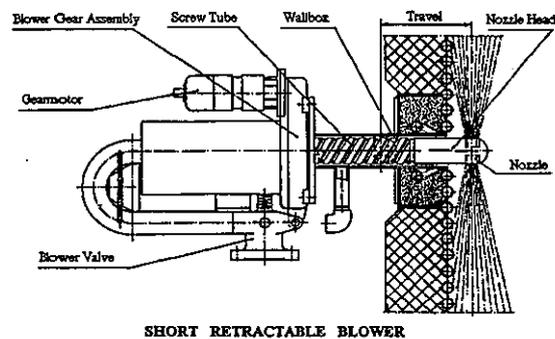
เหมืองแม่เมาะ มีค่า Coal Fineness 70-75 % ผ่านตะแกรง 200 mesh ค่าตำแหน่งมุม Burner Tilting -5 ถึง +5 องศา ค่า Excess Air 20 % ที่บริเวณพื้นที่ Furnace Zone และบริเวณแผง Convection Zone (Superheater Coil, Reheater Coil และ Economizer Coil)

3.2 เครื่องเป่าเถ้า (Soot Blower)

หม้อกำเนิดไอน้ำของโรงไฟฟ้าแม่เมาะ หน่วยที่ 8-11 จะมีเครื่องเป่าเถ้า ทั้งหมด 182 ตัวต่อหน่วย โดยแยกเป็นเครื่องเป่าเถ้า ที่ทำความสะอาดผนังเตาบริเวณ Furnace Zone จำนวน 98 ตัว ซึ่งเรียกว่า Short Retracting Blower และเครื่องเป่าเถ้า ที่ทำความสะอาด Superheater Coil, Reheater Coil และ Economizer Coil หรือ Convection Zone มีจำนวน 84 ตัว จะเรียกว่า Long Retracting Blower ดังแสดงในรูป 2 และ 3 สำหรับข้อมูลของเครื่องเป่าเถ้าแต่ละแบบ จะแสดงในตารางที่ 1

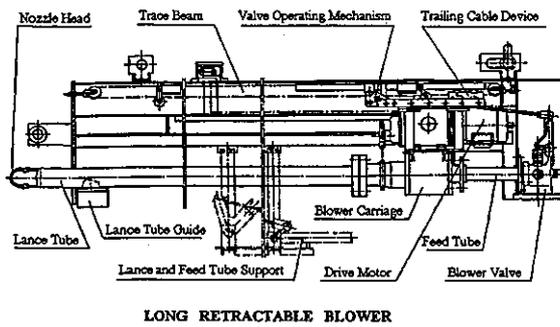
ตารางที่ 1 ข้อมูลของเครื่องเป่าเถ้าในหม้อกำเนิดไอน้ำ

| Soot Blower | Short Retracting Blower | Long Retracting Blower |
|------------------------|-------------------------|------------------------|
| 1. Type | V58 | RKS81E |
| 2. Number | 98 EA. | 84 EA. |
| 3. Power per blower | 0.25 kW | 0.75 kW |
| 4. Blower Travel | - | 7415 mm. |
| 5. Blowing Time/Blower | 10 sec. | 390 sec. |
| 6. Operational Time | 36 sec. | 406 sec. |
| 7. Steam Condition | 174 bar, 405 °C | 174 bar, 405 °C |
| 8. Blowing Pressure | 10.34 bar | 5 - 12 bar |
| 9. Speed of Motor | 1410 rpm. | 1390 rpm. |



SHORT RETRACTABLE BLOWER

รูปที่ 2 เครื่องเป่าเถ้า Short Retracting Blower Type V58



LONG RETRACTABLE BLOWER

รูปที่ 3 เครื่องเป่าแก้ว Long Retracting Blower
Type RKS 81 E

3.3.1.1 Furnace Zone

คำนวณหาค่าการถ่ายเทความร้อน ซึ่งหาได้จากสมการ

$$Q_{WALL} = UA \Delta T = UA (T_g - T_w) \quad (4)$$

$$\text{และ } Q_{WALL} = \dot{m} \times Q_L \quad (5)$$

เมื่อ Q_L = ค่าความร้อนแฝงกลายเป็นไอ
(Latent Heat) (kJ/kg)

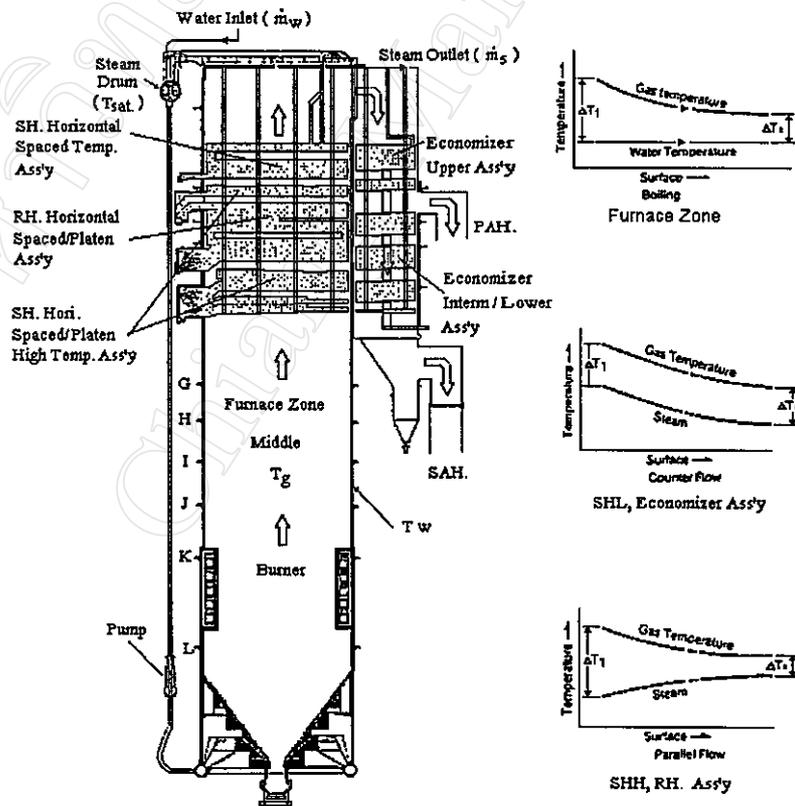
$$T_w = T_{sat}$$

ดังนั้น จากสมการ (4) และ (5) จะได้ ค่า Heat Resistance (R_f) ดังนี้

$$R_f = \frac{1}{UA} = \frac{(T_g - T_{sat})}{\dot{m} \times Q_L} \quad (6)$$

3.3 วิธีการวิจัย

3.3.1 ค่าความต้านทานความร้อน (Heat Resistance, R_t) ของแก้ว (Ash) ที่เกาะบนผนังท่อ Boiler Tube โดยการแยกพิจารณาแก้วที่บริเวณ Furnace Zone หรือ Water Wall Tube (Radiation Zone) และบริเวณ Superheater Coil, Reheater Coil และ Economizer Coil (Convection Zone) ดังรูปที่ 4 โดยแยกพิจารณาที่บริเวณต่างๆ ดังนี้



รูปที่ 4 โรงไฟฟ้าแม่เมาะ หน่วยที่ 8-11

3.3.1.2 Convection Zone

แยกพิจารณาออกเป็นพื้นที่ใหญ่ๆ ได้ 4 พื้นที่ Economizer Ass'y, SH. Horizontal Spaced Low Temp. Ass'y, RH. Horizontal Spaced/Platen Ass'y และ SH. Horizontal Spaced/Platen High-Temp. Ass'y โดยจะทำการเก็บข้อมูล อุณหภูมิ ความดันและอัตราการไหล ของไอน้ำและก๊าซร้อนที่สภาวะเข้า-ออก ในแต่ละพื้นที่ เพื่อนำมาคำนวณหาค่าความต้านทานความร้อน (R_t) ดังนี้

$$Q = \dot{m}_s C_p (T_{s,out} - T_{s,in}) \quad (7)$$

$$Q = UA \Delta T_m = UA \frac{(\Delta T_1 - \Delta T_2)}{\ln(\Delta T_1 / \Delta T_2)}$$

จะได้ค่า Heat Resistance (R_t) ดังนี้

$$R_t = \frac{1}{UA} = \frac{1}{\ln(\Delta T_1 / \Delta T_2) \cdot \dot{m}_s C_p (T_{s,out} - T_{s,in})} \quad (8)$$

3.3.2 รูปแบบการสะสมตัวของเถ้าบนผนังท่อ

การหารูปแบบของการเกิดเถ้าสะสมตัวบนผนังท่อในหม้อกำเนิดไอน้ำ (Boiler) จะใช้สมการ (2) และ (3) โดยจะนำค่า Heat Resistance (R_t) ที่คำนวณได้จาก 3.3.1 มาเฉลี่ยหาการเปลี่ยนแปลงของ R_t เทียบกับเวลา ตั้งแต่สภาวะสะอาดจนถึงสภาวะที่มีเถ้าเกาะสะสมบนผิวท่อ เมื่อนำมาวิเคราะห์หาการเปลี่ยนแปลงเทียบกับเวลา (Math Model) จะได้ดังสมการที่ 9 และรูปแบบดังกล่าวเมื่อนำมาเขียนกราฟจะได้ความสัมพันธ์ระหว่าง R_t กับเวลา ดังรูปที่ 5

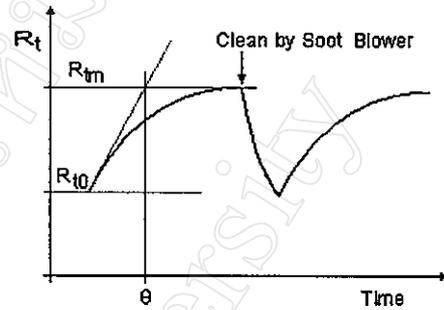
$$R_t = R_f + R_{t0} = R_f (1 - e^{-\theta}) + R_{t0} \quad (9)$$

และ $R_f = R_{tm} - R_{t0}$

เมื่อ R_{t0} = ค่าความต้านทานความร้อน

ที่สภาวะเตาสะอาด (t = t₀)

R_{tm} = ค่าความต้านทานความร้อนที่สภาวะ เตามีเถ้าสะสมมากที่สุด (t = t_m)



รูปที่ 5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง R_t กับ เวลา

3.3.3 ความถี่ในการใช้เครื่องเป่าเถ้า

ทำการพิจารณาถึงค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น ในด้านการใช้เชื้อเพลิงและความสิ้นเปลืองไอน้ำในการทำความสะอาดท่อเมื่อมีเถ้า (Ash) เกาะบนผิวท่อ ตามรูปแบบการเกาะสะสมตัวของเถ้าที่ได้จากการวิเคราะห์ เพื่อกำหนดมาตรการในการทำความสะอาดเถ้า ที่เกาะสะสมในแต่ละพื้นที่ของหม้อกำเนิดไอน้ำ (Boiler) โดยประเมินค่าความถี่หรือช่วงเวลา (Period) ในการทำความสะอาด ที่เหมาะสม

3.3.3.1 ค่าใช้จ่ายในการใช้เครื่องเป่าเถ้า (Cost_{soot})

ค่าใช้จ่ายในการทำความสะอาดท่อของหม้อกำเนิดไอน้ำ โดยใช้เครื่องเป่าเถ้า จะมาจากค่าพลังงานไฟฟ้าที่มอเตอร์ใช้ในการขับเคลื่อนเครื่องเป่าเถ้า ค่าใช้จ่ายจากไอน้ำที่ใช้เข้าทำความสะอาดท่อ และค่าบำรุงรักษาเครื่องเป่าเถ้า

ค่าใช้จ่ายจากพลังงานไฟฟ้าที่มอเตอร์ใช้ในการขับเคลื่อนเครื่องเป่าเถ้า (Cost_E)

$$Cost_E = W_{motor} \cdot C_E = (N_1 \cdot N_2 \cdot P_E \cdot Time) \cdot C_E \quad (10)$$

- เมื่อ N₁ = จำนวนครั้งในการเป่า
- N₂ = จำนวนเครื่องเป่าเถ้าที่ใช้งาน
- P_E = กำลังที่ใช้ใน Motor (kW)
- Time = เวลาที่ใช้ในการเป่าเถ้าต่อตัว (h)
- C_E = ค่ากระแสไฟฟ้าต่อหน่วย kWh = 1.7385 บาท / kWh

ค่าใช้จ่ายจากไอน้ำที่ใช้เป่าทำความสะอาดท่อ (Cost_S)
คำนวณจาก

$$Cost_S = Cost_Q + Cost_w \quad (11)$$

$$= \frac{m_{soot} (h_s - h_f) \cdot C_L + m_{soot} \cdot C_w}{LHV}$$

เมื่อ Cost_Q = ค่าเชื้อเพลิงที่ให้กับไอน้ำ

Cost_w = ค่าใช้จ่ายของปริมาณน้ำ

m_{soot} = ปริมาณไอน้ำที่ใช้ทำความสะอาด (kg)

h_s = Enthalpy ของไอน้ำ (kJ/kg)

h_f = Enthalpy ของน้ำที่เข้าไปในหม้อกำเนิดไอน้ำ (kJ/kg)

LHV = Low Heating Value (kJ/kg)

C_L = ราคาถ่านหิน = 543 บาท/Ton

C_w = ราคาของน้ำ = 42.03 บาท/1000 kg

ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเครื่องเป่าแก้ว (Cost_M) หาได้จากสมการ

$$Cost_M = N1 \cdot N2 \cdot C_M \quad (12)$$

เมื่อ C_M = ค่าการบำรุงรักษาต่อการใช้งานหนึ่งครั้ง (C_M = 5.07 บาท/ครั้ง สำหรับ Short Retracting Blower และ C_M = 32.20 บาท/ครั้ง สำหรับ Long Retracting Blower)

ดังนั้นค่าใช้จ่ายในการใช้เครื่องเป่าแก้ว (Cost_{soot}) หาได้จาก

$$Cost_{soot} = Cost_E + Cost_S + Cost_M \quad (13)$$

3.3.3.2 ค่าใช้จ่ายของเชื้อเพลิงเมื่อมีแก้วสะสม

หาได้จากค่าพลังงานความร้อนที่ใช้เพิ่มขึ้นเมื่อมีการสะสมของแก้ว

$$Cost_f = (Q_{gas} / LHV) \times C_L \quad (14)$$

$$\text{โดย } Q_{gas} = \dot{m}_g C_{pg} q_w \int_0^t R_i (1 - e^{-\theta}) dt$$

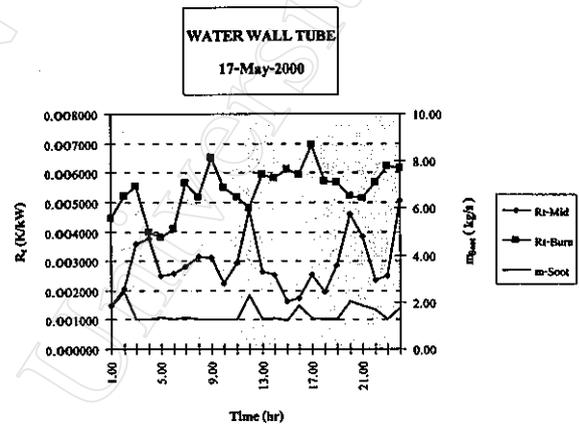
ดังนั้นจุดที่เหมาะสมในการใช้เครื่องเป่าแก้วคือจุดที่ทำให้เกิดค่าให้ใช้จ่าย (Cost_{Total}) น้อยที่สุด

นั่นคือ Cost_{Total} = Cost_{soot} + Cost_f มีค่าต่ำสุด

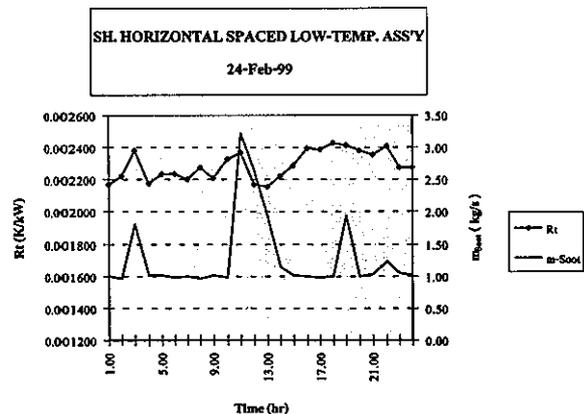
4. ผลการวิจัย

4.1 ค่า Heat Resistance (R_i)

จากการคำนวณจะได้ค่า Heat Resistance ที่บริเวณ Furnace Zone และ Convection Zone ดังแสดงในรูปที่ 6, 7 เมื่อทำการใช้เครื่องเป่าแก้วทำความสะอาดท่อค่า Heat Resistance จะลดลงมาที่ค่าต่ำสุด (R₀) เมื่อหยุดทำความสะอาด ค่า Heat Resistance จะค่อยๆเพิ่มขึ้นจนเข้าใกล้ค่าสูงสุด (R_{in})



รูปที่ 6 ค่า Heat Resistance (R_i) for Furnace Zone



รูปที่ 7 ค่า Heat Resistance (R_i) for Convection Zone

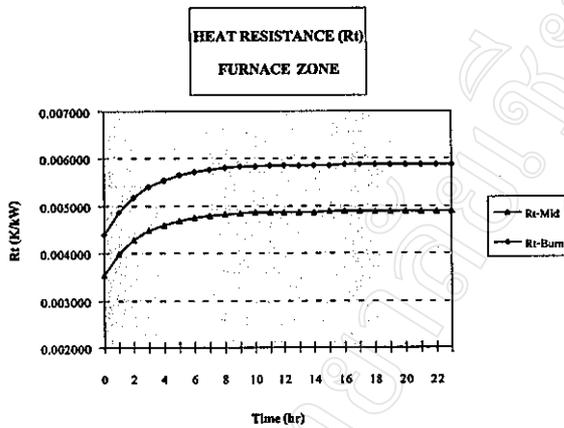
4.2 รูปแบบการสะสมตัวของแก้ว

จากค่าความต้านทานความร้อน (Heat Resistance , R_i) ที่ได้จาก 4.1 ในแต่ละพื้นที่ เมื่อนำมาวิเคราะห์หาการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้นตามเวลา จะได้ผลดังรูปที่ 8, 9 จาก Math Model ตามสมการ $R_i = R_i (1 - e^{-\theta}) + R_{0i}$ ค่าตัวแปรต่างๆ เมื่อทำการวิเคราะห์แล้วได้ผลดังตารางที่ 2

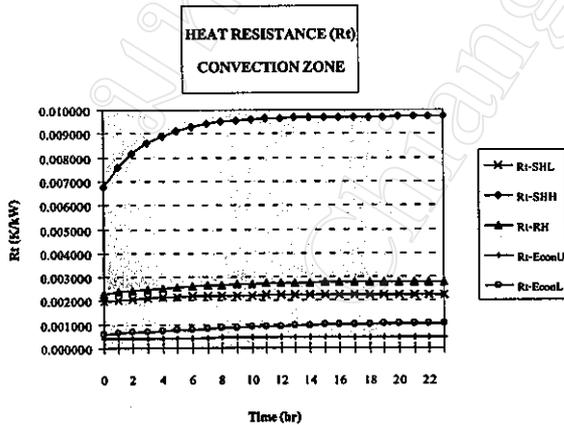
ตารางที่ 2. Math Model of Heat Resistance (R_i , (K/KW))

| Furnace/Convection Zone | R_i ($\times 10^{-3}$) | R_{10} ($\times 10^{-3}$) | θ |
|---------------------------|----------------------------|-------------------------------|-------------|
| 1. Burner Area (Furnace) | 1.47833118 | 4.38858462 | 2.64428789 |
| 2. Middle Area (Furnace) | 1.33763079 | 3.53795455 | 2.53024471 |
| 3. Economizer Lower Ass'y | 0.56500869 | 0.56516209 | 12.23288552 |
| 4. Economizer Upper Ass'y | 0.03544667 | 0.39540476 | 3.60147566 |
| 5. SH. Low Temp. Ass'y | 0.25835245 | 1.98379164 | 4.31584906 |
| 6. SH. High Temp. Ass'y | 2.93133160 | 6.78305861 | 3.13662220 |
| 7. RH. Horizontal Ass'y | 0.51534600 | 2.29026006 | 6.26270000 |

ไปกำหนดมาตรการการใช้เครื่องเป่าเข้าทำความสะอาดท่อ ผลการประเมินแสดงดังรูปที่ 10 - 16



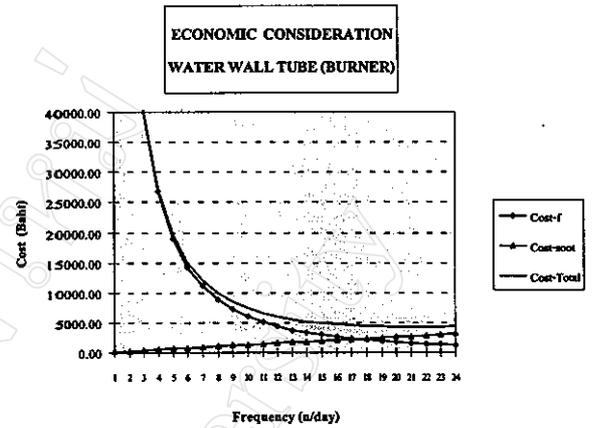
รูปที่ 8 รูปแบบการเปลี่ยนแปลงค่า Heat Resistance (R_i) for Furnace Zone



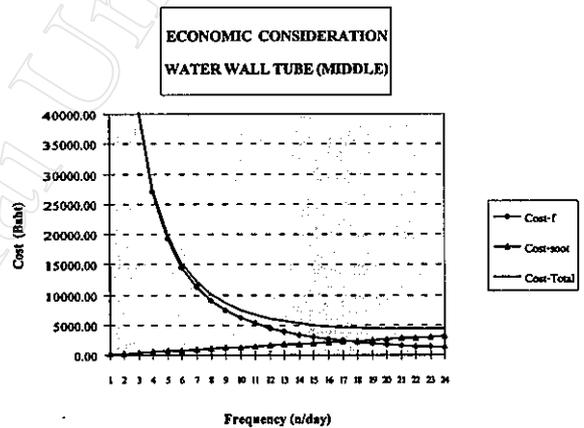
รูปที่ 9 รูปแบบการเปลี่ยนแปลงค่า Heat Resistance (R_i) for Convection Zone

4.3 ความถี่ในการใช้เครื่องเป่าเข้า

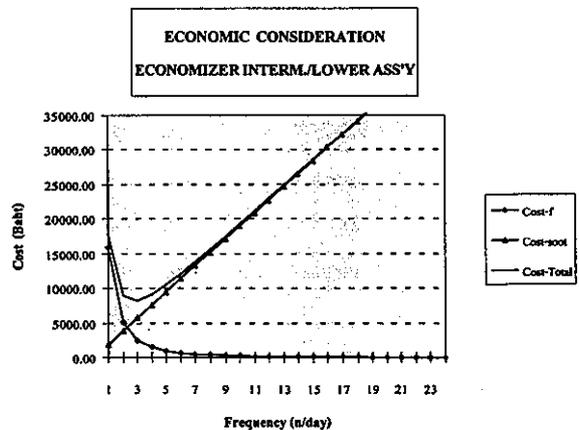
จาก Math Model ของค่าความต้านทานความร้อน เมื่อ นำมาประเมินหาจุดที่ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด ซึ่งจะนำ



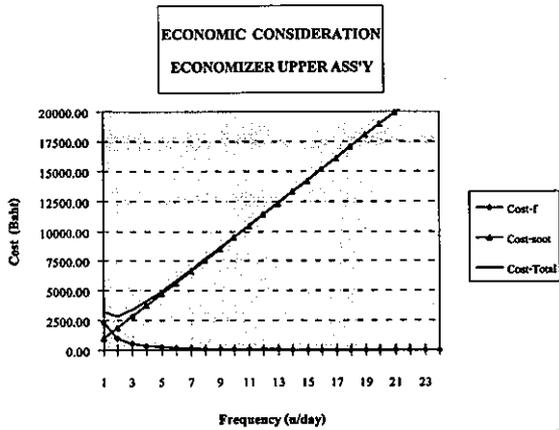
รูปที่ 10 การประเมินผลทางเศรษฐศาสตร์ของ Burner Area (Furnace Zone) ($n = 22$ Times/Day)



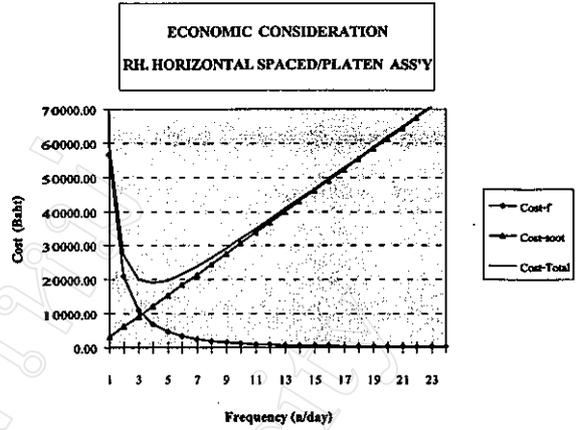
รูปที่ 11 การประเมินผลทางเศรษฐศาสตร์ของ Middle Area (Furnace Zone) ($n = 22$ Times/Day)



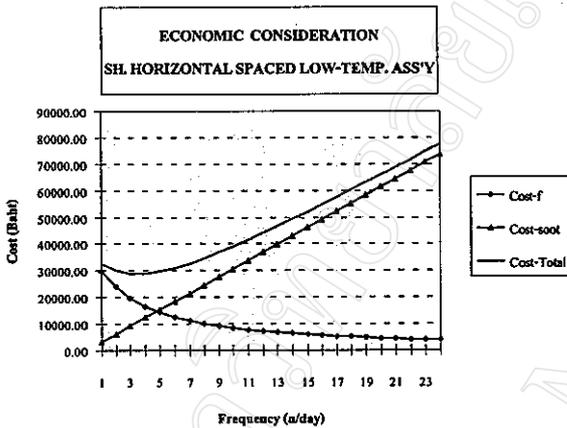
รูปที่ 12 การประเมินผลทางเศรษฐศาสตร์ของ Economizer Interm./Lower Ass'y ($n = 3$ Times/Day)



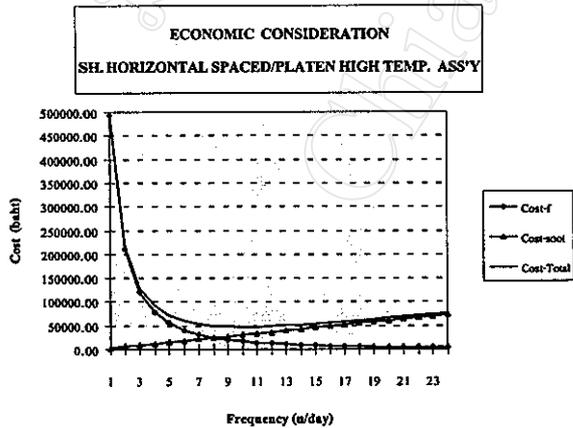
รูปที่ 13 การประเมินผลทางเศรษฐศาสตร์ของ Economizer Upper Ass'y (n = 2 Times/Day)



รูปที่ 16 การประเมินผลทางเศรษฐศาสตร์ของ RH Horizontal Ass'y (n = 4 Times/Day)



รูปที่ 14 การประเมินผลทางเศรษฐศาสตร์ของ SH Horiz. Low Temp. Ass'y (n = 4 Times/Day)



รูปที่ 15 การประเมินผลทางเศรษฐศาสตร์ของ SH Horiz. High Temp. Ass'y (n = 10 Times/Day)

จากกราฟรูปที่ 10 - 16 เมื่อนำมาหาจุดที่เหมาะสมในการใช้เครื่องเป่าเต้า เพื่อหาค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากมลพิษสิ่งแวดล้อมเชื้อเพลิง และค่าใช้จ่ายในการใช้เครื่องเป่าเต้าทำ ความสะอาดท่อ ได้ผลตามตารางที่ 3 โดยพบว่าค่าใช้จ่ายรวม (Cost_{Total}) เท่ากับ 115,452.35 บาทต่อ 24 ชั่วโมง ในหนึ่งวันจะเดินเครื่องตามสภาวะที่กำหนดได้ 13 ชั่วโมง ดังนั้นค่าใช้จ่ายรวมประมาณ 62,537 บาทต่อวัน ส่วนค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการใช้เครื่องเป่าเต้า ในอดีตที่ผ่านมา จะได้ตาม ตารางที่ 4 โดยพบว่าค่าใช้จ่ายรวม (Cost_{Total}) เท่ากับ 640,637.50 บาทต่อ 24 ชั่วโมง ดังนั้นค่าใช้จ่ายรวมประมาณ 347,012 บาทต่อวัน

เมื่อทำการเปรียบเทียบตารางที่ 3 และ 4 ถ้าใช้เครื่องเป่าเต้าตามความถี่ที่เหมาะสมกับการเกาะสะสมตัวของเถ้า ตามรูปแบบการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานความร้อนแล้ว จะสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้ประมาณ 284,475 บาทต่อวัน หรือประมาณ 93,307,800 บาทต่อปี คิดเป็นเชื้อเพลิง ถ่านหินที่ประหยัดได้ 171,838 ตันต่อปี หรือประมาณ 8.13 % ของค่าเชื้อเพลิงที่ใช้ทั้งหมด

ตารางที่ 3 ความถี่ที่เหมาะสมและค่าใช้จ่ายในการใช้ เครื่องเป่าเต้าจากการวิเคราะห์

| Heating Area (Furnace/Convection Zone) | n (Time/Day) | Q _r (GJ) | Cost _f (Bath) | Cost _s (Bath) | Cost _{soot} (Bath) | Cost _{loss} (Bath) | Cost _{total} (Bath) | W _{spare} (kg) | |
|--|--------------|---------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|-------------------------|----------|
| 1. Furnace Burner Zone | 22.0 | 29.24 | 1454.35 | 864.79 | 1.72 | 2007.72 | 2874.23 | 4328.79 | 7972.0 |
| 2. Furnace Middle Zone | 22.0 | 30.02 | 1493.41 | 864.79 | 1.72 | 2007.72 | 2874.23 | 4367.65 | 8043.6 |
| 3. Econ. Interim/Lower Ass'y | 3.0 | 50.40 | 2507.26 | 4128.60 | 6.76 | 1543.60 | 5680.96 | 8188.23 | 15079.6 |
| 4. Economizer Upper Ass'y | 2.0 | 19.40 | 965.34 | 1376.20 | 2.25 | 515.20 | 1899.65 | 2859.00 | 5263.2 |
| 5. SH. Low Temp. Ass'y | 4.0 | 333.80 | 16696.81 | 9684.37 | 11.27 | 2576.00 | 12271.64 | 28878.45 | 53183.1 |
| 6. SH. High Temp. Ass'y | 10.0 | 343.76 | 17192.71 | 24210.92 | 28.18 | 6440.00 | 30679.10 | 47781.80 | 87996.0 |
| 7. RH. Ass'y | 4.0 | 136.21 | 6776.80 | 9684.37 | 11.27 | 2576.00 | 12271.64 | 19048.44 | 35080.0 |
| ECONOMIC CONSIDERATION | Mean | 134.69 | 6700.98 | 7259.15 | 9.03 | 2524.03 | 9792.21 | 16493.19 | 30374.2 |
| | Total | 942.83 | 46906.89 | 50814.04 | 63.18 | 17668.24 | 68545.46 | 115452.35 | 212619.4 |

ตารางที่ 4 ความถี่ในการใช้เครื่องเป่าแก้วและค่าใช้จ่าย ใน
อดีตที่ปฏิบัติมา

| Heating Area (Furnace/Convection Zone) | n | Q _r (GJ) | Cost _r (Bath) | Cost _h (Bath) | Cost _l (Bath) | Cost _u (Bath) | Cost _{con} (Bath) | Cost _{tot} (Bath) | m _{upper} (kg) |
|---|-----|------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| 1. Furnace Burner Zone | 6.0 | 287.62 | 14309.29 | 235.85 | 0.47 | 547.56 | 783.88 | 15093.18 | 27795.9 |
| 2. Furnace Middle Zone | 6.0 | 291.85 | 14520.02 | 235.85 | 0.47 | 547.56 | 783.88 | 15303.91 | 28184.0 |
| 3. Econ. Intern./Lower Ass'y | 1.0 | 319.42 | 15891.32 | 1376.20 | 2.25 | 515.20 | 1893.65 | 17784.97 | 32753.2 |
| 4. Economizer Upper Ass'y | 1.0 | 46.43 | 2309.79 | 688.10 | 1.13 | 237.60 | 946.83 | 3256.62 | 5997.5 |
| 5. SH. Low Temp. Ass'y | 1.0 | 595.90 | 29646.68 | 2421.09 | 2.82 | 644.00 | 3067.91 | 32714.59 | 60247.9 |
| 6. SH. High Temp. Ass'y | 1.0 | 9924.32 | 493747.40 | 2421.09 | 2.82 | 644.00 | 3067.91 | 496815.31 | 914945.3 |
| 7. RH. Ass'y | 1.0 | 1137.68 | 56601.02 | 2421.09 | 2.82 | 644.00 | 3067.91 | 59668.93 | 109887.5 |
| FAST TIME | | | | | | | | | |
| Mean | | 1800.46 | 89575.08 | 1399.90 | 1.82 | 542.85 | 1944.57 | 91519.64 | 168544.5 |
| Total | | 12603.21 | 627025.53 | 9799.28 | 12.77 | 3799.92 | 13611.97 | 640637.50 | 1179811.2 |

5. สรุปผลการวิจัย

5.1 รูปแบบการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานความร้อนของ
แก้ว ที่เกาะสะสมตัวบนผิวท่อ ในหม้อกำเนิดไอน้ำ หน่วยที่ 8-
11 ที่ใช้ถ่านหินลิกไนต์จากเหมืองแม่เมาะเป็นเชื้อเพลิง จะมี
แนวโน้มเป็นรูปแบบ Asymptotic ตามสมการ $R_f = R_i$
($1 - e^{-\theta}$) โดยค่า R_i ของบริเวณ Furnace Zone และ
SH. Horizontal High Temp. Ass'y จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมาก
ที่สุด แสดงว่าบริเวณดังกล่าวจะมีการเกาะตัวของแก้วในอัตรา
สูง จึงต้องใช้ความถี่ในการใช้เครื่องเป่าแก้วทำความสะอาด
มาก ประมาณ 22 และ 10 ครั้งต่อวัน ตามลำดับ ส่วนใน
บริเวณ Economizer Intern./Lower Ass'y และ
Economizer Upper Ass'y ค่า R_f มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นช้า แสดง
ว่ามีการเกาะตัวของแก้วน้อย ท่อค่อนข้างสะอาด จึงใช้เครื่อง
เป่าแก้วน้อย คือ ใช้ความถี่ในการเป่าแก้ว ประมาณ 3 และ 2
ครั้งต่อวัน สำหรับบริเวณ SH. Horizontal Low Temp.
Ass'y และ RH. Horizontal Ass'y ค่า R_f มีการเพิ่มขึ้นปาน
กลาง ความถี่ที่ใช้ในการเป่าแก้ว ประมาณ 4 ครั้งต่อวัน

5.2 การประเมินทางเศรษฐศาสตร์ เมื่อมีการใช้เครื่องเป่า
แก้วที่เหมาะสม ตามสภาพการเกาะสะสมตัวของแก้วในแต่ละ
พื้นที่แล้ว จะทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด จากการวิจัย
จะเสียค่าใช้จ่ายประมาณ 62,537 บาทต่อวัน เมื่อเปรียบเทียบกับ
การใช้เครื่องเป่าแก้วในอดีตที่ผ่านมาถึงปัจจุบันนั้น พบว่า
ต้องเสียค่าใช้จ่าย ประมาณ 347,012 บาทต่อวัน ดังนั้นเมื่อ
ทำความสะอาดท่อด้วยความถี่ที่เหมาะสมตามสภาพการเกาะ
ตัวของแก้วบนผิวท่อตามที่วิจัยแล้ว จะสามารถประหยัดค่าใช้จ่าย
ได้ ประมาณ 284,475 บาทต่อวัน หรือประมาณ
93,307,800 บาทต่อปี คิดเป็นปริมาณถ่านหินลิกไนต์ที่
ประหยัดได้ ประมาณ 171,838 ตันต่อปี หรือประมาณ 8.13
% ของค่าเชื้อเพลิงที่ใช้ทั้งหมด

เอกสารอ้างอิง

- [1] สุนันท์ ศรีถยนต์. (2530). "การถ่ายเทความร้อน".
(พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ : ภาควิชาวิศวกรรม
เครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยี
พระจอมเกล้า ธนบุรี.
- [2] Agrawal, A. K. and Kakac, S. (1991). "Heat
Exchanger Fouling". in S. Kakac (Ed.), Boilers,
Evaporators and Condensers, (pp. 107-141).
U.S.A.: John Wiley & Sons, Inc.
- [3] Epstein, N. (1983). "Fouling of Heat Exchangers".
in J. Taborek, G. F. Hewitt and N. Afgan (Eds.),
Heat Exchangers: Theory and Practice, (pp. 795-
815). U.S.A.: Mc.Graw-Hill Book Company.
- [4] KaKac, S. and Paykoc, E. (1991). "Basic Design
Methods of Heat Exchangers". in S. Kakac (Ed.),
Boilers, Evaporators and Condensers, (pp. 9-68).
U.S.A.: John Wiley & Sons, Inc.
- [5] O'Callaghan, G. M. (1981). "Fouling of Heat
Transfer Equipment: Summary Review". in
S. Kakac, A. E. Bergles and F. Mayinger (Eds.),
Heat Exchangers: Thermal-Hydraulic Fundamentals
and Design, (pp. 1037-1047). U.S.A.: Mc.Graw-Hill
Book Company.
- [6] Pinheiro, Joao De Deus R. S. (1981). "Fouling of
Heat Transfer Surfaces. in S. Kakac, A. E.
Bergles and F. Mayinger (Eds.), Heat Exchangers:
Thermal-Hydraulic Fundamentals and Design, (pp.
1013-1035). U.S.A.: Mc.Graw-Hill Book Company.
- [7] Singer, G. J. (1991). "Combustion Fossil Power".
(4th ed.). U.S.A: Combustion Engineering, Inc.
- [8] Wynnyckj, R. J. and Rhodes, E. (1983).
"Mechanisms of Furnace Fouling". in J. Taborek,
G. F. Hewitt and N. Afgan (Eds.), Heat Exchangers:
Theory and Practice, (pp. 817-831). U.S.A.:
Mc.Graw-Hill Book Company.

ประวัติผู้เขียน

| | |
|-------------------|---|
| ชื่อ | นายเชิดชัย วิชา |
| วัน เดือน ปี เกิด | 10 มีนาคม 2510 |
| ประวัติการศึกษา | สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษา โรงเรียนโกสุมวิทยาสรรค์ อ.โกสุมพิสัย จ.มหาสารคาม ปีการศึกษา 2528 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ปีการศึกษา 2533 |
| ประสบการณ์ทำงาน | ธันวาคม 2533 – ปัจจุบัน ตำแหน่ง วิศวกร แผนกบำรุงรักษาหม้อน้ำ 3 กองบำรุงรักษาโรงไฟฟ้า 3 ฝ่ายบำรุงรักษาโรงไฟฟ้า โรงไฟฟ้าแม่เมาะ อ.แม่เมาะ จ.ลำปาง |