

Список использованных источников

1. Чичко О.И., Соболев В.Ф., Анисович Г.А., Чичко А.Н. О методах компьютерного анализа напряжений и деформаций трехмерной детали, подвергнутой термической обработке // Вести НАН Беларуси. 2002. №4. С.24-29.
2. Чичко А.Н., Яцкевич Ю.В., Соболев В.Ф. Компьютерная система «ПроТерм»: применение для управления процессом термической обработки деталей // ТЭО. 2002. №1. С.22-23.
3. Чичко А.Н., Яцкевич Ю.В., Соболев В.Ф. Трехмерное математическое моделирование термонапряженного состояния стальной детали // Литье и металлургия. 2001. № 4. С.82-84.

Аннотация

Рассматривается компьютерная система «ПроТерм», позволяющая моделировать процессы термической обработки промышленных деталей. На примере промышленной детали приведены результаты моделирования трехмерного поля растягивающих напряжений.

Summary

The computer system «ProTerm», permitting is esteemed to model processes of heat treatment of industrial parts. On an example of an industrial part the outcomes of simulation of a three-dimensional field of stresses are adduced.

УДК 621.792

ОЦЕНКА СПЕЦИФИЧЕСКОЙ АДГЕЗИИ В ЛИТЬЕВЫХ СОЕДИНЕНИЯХ

П.С. Карabanов, Г.А. Бороздина

*Новосибирский технологический институт
Московского государственного университета
дизайна и технологий*

Весь комплекс адгезионных явлений, возникающих при образовании литьевых соединений, можно рассматривать как результат проявления специфической и механической адгезии. Однако наиболее обоснованными являются представления об определяющей роли в адгезии химической природы контактирующих материалов, т.е. типа и количества функциональных групп на поверхности адгезива и субстрата и их способности к взаимодействию.

Следовательно, прогнозирование прочности литьевого крепления невозможно без знания вклада специфической адгезии в прочность литьевых соединений. Без этих данных затрудняется анализ другого важного фактора - поверхностной структуры, которая при одинаковой химической природе может существенно различаться в различных материалах верха.

В связи со сложностью явления адгезии, отсутствием единого подхода к методам оценки адгезионной прочности и трактовки экспериментальных данных, закономерности специфической адгезии могут быть получены при феноменологическом подходе к проблеме. В такой постановке и рассматривается задача оценки специфической адгезии в литьевых соединениях.

Для решения этой задачи определяли прочность литьевых соединений подошвенных композиций с модельными гладкими образцами (пленками), имеющими одинаковую химическую природу с материалами верха. Постановка такого экспериментального

анализа сопряжена с рядом трудностей. Во-первых, процесс получения гладких подложек сопровождается частичным изменением структуры материалов. Во-вторых, поверхность твердого тела, в том числе из полимерных материалов, не может быть абсолютно гладкой. Микрорельеф поверхности отражает специфику его внутренней структуры, зависит от метода и режимов ее получения, имеет, как правило, производственные дефекты [1]. В-третьих, для формирования гладких поверхностей подложки приходится использовать полуфабрикаты, композиционный состав которых не полностью совпадает с соответствующими материалами верха обуви. Поэтому адгезионное взаимодействие пленок и реальных материалов верха может отличаться из-за различий на композиционном и надмолекулярном уровнях. В этой связи получаемые результаты следует рассматривать как ориентировочные.

Поставленная задача является многофакторной и ее решение наиболее эффективно при применении математических методов планирования и анализа эксперимента.

Исследуемым параметром является прочность F_c литевых соединений подошвенного ПВХ-пластика ПЛ-2 с модельными образцами верха обуви, т.е. специфическая адгезия литьевого образца, близких по природе коллагеновым волокнам натуральной кожи, использовали пищевой желатин; хлопчатобумажным и льняным тканям – целлофановую пленку; белковому веществу шерстяных волокон (кератину) – рога КРС. Модельные образцы полиэфирных, полиамидных и полипропиленовых тканей формовали непосредственно из этих текстильных материалов.

Известно, что наиболее значимыми факторами прочности литевых соединений являются температура расплава T_p и давление формования P_Φ . Диапазон и уровни варьирования факторов T_p и P_Φ приведены в таблице.

Таблица - Диапазон и уровни варьирования факторов

Уровни варьирования факторов	Фактор	
	$T_p, ^\circ\text{C}$	$P_\Phi, \text{МПа}$
+1,414	210	24
+1,0	201,2	20,8
0	180	13
-1,0	158,8	5,2
-1,414	150	2

Полученные по определению прочности литевых соединений модельных образцов в соответствии с матрицей планирования эксперимента данные обрабатывали и анализировали с помощью программ Execl Microsoft. При этом рассчитывали коэффициенты регрессии, дисперсии воспроизводимости, значимость коэффициентов регрессии и проверяли адекватность модели.

Экспериментальные данные обрабатывали с использованием программного пакета «Marle 6», что позволило получить математические модели и геометрические образы прочности литевых соединений.

По характеру кривых равной прочности литевых соединений полученные зависимости были разделены на два вида. К первому виду были отнесены природные материалы; ко второму – искусственные и синтетические.

На рисунке 1 представлены кривые равной прочности литевых соединений целлофана и полиэтилентерефталата с ПВХ-пластиком ПЛ-2. Геометрические образы зависимостей $F_c = f(T_p, P_\Phi)$ указанных систем материалов приведены на рисунке 2.

Отметим, что зависимости $F_c = f(T_p, P_\Phi)$ для систем ПВХ-пластика ПЛ-2 с пленками из природных полимеров (целлофана, желатина, кератина) представляли собой

параболоиды с центром в области высоких значений T_p и P_Φ , выходящих за границы исследуемой области этих параметров. Напротив, для систем литевых соединений с подложками из синтетических полимеров центр параболоидов лежит в области низких T_p и P_Φ . Это свидетельствует о большем влиянии температуры расплава на специфическую адгезию к подложкам из синтетических полимеров.

Различное влияние температуры расплава и давления формования на специфическую адгезию ПВХ-пластикатов ПЛ-2 с модельными подложками разной химической природы нагляднее иллюстрируется зависимостями $F_c = f(T_p)$ и $F_c = f(P_\Phi)$ при средних значениях факторов $P_\Phi = 13$ МПа и $T_p = 180^\circ\text{C}$ (рисунок 3). Из рисунка следует, что специфическая адгезия всех исследуемых подложек за исключением инертного полипропилена в интервале $T_p = 150 - 180^\circ\text{C}$ близка по величине и лежит в пределах 0,5 - 0,8 кН/м. Этого следовало ожидать, поскольку подложки представляют собой полимеры, содержащие активные полярные группы с близкими значениями энергии когезии.

Однако влияние температуры литья на специфическую адгезию литевых соединений с различными подложками различно (рисунок 3а). Для подложек из природных полимеров позитивное влияние роста температуры расплава на специфическую адгезию замедляется при достижении $T_p = 180 - 190^\circ\text{C}$. Очевидно, это связано с изменениями их структуры при повышенных температурах. Так, термическая деструкция целлюлозы начинается при $T = 150^\circ\text{C}$, при $T = 170^\circ\text{C}$ происходит термоокислительная деструкция коллагена и желатина, свойства кератина изменяются при нагреве свыше 160°C [2].

Напротив, при $T_p > 180^\circ\text{C}$ специфическая адгезия к подложкам из полиэтилентерефталата и полиамида, имеющим высокую температуру плавления более существенно (рисунок 3,а). По-видимому, при формировании адгезионной связи с этими полимерами при повышенной температуре расплава интенсифицируются диффузионные процессы.

Что касается давления формования, то в пределах исследованной области его влияние незначительно (рисунок 3,б). Это и понятно, поскольку речь идет об адгезии к гладким поверхностям. Влияние давления более существенно при его низких значениях, которые, однако, не реализуются в процессах формирования литевых соединений.

Оценивая полученные количественные данные следует заключить, что они в целом коррелируют с известными данными специфической адгезии в клеевых соединениях [1, 3]. Эта корреляция состоит прежде всего в констатации того, что специфическая адгезия полимеров даже с высокой адгезионной способностью значительно ниже достигаемой адгезии при скреплении с реальными волокнистыми материалами.

Таким образом, получены данные о специфической адгезии в литевых соединениях подошвенного ПВХ-пластиката ПЛ-2 с модельными подложками материалов верха обуви. Эти данные, во-первых, дают оценку адгезионной способности материалов верха при литевом креплении, и, во-вторых, показывают влияние на исследуемый параметр режимов литьевого формования.

Список использованных источников

1. Берлин А.А. Основы адгезии полимеров / А.А. Берлин, В.Е. Васин – М.: Химия, 1974.
2. Химия и физика высокомолекулярных соединений в производстве искусственной кожи, кожи и меха: Учебн. для вузов. – 3-е изд., перераб. и дополн. / Г.П. Андрианова, И.С. Шестакова, Д.А. Куциди и др. – М.: Легпромбытиздат, 1987.
3. Воюцкий С.С. Аутогезия и адгезия высокополимеров. – М.: Ростехиздат, 1960.

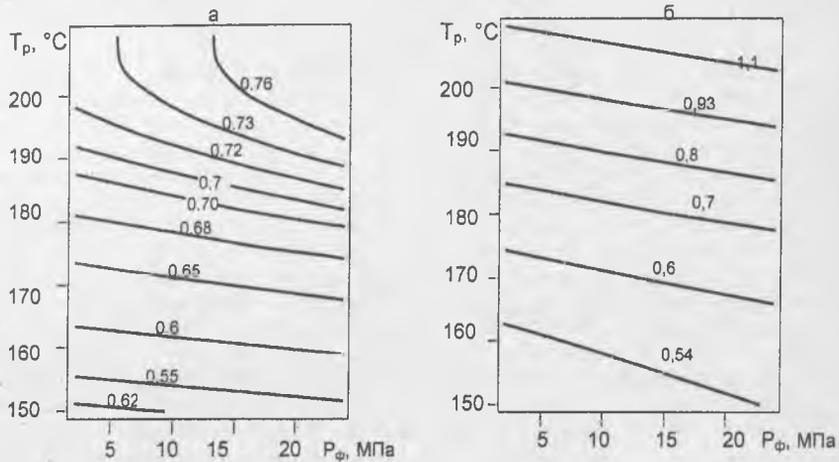


Рисунок 1 – Зависимости прочности F_c литевых соединений ПВХ-пластиката ПЛ-2 с целлофаном (а) и полиэтилентерфталатом (б) от температуры расплава T_p и давления формования P_{ϕ} . Цифры у кривых – значения F_c в кН/м.

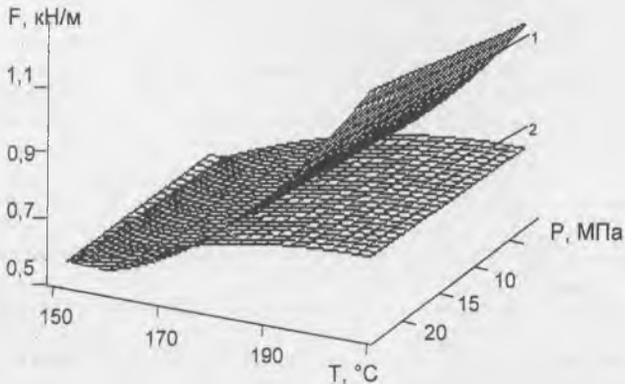


Рисунок 2 – Зависимость прочности F_c литевых соединений ПЛ-2 с полиэтилентерфталатом (1) и целлофаном (2) от температуры расплава T_p и давления формования P_{ϕ} .

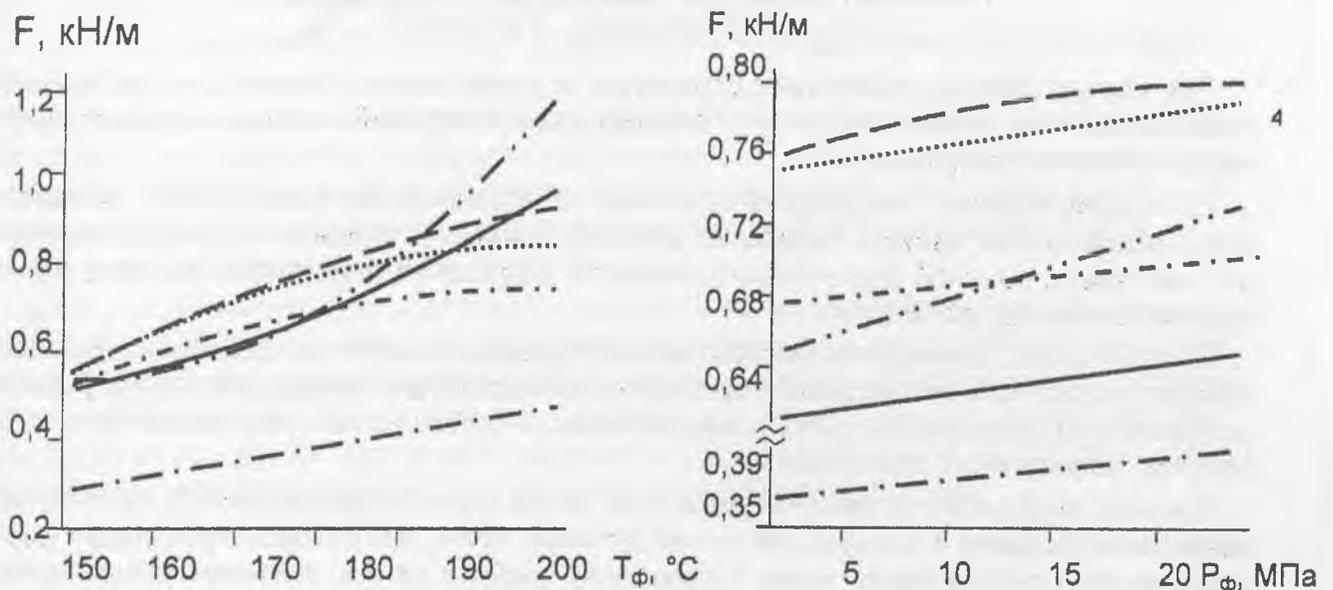


Рисунок 3 – Зависимость специфической адгезии F_c от температуры литья T_p (а) и давления формования P_f (б) в литьевых соединениях ПВХ-пластиката с подложками из полиэтилентерефталата (1); полиамида (2); кератина (3); желатина (4); целлофана (5); полипропилена (6).

Аннотация

На основе экспериментально-статистических методов проведено исследование факторов специфической адгезии литьевых соединений обувных материалов. Получены математические модели специфической адгезии в функции температуры литья и давления формования для литьевого крепления различных систем обувных материалов. Результаты исследований представляют интерес для оценки прочности литьевого крепления материалов верха различной химической природы.

Summary

On the basis of the experimental – statistical methods there have been investigated the factors of the specific adhesion in moulding joinings of shoe materials. There have been received the mathematical models of the specific adhesion - as a function of moulding temperature and moulding joinings of various systems of shoe materials. The results of the done investigation are of interest for durability estimation of moulding joining of shoe upper materials of different chemical characters.