

$$\times \frac{3 + \frac{2}{5} \sqrt{\frac{\xi}{32}} \operatorname{Re} \frac{\operatorname{Pr}}{\operatorname{Pr}_T}}{\left(\frac{2}{5} \sqrt{\frac{\xi}{32}} \operatorname{Re} \frac{\operatorname{Pr}}{\operatorname{Pr}_T} \right)^{\frac{3}{2}} \sqrt{4 + \frac{2}{5} \sqrt{\frac{\xi}{32}} \operatorname{Re} \frac{\operatorname{Pr}}{\operatorname{Pr}_T}}}. \quad (14)$$

3. Сравнение точного решения задачи об интенсифицированном теплообмене с существующими решениями

Решения Мигая, согласно [7—9], выглядят гораздо проще, чем полученные в данной работе (10)—(14). Очевидно, что точные решения задачи об интенсифицированном теплообмене, представленные в рамках данной работы, гораздо сложнее, чем решения Мигая, что является единственным недостатком первых по отношению к последним. Сравнение результатов расчёта по точным решениям и по решениям Мигая необходимо проводить, сравнивая оба этих решения не только между собой, но и с имеющимися экспериментальными данными. Полученные отношения чисел Нуссельта, рассчитанных по точным решениям Nu , к соответствующим числам Нуссельта, рассчитанных по формулам Мигая Nu^M , в зависимости от числа Рейнольдса при различных числах Прандтля при следующих геометрических параметрах турбулизаторов: $t/D=1$; $d/D=0,90$ (t — расстояние между турбулизаторами; d — внутренний диаметр кольцевых канавок; D — внутренний диаметр трубы), показывают, что решение Мигая даёт заниженные результаты относительно точного решения для низких зна-

чений числа Прандтля и завышенные для высоких во всём диапазоне чисел Рейнольдса. Для более высоких чисел Рейнольдса это расхождение выше при высоких числах Прандтля и ниже — при низких. Анализ результатов расчётов по точным формулам и по формулам Мигая в зависимости от числа Рейнольдса при прочих равных условиях показывает, что их расхождение может быть довольно значительным — порядка (10÷15)%. Полученные отношения чисел Нуссельта, рассчитанных по точным решениям Nu , к соответствующим числам Нуссельта, рассчитанных по формулам Мигая Nu^M , в зависимости от относительного диаметра трубы с турбулизаторами d/D при различных числах Прандтля при относительном шаге между турбулизаторами $t/D=1$ и числе Рейнольдса $Re=10^4$ показывают, что решение Мигая даёт заниженные результаты относительно точного решения для низких значений числа Прандтля и завышенные для высоких во всём диапазоне относительных диаметров для труб с турбулизаторами. Для более высоких относительных высот турбулизаторов это расхождение выше при высоких числах Прандтля и ниже — при низких. Подробный анализ результатов расчётов по точным формулам и

по формулам Мигая в зависимости от относительной высоты между турбулизаторами при прочих равных условиях показывает, что их расхождение может быть довольно значительным — порядка (10÷15)%. После непосредственного сравнения представленных решений между собой, необходимо сравнить эти решения с существующими экспериментальными данными по теплообмену для труб с периодически расположенными поверхностными турбулизаторами [2, 6].

На рис. 1 представлено сравнение точного решения для интенсифицированного теплообмена и решения Мигая с экспериментальными данными [2, 6] для труб с турбулизаторами при $t/D=1$, $Pr=0,72$, $Re=4 \cdot 10^5$ в зависимости от относительного диаметра труб с турбулизаторами d/D . Из рис. 1 видно, что точное решение гораздо лучше соответствует существующим экспериментальным данным во всём диапазоне d/D .

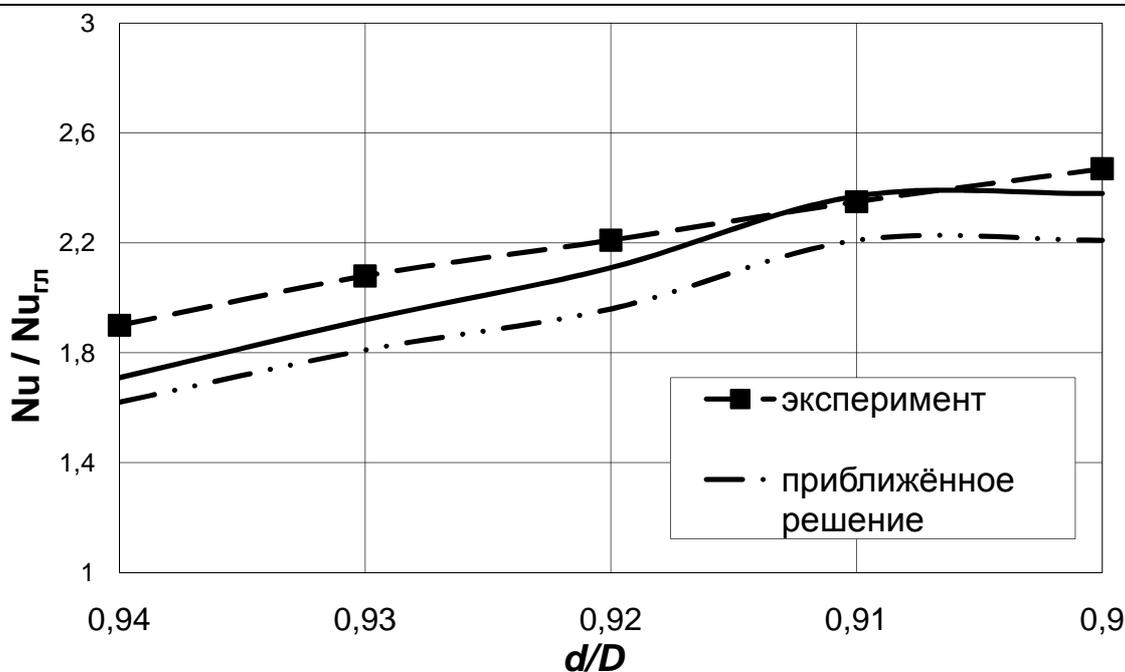


Рис. 1. Сравнение точного и приближённого решений для интенсифицированного теплообмена с экспериментальными данными [2, 6] для труб с турбулизаторами при $t/D=1$, $Pr=0,72$, $Re=4 \cdot 10^5$ в зависимости от относительного диаметра труб с турбулизаторами d/D

На рис. 2 представлено аналогичное сравнение, но для $t/D=1$, $d/D=1$, $Pr=0,72$ и в зависимости от числа Рейнольдса, из которого видно, что точное решение гораздо лучше соответствует существующим экспериментальным данным

почти во всём диапазоне чисел Рейнольдса. Подробное расчётное исследование теплообмена в трубах с турбулизаторами посредством точного решения задачи о теплообмене и посредством решений Мигая в диапазоне геометрических параметров