

УДК 621.365(075.8)

Ч-462

Рецензенты:

д-р техн. наук, профессор *А.В. Чичиндаев*

канд. техн. наук, доцент *С.А. Галунин*

Чередниченко В.С.

Ч-462 Электротехнологические установки и системы. Теория и расчеты электропечей сопротивления: учебное пособие / В. С. Чередниченко. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2020. – 292 с. – («Учебники НГТУ»).

ISBN 978-5-7782-4133-6

Приведены основные положения теории электропечей сопротивления, включая классификацию, изложены законы теплопередачи, электротехнические и тепловые расчеты нагревателей; рассмотрены вопросы стационарной и нестационарной теплопроводности, свободной и внутренней конвекции, излучения. Содержатся сведения по тепловым расчетам электропечей сопротивления периодического и непрерывного действия, нагрева грузов различной конфигурации и свойств.

Книга предназначена в качестве учебного пособия для магистрантов и аспирантов электротехнических университетов, а также может служить руководством для инженерно-технических работников.

УДК 621.365(075.8)

ISBN 978-5-7782-4133-6

© Новосибирский государственный
технический университет, 2020
© Чередниченко В.С., 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	7
Глава 1. Общая характеристика электропечей сопротивления.....	9
1.1. Основные понятия и определения.....	9
1.2. Области применения электропечей сопротивления.....	11
1.3. Параметры и режимы работы электропечей сопротивления.....	18
Глава 2. Теория теплопередачи.....	23
2.1. Теплообмен.....	23
2.2. Общее понятие температурного поля.....	27
2.3. Коэффициенты теплопередачи.....	28
2.4. Термическое сопротивление.....	28
2.5. Теплопроводность.....	29
2.6. Коэффициент теплопроводности.....	29
2.7. Основной закон теплопроводности.....	30
2.8. Уравнение распространения теплоты в вещественной среде.....	33
2.9. Конвективный теплообмен.....	44
2.9.1. Уравнение распространения теплоты в газах и жидкостях.....	44
2.9.2. Связь между полем температур и полем скоростей в движущейся среде.....	50
2.9.3. Коэффициент теплоотдачи при конвективном теплообмене.....	51
2.9.4. Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена.....	56
2.10. Однозначность решения задач теплообмена.....	60
Методы обеспечения однозначности решения задач.....	60
2.11. Граничные условия.....	65
2.12. Анализ граничных условий.....	77
2.13. Начальные условия.....	79
2.14. Теория подобия в теплообмене.....	82
2.14.1. Подobie физических процессов.....	82
2.14.2. Безразмерные переменные и критерии подобия как обобщенные параметры теплопередачи.....	85
2.15. Дифференциальное уравнение теплопроводности в безразмерном виде.....	89
2.16. Безразмерные комплексы.....	95
2.17. Теплообмен излучением.....	99
2.17.1. Основные понятия и определения.....	99
2.17.2. Законы теплового излучения абсолютно черных тел.....	107
2.17.3. Теплообмен излучением в системе нечерных тел.....	112



2.17.4. Зональный метод расчета теплообмена излучением.....	114
2.17.5. Сложный теплообмен.....	116
Глава 3. Нагревательные элементы электропечей сопротивления	119
3.1. Электрический расчет нагревателей	122
3.2. Тепловой расчет нагревателей с теплообменом излучением.....	127
3.3. Расчет нагревателей электропечей с конвективным теплообменом	139
Глава 4. Тепловой расчет электропечей сопротивления	151
4.1. Особенности теплопередачи и расчет мощности электропечей сопротивления.....	151
4.2. Тепловой расчет футеровки	161
4.2.1. Теплопередача через плоскую футеровку в стационарных условиях.....	161
4.2.2. Теплопередача через цилиндрическую футеровку в стационарных условиях.....	177
4.3. Теплообмен излучением между двумя плоскими телами	190
4.4. Теплообмен излучением между двумя коаксиальными цилиндрами	193
4.5. Теплообмен излучением в системе плоских экранов	198
4.6. Теплообмен излучением в системе коаксиальных цилиндрических экранов....	200
Глава 5. Нагрев и охлаждение изделий	203
5.1. Особенности теплопередачи и расчет мощности при прецизионной термообработке.....	203
5.2. Расчет нагрева и охлаждения изделий	211
Глава 6. Тепловой расчет электропечей непрерывного действия при теплопередаче излучением.....	227
6.1. Расчет футерованных электропечей.....	228
6.2. Расчет вакуумных электропечей непрерывного действия с экранной изоляцияй	241
Глава 7. Расчет электропечей периодического действия	245
Футерованные электропечи, разогреваемые и охлаждаемые вместе с изделием	245
Библиографический список.....	268
Приложения	269
Приложение 1. Номограммы для электрического расчета металлических нагр- вателей электропечей сопротивления с теплопередачей излучением	269
Приложение 2. Номограммы для определения коэффициентов теплоотдачи при вынужденном движении воздуха и газов.....	275
Приложение 3. Свойства газов.....	286
Приложение 4. Коэффициенты теплового излучения ϵ для некоторых материалов.....	289