

АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛОРУССКОЙ ССР
ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

В. Б. НЕСТЕРЕНКО, Б. Е. ТВЕРКОВКИН

ТЕПЛООБМЕН
В ЯДЕРНЫХ
РЕАКТОРАХ
С ДИССОЦИИРУЮЩИМ
ТЕПЛОНОСИТЕЛЕМ

МИНСК
«НАУКА И ТЕХНИКА»
1980

6П2.2

Н56

УДК 621.039.534+66.045.2

Нестеренко В. Б., Тверковкин Б. Е. Теплообмен в ядерных реакторах с диссоциирующим теплоносителем. Мн., Наука и техника, 1980, 264 с.

В книге излагаются методы расчета теплообмена при охлаждении химически реагирующим теплоносителем тепловыделяющих элементов ядерного реактора. Рассматриваются каналы разной геометрической формы (круглые трубы, кольцевые зазоры, пучки продольно обтекаемых цилиндров). Приведены физико-математические модели явлений тепло- и массопереноса, результаты расчета гидравлических сопротивлений, температурных полей, полей скоростей и концентраций компонентов химически реагирующей смеси. Даны конкретные рекомендации, расчетные формулы и алгоритмы для теплофизического расчета активных зон реакторов.

Рассчитана на научных, инженерно-технических работников и специалистов, занимающихся исследованиями в области теплофизики ядерных реакторов и проектированием атомных электростанций, будет полезна преподавателям, аспирантам и студентам вузов, специализирующимся по атомной энергетике.

Таблиц 43. Иллюстраций 55. Библиография — 262 названия.

Рецензенты:

О. Г. Мартыненко, доктор технических наук,
А. А. Михалевич, доктор технических наук

30315—024

Н — 122—79 2304000000

М316—80

© Издательство «Наука и техника», 1980.

ББ 15444
Библиотека
АН БССР

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Обозначения	7
Введение	9
Глава 1. Особенности математического описания явлений тепломассопереноса в однофазных химически реагирующих средах	35
1.1. Основные дифференциальные уравнения	35
1.2. Теплофизические свойства и химические кинетиче- ские константы	45
Глава 2. Инженерные методы расчета теплообмена	55
2.1. Расчет осредненных параметров диссоциирующего потока	55
2.2. Методы расчета теплоотдачи при турбулентном те- чении N_2O_4 в осесимметричных каналах	67
Глава 3. Приближенная теория тепломассопереноса в хи- мически неравновесной смеси при ламинарном течении в осе- симметричных каналах с инертной непроницаемой поверхностью	79
3.1. Уравнения тепломассопереноса в химически неравно- весной смеси $2NO_2 \rightleftharpoons 2NO + O_2$ в приближении погра- ничного слоя	82
3.2. Масштабы скоростей конкурирующих процессов	87
3.3. Аналитическое исследование характеристик тепло- массопереноса при ламинарном течении химически не- равновесной смеси $2NO_2 \rightleftharpoons 2NO + O_2$ в плоском канале ($T_c = \text{const}$)	89
3.3.1. Постановка задачи и упрощающие предположения	89
3.3.2. Применение метода Фурье	92
3.3.3. Исследование поведения собственных значений за- дачи Штурма—Лиувилля (плоская геометрия)	95
3.3.4. Характеристики тепломассопереноса	98
3.3.5. Поведение решения при $\beta^2 \ll 1$ и $\beta^2 \gg 1$	100
	261

3.3.6. Влияние обобщенных параметров на характеристики теплопереноса	108
3.3.7. Расчет характеристик теплопереноса по аналитическим выражениям при больших температурных перепадах	114
3.3.8. Численное решение задачи. Сравнение аналитических и численных результатов	122
3.4. Аналитическое исследование характеристик теплопереноса при ламинарном течении химически неравновесной смеси в трубе ($q_c = \text{const}$)	128
3.4.1. Постановка задачи. Аналитическое решение (цилиндрическая геометрия, $q_c = \text{const}$, неравновесный вход)	128
3.4.2. Теплоперенос в химически неравновесной смеси при равновесном входе в канал ($q_c = \text{const}$). Учет зависимости обобщенных параметров от температуры. Сравнение с численными результатами	133
3.4.3. Газ в канале с адиабатической стенкой и неравновесным входом	143
3.4.4. Влияние неравновесного входа на теплоперенос ($q_c = \text{const}$)	147

Глава 4. Теплообмен при турбулентном течении N_2O_4 в трубе

151

4.1. Расчет теплообмена и сопротивления в осесимметричных каналах	151
4.2. Расчет теплообмена с заданным профилем скоростей в круглой трубе	170
4.3. Теплообмен при постоянной температуре стенки	177
4.4. Теплообмен при постоянной плотности теплового потока	179
4.5. Теплообмен при течении диссоциирующего газа в шероховатых трубах	186

Глава 5. Теплообмен при продольном обтекании пучков стержней диссоциирующим газом N_2O_4

192

5.1. Ламинарное течение	193
5.2. Турбулентное течение	208
5.3. Теплообмен при продольном обтекании тепловыделяющих элементов турбулентным потоком диссоциирующего теплоносителя	219
5.4. Приближенные методы расчета температурных полей в активной зоне реактора	231

Литература

244