

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

И.Ш.Абдуллин, Э.Ф.Вознесенский, В.С.Желтухин,  
И.В.Красина

**МОДЕЛИРОВАНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ  
КОЖЕВЕННОГО МАТЕРИАЛА НА СТАДИЯХ  
ПРОИЗВОДСТВА И ПРИ ВЧЕ-ПЛАЗМЕННОЙ  
ОБРАБОТКЕ**

Монография

КГТУ

Казань

2009

УДК 675.015.64-405.8.001.57.533.9

ББК 37.252:30.36:30.61

М74

**Абдуллин И.Ш.**

**А** Моделирование микроструктуры кожевенного материала на стадиях производства и при ВЧЕ-плазменной обработке. – Казань: Изд-во Казан. гос. технол. ун-та, 2009. – 229 с.

ISBN 867,4,6771,/ 535,1

Рассматривается строение натуральных кожевенных материалов. Приводятся сведения о структуре основного белка кожи – коллагена. Описан метод графического моделирования при исследовании микроструктуры кожи. Проводится моделирование структурных изменений кожи на этапах производства.

Приводятся экспериментальные данные модификации кожевенных материалов в плазме высокочастотного емкостного разряда пониженного давления. Предлагается модель структурных изменений материала под действием плазменной обработки.

Предназначена для широкого круга научных работников и специалистов, занимающихся вопросами, технологии кожи, 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 М.М. Карчевский

©Абдуллин И.Ш., Вознесенский Э.Ф.,  
Желтухин В.С., Красина И.В., 2009

©Казан. гос. технол. ун-т., 2009

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Список основных обозначений и сокращений	3
ПРЕДИСЛОВИЕ	7
ВВЕДЕНИЕ	9
ГЛАВА 1. КОЖНЫЙ ПОКРОВ ЖИВОТНЫХ	11
1.1. Строение и свойства кожного покрова	11
1.1.1. Морфологическое строение кожного покрова	11
1.1.2. Топографические участки шкуры	13
1.2. Основные белки кожного покрова	15
1.2.1. Ретикулин	15
1.2.2. Эластин	19
1.2.3. Коллаген	21
1.2.4. История исследований коллагена	23
ГЛАВА 2. СТРОЕНИЕ КОЛЛАГЕНА КОЖНОГО ПОКРОВА	24
2.1. Надмолекулярное строение коллагена	24
2.1.1. Первичная структура. Аминокислотный состав коллагена дермы	24
2.1.2. Вторичная структура	27
2.1.3. Третичная структура	29
2.1.4. Четвертичная структура коллагена, протофибрилла	32
2.1.5. Основные сведения о надмолекулярном строении коллагена	34
2.2. Фибриллярные структуры коллагена и их моделирование	36
2.2.1. Микрофибрилла	36
2.2.2. Субфибрилла	41
2.2.3. Фибрилла коллагена	43
2.3. Надфибриллярная структура дермы	49
2.3.1. Коллагеновое волокно	49
2.3.2. Пучки волокон, вторичные волокна	51
2.3.3. Пористая структура кожевенного материала	53

<b>ГЛАВА 3. ГРАФИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОРИСТОЙ СТРУКТУРЫ КОЖЕВЕННОГО МАТЕРИАЛА</b>	57
<b>3.1. Построение усредненной графической модели кожного материала</b>	57
3.1.1. Типичные размеры элементов структуры	57
3.1.2. Графическое моделирование пористой структуры	58
3.1.3. Основные расчетные параметры графической модели	62
<b>3.2. Графическое моделирование структуры кожных материалов на разных этапах производства</b>	64
3.2.1. Моделирование структуры кожного сырья	65
3.2.2. Моделирование структуры кожного материала на стадии отмочно-зольных процессов	68
3.2.3. Моделирование структуры кожного материала после процесса дубления	75
3.2.4. Моделирование структуры готовой кожи после процессов отделки	82
<b>3.3. Математическое описание параметров графических моделей кожного материала на разных этапах производства</b>	83
 <b>ГЛАВА 4. ПРИМЕНЕНИЕ ВЫСОКОЧАСТОТНОЙ ПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКИ В КОЖЕВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ</b>	96
<b>4.1. Плазменная обработка пористых материалов</b>	96
4.1.1. Классификация газовых разрядов	96
4.1.2. Приповерхностная физическая и плазмохимическая модификация материалов в плазме разных типов разрядов	98
4.1.3. Объемная обработка пористых материалов в плазме высокочастотного емкостного разряда пониженного давления	101
<b>4.2. Оборудование, применяемое при высокочастотной плазменной обработке</b>	102
4.2.1. Описание экспериментальной плазменной установки	102
4.2.2. Описание опытно-промышленной плазменной установки	107

4.2.3. Методика обработки образцов	111
<b>4.3. Возможность модификации кожевенных материалов в потоке высокочастотной плазмы пониженного давления</b>	111
4.3.1. Основные параметры газовых разрядов	111
4.3.2. Элементарные процессы в высокочастотных емкостных разрядах	115
4.3.3. Принципы модификации кожевенных материалов в потоке высокочастотной плазмы пониженного давления	118
<b>4.4. Экспериментальные исследования влияния ВЧЕ-плазменной обработки на технологические свойства и структуру дубленого кожевенного полуфабриката</b>	126
4.4.1. Влияние ВЧЕ-плазменной обработки на технологические свойства дубленого кожевенного полуфабриката	126
4.4.2. Исследование влияния ВЧЕ-плазменной обработки на микроструктуру дубленого кожевенного полуфабриката	147
<b>4.5. Моделирование процесса плазменной модификации структуры дубленого кожевенного полуфабриката</b>	167
4.5.1. Графическое моделирование структуры полуфабриката «краст», полученного с применением ВЧЕ-плазменной обработки	168
4.5.2. Моделирование структурных изменений полуфабриката «вет-блю» под воздействием ВЧЕ-плазменной обработки	176
4.5.3. Моделирование ВЧЕ-плазменной модификации структуры кожевенного материала при разных режимах обработки	182
<b>4.6. Разработка математической модели влияния параметров ВЧЕ-плазменной обработки на деформацию структурных элементов кожевенного материала</b>	190
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b>	202
<b>ЛИТЕРАТУРА</b>	204