

экологичным, поскольку в основном содержит отходы натуральных волокон и изготавливается по экологичной гидроструйной технологии.

Список использованных источников.

1. Ольшанская О.М., Живетин В.В., Артемов А.В. Медико-гигиенические свойства льна. Материалы докладов научной конференции "Роль предметов личного потребления в формировании среды жизнедеятельности человека". – М.: МГУДТ, 2002. – 187 с.
2. Вайнбург В.М., Васильев М.П., Жуковский В.А. Хлопчатобумажная промышленность. Обзор. Текстильные материалы медицинского назначения. – М.: ЦНИИТЭИлегпром, 1991. – № 8. – 53 с.
3. Заметта Б.В. Технология и оборудование для изготовления нетканых материалов гидродинамическим (струйным) способом // Текстильная промышленность, 1994. – № 5-6. – С. 53.
4. Седов А.В., Гончаров С.Ф., Онищенко Г.Г., Трегуб Т.И., Жилев Е.Г. Антимикробные материалы в профилактике инфекционных болезней. – М.: ВЦМК "Защита", 1998. – 200 с.
5. Седов А.В., Трегуб Т.И., Астафьева И.П. Применение изделий из антимикробных материалов в комплексе профилактических мероприятий в чрезвычайных ситуациях: Методические рекомендации № 99/108. – М.: ВЦМК "Защита", 2000. – 15 с.
6. Макарова Н.А., Бузов Б.А., Мишаков В.Ю. и др. Антимикробная устойчивость нетканых полотен к микроорганизмам // Текстильная промышленность, 2002. – № 4. – С. 29-31.
7. Патент РФ № 2178029. Состав для придания антимикробных свойств текстильным материалам, 2002.
8. Бузов Б.А., Мишаков В.Ю., Макарова Н.А., Заметта Б.В. Разработка и исследование антимикробных медицинских материалов на нетканых носителях // Перспективные материалы, 2004. – № 4. – С. 58-63.
9. Макарова Н.А., Бузов Б.А., Мишаков В.Ю., Заметта Б.В. Современные антимикробные материалы на текстильных носителях // Текстильная промышленность, 2002. – № 2. – С. 32 – 33.
10. ТУ 8397-260-00302327-2004. НИИ "Нетканых материалов" г. Серпухов.

УДК 685.35.03

МЕХАНИЧЕСКИЙ ГИСТЕРЕЗИС В КАРТОНАХ И КОЖЕ
ПРИ СЖАТИИ

В.Л. Матвеев, Р.В. Баркаускас

*учреждение образования «Витебский
государственный технологический
университет»,
каунасский технологический университет*

Обувные каркасные и стелечные детали формуются, как правило, посредством сжатия. Качество такой обработки определяется величиной пластической деформации, возникшей в материалах деталей. Следовательно, для рационального использования материалов и повышения качества

изготовления деталей и обуви важно исследование вязкоупругих свойств обувных картонов и кожи.

В настоящей работе оценку вязкоупругих свойств обувных картонов и кожи предлагается осуществлять путём циклического сжатия с записью петель гистерезиса, что весьма распространено в механике полимеров [1].

В качестве объектов исследования были выбраны различные виды стелечно-каркасных материалов, а именно: картон марки СОП и марки ГЛ толщиной 2 мм., картон марки ЗП толщиной 2,2 мм, изготовленные в соответствии с ГОСТ 9542-89 "Картон обувной", тексон толщиной 2,3мм производства фирмы "Тексон Франц СА" (Франция) и кожа, - полы крупного рогатого скота III категории ГОСТ 11903-78 "Кожа для низа обуви. Воротки и полы".

Испытания проводились на установке для динамических испытаний мягких материалов на сжатие [2]. Установка позволяет испытывать материалы на циклическое гармоническое сжатие при частоте колебаний (V) от 0,2 гц до 50 гц, с амплитудой деформации (A) от 0,1 мм до 5 мм с записью во времени величины абсолютной деформации (E) и нагрузки (Q), возникших в образце. Кроме этого, конструкция установки позволяет фиксировать момент возникновения наибольшей деформации в образце (τ), количество циклов нагружения (n) и регулировать величину начальной деформации образца (E_0). Данные испытания проводились при частоте колебания $V=1$ гц, величине предварительной деформации $E_0=0-25\%$ через каждые 5%, амплитуде деформации $A=0,5$ мм. Точность записи нагрузки и абсолютной деформации составляли $2 \cdot 10^{-2}$ Н и $0,5 \cdot 10^{-2}$ мм соответственно. На основании полученных графиков рассчитывались следующие показатели: наибольшая относительная деформация (E_m), наибольшее напряжение (σ_m), возникшие в образце, общая работа (A), работа потерь (A_n) и относительный гистерезис в каждом цикле нагружения (H).

Полученные результаты свидетельствуют о высокой диссипации энергии при деформировании стелечных материалов сжатием. Величина работы потерь за цикл деформации составляет $A_n=57\%-78,3\%$ от всей совершённой работы (табл.). Причём наибольшая по площади петля гистерезиса, а вместе с тем и количество диссипируемой энергии, наблюдается в первом цикле нагружения. В последующих циклах механические потери снижаются. Наибольшее снижение площади петли и величины относительного гистерезиса наблюдалось во втором цикле. Если первому циклу нагружения соответствует значение относительного гистерезиса в пределах $H=0,57-0,783$, в зависимости от вида материала, то во втором цикле нагружения величина H составляет 0,153-0,47, то есть снижается на 40%-77% (табл.). В третьем цикле нагружения уменьшение величины относительного гистерезиса по отношению к его величине в первом цикле составляет ещё 6%-18%, в четвёртом ещё 4%-12%. К десятому циклу нагружения взаимное расположение кривых нагрузки и разгрузки образцов заключено в пределах области чувствительности записывающего прибора ПДС-21М, то есть площадь петли гистерезиса близка к нулю и исследуемые материалы деформируются подобно нелинейно упругим системам.

Таблица - Характеристика механического гистерезиса стелечных материалов при сжатии

Материал	Удельная работа за первый цикл нагружения, кдж/м ³		Относительный гистерезис за цикл нагружения (H)			
	Общая (A)	Потеря (A _n)	1 цикл	2 цикл	3 цикл	4 цикл
1	2	3	4	5	6	7
Картон С-1	416	237	0,570	0,182	0,127	0,108
Картон повышенной жёсткости	344	233	0,667	0,153	0,135	0,050
СЦМ	193	137	0,71	0,291	0,123	0,160
Тексон	212	166	0,783	0,470	0,232	0,148
Кожа	403	245	0,61	0,285	0,195	0,096

Таким образом, механический гистерезис стелечно-каркасных материалов при сжатии характеризуется возникновением неустойчивой петли гистерезиса, которая за первые десять циклов нагружения преобразуется в отрезок линии. Характерно, что вторая, третья и последующие петли гистерезиса вплоть до превращения петли в отрезок линии смещаются вдоль оси деформаций, что указывает на последовательное увеличение деформации образца при нарастании циклов нагружения. Прирост деформации образца в зависимости от вида материала составляет 2%-7%. 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 сжатии картонов и кожи на 10% в них развивается пластическая деформация.

После суточного "отдыха" образцов и повторного испытания на циклическое сжатие для исследуемых материалов получены петли гистерезиса, отличающиеся от первоначальных. Площадь повторных петель гистерезиса составляет 35%-50% от площади первоначальных петель. Следовательно, при первоначальных испытаниях в образцах произошли необратимые изменения, что характеризует стелечно-каркасные материалы как системы, обладающие негистерезисными свойствами при сжатии.

При описанных выше общих закономерностях механического гистерезиса при сжатии картонов и кожи, отдельным материалам присущи некоторые особенности. Так, петли гистерезиса для картона марки СОП и тексона составляют меньший угол наклона к оси деформации, чем петли гистерезиса для других исследуемых материалов, и в завершающей стадии нагружения имеют участок кривой нагружения близкий к горизонтальному. Петли гистерезиса для образцов картона марки ГЛ, марки ЗП и кожи имеют крутые ветви нагрузки и разгрузки, а в завершающей стадии нагружения петли гистерезиса для этих материалов имеют очертания с участком разгрузки, почти параллельным оси ординат. Установлена разная величина изменения значения относительного гистерезиса для исследуемых материалов при увеличении циклов нагружения. Так, изменение величины относительного гистерезиса во втором цикле по отношению к его величине в первом цикле для картона марки ГЛ составляет 77,3%, для картона марки ЗП – 75%, для тексона – 66,4%, для картона марки СОП – 68%. В десятом цикле нагружения картоны марки ГЛ и ЗП

деформируются как нелинейно упругие материалы, то есть для них отсутствует диссипация энергии, а для тесона и картона марки СОП величина диссипируемой энергии составляет соответственно 6,2% и 8,7% от величины диссипируемой энергии в первом цикле нагружения.

Различная форма петель гистерезиса и интенсивность снижения величины относительного гистерезиса при испытании стелечно-каркасных материалов объясняется разной реакцией их структур на воздействие и отличием механических превращений, происходящих при нагружении различных по строению материалов. Так, для картона марки ГЛ, марки ЗП и кожи условный модуль упругости при испытании на механический гистерезис увеличивается по сравнению с величиной условного модуля при квазистатическом сжатии в 1,8-3,1 раза, а для картона марки СОП и тесона – соответственно в 1,2 и 1,3 раза. Следовательно, картон марки ГЛ, марки ЗП и кожа более чувствительны к изменению режима нагружения и по деформационным свойствам их можно характеризовать как относительно жесткие стелечно-каркасные материалы, а менее чувствительные к изменению режима нагружения – картон марки СОП и тесон – как относительно мягкие материалы.

При циклическом сжатии относительно мягких материалов в них уже в начале нагружения развивается высокая интенсивность релаксации напряжения, а на конечной стадии нагружения скорость релаксации напряжения уравнивается со скоростью приращения напряжения вследствие деформации образца. Вследствие этого, на петле гистерезиса возникает отрезок примерно параллельный оси деформации. Нагружение относительно жестких материалов не сопровождается столь интенсивной релаксацией напряжения, как при нагружении относительно мягких материалов, и происходит с накоплением микроразрушений в образце, из-за более плотной упаковки и прочной связи их структурных элементов. При развитии деформации напряжение в образце возрастает и лишь в завершающей стадии нагружения, когда значительны величина напряжения и количество накопленных микроразрушений, а приращение деформации незначительно, происходит резкая релаксация напряжения – на петле гистерезиса прочерчивается отрезок почти параллельный оси нагрузки.

Механические испытания с записью петель гистерезиса достаточно полно характеризуют вязкоупругие свойства обувных картонов, кожи и позволяют оценить их технологические свойства. Спецификой механического гистерезиса для стелечно-каркасных материалов является высокая диссипация энергии в первых циклах нагружения, сопровождающаяся необратимыми изменениями структуры. Виброформование сжатием является эффективным способом обработки картонов и кожи, так как уже к десятому циклу нагружения в этих материалах реализуется основная часть пластической деформации.

Список использованных источников.

1. Липатов Ю.С., Новые методы исследования полимеров / Ю.С. Липатов. – Киев: "Науковая думка", 1985.-218с.
2. Матвеев В.Л. Механические динамические характеристики стелечных материалов при сжатии/ Матвеев В.Л., Джанахметов О.В., Раяцкас В.Л./Материалы республиканской НТК «Совершенствование технологии изготовления изделий легкой промышленности», Вильнюс, 1985, с. 25-27.