

.
А

**Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Казанский государственный технологический
университет»**

Э.Ф.Вознесенский, Ф.С.Шарифуллин, И.Ш.Абдуллин

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СТРУКТУРНОЙ
МОДИФИКАЦИИ МАТЕРИАЛОВ
КОЖЕВЕННО-МЕХОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
В ПЛАЗМЕ ВЫСОКОЧАСТОТНОГО РАЗРЯДА
ПОНИЖЕННОГО ДАВЛЕНИЯ**

КАЗАНЬ
КГТУ
2011

УДК 675.02:533.9

ББК 37.25:22.333

В64

Вознесенский Э.Ф., Шарифуллин Ф.С., Абдуллин И.Ш.

Теоретические основы структурной модификации материалов кожевенно-меховой промышленности в плазме высокочастотного разряда пониженного давления. – Казань: Изд-во Казан. гос. технол. ун-та, 2011. – 364 с.

ISBN 978-5-7882-1059-9

Рассматриваются структуры натуральных коллаген- и кератинсодержащих материалов, а также структурные изменения материалов в процессах переработки и ВЧ плазменной модификации. Приводятся результаты экспериментальных исследований модификации материалов кожевенно-меховой промышленности в плазме высокочастотного разряда пониженного давления. Описываются математические модели структурной ВЧ плазменной модификации коллаген- и кератинсодержащих материалов.

Предназначена для широкого круга научных работников и специалистов, занимающихся вопросами технологии кожи и меха, физики низкотемпературной плазмы, преподавателей, аспирантов и студентов вузов.

Подготовлена на кафедре «Плазмохимические и нанотехнологии высокомолекулярных материалов».

*Печатается по рекомендации Ученого совета Казанского
государственного технологического университета*

Рецензенты:

доктор техн. наук В.В. Кудинов

доктор физ.-мат. наук В.С. Желтухин

ISBN 978-5-7882-1059-9 © Вознесенский Э.Ф., Шарифуллин Ф.С.,

Абдуллин И.Ш., 2011

©Казан. гос. технол. ун-т., 2011

ОГЛАВЛЕНИЕ

Список основных обозначений и сокращений	3
ПРЕДИСЛОВИЕ	7
ВВЕДЕНИЕ	9
ГЛАВА 1. СТРОЕНИЕ НАТУРАЛЬНЫХ КОЖЕВЕННО-МЕХОВЫХ МАТЕРИАЛОВ	11
1.1. Кожевенно-меховые материалы как продукт переработки биологического сырья	11
1.2 Строение шкуры животного	13
1.2.1 <i>Топографические участки шкуры</i>	13
1.2.2 <i>Морфологическое строение шкуры</i>	15
1.2.3 <i>Строение кожной ткани</i>	18
1.2.4. <i>Строение волосяного покрова</i>	20
1.3 Белковое строение кожевенно-меховых материалов	23
1.3.1. <i>Строение коллагена</i>	23
1.3.2 <i>Строение кератина</i>	49
1.4 Особенности строения кожевенно-меховых материалов из разных видов сырья	81
1.4.1 <i>Особенности строения кож из разных видов сырья</i>	81
1.4.2 <i>Особенности строения волосяного покрова разных пород овец</i>	92
ГЛАВА 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУР КОЖЕВЕННО-МЕХОВЫХ МАТЕРИАЛОВ	99
2.1. Применение метода геометрического моделирования при исследовании структур материалов	99
2.2 Геометрическое моделирование структуры кожи	99
2.2.1. <i>Типичные размеры структурных элементов коллагена кожи</i>	99
2.2.2. <i>Геометрическое моделирование пористой структуры сетчатого слоя</i>	101
2.2.3. <i>Расчетные параметры геометрической модели</i>	104
2.2.4. <i>Геометрическое моделирование структуры кожи на разных этапах производства</i>	106
2.2.5. <i>Математическое описание параметров геометрических моделей кожевенного материала на разных этапах производства</i>	121

2.3	Пространственные геометрические модели структуры кожи	128
2.3.1.	<i>Построение пространственной геометрической модели структуры кожи</i>	128
2.3.2.	<i>Представление геометрической модели структуры кожи в виде числового массива</i>	131
2.3.3.	<i>Двухуровневая пространственная геометрическая модель структуры кожи</i>	133
2.4	Геометрическое моделирование структуры волосяного покрова	136
2.4.1.	<i>Построение усредненной геометрической модели натурального волоса</i>	136
2.4.2.	<i>Геометрическая модель изменений микроструктуры волоса при набухании</i>	141
ГЛАВА 3. МЕТОДЫ МОДИФИКАЦИИ СТРУКТУР КОЛЛАГЕН- И КЕРАТИНСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ		144
3.1.	Бесконтактные, в том числе электрофизические методы модификации структур коллаген- и кератинсодержащих материалов	144
3.2	Плазменная модификация структур коллаген- и кератинсодержащих материалов	153
3.2.1	<i>Классификация газовых разрядов</i>	153
3.2.2	<i>Применение низкотемпературной плазмы для модификации материалов</i>	154
3.2.3	<i>Объемная обработка пористых материалов в низкотемпературной плазме высокочастотного разряда пониженного давления</i>	160
3.2.4	<i>Оборудование, применяемое при высокочастотной плазменной обработке</i>	161
3.3.	Принципы модификации коллаген- и кератинсодержащих материалов в потоке высокочастотной плазмы пониженного давления	175
3.3.1.	<i>Основные параметры газовых разрядов</i>	175
3.3.2.	<i>Элементарные процессы в высокочастотных емкостных разрядах</i>	179
3.3.3.	<i>Принципы модификации кожевенных материалов в потоке высокочастотной плазмы пониженного давления</i>	181

ГЛАВА 4. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МОДИФИКАЦИИ КОЛЛАГЕН- И КЕРАТИН-СОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ В ПЛАЗМЕ ВЧ РАЗРЯДА ПОНИЖЕННОГО ДАВЛЕНИЯ	188
4.1. Описание объектов исследования	188
4.2. Выбор режимов ВЧ-плазменной обработки	191
4.3. Экспериментальные исследования влияния ВЧ-плазменной модификации на коллагенсодержащие материалы	199
4.3.1. <i>Влияние ВЧ-плазменной обработки на проведение процессов кожевенного производства</i>	199
4.3.2. <i>Влияние ВЧ-плазменной обработки на микроструктуру кожевенных материалов</i>	225
4.3.3. <i>Влияние ВЧ-плазменной обработки на надмолекулярную структуру коллагенсодержащих материалов</i>	236
4.4. Экспериментальные исследования ВЧ-плазменной модификации кератинсодержащих материалов	242
4.4.1 <i>Возможные механизмы ВЧ-плазменной модификации кератинового волокна</i>	242
4.4.2. <i>Влияние ВЧ плазменной модификации на проведение процессов переработки кератинсодержащих материалов</i>	244
4.4.3. <i>Структурные исследования кератинсодержащих материалов, модифицированных в плазме ВЧ разряда пониженного давления</i>	262
ГЛАВА 5. МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЧ ПЛАЗМЕННОЙ МОДИФИКАЦИИ СТРУКТУР КОЛЛАГЕН- И КЕРАТИНСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ	276
5.1 Моделирование структурной модификации коллагенсодержащего материала	276
5.1.1 <i>Геометрическое моделирования реакции микроструктуры коллагенсодержащего материала на ВЧ плазменное воздействие</i>	276
5.1.2 <i>Разработка эмпирической модели влияния параметров ВЧ плазменной обработки на деформацию структур кожевенного материала</i>	297
5.1.3 <i>Теоретические исследования ВЧ плазменной модификации натурального коллагенсодержащего материала на основе пространственных моделей структур</i>	308

5.2 Моделирование структурной модификации кератинсодержащего материала в плазме ВЧ разряда пониженного давления	318
<i>5.2.1 Геометрическая модель структурных изменений кутикулы волоса под действием ВЧ плазменной модификации</i>	318
<i>5.2.2 Разработка математической модели ионной бомбардировки поверхности волоса</i>	321
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	328
ЛИТЕРАТУРА	330