

Проведенный вычислительный эксперимент позволил оценить влияние величин моментов инерции звеньев модели на параметры их движения, в частности при установившемся движении. На верхней части рисунка приведены графики изменения угловых скоростей звеньев модели при разных значениях момента инерции звена 1, а на нижней – диаграммы коэффициентов неравномерности движения этих звеньев.

Анализ результатов проведенного вычислительного эксперимента показывает, что изменение моментов инерции звеньев модели неоднозначно влияет на их движение. Так изменение моментов инерции всех звеньев модели в рассматриваемых пределах практически не влияет на характер изменения их углов поворота.

Увеличение момента инерции звена 0 ведет к уменьшению колебаний скоростей и ускорений всех звеньев модели.

Увеличение момента инерции объединенного звена 1, 2 (при установившемся движении они движутся совместно) вызывает уменьшение колебаний скоростей и ускорений звеньев 0 – 3, а у звеньев 4 – 9 колебания этих параметров увеличиваются. Причем, чем дальше от звеньев 0 – 3 находится звено, тем больше увеличивается неравномерность изменения его скорости и ускорения.

Изменение момента инерции звена 4 практически не изменяет неравномерность движения нулевого звена. Все остальные звенья модели увеличивают неравномерность своего движения при увеличении момента инерции звена 4.

При увеличении момента инерции звена 5 незначительно уменьшается неравномерность его движения. Звено 0 неравномерность движения практически не изменяет. У всех остальных звеньев она увеличивается.

Если увеличивается момент инерции звена 6, то неравномерность движения звеньев 0 – 3 не изменяется. У всех остальных звеньев модели она увеличивается.

Увеличение момента инерции звена 8 не изменяет неравномерности движения звеньев 0 – 3. Звенья 4 – 7 уменьшают неравномерность своего движения. У звеньев 8, 9 она увеличивается.

Когда увеличивается момент инерции звена 9, увеличивается только неравномерность движения этого звена. Остальные звенья модели движутся без изменения.

УДК: 675.6.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРЕДЕЛЬНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ ПОСРЕДСТВОМ АНАЛИЗА АКУСТИЧЕСКОГО ОТКЛИКА НАГРУЖЕННЫХ БИОКОМПОЗИТОВ

А.Р. Соколовский

*Новосибирский технологический институт Московского
государственного университета дизайна и технологий*

В настоящее время производство товаров народного потребления остро нуждается в методах и устройствах неразрушающего контроля, которые позволили бы качественно анализировать структуру сырья, полуфабриката и кожи, с целью изменять ее целенаправленными и рационально сочетаемыми химическими и механическими методами [1].

В биополимерных системах механическое поведение в основном определяется вязкоупругими и пластическими свойствами [2]. С помощью измерений этих свойств могут быть получены сведения о природе и скоростях перераспределения конформаций, а также о расположении и взаимодействии макромолекул в полипептидных цепях.

Изменения, происходящих в коже при ее обработке, отражаются прежде всего на подвижности структурных элементов дермы. Единственным элементом кожной ткани, который сохраняется в полуфабрикате на всех стадиях обработки и в несколько измененном виде составляет основу кожной ткани в готовом виде, является коллаген. Структура кожной ткани определяется преимущественно строением этого белка, направлением и густотой переплетения волокон [3, 4]. При механических (силовых) воздействиях на кожную ткань происходит ее деформация, то есть ее волокнистая многоступенчатая структура переходит из состояния равновесия в "возбужденное" состояние. При взаимном перемещении, разрыве элементарных связей, возникновении и развитии микротрещин высвобождается энергия, которая частично переходит в звуковое излучение - акустическую эмиссию (АЭ) [5].

Для неразрушающего определения предельных деформаций в работе предложен метод, основанный на регистрации и последующей обработке параметров акустических сигналов ультразвукового диапазона.

Метод реализуется на специально разработанной установке в процессе активного нагружения контролируемого объекта. При этом материал подвергается симметричному двухосному нагружению, получая равные деформации по всем образующим конуса. Нагрузка на инденторе является интегральной от нагрузок по всем направлениям и, следовательно, независимой от ориентации кожи относительно прибора. Таким образом, при испытании продавливанием зажатого по кольцевому контуру образца были получены усредненные характеристики анизотропного материала, независимо от его ориентации.

Регистрация сигналов акустической эмиссии осуществлялась с помощью специального датчика. Наличие датчика перемещений и акустической эмиссии позволяет определять различные показатели акустической эмиссии в зависимости от времени процесса, деформаций и напряжений, возникающих в образце.

Определение предельных напряжений и деформаций в образце при его испытании существующим методом продавливания приводит к разрушению образца. Для неразрушающего метода прогнозирования используем распределение Седракяна [6]:

где W – текущая накопленная интегральная сумма импульсов АЭ;

W_{ε} – максимальная интегральная сумма импульсов АЭ, достигаемая при

$$\frac{W}{W_{\varepsilon}} = 1 - \left[1 - \left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon_K} \right)^m \right]^{\gamma},$$

разрушении эталона;

ε – текущая деформация образца;

ε_K – предельная деформация, после которой наступает разрушение эталона;

m и γ – параметры распределения.

Если при испытании однотипных образцов кожи интегральная сумма импульсов АЭ является величиной постоянной, то по данным акустических испытаний эталонного образца, нагружаемого до предельной деформации, определяются параметры распределения m и γ , предельная сумма амплитуд и деформация. Испытание проводят до разрушения эталонного образца. Остальная часть кожи испытывается при нагружениях, при которых деформация равна 50-70 % от деформации эталона.

Предельная деформация кожи определяется при сравнении показателей АЭ эталонного и исследуемого образцов:

$$\varepsilon_I = \varepsilon_{ЭТ} \cdot \frac{\left[1 - \left(1 - \frac{W_{ЭТ}}{W_\varepsilon} \right)^{\frac{1}{\gamma_{ЭТ}}} \right]^{\frac{1}{m_{ЭТ}}}}{\left[1 - \left(1 - \frac{W_I}{W_\varepsilon} \right)^{\frac{1}{\gamma_I}} \right]^{\frac{1}{m_I}}}$$

где ε_I - предельная деформация образца, подвергнутого пробному нагружению;

$\varepsilon_{ЭТ}$ - предельная деформация эталона;

$W_{ЭТ}$ - интегральная сумма импульсов АЭ, достигнутая при нагружении эталона до $(0.5 - 0.7)\varepsilon_{ЭТ}$;

W_I - интегральная сумма импульсов АЭ, достигнутая при пробном нагружении образца до $(0.5 - 0.7)\varepsilon_{ЭТ}$;

$m_{ЭТ}$, $\gamma_{ЭТ}$ и m_I , γ_I - параметры распределения эталона и пробного изделия.

Таким образом, для осуществления поставленной цели была разработана методика и проведены экспериментальные исследования определения акустической эмиссии при деформировании образцов из натуральной кожи. Установлена взаимосвязь между параметрами АЭ и величиной предельной деформации биокompозита.

Список использованных источников

1. Бурмистров А.Г. Машины и аппараты производства кожи и меха [Текст] / Бурмистров А.Г. – М.: КолосС, 2006. – 384 с.
2. Бурмистров А.Г. Автоматизация контроля деформационных свойств кожи на установке «RELAX». [Текст] / Бурмистров А.Г., Чурсин В.И., Манукян А.М. Кожевенно-обувная промышленность, №4, 2000.
3. Зайдес А.Л. Структура коллагена и ее изменение при обработках. [Текст] / Зайдес А.Л. М.: Ростехиздат. 1960. – 341 с.
4. Страхов И.П. Химия и технология кожи и меха. Учебник для ВУЗов [Текст] / Страхов И.П., Шестакова И.С., Куциди Д.А. и др. М.: Легпромбытиздат. 1985. – 496 с.
5. Уржумцев Ю.С. Прогнозирование длительного сопротивления полимерных материалов. [Текст] / Уржумцев Ю.С. – М.: НАУКА, 1982. – 221 с.
6. Седракян Л. Г. Элементы статической теории деформирования и разрушения хрупких материалов. [Текст] / Седракян Л. Г. – Ереван.: Наука, 1968. – 230 с.