Таблица 6. Расчёт наружного проточного охлаждения

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Параметр | Обозначение, размерность | Сечение | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| 1 | Внутренний диаметр | D, м | 0,27 | 0,27 | 0,264 | 0,236 | 0,138 | 0,215 | 0,296 | 0,37 | 0,437 | 0,498 | 0,553 | 0,603 | 0,647 | 0,688 | 0,724 | 0,756 |
| 2 | Относительный диаметр |  | 1,957 | 1,957 | 1,916 | 1,712 | 1 | 1,557 | 2,148 | 2,683 | 3,169 | 3,608 | 4,007 | 4,367 | 4,691 | 4,983 | 5,245 | 5,478 |
| 3 | Функция |  | 0,102 | 0,102 | 0,104 | 0,131 | 0,171 | 0,081 | 0,061 | 0,044 | 0,033 | 0,028 | 0,025 | 0,024 | 0,023 | 0,022 | 0,021 | 0,02 |
| 4 | Угол касательной |  | 0 | 0 | 11 | 26 | 0 | 32 | 30 | 27 | 25 | 23 | 21 | 19 | 17 | 16 | 14 | 12,5 |
| 5 | Промежуточный параметр |  | 0,102 | 0,102 | 0,106 | 0,146 | 0,171 | 0,096 | 0,07 | 0,049 | 0,036 | 0,03 | 0,027 | 0,025 | 0,024 | 0,023 | 0,022 | 0,02 |
| 6 | Координата сечения | Х, м | 0 | 0,12 | 0,303 | 0,345 | 0,433 | 0,501 | 0,57 | 0,638 | 0,706 | 0,775 | 0,843 | 0,912 | 0,98 | 1,048 | 1,117 | 1,185 |
| 7 | Относительная абсцисса |  | 0 | 0,87 | 2,195 | 2,5 | 3,138 | 3,633 | 4,129 | 4,624 | 0,5119 | 5,615 | 6,11 | 6,606 | 7,101 | 7,597 | 8,092 | 8,588 |
| 8 | Интеграл |  | 0 | 0,089 | 0,233 | 0,364 | 0,537 | 0,347 | 0,291 | 0,228 | 0,186 | 0,171 | 0,164 | 0,168 | 0,171 | 0,174 | 0,175 | 0,176 |
| 9 | Относительная длина |  | 2,775 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | Функция |  | 0 | 0,089 | 0,233 | 0,364 | 0,537 | 0,347 | 0,291 | 0,228 | 0,186 | 0,171 | 0,164 | 0,168 | 0,171 | 0,174 | 0,175 | 0,176 |
| 11 | Температура газовой стенки |  | 988 | 962 | 954 | 1073 | 1190 | 996 | 787 | 679 | 643 | 605 | 584 | 554 | 535 | 514 | 486 | 461 |
| 12 | Пристеночное соотношение компонентов |  | 1,62 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | Эффективная температура торможения в пристеночном слое |  | 1800 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | Относительная температура |  | 0,549 | 0,534 | 0,53 | 0,596 | 0,661 | 0,553 | 0,437 | 0,377 | 0,357 | 0,336 | 0,324 | 0,309 | 0,297 | 0,286 | 0,270 | 0,257 |
| 15 | Газовая постоянная в пристеночном слое |  | 560 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | Коэффициент динамической вязкости | Па\*с | 63 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | Эффективная теплоемкость газа | Дж/(кг\*К) | 2620 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | Число Рейнольдса |  | 109,5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | Промежуточная величина |  | 2,7 | 3 | 4 | 2,4 | 2,5 | 4,9 | 3 | 2,5 | 2,3 | 1,9 | 1,9 | 1,7 | 1,6 | 1,2 | 1,1 | 1,05 |
| 20 | Функция |  | 6,8 | 10,5 | 20,3 | 15,6 | 20,9 | 30,9 | 17,1 | 12,5 | 10,5 | 8,3 | 8,2 | 7,4 | 7 | 5,3 | 4,8 | 4,7 |
| 21 | Логарифм |  | 7,8 | 8 | 8,3 | 8,2 | 8,3 | 8,5 | 8,2 | 8,1 | 8 | 7,9 | 7,9 | 7,8 | 7,8 | 7,7 | 7,7 | 7,6 |
| 22 | Квадрат функции |  | 13,4 | 13,5 | 13,9 | 13,8 | 13,9 | 13,96 | 13,55 | 13,45 | 13,1 | 13,02 | 13,01 | 12,95 | 12,8 | 12,7 | 12,6 | 12,5 |
| 23 | Функция |  | 1,97 | 1,95 | 1,95 | 2,03 | 2,11 | 1,97 | 1,82 | 1,74 | 1,7 | 1,68 | 1,66 | 1,64 | 1,63 | 1,6 | 1,57 | 1,53 |
| 24 | Квадрат |  | 3,88 | 3,8 | 3,8 | 4,12 | 4,45 | 3,88 | 3,3 | 3,03 | 2,89 | 2,82 | 2,76 | 2,69 | 2,64 | 2,56 | 2,,46 | 2,37 |
| 25 | Удельный конвективный тепловой поток |  | 9,26 | 9,79 | 10,06 | 11,69 | 25,23 | 13,11 | 7,4 | 4,31 | 2,86 | 2,27 | 1,83 | 1,65 | 1,5 | 1,37 | 1,27 | 1,2 |
| 26 | Удельный лучистый тепловой поток |  | 0,99 | 1,25 | 1,25 | 1,25 | 0,62 | 0,4 | 0,29 | 0,23 | 0,19 | 0,17 | 0,16 | 0,14 | 0,13 | 0,12 | 0,11 | 0,1 |
| 27 | Суммарный удельный тепловой поток |  | 10,26 | 11,04 | 11,31 | 12,94 | 25,85 | 13,52 | 7,69 | 4,54 | 3,06 | 2,44 | 1,99 | 1,79 | 1,64 | 1,5 | 1,39 | 1,3 |
| 28 | Наружный диаметр внутренней стенки |  | 0,277 | 0,277 | 0,271 | 0,243 | 0,145 | 0,222 | 0,303 | 0,377 | 0,444 | 0,505 | 0,56 | 0,609 | 0,654 | 0,695 | 0,731 |  |
| 29 | Средний тепловой поток на участке |  | 10,6 | 10,65 | 11,18 | 12,13 | 19,4 | 19,7 | 10,6 | 6,12 | 3,8 | 2,75 | 2,22 | 1,89 | 1,7 | 1,6 | 1,45 | 1,12 |
| 30 | Длина участка |  | 0,12 | 0,18 | 0,042 | 0,088 | 0,068 | | | | | | | | | | | |
| 31 | Площадь блокированной поверхности участка |  | 0,102 | 0,154 | 0,033 | 0,052 | 0,038 | 0,055 | 0,072 | 0,087 | 0,1 | 0,113 | 0,124 | 0,134 | 0,143 | 0,152 | 0,159 |  |
| 32 | Теплосъем на участке |  | 1,084 | 1,716 | 0,402 | 1,003 | 0,074 | 0,582 | 0,43 | 0,33 | 0,27 | 0,25 | 0,23 | 0,23 | 0,22 | 0,22 |  |  |
| 33 | Средняя теплоемкость охлаждающей жидкости на участке |  | 2960 | 2950 | 2932 | 2920 | 2911 | 2890 | 2880 | 2870 | 2851 | 2840 | 2822 | 2770 | 2750 | 2730 | 2720 | 2720 |
| 34 | Подогрев жидкости на участке |  | 3,2 | 10,5 | 16,7 | 3,9 | 9,8 | 7,4 | 5,7 | 4,3 | 3,3 | 2,7 | 2,5 | 2,4 | 2,4 | 2,35 | 2,3 |  |
| 35 | Температура жидкости |  | 374 | 368 | 353 | 342 | 335 | 326 | 319 | 313 | 309 | 306 | 303 | 301 | 298 | 296 | 294 |  |
| 36 | Комплекс изотермичности |  | 27 | 29 | 30 | 30,5 | 30,7 | 30,75 | 30,08 | 30,85 | 30,87 | 30,88 | 30,89 | 30,92 | 30,96 | 30,99 | 31,05 |  |
| 37 | Эквивалентный диаметр |  | 2,09 | 2,56 | 2,53 | 2,35 | 1,52 | 2,2 | 27 | 2,59 | 2,86 | 2,87 | 3,04 | 3,17 | 3,14 | 3,13 | 3,14 |  |
| 38 | Коэффициент теплоотдачи |  | 27,16 | 25,76 | 26,76 | 30,33 | 56,27 | 33,7 | 24,06 | 20,58 | 17,37 | 15,65 | 14,11 | 12,99 | 12,33 | 11,79 |  |  |
| 39 | Толщина гофров | , мм | 4 | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | Коэффициент теплопроводности гофров |  | 291 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 40 | Комплекс |  | 0,239 | 0,169 | 0,174 | 0,198 | 0,383 | 0,221 | 0,152 | 0,165 | ,137 | 0,135 | 0,12 | 0,11 | 0,112 | 0,112 |  |  |
| 41 | Коэффициент эффективности оребрения |  | 2,186 | 1,914 | 1,914 | 1,956 | 2,126 | 1,99 | 1,863 | 1,999 | 1,917 | 1,95 | 1,894 | 1,849 | 1,882 | 1,902 |  |  |
| 42 | Коэффициент теплоотдачи |  | 59,36 | 49,23 | 51,23 | 59,31 | 69,6 | 67,04 | 44,83 | 41,13 | 33,3 | 30,51 | 26,74 | 24,02 | 23,2 | 22,4 |  |  |
| 43 | Разность температур |  | 172 | 224 | 220 | 218 | 216 | 201 | 171 | 110 | 91 | 80 | 74 | 74 | 70 | 66 |  |  |
| **44** | **Температура жидкостной стенки** |  | **532** | **541** | **577** | **563** | **553** | **542** | **520** | **485** | **420** | **398** | **383** | **375** | **373** | **367** | **361** |  |
| 45 | Средняя температура стенки |  | 744 | 740 | 733 | 711 | 786 | 821 | 585 | 552 | 505 | 484 | 446 | 432 | 421 | 413 | 405 |  |
| 46 | Коэффициент теплопроводности стенки  (12Х18Н10Т) | , Вт/мК | 27 | 27 | 27 | 28 | 30 | 31 | 26,5 | 25 | 24,5 | 23 | 23 | 22 | 21 | 21 | 20 |  |
| 47 | Разность |  | 457 | 424,9 | 381 | 481 | 631 | 426,2 | 270,8 | 193,6 | 231,1 | 211,8 | 203,2 | 182,2 | 167,9 | 146,5 | 122,8 |  |
| 48 | Температура газовой стенки |  | 989 | 965,9 | 958,9 | 1044 | 1194 | 968,2 | 790,8 | 678,6 | 651,1 | 609,8 | 586,2 | 557,2 | 540,9 | 513,5 | 483,8 | 462 |