

увеличивается предел прочности на 10%, относительное удлинение на 25%, усадку, повышает эластичность на 45%.

Возможно введение в технологический процесс производства однослойного картона и в производстве обуви ВЧ - плазменную обработку.

Список использованных источников.

1. Шварц А.С. Современные материалы и их применение в обувном производстве. -М.: Легкая промышленность, 1978. -432 с.
2. Абдуллин И.Ш., Желтухин В.С., Кашапов Н.Ф. Высокочастотная плазменно-струйная обработка материалов при пониженных давлениях теория и практика применения, -Казань: Изд-во Казан. ун-та,2000. - 348 с.

УДК. 620.1.08.620.22

**О МЕТОДЕ ИССЛЕДОВАНИЙ РЕЛАКСАЦИИ
НАПРЯЖЕНИЙ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ПОСТОЯННОЙ
ДЕФОРМАЦИИ**

М.Б. Суслова, В.Ю. Мишаков, А.С. Железняков

Новосибирский технологический институт МГУДТ

В процессе формования ряда изделий лёгкой промышленности должна быть обеспечена технологическая завершённость цикла релаксации напряжения материалов при условии постоянства проектной деформации.

Режимы формования каждого отдельного вида материала или пакета из них устанавливают обычно экспериментальным путём. Такой подход к определению параметров формования позволяет решать задачу выбора технологических режимов, и в частности, задавать цикл работы исполнительных механизмов по обеспечению необходимой продолжительности процесса. В этом случае уменьшение продолжительности технологического цикла и обеспечение формоустойчивости изделий в процессе их эксплуатации приходит в своё противоречие. Иначе говоря, незавершённость процесса релаксации напряжения сопровождается последующей релаксацией деформации и изделие теряет проектную форму, а вместе с этим и внешний вид, а необоснованно завышенное увеличение времени цикла к потере производительности. По-видимому, в ближайшем будущем в технологии определения продолжительности процесса формования принципиально мало, что может измениться и методика решения задачи будет в основном базироваться на экспериментальном подходе и тому имеется своё объяснение.

Суть этого объяснения заключается в том, что появляются новые материалы для производства изделий лёгкой промышленности, и пока не представляется возможным расчётным путём определять технологические параметры и режимы формования отдельных деталей и изделий пространственной конфигурации. Поэтому по-прежнему актуальным остаётся поиск более эффективных экспериментальных методов исследования напряжённо-деформированного состояния материалов лёгкой промышленности и в, частности, методов и средств для определения продолжительности процесса релаксации напряжения при постоянной деформации материала.

Вопросами измерения релаксации напряжения (а скорее релаксацией усилий при постоянной деформации) занимались различные научные школы. В основном все опубликованные результаты исследований основаны на тензометрировании, методе, позволяющем измерять релаксацию усилий, но не напряжений.

Релаксация напряжения при постоянной деформации в экспериментальных условиях предполагает неподвижность контура формируемой детали или их пакета при многоосном растяжении или срезов отрезка образца при одноосном растяжении. При использовании тензометрического метода принципиально не представляется возможным обеспечить это условие, так как сам метод основан на измерении деформации чувствительного элемента скрепленного с материалом, что, в конечном счёте, приводит к подвижности одного из его срезов и дополнительным погрешностям.

На кафедре машины и аппараты лёгкой промышленности НТИ МГУДТ для исследования релаксации напряжения при постоянной деформации разработан метод, основанный на измерении изменяющихся параметров колебаний образцов мягких композитов (кожи, текстильных, трикотажных и других волокнисто-содержащих материалов) в ходе процесса.

С учётом сложности прямого измерения колебаний мягких композитов вследствие технической сложности его осуществления использован косвенный метод. В частности, предложено оценивать процесс релаксации напряжений образца посредством измерения параметров колебаний скрепленной с ним металлической части пластины (см. рисунок 1).

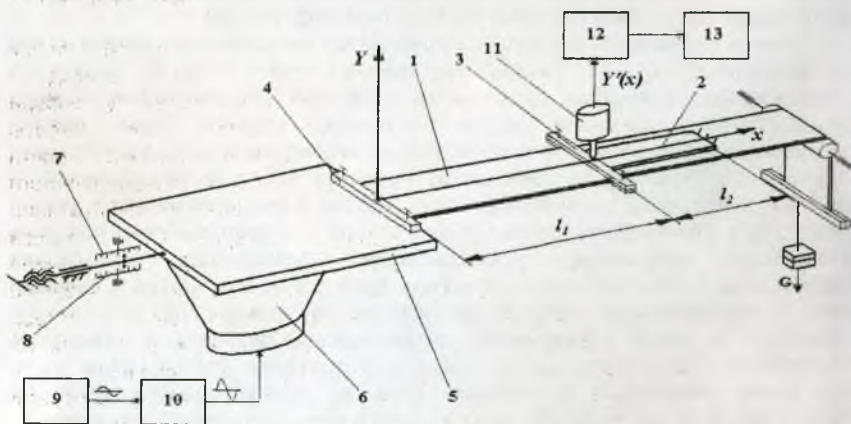


Рисунок 1

Первая, теоретическая, часть решения общей задачи была сведена к определению линейных координат пучностей стоячих волн, формируемых посредством генератора механических колебаний на составных частях неоднородной пластины в начальной стадии процесса с целью определения места положения чувствительного элемента по условию максимальной чувствительности измерительной схемы.

С учётом этой необходимости была построена математическая модель колебаний неоднородной пластины, позволяющая теоретически определить линейные координаты положения пучностей и узлов стоячей волны в начальной стадии процесса и, соответственно, положение измерительного элемента.

Согласно расчётной схеме (см. рисунок)

$$Y(x) = B_1 \operatorname{ch} kx + B_2 \operatorname{sh} kx + B_3 \cos kx + B_4 \sin kx, \quad (1)$$

где $Y(x)$ амплитуда колебаний по линейной координате x образца; B_1, B_2, B_3, B_4, k - коэффициенты, учитывающие физико-механических свойств материалов и характеристики вынужденных колебаний.

Для нахождения координат линии пучностей стоячей поперечной волны на отрезке пластины $x \in [l_1; l_1 + l_2]$, где по условиям максимальной чувствительности измерительной схемы должен располагаться датчик, получено и решено уравнение вида:

$$Y'(x) = 0 \Rightarrow B_1 \operatorname{sh} kx + B_2 \operatorname{ch} kx - B_3 \sin kx + B_4 \cos kx = 0 \quad (2)$$

Разработанная математическая модель колебаний неоднородной пластины позволяет при известных свойствах её составных частей и заданных входных параметрах рассчитать резонансные частоты вынужденных колебаний и определить линейные координаты узловых линий и линий пучностей стоячих волн и, соответственно, положение датчика измерения фазовой скорости – параметра, характеризующего релаксацию напряжения мягких композитов при их постоянной деформации.

Для оценки адекватности полученной модели реальному процессу и постановки экспериментальных исследований релаксации напряжения при условии постоянной деформации образца материала был создан экспериментальный стенд. Стенд устанавливается на специальном виброзащитном основании и включает в себя неоднородную пластину, представляющую собой образец исследуемого материала 1, скреплённого посредством зажима 3 с упругим элементом 2. Второй подвижный зажим 4 исследуемого образца материала установлен на резонаторном основании 5 генератора механических колебаний (ГМК) 6, представляющего собой акустический динамик 25-ГД. В состав экспериментального стенда входит также система нагружения образца с оцифрованными шкалами натяжения и деформации 7 и 8, генератор звуковой частоты 9 (ГЗ-33), усилитель 10 (ФЕНИКС-002), вибродатчик 11, измерительный прибор 12 (ВИП-21) и контроллер с процессором 13.

При постановке исследований расчётно-экспериментальным методом была построена тарировочная характеристика измерительной схемы стенда и проведены экспериментальные исследования релаксации напряжения (σ) образца по изменению фазовой скорости (V), так как этот параметр является функцией изменяющегося условного модуля упругости материала (E) в процессе релаксации напряжения при постоянстве его плотности (ρ) и деформации (ε), т.е.

$$V = \sqrt{\frac{E\varepsilon}{\rho}} \quad (3)$$

Выражение (3) показывает, что, измеряя фазовую скорость колебаний при обеспечении $\varepsilon = const$ и $\rho = const$, представляется также возможным посредством предлагаемого метода решать задачи по определению изменяющегося условного модуля упругости различных материалов, перерабатываемых в лёгкой промышленности.

Полученные теоретические и экспериментальные результаты позволяют утверждать о перспективности предлагаемого метода исследований напряжённо-деформированного состояния мягких, в том числе волокнисто-содержащих, композитов.

УДК 685.34.03: 685.34.072

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛАСТИЧНОСТИ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ВЕРХА ОБУВИ

В.Е. Горбачик, Р.Н. Томашева

*учреждение образования «Витебский
государственный технологический
университет»*

Способность материалов верха обуви формироваться, приформовываться и сохранять заданную форму определяется наличием комплекса упруго-пластических свойств, для характеристики которых используется целый ряд различных показателей. Наиболее распространённым и часто используемым на практике является показатель пластичности, который определяется отношением остаточной деформации образцов к общей деформации, выраженным в процентах: $P = (\varepsilon_{ост} / \varepsilon_{общ}) * 100 \%$.

Однако, определение этого показателя стандартизировано только для натуральных кож (ГОСТ 938.11 – 69 «Кожа. Метод испытания на растяжение»). В литературе [1] предлагаются методики определения пластичности для текстильных материалов, искусственных и синтетических кож.

Следует отметить, что данные методики не всегда позволяют получить сопоставимые данные о пластичности различных материалов, входящих в заготовку верха обуви, так как предусматривают испытания образцов при различных условиях нагружения. Существенное влияние на величину остаточной деформации оказывает масштабный фактор. Например, для определения остаточной деформации натуральных кож используются образцы в форме доплаточки с рабочей длиной 50 мм и шириной 10 мм, а для испытания тканей используются образцы прямоугольной формы с рабочей зоной 200×50 мм. Различно время выдержки образцов под нагрузкой и время отдыха после снятия действующей силы. Так, для натуральных кож время выдержки под нагрузкой в соответствии с ГОСТ составляет 10 минут, а для текстильных материалов вообще не оговаривается; время отдыха для образцов из натуральной кожи составляет 30 минут, а для текстильных материалов 60 минут и т.д.