

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

Сергеев И. П., Деменок С. Л., Богданов Д. М.

КРАТКОЕ ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПОЛОЖЕНИЙ ТЕХНИЧЕСКОГО РАСЧЕТА КОНВЕКТИВНОГО ТЕПЛООБМЕНА ПРИ ДВИЖЕНИИ ЖИДКОСТИ В ПРЯМЫХ ТРУБАХ КРУГЛОГО ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ

Рецензент:

Доцент кафедры Санкт-Петербургского государственного морского технического университета к. т. н. В. В. Медведев:

Книга представляет интерес для широкого круга специалистов, занимающихся вопросами проектирования, модернизации и эксплуатации теплообменных аппаратов для студентов и аспирантов, обучающихся по специальностям направления подготовки специалистов в области энергетики.

Рассматриваются результаты теоретических и экспериментальных исследований гидродинамики и теплообмена в каналах круглого сечения. Целостный подход позволяет использовать достигнутые результаты при оптимизации конструктивных и режимных параметров тепловых аппаратов и наметить круг проблем, еще подлежащих разрешению на основе новых теоретических и экспериментальных исследований.

© Сергеев И. П., Деменок С. Л.,
Богданов Д. М., 2009

© ООО «Страта», 2018

ISBN 978-5-6040743-2-9

Оглавление

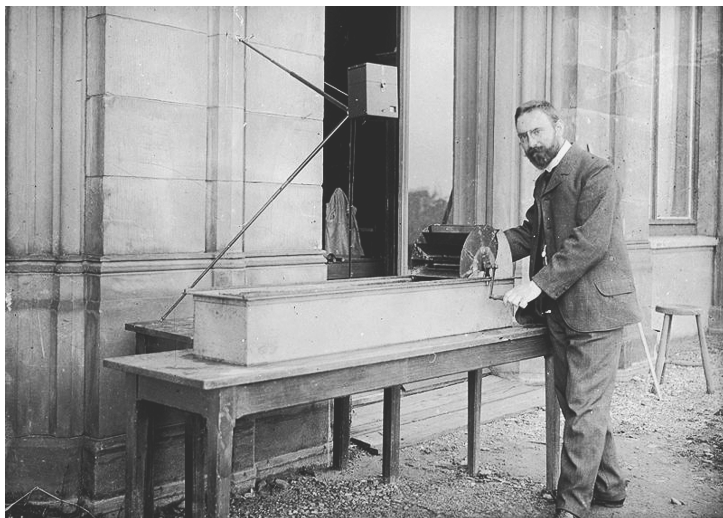
| | |
|---|----|
| Введение | 10 |
| 1. Ламинарный и турбулентный режимы движения жидкости в трубе | 12 |
| 2. Пограничный слой при течении жидкости в трубе | 14 |
| 3. Внутреннее трение в жидкости. Законы Ньютона и Фурье | 15 |
| 4. Распределение по радиусу трубы касательных напряжений и плотности теплового потока | 17 |
| 5. Распределения по радиусу трубы скорости и теплосодержания теплоносителя при ламинарном течении..... | 21 |
| 6. Средние по площади поперечного сечения трубы значения скорости и теплосодержания теплоносителя | 23 |
| 7. Определение структуры формулы для расчета коэффициента теплоотдачи при ламинарном течении жидкости в трубе | 25 |
| 8. Вывод формул для расчета коэффициентов трения и теплоотдачи при ламинарном течении жидкости в трубе | 28 |
| 9. Определение структуры формулы для расчета коэффициента теплоотдачи при турбулентном течении жидкости в трубе | 30 |
| 10. Универсальный профиль скоростей | 33 |
| 11. Вывод соотношения для расчетного определения коэффициента трения при турбулентном течении жидкости в прямых трубах круглого сечения .. | 41 |
| 12. Основные балансы массы, теплосодержания и количества движения несжимаемой жидкости (теплоносителя) при течении в прямых трубах круглого сечения | 44 |
| 13. Коэффициент трения и теплоотдача в шероховатых трубах..... | 47 |
| 14. Коэффициент теплопередачи и средний температурный напор в рекуперативном теплообменнике..... | 49 |
| 15. Пример ориентировочного расчета рекуперативного теплообменника | 54 |
| Литература | 59 |

Введение

Целью настоящего пособия является краткое изложение основных моментов физической картины рассматриваемых процессов и приближенное математическое описание теплообмена при ламинарном и турбулентном течении теплоносителя (жидкости) в прямых трубах круглого поперечного сечения.

Приводится пример расчета рекуперативного теплообменника.

Необходимо подчеркнуть, что данное пособие является лишь по возможности сжатым напоминанием об основных расчетных проблемах в практической деятельности разработчика теплообменных аппаратов и служит дополнением к специализированной научной, учебной и справочной литературе.



Людвиг Прандтль, 1904 г.

Следует отметить, что теоретическое и экспериментальное исследование конвективного теплообмена сравнительно молодая отрасль науки и техники: «Рассуждения о движущей силе огня» Сади Карно — начало современной термодинамики, были опубликованы в 1824 г., а фундаментальное предложение об учете вязкости в пределах гидродинамического пограничного слоя было введено Людвигом Прандтлем в 1904 г., но получило признание и практическое развитие лишь после 1927 г.

Идея Прандтля фактически объединила развивавшиеся самостоятельно и параллельно классическую гидродинамику (Эйлер) и практическую, экспериментальную гидравлику (Дарси, Вайсбах). До введения понятия вязкого пограничного слоя был известен парадокс Даламбера: согласно классической теории, шар, движущийся в реальной вязкой среде, не испытывает сопротивления!

Таким образом, революционное физическое содержание предложения Прандтля обеспечило реализацию жизненно необходимого учета вязкости при течении практически используемых жидкостей и газов.