

Н. В.Тихонова, И. Ш. Абдуллин, Л. Ю. Махоткина,
Т. В. Жуковская, А. Р. Юсупова

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МНОГОСЛОЙНОГО МАТЕРИАЛА ЗАГОТОВКИ ВЕРХА ОБУВИ ПОСЛЕ ПЛАЗМЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Ключевые слова: обувь, многослойный материал, натуральная кожа, деформационные характеристики, способность сохранять форму.

В процессе изготовления и эксплуатации материалы верха обуви подвергаются разнообразным физико-механическим воздействиям, вызывающим изменение первоначальной формы. Поэтому вопросы улучшения деформационных характеристик материалов используемых при производстве обуви в настоящее время актуальны и имеют практический интерес.

Keywords: shoes, leather, deformation characteristics, the ability to maintain form.

In the process of manufacture and operation of the shoe upper materials undergo various physical-mechanical effects, causing change in the original shape. Therefore, the issues of improving the deformation characteristics of materials used in the manufacture of shoes is currently relevant and practical interest.

Введение

В процессе изготовления и эксплуатации материалы заготовки верха обуви подвергаются разнообразным физико-механическим воздействиям, вызывающим различные виды деформации. Поэтому вопросы повышения механических свойств используемых материалов при производстве обуви в настоящее время актуальны и имеют практический интерес. Эти свойства определяют формовочную способность самих материалов, характеризуют удобство изделия в эксплуатации и сохранность его внешнего вида.

Формовочная способность материалов заготовки верха обуви является фактором, обуславливающим способность верха обуви принимать необходимую форму в процессе производства и сохранять приданную форму во время эксплуатации. При этом, как в процессе производства, так и при эксплуатации материалы верха обуви подвергаются механическим воздействиям, значительно меньшим, чем разрывные. Поэтому оценка их упругопластических свойств осуществляется в ходе одноцикловых испытаний, которые позволяют изучить закономерности изменения деформационно-напряженного состояния материалов при действии сравнительно небольших усилий и после их прекращения, что во многом определяет стабильность размеров и формы изделия во времени.

Экспериментальная часть

На деформацию верха обуви в процессе эксплуатации влияют такие факторы, как: механика ходьбы человека; конструкция обуви; свойства материалов верха и низа обуви; климатические условия носки обуви и т.д.

Одним из наиболее существенных факторов, влияющих на способность верха обуви приформовываться к стопе, т.е. изменять свою форму, является состав и свойства комплекующих

заготовки. Наилучшей способностью приформовываться к стопе отличается обувь с верхом из натуральной кожи. Образцы обуви с межподкладкой из трикотажных и нетканых полотен обеспечивают более высокие значения показателя приформовываемости, чем образцы обуви с межподкладкой из ткани.

Обувные материалы имеют ярко выраженный релаксационный характер поведения при деформации. Известно, что в плоскости кожевенных материалов волокна имеют ярко выраженную естественную ориентацию с осью симметрии по хребтовой линии, что делает кожу анизотропным материалом. При растяжении кожи сначала деформируется сетка волокон, происходит их ориентация в силовом поле. Только после окончания этого процесса начинается собственно деформация самих волокон, имеющих жесткость на несколько порядков выше, чем их сетка. Этим объясняется увеличение крутизны графика зависимости «напряжение-деформация». Соответственно растет и модуль упругости, при расчете которого обязательно нужна информация о напряжении при котором происходит исследование.

Вторая особенность деформационного поведения кожи – зависимость ее деформации не только от величины нагрузки, но и от скорости ее изменения, так кривая «напряжение-деформация» полученная при медленном нагружении пойдет более полого, чем при быстром. Материалы с подобными деформационными характеристиками называют вязкоупругими.

При моделировании вязкоупругих свойств материалов обычно используют механические аналоги: пружины и системы поршень-цилиндр с вязкой жидкостью.

Простейшая схема структуры вязкоупругого материала изображается состоящим из одного упругого элемента и одного вязкого, соединяемых либо последовательно (модель Максвелла), либо параллельно (модель Кельвина-Фойгта).

Параллельное соединение упругого и вязкого элементов описывает более сложное поведение материала, проявляющееся в виде так называемой высокоэластической деформации. Данная деформация связана с ориентацией в силовом поле макромолекул, при этом преодолевается трение между ними, что и обуславливает запаздывание развития деформации при приложении нагрузки, а также замедление восстановительной деформации после снятия нагрузки – процесс релаксации.

Полная деформация кожи содержит три составляющие: мгновенно-упругую, высокоэластическую и пластическую. Все три составляющие деформации проще всего можно выделить по кривой релаксации деформаций упругого последствия после снятия нагрузки.

Существующие методы оценки формовочной способности реализуют в основном одноцикловые нагрузки, определяемые на известных приборах – релаксметрах. В настоящее время созданы единичные образцы приборов для испытания материалов на многократное растяжение. Практически все эти методы основаны на вырубании образцов с последующими длительными испытаниями. Необходимы методы, позволяющие быстро, без разрушения материала получать информацию о релаксационных свойствах материала и прогнозировать формостабильность изделия при эксплуатации.

В МГУДТ разработан метод оценки деформационных свойств кожи на основе компьютерного анализа процесса релаксации материала – его упругого восстановления после снятия нагрузки. Данная установка имеет ряд преимуществ, она легкая и компактная, массой не более 2,5 кг. Применен бесконтактный датчик перемещений индентора и специально разработанный электронный блок обработки сигнала, благодаря чему установка подключается к компьютеру стандартным разъемом. Кроме того, установка позволяет за несколько минут без вырубания образцов получить качественные характеристики материалов. Данные, получаемые при испытании, характеризуют деформационное поведение материала, отражают подвижность разнообразных элементов его макро- и микроструктуры и позволяют анализировать влияние различных технологических факторов и режимов плазменной модификации на определенные структурные элементы и их связи.

С помощью данного метода исследованы вязкоупругие свойства многослойного материала заготовки верха обуви из низкосортной натуральной кожи после воздействия ВЧ плазмы пониженного давления.

Данные, получаемые при испытании представленные в таблице 1, характеризуют деформационное поведение материала, отражают подвижность различных элементов его макро- и микроструктуры и позволяют анализировать влияние ВЧ плазменной обработки на определенные структурные элементы и их связи.

Таблица 1 – Влияние ВЧ плазменной обработки на изменение деформационных характеристик многослойного материала заготовки верха обуви из низкосортной натуральной кожи

№ п/п	Наименование показателя	Контр. образец	Опыт. образец
1	Модуль мгновенной упругости, МПа	61,281	76,922
2	Модуль высокоэластичности, МПа	240,113	155,086
3	Равновесный модуль упругости, МПа	48,909	52,661
4	Коэффициент вязкости быстрого процесса восстановления деформации, МПа×с	2,958	6,612
5	Коэффициент вязкости медленного процесса восстановления деформации, МПа×с	531,411	316,651
6	Коэффициент пластической вязкости, МПа×с	7749,256	8930,685
7	Постоянная времени быстрого процесса релаксации, с	0,064	0,052
8	Постоянная времени медленного процесса релаксации, с	2,509	2,438
9	Коэффициент быстрой составляющей модуля деформации,	0,785	0,759
10	Подвижность, %	3,647	3,146

Полученные данные, представленные в таблице 1 позволяют сделать вывод, об улучшении деформационных характеристик многослойного материала заготовки верха обуви из низкосортной натуральной кожи. Модуль мгновенной упругости, увеличивается на 25%, и характеризует упругие свойства коллагеновой матрицы. Данный показатель говорит о повышении упругих свойств наиболее мелких составляющих структуры многослойного материала – молекул и фибрилл, вследствие образования сетки дополнительных прочностных связей между отдельными функциональными группами белка. Снижение времени упругой составляющей релаксации свидетельствует о более быстром восстановлении микроструктуры после снятия нагрузки за счет уплотнения самих элементов и уменьшения трения между отдельными ее элементами. Уменьшение времени медленного процесса релаксации свидетельствует о разделении макроструктуры модифицированного многослойного материала. Подобная зависимость связана и с показателем подвижности. У опытного образца происходит уменьшение коэффициента вязкости медленного процесса восстановления деформации, характеризующего внутреннее трение крупных элементов структуры материала, что подтверждает

снятие внутренних напряжений в результате плазменной модификации, кроме того коэффициент пластической вязкости опытного образца больше на 15 % чем у контрольного, что связано с большей остаточной деформацией, а следовательно с лучшей формовочной способностью многослойного материала заготовки верха обуви из низкосортной натуральной кожи обработанной ВЧ плазмой пониженного давления.

Выводы

Таким образом, ВЧ плазменная обработка многослойного материала заготовки верха обуви из низкосортной натуральной кожи позволила улучшить его упругопластические свойства не только с позиции технологических характеристик – способности материала принимать форму, но и с

позиции потребительских характеристик – сохраняемости и восстанавливаемости формы обуви в процессе ее эксплуатации.

Литература

1. Тихонова Н.В.К вопросу о повышении формоустойчивости обуви с верхом из комплексного полимерного материала на основе натуральной кожи/ Н.В. Тихонова, И.Ш. Абдуллин, Л.Ю. Махоткина, Т.В. Жуковская// Вестник Казанского технологического университета. – 2011. -№24. –С.53-56.
2. Абдуллин И.Ш.Влияние неравновесной низкотемпературной плазмы на упругопластические свойства комплексного обувного материала на основе натуральной кожи/ И.Ш. Абдуллин, Н.В. Тихонова, Л.Ю. Махоткина, Т.В. Жуковская// Вестник Казанского технологического университета. – 2012. -№15. –С.57-59.

© **Н. В. Тихонова** – д.т.н., доцент каф. КОиО КНИТУ sapr415@mail.ru; **А. Ш. Абдуллин** – д.т.н., профессор, директор Института нефти, химии и нанотехнологий, зав. каф. ПНТБМ КНИТУ; **Л. Ю. Махоткина** – д.т.н., профессор, зав. каф. КОиО КНИТУ; **Т. В. Жуковская** – к.т.н., доцент той же кафедры; **А. Р. Юсупова** – студ. той же кафедры.