*УДК 685.34.019.03*

**И.Ш. Абдуллин, Л.Ю. Махоткина,**

**Н.В. Тихонова, Т.В. Жуковская**

**ВЛИЯНИЕ НЕРАВНОВЕСНОЙ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПЛАЗМЫ НА УПРУГОПЛАСТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОМПЛЕКСНОГО ОБУВНОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ НАТУРАЛЬНОЙ КОЖИ**

*Ключевые слова: комплексный обувной материал, упругопластические свойства,*

*неравновесная низкотемпературная плазма.*

*Изменение деформационных свойств комплексного обувного материала под воздействием неравновесной низкотемпературной плазмы приводит к улучшению технологических характеристик комплексного материала и потребительских характеристик готовых изделий.*

*Keywords: integrated shoe material elastoplastic properties*

*nonequilibrium low-temperature plasma.*

*Changing the deformation properties of the complex shoe material under nonequilibrium low-temperature plasma leads to improved processing characteristics of complex material and consumer characteristics of finished products.*

**Введение**

Нарушение формы обуви в большинстве случаев связано не с разнашиванием, а в основном с перераспределением остаточных деформаций в отдельных участках верха и переориентацией волокон кожи в этих участках при усадке материалов верха как в продольном, так и в поперечном направлениях. В тоже время известно [1], что ННТП воздействие, приводящее к изменению взаимной компоновки фибриллярных структур и упорядочиванию микроструктуры коллагенсодержащих материалов способствует снятию внутренних напряжений и может положительно влиять как на степень фиксации формы обуви, так и на упругопластические свойства материалов ее верха.

Упругопластические свойства материалов заготовки являются фактором определяющим как технологические, так и потребительские характеристики, 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**

Для исследования в качестве основы комплексного материала выбрана гладкая эластичная кожа хромового дубления с естественной лицевой поверхностью толщиной 1,1-1,3мм, выработанная по ТУ 8630-012-05431555-93 на ЗАО «Хром» г. Ярославль.

Укрепляющий материал – трикотаж с термоклеевым покрытием, выработанный по ТУ 8729-001-26017127-2004. Формирование комплексного обувного материала происходит в условиях производства, в процессе операции дублирования деталей.

Для модификации комплексного материала заготовки верха обуви при помощи ННТП использовалась экспериментальная плазменная установка высокочастотного емкостного (ВЧЕ) разряда, описанная в [2].

При изготовлении и эксплуатации обуви материалы, входящие в заготовку верха обуви, подвергаются растяжению, сжатию, изгибу и кручению. Однако преобладающим видом воздействия является растяжение. Поэтому одноцикловые испытания на растяжение позволяют оценить технологическую и эксплуатационную пригодность материалов.

В процессе выдержки образцов под нагрузкой происходит существенное рассеивание механической энергии, что свидетельствует об активно протекающих в материалах процессах перестройки внутренней структуры, в результате которых и возникают остаточные деформации.

В связи с этим представляет интерес установить характер воздействия ННТП обработки на упругопластические свойства исследуемого комплексного материала заготовки верха обуви до и после модификации. Для характеристики упругопластических свойств исследуемых материалов использовались показатели полной и остаточной деформации образцов (таб. 1).

Таблица 1 – Влияние обработки ННТП на изменение упругопластических свойств комплексного материала (GAr=0,04г/с, Рк=26,6Па, Wp=0,2кВт, τ=500с)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование показателя | Контрольный образец | Опытный образец |
| Полная деформация, % | 36 | 42,7 |
| Остаточная деформация, % | 8,2 | 13,8 |
| Пластичность, % | 22,8 | 32,3 |
| Условный модуль упругости, МПа | 27,8 | 23,4 |

Анализ полученных экспериментальных данных показал, что при длительных нагрузках, составляющих 10МПа, полная и остаточная деформация, а также пластичность модифицированных образцов превышают одноименные показатели образцов, не подвергавшихся воздействию ННТП, что свидетельствует о лучшей формовочной способности полученного в результате модификации комплексного материала. Кроме того, показатель пластичности характеризует статическую формоустойчивость исследуемого материала (т.е. формоустойчивость изделия после снятия его с колодки).

Для наиболее подробного изучения влияния ННТП воздействия на упругопластические свойства комплексного материала целесообразно провести исследования на установление покомпонентного изменения деформации (таб. 2). Данное исследование осуществляется так же при помощи одноосного растяжения, но на релаксометре-стойка.

Таблица 2 – Влияние обработки ННТП на изменение компонентов деформации комплексного материала (GAr=0,04г/с, Рк=26,6Па, Wp=0,2кВт, τ=500с)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование показателя | Контрольный образец | Опытный образец |
| Упругая деформация, % | 16,1 | 23,1 |
| Эластическая деформация, % | 9,2 | 4,5 |
| Пластическая деформация, % | 6,8 | 12,7 |
| Доли составляющих деформации:  - упругая деформация, %  - эластическая деформация, %  - пластическая деформация, % | 50,1  28,7  21,2 | 57,3  11,2  31,5 |

Полученные данные наглядно демонстрируют не только повышение формовочных свойств комплексного материала после его ННТП модификации (увеличение полной деформации на 8%), но и улучшение формоустойчивости за счет перераспределения компонентов деформации в сторону упругой и пластической составляющих.

**Выводы**

Полученные результаты, выявляющие перераспределение компонентов деформации, могут объясняться снижением напряжений в структуре образца под воздействием ННТП. Таким образом, плазменная обработка комплексного материала заготовки верха обуви 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.

1. Абдуллин И.Ш. Высокочастотная плазменная обработка в производстве обуви. Теория и практика использования: Монография/ И.Ш. Абдуллин, Л.Ю. Махоткина; Казан. гос. технол. ун-т. Казань, 2006. - 348с.

3. Абдуллин И.Ш. Высокочастотная плазменная обработка в динамическом вакууме капиллярно- пористых материалов. Теория и практика применения. / И.Ш. Абдуллин, Л.Н. Абуталипова, В.С. Желтухин, И.В. Красина. Издательство Казанского Университета, 2004. - 428с.