

УДК: 620.1.08.620.22

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПАРОВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ НА РЕЛАКСАЦИЮ НАПРЯЖЕНИЯ ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ

И. А. Шеромова (Владивостокский государственный университет экономи-
ки и сервиса)

А.С. Железняков (Новосибирский технологический институт МГУДТ)

В практике производства швейных изделий продолжительность процесса влажно-тепловой обработки (ВТО), как один из критериев производительности и качества выполнения операции, определяется экспериментальным путём и зависит от волокнистого состава материала, давления прессподушки, параметров паровоздушной среды, режима влагоотсоса и других технологических факторов. И если принять перечисленные параметры и их фазовое взаимодействие, как входные факторы, то продолжительность операции ВТО с учётом обеспечения требований к качеству процесса формования, будет являться функцией отклика. Задачу можно формулировать и в другой постановке, например, когда по ряду заданных значений входных факторов и фиксированному промежутку времени обработки изделия необходимо определить параметры паровоздушной среды, обеспечивающей требуемое качество операции ВТО и т.д. Таким образом, меняя входные и выходные факторы местами, можно решать задачу проектирования процесса ВТО по разным критериям, условиям и действующим ограничениям.

Однако, если количественные характеристики обозначенных технологических факторов могут быть определены известными инструментальными методами [1], то измерение продолжительности релаксации напряжения при фиксированной начальной деформации материала, что определяет качество процесса формования, вызывает трудности технического характера вследствие практического отсутствия необходимых инструментальных методов и средств.

Поэтому задача по определению продолжительности операции формования и условию обеспечения её качества практически решается итерационным методом через проведение ряда натурных экспериментов, что не даёт достаточных основа-

ний для объективной оценки степени его завершённости. До сих пор не представлялось возможным дать количественную оценку влияния параметров паровоздушной среды и других факторов на скорость процесса релаксации напряжения в формуемом изделии при фиксированной деформации. Это подтверждается и значительными колебаниями рекомендуемых параметров ведения процессов влажно-тепловой обработки [1].

В работе рассматривается экспериментальный стенд, методика и результаты исследований кинетики релаксации напряжения при фиксированной начальной деформации в зависимости от параметров паровоздушной среды. В качестве информативного параметра для оценки релаксации напряжения было принято изменение характеристик вынужденных колебаний материала при фиксированной начальной деформации.

Экспериментальный стенд для постановки исследований (рис.1) монтируется на специальном виброзащитном основании и включает в себя неоднородную пластину, представляющую собой образец исследуемого волокнистого материала 1, скреплённого посредством зажима 3 с упругим элементом 2. Второй подвижный зажим 4 исследуемого образца установлен на резонаторном основании генератора механических колебаний (ГМК) 5, представляющего собой акустический динамик 25-ГД. В состав экспериментального стенда входит также система нагружения образца с оцифрованными шкалами 6 и 7 его натяжения и деформации, генератор звуковой частоты 8 (ГЗ-33), усилитель 9 (ФЕНИКС-002), вибродатчик 10, измерительный прибор 11 (ВИП-21), контроллер с процессором 12 и термокамера 13.

Рисунок 1. – Принципиальная схема экспериментального стенда для исследования кинетики релаксации напряжения при фиксированной деформации.

Первый этап экспериментальных исследований был связан с тарировкой измерительной схемы стенда. Тарировка стенда была сведена к определению зависимостей напряжения (σ) и деформации (ε) от приложенной нагрузки, т.е. [$\sigma = f(P)$] и [$\varepsilon = f(P)$], скорости вибрации (V) неоднородной пластины от деформации материала [$V = f(\varepsilon)$], а также скорости вибрации от релаксации его напряже-

ния при фиксированной начальной деформации, т.е. $V = f(\sigma)_{\varepsilon=const}$, в итоге представляющей собой тарировочную характеристику [2].

Методика экспериментальных исследований по определению зависимости $\sigma(\tau)_{\Theta_i=const}$, где τ - время релаксации напряжения, Θ_i - уровни варьирования температуры паровоздушной среды, заключалась в следующем. Предварительно деформированный на заданную величину образец помещался в термокамеру 13, куда по программе эксперимента подавалась паровоздушная среда заданной температуры. Одновременно с подачей пара в тепловую камеру предельно ограниченного объёма, где температура среды за доли секунды достигала требуемых значений, образец со стороны одного из зажимов 4 подвергался вынужденным механическим колебаниям.

Колебания от генератора звуковых колебаний 8 с частотой 28 Гц, равной одной из главных частот колебаний материала, преобразованные в механические колебания резонаторной пластины, через усилитель 9 и ГМК 5 передавались образцу 1. В ходе процесса релаксации напряжения при фиксированной начальной деформации образца изменялся условный модуль упругости, что влияло на характеристики колебаний зажима 3 и упругой пластины 2.

Изменение параметров колебаний зажима 3 и упругой пластины 2 воспринималось чувствительным элементом (вибродатчиком) 10, сигнал от которого поступал в вибропреобразовательный блок 11, затем через контроллер в процессор 12 для расчёта и графического отображения процесса релаксации напряжения до стадии его завершения, фактом чего было принято установившееся состояние выходного сигнала от вибродатчика.

При действии вынужденных колебаний среза материала со стороны резонаторной пластины и заданных параметрах паровоздушной среды, через каждую единицу времени, задаваемую таймером процессора, записывались значения скорости вибрации второго зажима $[V = f(\tau)]$. По тарировочной характеристике $[V = f(\sigma)_{\varepsilon=const}]$ в реальном режиме времени определялась кинетика процесса

релаксации напряжения $\sigma(\tau)_{\Theta_i=const}$ в образце с фиксированной начальной деформацией. Результаты экспериментальных исследований кинетики процесса релаксации напряжения при разных уровнях варьирования температуры паровоздушной среды до 180^0C представлены на рисунках 2 и 3 соответственно для пальтовой и костюмной групп тканей .

Рисунок 2. – Характер кинетики релаксации напряжения в образце пальтовой ткани арт. 4655 при разных уровнях варьирования температуры паровоздушной среды.

Рисунок 3. – Характер кинетики релаксации напряжения в образце костюмной ткани арт. 2230 при разных уровнях варьирования температуры паровоздушной среды.

На базе полученных результатов экспериментальных исследований по тарировочным характеристикам построены зависимости релаксации напряжения при фиксированной деформации, как функция температуры паровоздушной среды, т.е. $\tau = f(\Theta)$.

При постановке экспериментальных исследований важно было определить степень относительного влияния ($\xi, \%$) параметров паровоздушной среды на скорость релаксации напряжения для материалов разных ассортиментных групп. Оценку этого влияния рассматривали в фиксированные промежутки времени (τ_i) по экспериментально-расчётным значениям ($\xi, \%$):

$$\Delta\sigma(\Theta_i)_{\tau_i=const} = \sigma_0 - \sigma_{\tau_i} ;$$

$$\xi_i = \frac{\Delta\sigma(\Theta_i)_{\tau_i=const}}{\sigma_0} 100, \% ,$$

где σ_0 - исходное значение напряжения образцов до начала релаксации; σ_{τ_i} - измеренное значение напряжения в фиксированный момент времени.

На рисунке 4 представлены результаты расчёта рассматриваемых соотношений в зависимости от параметров термомеханического воздействия для мате-

риалов пальтовой (арт. 4655) и костюмной (арт. 2230) групп тканей, как наиболее часто обрабатываемых по приданию им пространственной конфигурации формированием на прессах ВТО. Практическое совпадение полученных графиков по форме и количественным значениям для фиксированных промежутков времени следует считать подтверждением возможности использования разработанного метода для исследования релаксационно-деформационных характеристик различных ассортиментных групп волокнистых материалов.

Рисунок 4. – Зависимость степени влияния ($\xi, \%$) параметров паровоздушной среды на скорость релаксации напряжения для пальтовой ткани арт. 4655 (кривые 1; 2) и костюмной ткани арт. 2230 (кривые 3; 4).

Выводы

1. Разработанный экспериментальный стенд и методика исследований НДС волокнисто-содержащих композитов, основанные на изменении динамических характеристик образцов в процессе релаксации напряжения при фиксированной начальной деформации, могут быть использованы для изучения деформационно-релаксационных характеристик материалов разных ассортиментных групп, исследований кинетики процесса и установления продолжительности операции формирования изделий при разных режимах обработки.

2. На базе проведенных экспериментальных исследований установлено, что степень влияния параметров термомеханического воздействия на скорость релаксации напряжения при фиксированной деформации волокнистых легкодеформируемых композитов носит нелинейный характер, но их относительные значения для рассмотренных видов материалов в фиксированный промежуток времени практически равны, что соответствует теоретическим представлениям о физике процесса.

Список использованных источников

1. Мигальцо И.И. Термические процессы в швейной промышленности.- Киев.:Техника; Будапешт: Muszaki, 1987.-213с.

2. Беличенко К.К., Мишаков В.Ю., Железняков А.С. Экспериментальное исследование НДС мягких композитов посредством механических колебаний //Материаловедение.-№10.- 2004. С.19-22.