
Índex

| | |
|---|-----------|
| INTRODUCCIÓ..... | 11 |
| Nomenclatura..... | 13 |
| Capítol 1. Mecanismes de transmissió de calor..... | 17 |
| 1.1 Introducció a la transmissió de calor..... | 17 |
| 1.2 Mecanismes de transmissió de calor..... | 18 |
| 1.3 Models i lleis bàsiques de la transmissió de calor..... | 23 |
| 1.3.1 Conducció. Llei de Fourier | 24 |
| 1.3.2 Convecció. Llei de refredament de Newton..... | 27 |
| 1.3.3 Radiació. Llei de Stefan-Boltzmann | 28 |
| Capítol 2. Transmissió de calor per conducció | 31 |
| 2.1 Introducció | 31 |
| 2.2 Transmissió de calor a través d'un sòlid homogeni | 32 |
| 2.2.1 Paret plana..... | 32 |
| 2.2.2 Paret cilíndrica | 33 |
| 2.2.3 Paret esfèrica | 34 |
| 2.3 Conducció a través de parets compostes..... | 36 |
| 2.3.1 Parets planes: en sèrie i en paral·lel | 36 |
| 2.3.2 Recobriments cilíndrics en sèrie | 41 |
| 2.3.3 Recobriments esfèrics en sèrie | 43 |
| 2.4 Problemes..... | 45 |

| | |
|--|------------|
| Capítol 3. Transmissió de calor per convecció | 47 |
| 3.1 Transmissió de calor per convecció. Concepte de capa límit tèrmica | 47 |
| 3.1.1 Coeficient individual de transport de calor | 49 |
| 3.1.2 Combinació de resistències a la transmissió de calor. Coeficient global de transport | 50 |
| 3.2 Resistència deguda a l'embrutiment: «fouling» | 59 |
| 3.3 Transmissió de calor en un líquid en ebullició | 61 |
| 3.4 Estimació de coeficients individuals de transmissió de calor | 66 |
| 3.5 Problemes | 70 |
| | |
| Capítol 4. Bescanviadors de calor | 73 |
| 4.1 Introducció | 73 |
| 4.2 Classificació i descripció | 74 |
| 4.3 Bescanviadors de calor de tubs concèntrics | 77 |
| 4.3.1 Equacions de disseny | 78 |
| 4.3.2 Integració de les equacions de disseny | 82 |
| 4.4 Operacions impròpies d'un bescanviador de calor de tubs concèntrics | 93 |
| 4.5 Eficàcia d'un bescanviador de calor | 96 |
| 4.6 Anàlisi del funcionament d'un bescanviador de calor | 98 |
| 4.7 Problemes | 104 |
| | |
| Capítol 5. Bescanviadors de calor d'ús industrial | 109 |
| 5.1 Introducció | 109 |
| 5.2 Bescanviadors de calor de carcassa i tubs | 111 |
| 5.3 Disseny de bescanviadors de calor d'ús industrial | 115 |
| 5.3.1 Mètode del factor de correcció de ΔT mitjana logarítmica .. | 116 |
| 5.3.2 Mètode del nombre d'unitats de transmissió | 122 |
| 5.3.3 Mètode gràfic generalitzat | 125 |
| 5.4 Anàlisi comparada de diversos tipus de bescanviadors de calor ... | 136 |
| 5.5 Aspectes pràctics del disseny de bescanviadors de calor | 139 |
| 5.5.1 Temperatures d'entrada i eixida dels fluids | 139 |
| 5.5.2 Elecció del costat pel qual circula cada fluid | 140 |
| 5.5.3 Velocitats típiques dels fluids en un bescanviador de calor . | 140 |
| 5.5.4 Valors típics del coeficient global | 140 |
| 5.5.5 Comentaris i aclariments finals | 141 |
| 5.6 Problemes | 144 |
| | |
| Capítol 6. Evaporació | 149 |
| 6.1 Introducció | 149 |
| 6.2 Equacions fonamentals d'un evaporador | 150 |
| 6.2.1 Balanç de matèria | 151 |
| 6.2.2 Balanç d'energia | 151 |
| 6.2.3 Equació de velocitat | 158 |

| | | |
|--|--|------------|
| 6.3 | Disseny i funcionament d'un evaporador (simple efecte)..... | 158 |
| 6.3.1 | Disseny d'un evaporador (càlcul de l'àrea) | 159 |
| 6.3.2 | Ús d'un evaporador per aconseguir una composició (càlcul de l)..... | 160 |
| 6.3.3 | Anàlisi del funcionament d'un evaporador (càlcul de x_L).... | 160 |
| 6.4 | Problemes..... | 166 |
| Capítol 7. Disseny d'evaporadors de múltiple efecte | | 169 |
| 7.1 | Aprofitament de l'energia del vapor del dissolvent | 169 |
| 7.1.1 | Reutilització del vapor | 170 |
| 7.1.2 | Múltiple efecte | 171 |
| 7.1.3 | Bomba tèrmica | 173 |
| 7.2 | Evaporadors de múltiple efecte. Avantatges i inconvenients de les diverses alimentacions..... | 174 |
| 7.3 | Disseny d'un evaporador de triple efecte amb alimentació directa, sense elevació del punt d'ebullició..... | 176 |
| 7.4 | Disseny d'un evaporador de triple efecte amb alimentació directa i amb elevació del punt d'ebullició..... | 184 |
| 7.5 | Tipus d'evaporadors..... | 193 |
| 7.6 | Anomalies en el funcionament d'un evaporador | 200 |
| 7.6.1 | Problemes en ΔT | 200 |
| 7.6.2 | Disminució de l'àrea | 200 |
| 7.6.3 | Disminució del coeficient global..... | 201 |
| 7.7 | Problemes..... | 201 |
| Capítol 8. Radiació | | 205 |
| 8.1 | Generalitats | 205 |
| 8.1.1 | Naturalesa de la radiació tèrmica..... | 206 |
| 8.1.2 | La radiació d'un cos negre | 212 |
| 8.1.3 | Lleis de Planck, de Wien i de Stefan-Boltzmann..... | 213 |
| 8.1.4 | Absorció, reflexió i transmissió de l'energia radiant | 216 |
| 8.2 | Lleis de Kirchhoff | 217 |
| 8.3 | Intercanvi de radiació entre superfícies separades per mitjans no absorbents ni emissors | 218 |
| 8.3.1 | Radiació entre superfícies negres. Factors geomètrics: definició i propietats..... | 220 |
| 8.3.2 | Càlcul del flux net de calor entre superfícies negres..... | 223 |
| 8.3.3 | Càlcul dels factors geomètrics | 224 |
| 8.3.4 | Radiació entre superfícies negres en presència de superfícies refractàries..... | 227 |
| 8.4 | Radiació entre superfícies no negres: factor gris (\mathfrak{S})..... | 230 |
| 8.4.1 | Procediment recomanat de càlcul..... | 232 |

| | |
|--|-----|
| 8.5 La radiació en presència d'altres mecanismes de transport d'energia | 234 |
| 8.5.1 Equació simplificada per a la radiació. Coeficient individual de transmissió de calor per radiació | 235 |
| 8.5.2 Combinació de resistències al transport de calor | 236 |
| 8.5.3 Aïllament tèrmic d'una conducció. Càlcul del gruix òptim de la capa d'aïllant | 237 |
| 8.5.4 Temperatura veritable d'un gas que circula per una conducció | 241 |
| 8.5.5 Estimació de la magnitud h_r | 245 |
| 8.6 Problemes | 246 |
| Apèndixs | 255 |
| A. Coeficients individuals de transmissió de calor | 257 |
| B. Propietats termodinàmiques de l'aigua i del vapor d'aigua saturats | |
| C. Exemples resolts a través de Mathcad | 277 |
| BIBLIOGRAFIA | 285 |
| ÍNDEX ANALÍTIC | 289 |