

УДК 677.074.017:(620.179:4.539.61/62)

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЖЕСТКОСТИ КЛЕЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ
ДЕТАЛЕЙ ШВЕИНЫХ ИЗДЕЛИЙ
НА ОСНОВЕ ПОЛИАМИДНЫХ КЛЕЕВ**

В. Е. КУЗЬМИЧЕВ, О. Г. ЕФИМОВА

(Ивановская государственная текстильная академия)

Нами разрабатывается модель математического описания управления процессом склеивания деталей одежды с целью прогнозирования формоустойчивости получаемых клеевых соединений.

Математически формоустойчивость можно спрогнозировать с использованием большого числа факторов, первую группу которых со-

Таблица 1

Свойства материалов*	Материалы (арт.)				
	704 а	ОД11КЕ	1П35ИЛС	45593	10160
Показатели I (нормативные)					
Наименование и назначение материала	Поплин сорочечный	Ткань плащевая	Ткань костюмная	Ткань пальтовая	Ткань бортовая
Волокнистый состав	Хлопок	Хлопок + Лавсан (нить)	Шерсть + Лавсан	Шерсть + Лавсан + Нитрон	Лен Лавсан
Поверхностная плотность M_s , г/м ²	121	129	213	539	238
Вид переплетения	Полотняное	Диагональное	Мелкоузорчатое	Сложное	Полотняное
Показатели II (расчетные)					
Толщина T , мм	0,20	0,30	0,43	0,40	0,50
Жесткость J_T , мН·см ² (по основе)	15,749	2,634	2,834	29,183	19,645
Коэффициент воздухопроницаемости B_{50} , дм ³ /(м ² ·с)	242	146	57	61	349
Показатели III (экспериментальные)					
Поверхностное заполнение E_s , %	77,4	85	88	100	76,8
Поверхностная пористость R_s , %	22,6	15	12	0	23,2
Объемная пористость R_v , %	33	56	44	50	44
Жесткость сложенных проб основного и прокладочного материалов $J_{с.л.}$, мН·см ²	14,903	2,634	5,138	43,922	22,431

* Показатели I — нормативные для оценки качества текстильных полотен; II — используемые при проектировании или запуске материала в производство; III — рекомендуемые в практике научно-исследовательских работ.

ставляют параметры процесса склеивания. Ко второй группе факторов относятся характеристики строения склеиваемых текстильных материалов. Выбор этих факторов нами обусловлен либо их ранее подтвержденным влиянием на формоустойчивость клеевых соединений, либо предполагаемым влиянием на этапы взаимодействия между клеем и текстильными полотнами. К ним относятся факторы, от которых зависят процессы смачивания поверхности и глубина затекания клея.

Анализировали показатели, приведенные в табл. 1.

Исследовались ткани для одежды с широким применением клеевых методов соединений. Выбор представителей из каждой группы тканей произведен таким образом, чтобы показатели их свойств образовывали достаточно большой интервал, содержащий также значения показателей тканей, не участвующих в данном исследовании. Включение льняной бортовой ткани вызвано научным и практическим интересом, поскольку при дублировании льняных тканей возникают значительные трудности.

Термоклеевым прокладочным материалом, с которым склеивали ткани (табл. 1), служила вискозно-лавсановая ткань арт. 86040, имеющая термопластическое покрытие из полиамидного порошка марки «Грилтекс 1Р82» и жесткость $1,387 \text{ мН} \cdot \text{см}^2$. Параметры процесса склеивания на электрическом прессе: температура рабочего органа (контактной поверхности) $110 \dots 190^\circ\text{C}$, усилие сжатия $20 \dots 80 \text{ кПа}$, продолжительность нагревания и сжатия $5 \dots 45 \text{ с}$.

За показатель формоустойчивости клеевых соединений принята их жесткость по методу кольца на приборе ПЖУ-12 М (ГОСТ 8977—74) или методом консоли на приборе ПТ-2 (ГОСТ Р 50130—92). Чувствительность по отношению к выбранным объектам, например, пробам клеевых соединений костюмных тканей арт. 1П35ИЛС для ПЖУ-12М составила 44%, а для ПТ-2 — 77%. В связи с этим предпочтение отдано методу консоли.

Математические модели строили по методу корреляционно-регрессионного анализа Брандона [1] при доверительной вероятности 87,5%.

В табл. 2 приведены коэффициенты парной корреляции между жесткостью клеевых соединений и параметрами процесса склеивания (t , p и τ). В порядке убывания влияния на жесткость последние образуют следующий ряд (по усредненным значениям): $t > \tau > p$.

Таблица 2

Артикул ткани в клеевом соединении с тканью арт. 86040	Коэффициенты парной корреляции		
	температура t , °C	давление прессования p , кПа	время τ , с
704 а	—0,126*	—0,082	0,247*
ОД11КЕ	—0,830*	—0,153*	0,078
1П35ИЛС	0,435*	—0,067	—0,131*
45593	—0,758*	—0,045	—0,093*
10160	0,499*	0,018	—0,065
Усредненный коэффициент	0,530	0,073	0,123

Примечание. Критический коэффициент парной корреляции для объема выборки $n=63$ и доверительной вероятности $P=0,875$ составляет 0,092 [1]; * значимые коэффициенты корреляции.

Для управления жесткостью клеевых соединений с помощью технологических факторов модели имеют вид для арт. 704а

$$Ж = (50,4\tau + 33145) (1,01 - 0,000075t), F_p = 1,0654;$$

для арт. ОД11КЕ

$$Ж = (51161 - 186,49t) (1,05 - 0,0012p), F_p = 3,3004.$$

Объем выборок составил $n=63$.

На рис. 1 построены графики зависимости жесткости от температуры (а), продолжительности (б) и усилия сжатия (в) для тканей: 1— арт. 704а, 2— арт. ОД11КЕ, 3— арт. 1П35ИЛС, 4— арт. 45593, 5— арт. 10160.

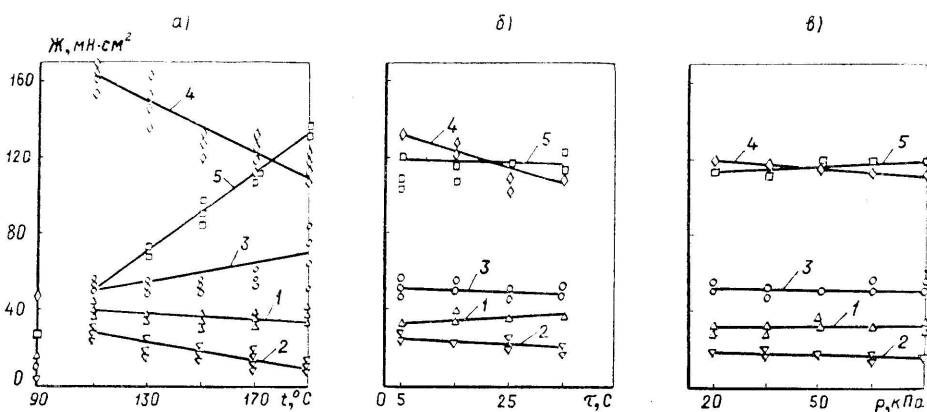


Рис. 1.

Усилие сжатия существенно не влияет на итоговую жесткость клеевых соединений (табл. 2) и значимо только для плащевой ткани арт. ОД11КЕ, содержащей в одной из систем комплексные полиэфирные нити.

Влияние температуры на клеевые соединения разных тканей носит неоднозначный характер. Преобладающим является уменьшение жесткости с увеличением температуры. В случае же костюмной ткани, содержащей достаточно большую долю полиэфирных волокон, с повышением температуры наблюдается увеличение жесткости при 170...180°C, по-видимому, из-за изменений в полиэфирных волокнах.

Непрерывное увеличение жесткости ткани арт. 10160, состоящей из льняных (67 %) и полиэфирных (33 %) волокон, вызвано также изменением жесткости синтетических волокон.

Под влиянием температуры изменение жесткости в остальных тканях имеет две тенденции: первоначальное возрастание (по отношению к жесткости пакета исходных материалов), достижение максимального значения при температурах, близких к 110°C, и затем снижение, что подтверждают отрицательные значения коэффициентов парной корреляции (табл. 2).

В клеевых соединениях максимальная жесткость достигается в момент наибольшего объема клея между склеиваемыми текстильными полотнами. С повышением температуры развиваются миграционные

процессы, под влиянием которых клей впитывается в структуры обоих текстильных полотен, а жесткость начинает снижаться, что особенно наглядно для палтовой ткани арт. 45593.

Дополнительные исследования других тканей подтвердили явно выраженную склонность снижения жесткости клеевых соединений под влиянием повышения температуры контактной поверхности.

Следует отметить, что влияние технологических параметров на жесткость клеевых соединений не столь существенно в сравнении с прочностью клеевых соединений. Такой вывод не является неожиданным. Масса клея на прокладочном материале арт. 86040 составляет 25...30 г/м² и меньше на порядок значений поверхностных плотностей склеиваемых текстильных полотен. Поэтому характер распределения клея в волокнистой массе текстильных полотен, изменяющийся под влиянием технологических параметров, в большинстве случаев оказывается малозначимым для итоговой жесткости.

Последнее позволяет предположить, что факторами, обуславливающими жесткость клеевых соединений, являются характеристики самих тканей.

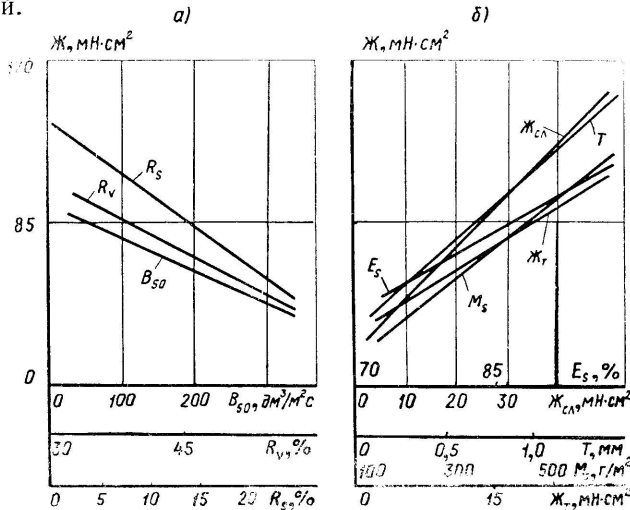


Рис. 2.

На рис. 2 построены обобщенные зависимости жесткости клеевых соединений от показателей свойств текстильных полотен, а в табл. 3 приведены значения коэффициентов парной корреляции.

Таблица 3

Показатели основной ткани	Коэффициенты парной корреляции
Поверхностная плотность, г/м ²	0,792
Толщина, мм	0,823
Жесткость (по основе), мН·см ²	0,739
Коэффициент воздухопроницаемости, дм ³ /(м ² ·с)	-0,342
Поверхностное заполнение, %	0,433
Поверхностная пористость, %	-0,588
Объемная пористость, %	-0,434
Жесткость сложенных проб основного и прокладочного материалов, мН·см ²	0,834

Как видно, все показатели можно разбить на две группы: уменьшающие и повышающие жесткость получаемых клеевых соединений. Все факторы являются значимыми, что позволяет сделать выбор в пользу факторов, достаточно просто измеряемых и учитывающих специфику формирования клеевых соединений из деталей одежды: поверхностной плотности основной ткани и жесткости пакета исходных полотен перед склеиванием.

Таким образом, в окончательную модель для прогнозирования формоустойчивости клеевых соединений следует включить поверхностную плотность основной ткани M_S , г/м², жесткость пакета исходных полотен $J_{сл}$, мН·см² и температуру рабочего органа при получении клеевого соединения t , °С.

В совокупности выбранные факторы характеризуют процесс склеивания и оба текстильные полотна.

Окончательная модель для сорочечной, плащевой и пальтовой тканей, жесткость которых после тепловых обработок не возрастает, имеет вид

$$J_{расч} = (255,39M_S - 3354) (0,0000031J_{сл} + 0,94) (1,56 - 0,0037t), \quad (1)$$

а для тканей костюмной группы и льняных тканей, жесткость которых после тепловых обработок увеличивается, записывается в виде

$$J_{расч} = (45117 + 2,04J_{сл}) (0,87 + 0,00063M_S) (0,0074t - 0,13). \quad (2)$$

Эти модели справедливы в интервалах значений: $M_S \in [85; 539 \text{ г/м}^2]$; $t \in [110; 190 \text{ °С}]$; $J_{сл} \in [2,634; 43,922 \text{ мН} \cdot \text{см}^2]$; $J_{расч} \in [34,762; 171,602 \text{ мН} \cdot \text{см}^2]$.

Таблица 4

Основные ткани	t , °С	p , кПа	τ , с	M_S , г/м ²	J_T , мН·см ²	Жесткость клеевого соединения, мН·см ²		Относительная ошибка, %
						экспериментальная	расчетная	
Пальтовая полшерстяная арт. ОП1515	110	35	25	493	23,475	142,123	143,108	-1
	170	80	35			97,289	115,238	-18
	190	50	5	521	66,923	100,295	106,078	-6
	110	35	25			203,448	171,602	+16
	170	80	35			140,465	138,561	+1
	190	50	5			178,161	127,548	+28
Сорочечная хлопчатобумажная арт. 703с29шв	110	35	35	85	3,689	38,754	34,762	-10
	130	20	25			30,334	34,919	+15
	190	35	35			29,353	34,971	+19

При проверке возможности использования модели (1) для прогнозирования жесткости клеевых соединений других тканей, склеиваемых также с прокладочным материалом арт. 86040, получены результаты, приведенные в табл. 4, откуда следует, что относительная ошибка прогнозирования имеет пределы 1...28 %, что является вполне удовлетворительным.

ВЫВОДЫ

1. Разработана модель для управления процессом склеивания деталей одежды из текстильных полотен с использованием сополиамидных клеев, позволяющая прогнозировать жесткость получаемых клеевых соединений на основании показателей свойств склеиваемых полотен и температуры процесса склеивания.

2. Максимальная относительная ошибка прогнозирования составляет 28 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ахназарова С. Л., Кафаров В. В. Оптимизация эксперимента в химии и химической технологии. — М.: Высшая школа, 1978.

Рекомендована кафедрой текстильного материаловедения. Поступила 01.07.96.
