

О. Г. МАРТЫНЕНКО, А. А. БЕРЕЗОВСКИЙ,  
Ю. А. СОКОВИШИН

АСИМПТОТИЧЕСКИЕ  
МЕТОДЫ  
В ТЕОРИИ  
СВОБОДНО-  
КОНВЕКТИВНОГО  
ТЕПЛООБМЕНА

*Под редакцией  
члена-корреспондента АН СССР Р. И. СОЛОУХИНА*

МИНСК  
«НАУКА И ТЕХНИКА»  
1979

6П2.2  
М 29  
УДК 536.25

Мартыненко О. Г., Березовский А. А., Соковишин Ю. А. **Асимптотические методы в теории свободно-конвективного теплообмена.** Мн., «Наука и техника», 1979, 168 с.

В книге рассматриваются основные закономерности свободно-конвективного теплообмена на плоской поверхности.

Существующие подходы в изучении свободной конвекции, базирующиеся на основе уравнений пограничного слоя, справедливы в узкой области изменения определяющих параметров и дают упрощенную картину явления. Использование уравнений Навье — Стокса и энергии позволяет учитывать характерные особенности свободно-конвективного процесса: влияние острых кромок, взаимодействие пограничных слоев с внешним течением и физические свойства теплоносителя. Построение приближенных решений основывается на методах сращиваемых асимптотических разложений и деформированных координат. Получены удобные зависимости для расчета распределения скоростей и температур в пограничном слое и теплопередачи с поверхности в широкой области изменения чисел Грасгофа и Прандтля. Сопоставление с экспериментами подтверждает правомочность применения развиваемых методов для анализа свободно-конвективного теплообмена.

Книга рассчитана на научных работников, специалистов в области теплотехники и теплофизики, преподавателей, аспирантов, студентов старших курсов вузов.

Иллюстраций 26. Библиография — 104 названия.

Рецензенты:

доктор технических наук *З. П. Шульман*,  
кандидат физико-математических наук *Ю. Н. Смыслов*

БВ 12259

Б. 67.01.01

Информационно-издательский центр

30302—003

М 118—79

М 316—79

© Издательство «Наука и техника», 1979.

# ОГЛАВЛЕНИЕ

|                                                                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Предисловие                                                                                                                       | 3  |
| <b>Глава 1. Основные представления свободно-конвективного теплообмена</b>                                                         |    |
| 1. Приближение Буссинеска                                                                                                         | 6  |
| 2. Подобие процессов свободно-конвективного теплообмена                                                                           | 11 |
| 3. Приближение пограничного слоя                                                                                                  | 18 |
| 4. Особенности течения при свободной конвекции и применимость методов возмущений                                                  | 24 |
| <b>Глава 2. Свободная конвекция около вертикальной полубесконечной изотермически нагретой пластины (граничные условия I рода)</b> |    |
| 1. Основные понятия. Асимптотические разложения                                                                                   | 28 |
| 2. Внешнее разложение                                                                                                             | 30 |
| 3. Внутреннее разложение. Уравнения пограничного слоя                                                                             | 32 |
| 4. Сращивание                                                                                                                     | 34 |
| 5. Нулевое приближение для пограничного слоя                                                                                      | 38 |
| 6. Первое приближение                                                                                                             | 40 |
| 7. Второе приближение                                                                                                             | 43 |
| 8. Собственные решения                                                                                                            | 46 |
| 9. Трение и теплоотдача при СКТ                                                                                                   | 47 |
| <b>Глава 3. Эффекты передней и задней кромок при свободной конвекции около вертикальной пластины конечной длины</b>               |    |
| 1. Метод деформирования координат                                                                                                 | 50 |
| 2. Свободная конвекция в окрестности задней кромки                                                                                | 58 |
| 3. Влияние следа за пластиной на СКТ                                                                                              | 62 |
| 4. Сопоставление теоретических результатов с экспериментальными                                                                   | 66 |

#### **Г л а в а 4. Влияние физических свойств теплоносителя**

|                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Свободная конвекция при больших значениях чисел Грасгофа и Прандтля      | 76 |
| 2. Общий подход для расчета свободной конвекции при больших числах Прандтля | 85 |
| 3. Свободная конвекция при малых числах Прандтля                            | 90 |

#### **Г л а в а 5. Свободная конвекция у неоднородно нагретой поверхности и при граничных условиях II рода**

|                                                                                                         |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1. Тепловые граничные условия II рода                                                                   | 95  |
| 2. Свободная конвекция у поверхности, нагреваемой постоянным тепловым потоком при малых числах Прандтля | 110 |
| 3. Сравнение теоретических и экспериментальных результатов                                              | 116 |
| 4. Степенное распределение температуры на нагреваемой поверхности                                       | 121 |

#### **Г л а в а 6. Свободная конвекция при различных условиях расположения теплоотдающей поверхности**

|                                                                                                  |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1. Свободная конвекция около горизонтальной пластины, обращенной теплоотдающей поверхностью вниз | 127 |
| 2. Свободная конвекция в угле с наклонной нагретой стенкой                                       | 133 |
| 3. Свободная конвекция в других геометрических условиях                                          | 141 |
| 4. Ступенчатое изменение температуры поверхности                                                 | 144 |
| Закключение                                                                                      | 154 |
| Приложение                                                                                       | 155 |
| Литература                                                                                       | 160 |