

А. Г. Шашков

УДК 621.372.6

СИСТЕМНО-
СТРУКТУРНЫЙ
АНАЛИЗ
ПРОЦЕССА
ТЕПЛООБМЕНА
и его применение



МОСКВА ЭНЕРГОАТОМИЗДАТ 1983

ББК 31.31
Ш32
УДК 536.24

Рецензент В. В. Кафаров

В 186934

Библиотека
АН СССР

Шашков А. Г.

Ш32 Системно-структурный анализ процесса теплообмена и его применение. — М.: Энергоатомиздат, 1983. — 280 с., ил.

В пер. 2 р. 00 к.

Впервые в отечественной литературе изложены основы системно-структурного анализа применительно к задачам теплообмена. Рассмотрено большое количество инженерных задач теплообмена, дан их анализ, приведены методы решения. Описаны структурные модели различных видов теплообмена, даны рекомендации по их применению в практических расчетах.

Для научных и инженерно-технических работников, проектирующих и исследующих теплообменные системы.

Ш 2303010000-360
051(01)-83 31-83

ББК 31.31
6П2.2

© Энергоатомиздат, 1983

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Введение	5
Глава первая. Предварительные сведения	13
1.1. Математические модели теплопроводности	13
1.2. Построение структурной модели (схемы)	20
1.3. Весовая и передаточная функции	27
1.4. Структура интегральных уравнений типа свертки	30
1.5. Реакция тепловой динамической системы на стандартные воздействия	33
1.6. Об обратных задачах теплопроводности	43
Глава вторая. Структурные модели теплопроводности. Граничные условия первого и второго рода	51
2.1. Структурный анализ теплопроводности полуограниченного стержня с нулевой начальной температурой	52
2.2. Структурная модель теплопроводности полуограниченного теплоизолированного с боковой поверхности стержня с произвольным начальным распределением температуры	59
2.3. Структурная модель теплопроводности бесконечной пластины, на поверхности которой произвольно изменяются температуры и имеет место начальное распределение температуры	62
2.4. Структурная модель переноса теплоты в бесконечной пластине, на поверхность которой падает модулированный электронный пучок (на границах поверхности имеет место тепловое излучение)	67
2.5. Структурная модель переноса теплоты в двухслойной бесконечной пластине, на поверхность которой падает модулированный электронный пучок (на поверхностях пластины имеет место тепловое излучение)	69
2.6. Амплитудно-фазовые характеристики звеньев структурной схемы (частотное представление операторов)	73
2.7. Структурная модель теплопроводности полуограниченного стержня, описываемая гиперболическим уравнением	83
2.8. Структурная модель теплопроводности полуограниченного стержня, описываемая интегродифференциальным уравнением типа свертки	90
2.9. Структурная модель теплопроводности полуограниченного стержня, описываемая нелинейным уравнением	96
2.10. Структурная модель теплопроводности и термонапряженности полуограниченного стержня	102
2.11. Структурная модель задачи теплопроводности с подвижной границей	107

Глава третья. Структурные модели теплопроводности с граничными условиями третьего рода	112
3.1. Структурная модель теплопроводности полуограниченного теплоизолированного стержня, поверхность торца которого обменивается теплотой с окружающей средой по закону Ньютона . .	113
3.2. Структурная модель теплопроводности полуограниченного стержня, обменивающегося теплотой с окружающей средой по закону Ньютона	119
3.3. Структурная модель теплопроводности полупространства, на поверхность которого поступает тепловой поток и падает поток лучистой энергии, которая поглощается по закону Бугера . .	125
3.4. Структурная модель теплопроводности стержня конечной длины, боковая поверхность и торцы которого обмениваются теплотой с окружающей средой по закону Ньютона	128
3.5. Структурная модель теплопроводности стержня конечной длины с источниками теплоты, зависящими от времени и обменивающимися теплотой с окружающей средой по закону Ньютона . .	136
3.6. Структурная модель теплопроводности стержня конечной длины с источниками теплоты, линейно зависящими от температуры	145
3.7. Структурная модель теплообмена неограниченной среды со сферической полостью, заполненной газом или жидкостью . . .	158
Глава четвертая. Структурные модели задач теплопроводности с граничными условиями четвертого рода	161
4.1. Структурная модель теплопроводности системы двух полуограниченных стержней, приведенных в соприкосновение свободными торцами. Температуры и свойства стержней различны . .	161
4.2. Структурная модель теплопроводности системы двух полуограниченных стержней, приведенных в соприкосновение свободными торцами. В одном стержне процесс теплопроводности описывается гиперболическим, в другом — параболическим уравнением	165
4.3. Структурная модель теплопроводности системы двух полуограниченных стержней, приведенных в соприкосновение свободными торцами, с плоским нагревателем, имеющим теплоемкость. Температуры и свойства стержней различны	169
4.4. Структурная модель теплопроводности системы двух полуограниченных стержней, приведенных в соприкосновение свободными торцами. Коэффициенты теплопроводности стержней зависят от температуры	173
4.5. Структурная модель теплопроводности в системе, составленной из ограниченного и полуограниченного стержней, когда на свободный торец системы поступает изменяющийся тепловой поток. Температурное поле описывается обычным уравнением теплопроводности	177
4.6. Структурная модель теплопроводности в системе, составленной из ограниченного и полуограниченного стержней. На свободный торец системы поступает изменяющийся во времени тепловой поток. Температурное поле в ограниченном стержне описывается обычным, а в полуограниченном — гиперболическим уравнением.	181
4.7. Структурная модель теплопроводности в системе, составленной из ограниченного и полуограниченного стержней, имеющих в момент соприкосновения различные температуры. На свободный торец стержня поступает изменяющийся во времени тепловой поток	184

- 4.8. Структурная модель теплопроводности в системе, составленной из ограниченного и полуограниченного стержней, имеющих в момент соприкосновения различные температуры. Свободный торец стержня обменивается теплотой со средой по закону Ньютона 189
- 4.9. Структурная модель теплообмена потока жидкости с преградой. Сопряженная задача 193

**Г л а в а п я т а я. Идентификационные методы построения измеритель-
но-информационных систем 201**

- 5.1. Структурная модель переноса теплоты — основа построения схем идентификации теплофизических свойств вещества . . . 201
- 5.2. Структурная модель переноса теплоты — основа построения термометрических схем 234
- 5.3. Структурная модель переноса теплоты — основа для построения схем измерения (идентификации) теплового потока . . . 241
- 5.4. Структурная модель переноса теплоты — основа структурной реализации схем термоанемометрических измерений 260

Список литературы 274