

материала межподкладки нетканого полотна взамен термобязи способствует снижению распорной жесткости верха обуви и улучшает его способность приформовываться к стопе в процессе носки.

Список использованных источников

1. Томашева, Р. Н. Методика испытания систем материалов верха обуви при многократном растяжении / Р. Н. Томашева, В. Е. Горбачик // Вестник УО «ВГТУ». – 2009. – Вып.16. – С. 93 – 98.

УДК 685.34.03

**МЕХАНИЧЕСКИЙ ГИСТЕРЕЗИС В ОБУВНЫХ
КАРТОНАХ И КОЖЕ ПРИ СЖАТИИ**

В.Л. Матвеев, Ю.В. Червяков, Ю.А. Еспенко
УО «Витебский государственный технологический университет»,
г. Витебск, Республика Беларусь

Вязкоупругие свойства материалов в механике полимеров принято исследовать в режиме цикловых нагружений с записью петель гистерезиса [1]. Результаты таких исследований позволяют описать вязкоупругие свойства материалов при различных условиях нагружения и, тем самым, правильно их учитывать в реальных условиях обработки. Эти вопросы весьма актуальны для обувной промышленности, т.к. большинство каркасных деталей обуви формируют из полимеров посредством механического нагружения.

Нами проведены исследования деформационных свойств обувных картонов и кожи при циклическом сжатии с записью петель гистерезиса. Методика этого эксперимента приведена в работе [2]. В опытах использовались образцы кожи и обувных картонов различного назначения, а именно: картон марки ЗП толщиной 2,4 мм.; картон марки СОП и СОМ толщиной 2,2 мм.; картон повышенной жесткости толщиной 2,0 мм. и кожа стелечная 3-ей категории толщиной 2,5 мм.

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что при сжатии обувные картоны и кожа обладают явно выраженной вязкоупругостью. На рисунке 1 представлены типичные для исследуемых материалов петли гистерезиса, в таблице приведены показатели, характеризующие относительный гистерезис в стелечных материалах при сжатии. Установленные зависимости относительного гистерезиса для картонов и кожи от величины деформации и температуры изображены на рисунках 2 и 3 соответственно.

Полученные данные показывают о высокой диссипации энергии при деформировании картонов и кожи. Величина работы потерь A_n за цикл деформации достигает в зависимости от вида материала 57-78,3% от всей работы (таблица).

Таблица – Характеристики механического гистерезиса стелечных материалов при сжатии

Материал	Удельная работа за первичный цикл нагружения, кДж/м ³		Относительный гистерезис за цикл нагружения χ			
	Общая A_0^2	Потеря A_n^2	1 цикл	2 цикл	3 цикл	4 цикл
Картон ЗП	416	237	0,570	0,182	0,127	0,108
Картон повышенной жесткости	344	233	0,677	0,153	0,135	0,050
Картон СОП	193	137	0,71	0,291	0,123	0,160
Картон СОМ	212	166	0,783	0,470	0,232	0,148
Кожа	403	245	0,61	0,285	0,195	0,096

Наибольшая по площади петля гистерезиса, а вместе с тем и количество диссипируемой энергии наблюдается в первом цикле нагружения (рисунок 1). Если первому циклу нагружения соответствует значение показателя относительного гистерезиса χ в пределах 0,57-0,78, то во втором цикле нагружения величина χ составляет 0,182-0,544, т.е. снижается на 40,5-77,3%. В третьем цикле нагружения уменьшение величины показателя относительного гистерезиса по отношению к его величине в первом цикле составляет еще 6,6-18%, в четвертом 4,7-12,4%. К десятому циклу нагружения взаимное расположение кривых нагрузки и разгрузки образцов заключено в пределах области чувствительности прибора ПДС-2ИМ, т.е. площадь петли гистерезиса близка к нулю и исследуемые материалы деформируются подобно нелинейно-упругим системам.

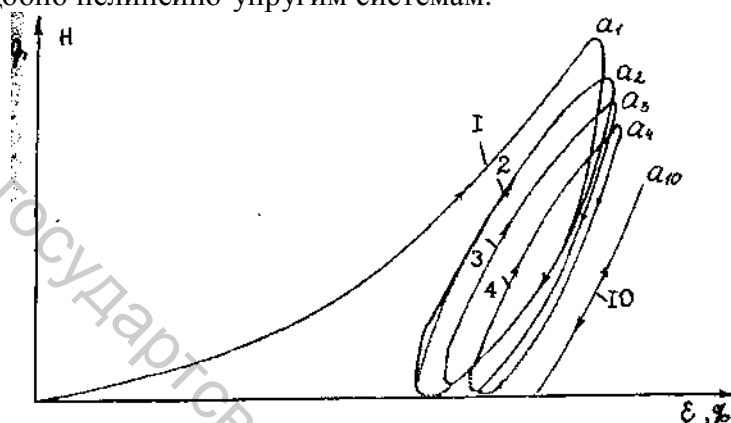


Рисунок 1 - Изменение петли гистерезиса при увеличении количества циклов сжатия: 1 - кривая нагружения в первом цикле нагружения, 2 - во втором, 3 - в третьем, 4 - в четвертом, 10 - в десятом

Таким образом, механический гистерезис для стелечных материалов при сжатии характеризуются возникновением неустойчивой петли гистерезиса, которая за первых десять циклов преобразуется в отрезок линии (рисунок 1). Характерно, что вторая, третья и последующая петли гистерезиса вплоть до превращения петли в отрезок линии смещаются вдоль оси деформации, что указывает на последовательное увеличение остаточной деформации образца. Прирост деформации образца соответствует проекции отрезка $a_{i+1}-a_i$ (рисунок 1) на ось деформации и в зависимости от вида материала составляет 2 - 4%. Это свидетельствует о том, что механическому гистерезису сопутствует вязкое течение, и снижение площади петли гистерезиса происходит в результате развития в образце пластических деформаций. Следовательно, уже при деформировании картонов ЗП, СОП, СОМ и кожи на 15%, а картона повышенной жесткости на 7,5% в них развиваются пластические деформации.

После суточного «отдыха» образцов и повторного испытания на цикловое для материалов были получены петли гистерезиса, отличающихся от соответствующих первоначальных. Площадь повторных петель гистерезиса составляет 35 – 50% от площади первоначальной петли. Следовательно, при сжатии картонов и кожи на 7,5 – 15% уже в первых циклах нагружения в их структуре происходят механохимические превращения и вязкое течение, приводящие к диссипации большей части приложенной энергии. Очевидно, это связано с нарушением клеевых соединений и механических зацеплений между волокнами структуры.

На рисунке 2 показано изменение величины относительного гистерезиса материалов χ с возрастанием величины деформации предварительного сжатия $\varepsilon_c^{(0)}$. зависимости $\chi=f(\varepsilon_c^{(0)})$ после превышения относительных значений величины предварительной деформации 5% являются линейно возрастающими функциями. На начальном же участке этих зависимостей устойчивых закономерностей не установлено.

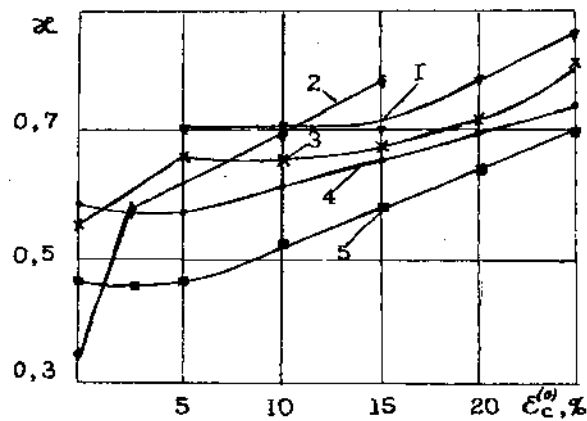


Рисунок 2 – Зависимость величины относительного гистерезиса χ от величины предварительной деформации сжатия $\varepsilon^{(0)}$: 1 – для картона СОМ, 2 – для картона повышенной жесткости, 3 – для СОП, 4 – для кожи, 5 – для картона ЗП

Влияние температуры прогрева образца на величину относительного гистерезиса не так существенно, как влияние предварительной деформации (рисунок 3). Эффект воздействия тепла на величину относительного гистерезиса очевидно складывается из влияния двух конкурирующих факторов. С прогревом увеличивается подвижность структуры, а вместе с этим увеличивается и количество диссипируемой энергии за цикл деформации. С прогревом снижается величина нагрузки, действующей на образец в цикле нагружения, и повышаются упругие свойства волокон на изгиб, что приводит к снижению количества энергии, диссипируемой за цикл деформации.

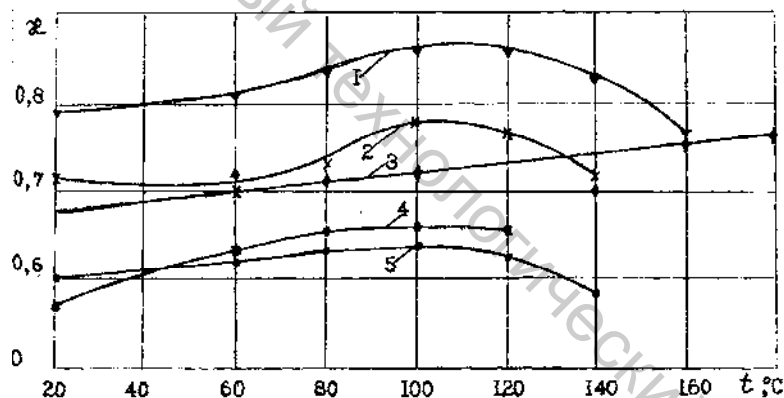


Рисунок 3 - Зависимость величины относительного гистерезиса χ от температуры t : 1 – для картона СОМ, 2 – для СОП, 3 - для картона повышенной жесткости, 4 - для картона ЗП, 5 – для кожи

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что каркасные обувные детали целесообразно формировать в режиме циклового сжатия, т.к. обувные картоны и кожа при таком нагружении проявляют нетиксотропные свойства структуры и повышенную вязкоупругость.

Список использованных источников

1. Бартенев Г.М. Структура и релаксационные свойства эластомеров. – М. : Химия 1979, 237с.
2. Матвеев В.Л., Джанахметов О.В., Раяцкас В.Л. Механические динамические характеристики стелечных материалов при сжатии. – Материалы республиканской научно-технической конференции. – Вильнюс, 1984, с. 32-35.