

УДК 687.016

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ
КОМПРЕССИОННОГО ДАВЛЕНИЯ
ПОД ТРИКОТАЖНОЙ ПЛОТНООБЛЕГАЮЩЕЙ ОДЕЖДОЙ**

**EXPERIMENTAL BASEMENT
OF COMPRESSION PRESSURE PROGNOSIS
UNDER THE KNIT TAPERED SLIM CLOTHING**

В.Е. КУЗЬМИЧЕВ, ЧЖЭ ЧЕН, МЭННА ГО, И.В. ТИСЛЕНКО
V.E. KUZMICHEV, CHZHE CHEN, MENNA GO, I.V. TISLENKO

(Ивановский государственный политехнический университет,
Уханьский текстильный университет, Китайская Народная Республика)
(Ivanovo State Politechnical University,
Uhan Textile University, People's Republic of China)
E-mail: kshi@ivgpu.com

Проведены экспериментальные исследования систем мужская фигура–белье. Подтверждено существование устойчивых зависимостей между усилиями растяжения, действующими в текстильных оболочках, и возникающим под оболочками компрессионном давлении. Получены математические уравнения для прогнозирования компрессионного давления на мягкие ткани фигур.

The exploration of real systems men body – underwear have been done. Stable relations are existing between the forces in textile materials tensioned and the compression under the knitting clothes. The equations for the prognosis of compression pressure in investigated systems were obtained.

Ключевые слова: одежда, форма, Кавабата, конструктивная прибавка, растяжение, компрессионное давление, прогнозирование.

Keywords: clothes, shape, KES-F, pattern block' ease, tension, compression, prognosis.

Ранее была показана и доказана целесообразность измерения малых по величине усилий растяжения текстильных материалов на приборе KES-FB-1, используемых для изготовления одежды свободной

формы [1]. В настоящей статье рассматривается применение разработанного ранее алгоритма для плотнооблегающей одежды из трикотажных полотен.

В качестве объектов исследования были взяты модели мужского компрессионного белья с отрицательными величинами конструктивных прибавок (до – 20% от значений поперечных обхватов). Модели трикотажных фуфаяк и трусов (хипсов) отличались значениями запроектированных конструктивных прибавок, посредством которых регулировали величины компрессионного воздействия белья на тело: интервал изменения отрицательных прибавок составил (5...20)% с шагом 3%.

Для их изготовления были выбраны шесть трикотажных полотен с различным переплетением (М1, М4, М5, М6 – ластик, М2, М3 – интерлок) и волокнистым составом, чтобы охватить возможно более широкий интервал значений показателей свойств. Для исследований брали трикотажные материалы китайской компании Г'д (Ухань), используемые для изготовления белья, реализуемого на китайском и европейском рынках. Характеристики трикотажных полотен приведены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Номер материала	Содержание волокон, %	Линейная плотность, г/м ²	Переплетение
М1	40 хлопок, 30 лен	170...180	ластик
М2	98 modal, 2 спандекс	300	интерлок (двуластик)
М3	30 лен, 70 хлопок + спандекс	170...180	интерлок (двуластик)
М4	45 modal, 55 хлопок	170	ластик
М5	47 хлопок, 47 modal, 6 спандекс	110	ластик, кулирный ячеистый (сетчатый) трикотаж
М6	95 modal, 5 хлопок	110	ластик

На первом этапе измеряли параметры системы фигура – одежда: максимальное компрессионное давление, которое можно приложить на шести участках мужских фигур в статическом положении. Компрессионное давление измеряли непосредственно между телом и трикотажным бельем с помощью датчика FlexiForce, соединенного с компьютером. В каждой точке давление измеряли не менее пяти раз после выдержки 30 с, чтобы гарантировать ошибку измерения не более 10%.

Были выбраны пять мужских фигур со следующими средними размерными признаками, см: рост 173,2, обхват груди третий 88,7, обхват талии 75,2, обхват бедер 91,9.

На рис. 1 показаны зоны измерения давления на поверхности тела с выделением участков, для которых были зафиксированы максимальные значения компрессионного давления под нижним бельем.

Результаты максимально-переносимого давления, возникающего под влиянием отрицательных конструктивных прибавок (величина прибавки идентична растяжению материала), приведены в табл. 2 (компрессионное давление в системе фигура – белье (растяжение 15,8...18%)).

На втором этапе были измерены стандартизированные показатели на приборе KES-FB-1 (табл. 1), однако из-за особенностей конструкции прибора и высокой растяжимости трикотажных материалов количество измеренных показателей было неполным. В качестве основных выбраны следующие характеристики растяжения вдоль и поперек полотна: ЛТ – линейность кривой усилие – растяжение, равная отношению площади под кривой к общей площади прямоугольного треугольника со сторонами, равными наибольшей нагрузке

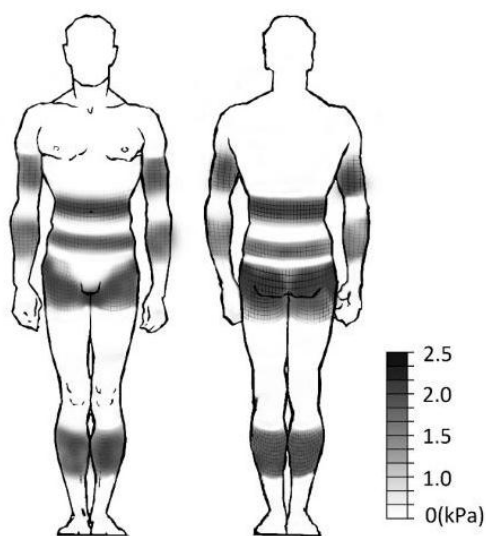


Рис. 1

и наибольшему удлинению; WT – энергия (работа) растяжения, равная площади диаграммы под кривой растяжения, сН·см/см²; EMT – относительная дефор-

мация удлинения под нагрузкой 500 сН, %; RT – доля упругой деформации, равная отношению площади диаграммы под кривой релаксации к работе растяжения, %.

Таблица 2

Участок фигуры	Максимальное давление, кПа, под разными материалами (вдоль полотна/поперек полотна)					
	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Плечо	2,002	2,288	1,907	2,050	2,240	н/о
	2,050	2,097	1,716	1,954	2,097	2,097
Предплечье	2,097	2,240	2,050	2,002	2,097	н/о
	1,907	2,050	1,764	1,716	1,954	1,954
Талия	2,145	2,288	1,907	1,859	2,050	н/о
	2,193	2,193	2,097	1,764	2,145	2,145
Обхват на 4 см ниже талии	2,002	2,193	1,859	1,907	2,097	н/о
	2,097	2,193	2,145	2,097	1,967	1,967
Бедро	2,050	2,330	1,859	1,859	2,002	н/о
	2,145	2,193	1,954	2,050	2,002	2,002
Икра	2,097	2,336	2,193	1,907	2,002	н/о
	2,050	2,145	2,098	1,954	2,145	2,145

Примечание. н/о – не определено.

На рис. 2 представлены совмещенные начальные участки кривых растяжения поперек материалов, применяемых в мужском белье. Данные кривые совмещены на рис. 2 для вычисления значений усилий, необходимых для растяжения проб на 5, 8, 11, 14, 17, 20%.

Окончательные результаты измерений приведены в табл. 3 (показатели трикотажных материалов для мужского белья, измеренные на приборе KES-FB-1).

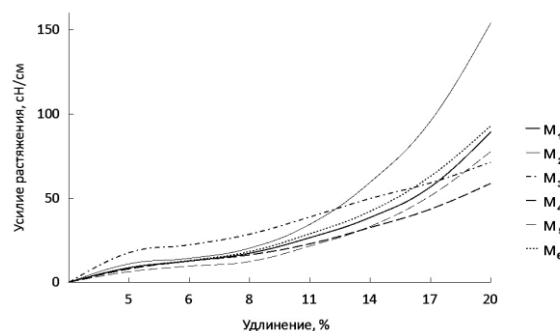


Рис. 2

Таблица 3

№ п/п	Показатель вдоль (o) или поперек (y) полотна	Значения показателей для трикотажных материалов						Коэффициент вариации
		M1	M2	M3	M4	M5	M6	
1. Базовые показатели								
1	LTo	0,411	0,501	-	0,46	-	0,43	0,20
2	WTo	28,05	18,33	54,69	28,9	30,11	27,39	0,41
3	RTy	27,27	48,44	-	27,85	-	41,91	0,40
4	EMTo	27,28	23,07	40,8	25,11	31,38	25,37	0,61
5	EMTy	31,65	27,83	52,84	40,93	32,64	32,08	0,69
2. Адаптированные показатели								
6	F(5)y	8,56	11,03	17,71	8,08	6,38	8,76	1,12
7	F(8)y	17,27	20,36	28,67	16,33	12,35	18,3	0,86
8	F(11)y	26,5	34,5	38,84	22,98	21,64	28,84	0,60
9	F(14)y	38,67	59,41	49,86	32,61	33,34	42,12	0,63
10	F(17)y	56,86	96,12	59,06	43,7	51,69	63,03	0,85
11	F(20)y	89,38	154,11	71,58	59	77,68	93,2	1,05

Как и в случае материалов для платьев [1] (табл.3), коэффициенты вариации для адаптированных показателей являются самыми высокими.

На третьем этапе был проведен корреляционный анализ между максимальными значениями компрессионного давления и усилиями растяжения, действующими в текстильной оболочке. Цель такого анали-

за – выбор тех показателей, между которыми и компрессионным давлением существует самая тесная связь (табл. 4 – коэф-

фициенты корреляции между P_{\max} и показателями растяжения).

Т а б л и ц а 4

Группа показателей	Показатель	Коэффициенты парной корреляции	
		вдоль полотна	поперек полотна
Базовые	LT	0,282	-
	WT	0	-
	EMT	0	-0,083
	RT	-	0,8648
Адаптированные	F(5)	-	0,562
	F(8)	-	0,6531
	F(11)	-	0,8277
	F(14)	-	0,8816
	F(17)	-	0,7866
	F(20)	-	0,6869

П р и м е ч а н и е. Критический коэффициент корреляции (для 95 % и $n = 5$) равен 0,811.

Видно, что из стандартизированных показателей (LT, WT, EMT, RT) только доля остаточной деформации RT_y имеет значимую связь с компрессионным давлением. Однако этот показатель характеризует не растяжение, а процесс релаксации, что логически не позволяет его рассматривать в качестве фактора, ответственного за возникновение компрессионного давления. Закономерно изменяющиеся связи – от неустойчивых к устойчивым, а затем опять к неустойчивым – существуют между P_{\max} и новыми адаптированными показателями, причем самые высокие значения коэффициентов корреляции получены для усилий $35,78 \pm 2,92$ сН/см, обеспечивающих растяжение текстильных оболочек на 11...14%.

Линейные модели для прогнозирования компрессионного давления трикотажных оболочек при их растяжении на величины 11, 14, 17% имеют вид:

$$P(11) = 0,0128 F(11) + 1,6, \quad (1)$$

$$P(14) = 0,0088 F(14) + 1,6, \quad (2)$$

$$P(17) = 0,0045 F(17) + 1,7, \quad (3)$$

где $P(11)$, $P(14)$, $P(17)$ – компрессионное давление под напряженной текстильной оболочкой, кПа; $F(11)$, $F(14)$, $F(17)$ – усилие, необходимое для растяжения текстильного материала по утку соответственно на 11, 14, 17%, сН/см.

Интервал растяжения 11...17%, выбранный для прогнозирования, несколько меньше фактического 15,8...18%. Расхождение между ними составляет 1...4,8% и обусловлено различиями в условиях растяжения материалов: на приборе KES-FB-1 растяжение происходит в плоскости растягиваемой пробы, а в реальной системе фигура – белье – одновременно с изгибом в оболочке, замкнутой вокруг поверхности участка фигуры, и в условиях плотного контакта с мягкими тканями. В текстильной оболочке часть приложенного усилия расходуется на преодоление сил трения оболочки с мягкими тканями и изгибание. Поэтому естественно, что рекомендуемые режимы лабораторных испытаний должны быть несколько меньше тех, которые возникнут в реальных условиях.

Разработанные модели можно использовать для новых материалов, характеристики которых попадают в интервалы характеристик материалов обучающей выборки (табл.1 и 3). Действительно, выбранные материалы имеют разную структуру, именно по этой причине мы и выбрали универсальный показатель – усилие, необходимое для растяжения материалов на 11, 14 и 17%, которое самым тесным образом связано с возникновением компрессионного давления. В связи с этим появляется возможность прогнозировать

давление под бельем по этому показателю, который может быть измерен на этапе конфекционирования материалов.

Таким образом, доказана возможность прогнозирования давления трикотажных оболочек на мягкие ткани тела под одеждой, имеющей отрицательные конструктивные прибавки.

Знание единых условий протекания процессов растяжения – в испытуемой пробе и реальной одежде – позволит сформировать универсальную базу для проектирования компрессионного воздействия одежды, имеющей разную форму и изготовленную из различных материалов. Полученные зависимости могут быть использованы для разработки и проверки теоретических моделей формообразования текстильных оболочек под влиянием морфологии фигуры, деформационных процессов внутри оболочки и эффектов воздействия на мягкие ткани тела. Разработанный алгоритм может быть распространен и на другие показатели, в частности сдвиг и изгиб.

ВЫВОДЫ

1. Подтверждено существование устойчивых зависимостей между усилиями растяжения, действующими в текстильных оболочках, и возникающим под оболочками компрессионным давлением.

2. Получены математические уравнения для прогнозирования компрессионного давления плотно облегающей одежды на мягкие ткани тела. Установлено, что условиями для наиболее точного прогнозирования компрессионного давления являются: усилие растяжения $35,78 \pm 2,92$ сН/см и растяжение на 11...14%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузьмичев В.Е., Чже Чен, Го Мэнна, Тисленко И.В. Экспериментальное обоснование прогнозирования компрессионного давления под женскими платьями свободной формы // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016, №2. С. 165...172.

2. Чен Ч. Разработка методики выбора трикотажных материалов для мужского компрессионного белья // Швейная промышленность. – 2014, № 5.

REFERENCES

1. Kuz'michev V.E., Chzhe Chen, Go Mjenna, Tislenko I.V. Jeksperimental'noe obosnovanie prognozirovanija kompressionnogo davlenija pod zhenskimi plat'jami svobodnoj formy // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2016, №2. S. 165...172.

2. Chen Ch. Razrabotka metodiki vybora trikotazhnyh materialov dlja muzhskogo kompressionnogo bel'ja // Shvejnaja promyshlennost'. – 2014, № 5.

Рекомендована кафедрой конструирования швейных изделий ИВГПУ. Поступила 17.02.16.