

Министерство образования и науки Российской Федерации
НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Л.Г. ПЛАВСКИЙ

МИКРОВОЛНОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ЭЛЕМЕНТОВ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ ИЗ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННОЙ КЕРАМИКИ

Утверждено
Редакционно-издательским советом университета
в качестве учебного пособия

НОВОСИБИРСК
2012

УДК 621.384.6(075.8)

П 37

Рецензенты: д-р техн. наук, проф. *В.А. Хрусталёв*
д-р техн. наук, проф. *В.П. Разинкин*

Работа подготовлена на кафедре конструирования и технологии радиоэлектронных средств для студентов IV и V курсов факультета РЭФ (специальности 21100.62; 210700.68) всех форм обучения

Плавский Л.Г.

П 37 Микроволновые технологии в производстве элементов радиоэлектроники из высококачественной керамики: учеб. пособие / Л.Г. Плавский – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2012. – 116 с.

ISBN 978-5-7782-1916-8

Рассматриваются основные аспекты теории и практики получения изделий радиотехнической промышленности из наноматериалов, а также перспективы для дальнейшего развития и применения высококачественной керамики.

Предназначено для изучения современной СВЧ-технологии, рассматриваемой в курсе «Технология радиоэлектронных средств», для студентов дневного отделения бакалаврской подготовки по направлению 210200.62, инженерной подготовки по направлению 210200.62 и магистрантов по направлению подготовки 210200.68. Также углубленно рассматриваются особенности микроволновых технологий при освоении курса «Новые технологии электронных средств» магистрами направления подготовки 210200.68. Учебное пособие будет полезно для изучения этих вопросов студентами старших курсов заочного отделения соответствующих специальностей.

Плавский Леонид Григорьевич

**МИКРОВОЛНОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ЭЛЕМЕНТОВ
РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ ИЗ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННОЙ КЕРАМИКИ**

Учебное пособие

Редактор *Л.Н. Ветчакова*
Выпускающий редактор *И.П. Брованова*
Дизайн обложки *А.В. Ладьянская*
Компьютерная верстка *В.Н. Зенина*

Подписано в печать 30.03.2012. Формат 60×84 1/16. Бумага офсетная. Тираж 50 экз.
Уч.-изд. л. 6,74. Печ. л. 7,25. Изд. № 405/11. Заказ № Цена договорная

Отпечатано в типографии Новосибирского государственного технического университета
630092, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20

УДК 621.384.6(075.8)

ISBN 978-5-7782-1916-8

© Плавский Л.Г., 2012
© Новосибирский государственный
технический университет, 2012

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ПРИМЕНЕНИЯ СВЧ-ЭНЕРГИИ.....	5
2. ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СВЧ-ВОЛН С МАТЕРИАЛАМИ И СРЕДАМИ.....	6
3. ИНТЕНСИФИКАЦИИ ТЕПЛОМАССООБМЕНА.....	10
3.1. Виды движения и уравнения, отображающие их.....	10
3.2. Волновой перенос энергии.....	14
3.3. Перенос энергии электромагнитными волнами.....	19
4. УСТАНОВКИ И КАМЕРЫ СВЧ-НАГРЕВА.....	22
4.1. Классификация установок СВЧ.....	22
4.2. Материалы для СВЧ-печей и волноводов.....	29
4.3. Преобразование энергии в объемных резонаторах СВЧ.....	32
4.4. Камеры со стоячей волной.....	33
4.5. Защита от излучения в СВЧ-печах и установках.....	42
4.5.1. Общие сведения.....	42
4.5.2. Способы защиты от СВЧ-излучений в СВЧ-печах.....	45
4.5.3. Устройства для предотвращения утечки СВЧ-энергии в установках непрерывного действия.....	51
4.6. Теория многомодового режима.....	61
4.7. Многоапертурное возбуждение прямоугольной камеры установки микроволнового нагрева.....	77
4.8. Разработка программных средств для оптимизации числа мод в камере соотношением размеров камеры.....	82
4.9. Пример расчета размеров СВЧ-резонатора с максимальной многомодовостью.....	83
5. ПОЛУЧЕНИЕ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННОЙ КЕРАМИКИ В СВЧ-ПОЛЯХ.....	95
5.1. Обоснование применения микроволновой энергии для обработки керамических материалов.....	95
5.2. Анализ процессов спекания и модифицирование керамики в сверхвысокочастотных полях.....	102
5.3. Некоторые промышленные и пилотные проекты.....	107
Список литературы.....	111
Приложение 1.....	112
Приложение 2.....	113
Приложение 3.....	114