

## ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ ИЗНАШИВАНИЯ МЕДИЦИНСКИХ ЭЛАСТИЧНЫХ КОМПРЕССИОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

### INVESTIGATION OF THE WEAR KINETICS OF MEDICAL ELASTIC COMPRESSION PRODUCTS

С.В. ПЛЕХАНОВА, Н.А. ВИНОГРАДОВА

S.V. PLEKHANOVA, N.A. VINOGRADOVA

(Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство),  
Национальный исследовательский Московский государственный  
строительный университет (НИУ МГСУ))

(Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art),  
Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU))

E-mail: Lisa-xumuk1@yandex.ru

*В последнее время все более актуальными становятся медицинские компрессионные трикотажные изделия, нормализующие кровообращение и способствующие восстановлению после перенесенного оперативного лечения. При использовании эластичных компрессионных чулочно-носочных изделий происходит процесс изнашивания. Для продукции медицинского назначения, помимо соответствия нормам стандарта нового изделия, важным является вопрос сохранения свойств в процессе эксплуатации для оказания лечебного воздействия. Актуальной является задача изучения постепенного изменения свойств компрессионных чулочно-носочных изделий, а именно кинетики их изнашивания. Проведено исследование сохранения свойств показателей качества медицинских эластичных компрессионных чулочно-носочных изделий сверх гарантийного срока, установленного производителем.*

*Recently, medical compression knitwear that normalizes blood circulation and promotes recovery after surgical treatment has become increasingly relevant. When using elastic compression hosiery, the process of wear occurs. For medical products, in addition to compliance with the standards of the new product standard, it is important to preserve the properties during operation to provide therapeutic effects. An urgent task is to study the gradual change in the properties of compression hosiery, namely the kinetics of their wear. A study of the preservation of the properties of quality indicators of medical elastic compression hosiery products over the warranty period established by the manufacturer was carried out.*

**Ключевые слова:** медицинские эластичные компрессионные изделия, чулочно-носочные изделия, изнашивание, кинетика изнашивания, гарантийный срок, класс компрессии.

**Keywords:** medical elastic compression products, hosiery, wear, wear kinetics, warranty period, compression class.

В современных условиях в связи с большой распространенностью хронических заболеваний вен нижних конечностей акту-

альна их профилактика и лечение, в том числе применение специального трикотажа профилактического и лечебного класса

компрессии [1...3]. К эластичным компрессионным чулочно-носочным изделиям медицинского назначения предъявляются требования, регламентируемые нормативной документацией (ГОСТ Р 58236) [4]. В работе [5] проведено исследование физико-механических свойств медицинских эластичных компрессионных чулочно-носочных изделий. При использовании текстильных изделий обычно происходит ухудшение их свойств или постепенное разрушение под действием различных причин-факторов, т.е. процесс изнашивания [6]. Этот процесс характерен и для эластичных компрессионных чулочно-носочных изделий. Для продукции медицинского назначения, помимо соответствия нормам стандарта нового изделия, важным является вопрос сохранения свойств в процессе эксплуатации для оказания лечебного воздействия [7]. Таким образом, актуальной является задача изучения постепенного изменения свойств компрессионных чулочно-носочных изделий, а именно кинетики их изнашивания, и сохранения на должном уровне основных показателей назначения и надежности [8].

Кроме того, заслуживает внимания следующая проблема. Производитель дает гарантийный срок сохранения компрессионных свойств – 6 месяцев, т.е. в течение этого пе-

риода изделие будет приносить ожидаемый эффект лечения. После истечения срока необходимо приобретать новый товар. Но среди потребителей и некоторых медицинских работников бытует мнение, что при использовании товара после истечения гарантийного срока, который дает производитель, должный эффект лечения продолжается [9]. Тем более, что производитель дает гарантию сохранения компрессионных свойств при ежедневном использовании, а потребитель может использовать изделие не ежедневно. Таким образом, по мнению потребителя, продолжительность использования чулочно-носочных изделий продлевается.

Целью работы является исследование кинетики изнашивания медицинских эластичных компрессионных чулочно-носочных изделий.

В работе в качестве объектов исследования были выбраны компрессионные чулочно-носочные изделия медицинского назначения II класса компрессии марки "MEDI" (Германия) разных сроков эксплуатации: новое изделие (не подвергшееся эксплуатации), изделия со сроком использования 6 месяцев, 8 месяцев, 1 год, 2 года (табл. 1 – характеристика объектов исследования).

Таблица 1

Образец	Срок эксплуатации	Сырьевой состав	Вид переплетения	Модель
1	Новое изделие	61% полиамид, 39% эластан	кулирная гладь	Mediven elegance
2	6 месяцев			
3	8 месяцев			
4	1 год			
5	2 года			

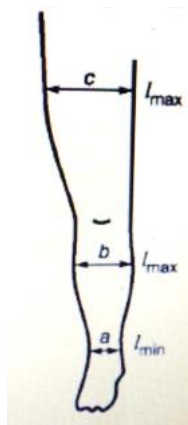


Рис. 1

В соответствии с ГОСТ Р 58236–2020 исследование свойств чулочно-носочных изделий медицинского назначения в работе проводилось по следующим показателям: растяжимость, рабочая растяжимость, поверхностная плотность, разрывная нагрузка, разрывное удлинение, класс компрессии и подтверждение обеспечения распределенного давления, остаточная деформация [4].

При исследовании показателей необходимо измерять значение каждого из них в трех местах: область щиколотки (а), сере-

дина голени (b) и в области середины бедра (c) (рис. 1 – типовые контролируемые участки – a, b, c;  $l_{max}$ ,  $l_{min}$  – максимальная и минимальная длина участка соответственно).

Исследование трикотажных изделий заключалось в проведении испытаний и срав-

нении полученных результатов с нормированными значениями показателей в соответствии с ГОСТ Р 58236. Результаты исследования компрессионных чулочно-носочных изделий представлены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Наименование показателя	Расположение	Результаты испытаний образцов					Норма
		1	2	3	4	5	
Растяжимость, %	c	256	257	228	292	244	не менее 80
	b	296	253	282	256	266	
	a	311	230	209	253	279	
Рабочая растяжимость, %	c	74	-66	-67	-67	-68	не менее 30
	b	70	-56	-63	-63	-65	
	a	60	-59	-69	-69	-69	
Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	c	217	213	212	205	207	не менее 200
	b	249	247	235	248	232	
	a	256	252	236	238	249	
Разрывная нагрузка, Н	c	123	122	115	122	120	не менее 88,2
	b	149	141	110	145	137	
	a	152	145	147	140	141	
Разрывное удлинение, %	c	431	489	365	542	394	не менее 80
	b	582	487	468	581	519	
	a	658	520	554	568	575	
Класс компрессии, подтверждение обеспечения распределенного давления, мм рт. ст.	c	12	8	7	6	4	от 22 до 32
	b	22	14	8	8	7	
	a	32	25	23	22	17	
Остаточная деформация при растяжении, %	c	0	2	3	7	8	не более 10
	b	0	1	1	5	5	
	a	0	1	1	3	4	

Значения показателей качества: растяжимость, поверхностная плотность, разрывная нагрузка, разрывное удлинение, остаточная деформация при растяжении всех исследуемых образцов чулочно-носочных изделий медицинского назначения незначительно ухудшились по сравнению с новым изделием, и после использования изделий сверх рекомендованного производителем гарантийного срока соответствуют нормам ГОСТ Р 58236. Причем даже после двух лет эксплуатации по показателю "разрывная нагрузка" превышение норм стандарта составляет 1,4...1,6 раз, по показателю "растяжимость" – 3,1...3,5 раз.

Рабочая растяжимость медицинского эластичного компрессионного изделия – значение растяжимости, вычисленное в процентах, при котором медицинское изделие начинает оказывать лечебно-профилактическое воздействие (давление) на органы и ткани человека [4].

Значения рабочей растяжимости после 6 месяцев использования чулочно-носочных изделий не удовлетворяют требованиям стандарта (меньше в 1,9...2,3 раза). Это означает, что изделия не оказывают необходимого лечебно-профилактического воздействия на органы и ткани человека уже после 6 месяцев эксплуатации.

По результатам исследований класса компрессии и подтверждения обеспечения распределенного давления можно отметить следующее.

Класс компрессии, определяемый путем измерения давления на контролируемом участке, где медицинское эластичное компрессионное изделие оказывает максимальное давление (по линии щиколотки), соответствует диапазону давлений, характерному для конкретного класса компрессии, для образцов 1, 2, 3 и 4. Причем отмечается значительное падение давления в районе щиколотки к 6 месяцам эксплуатации изделия.

Для подтверждения обеспечения распределенного давления значение, полученное для контролируемого участка, на котором медицинское эластичное компрессионное изделие оказывает максимальное давление, сравнивают со значениями, полученными для других контролируемых участков.

Должны быть соблюдены следующие процентные соотношения: медицинские эластичные компрессионные чулки оказывают на ноги максимальное давление (100%) в области щиколоток (контролируемый участок по линии а, указанной на рис. 1), от 60 до 70 % – на середине голени (контролируемый участок по линии b, указанной на рис. 1) и от 30 до 40 % – на середине бедра (контролируемый участок по линии с, указанной на рис. 1) [4].

Процентные соотношения давления на контролируемые участки соблюдены только для новых медицинских эластичных компрессионных чулок. Начиная с 6 месяцев эксплуатации, рекомендуемые стандартом пропорции не соблюдаются. Подтверждение обеспечения распределенного давления, которое является важным показателем в лечебных компрессионных изделиях, не соблюдается (отсутствует), а, значит, эффект лечения уже не происходит, и дальнейшее использование чулочно-носочных изделий медицинского назначения для потребителя не приведет к ожидаемому результату [10].

Анализируя результаты исследования кинетики изнашивания медицинских эластичных компрессионных чулочно-носочных изделий, можно сделать вывод, что использовать эти изделия сверх гарантийного срока сохранения компрессионных свойств, установленного производителем, с точки зрения сохранения лечебных свойств малоэффективно. Следует доверять рекомендациям производителей, профессионалам в этой области [11].

## ВЫВОДЫ

Значения показателей качества: растяжимость, поверхностная плотность, разрывная нагрузка, разрывное удлинение, остаточная деформация при растяжении всех

исследуемых образцов чулочно-носочных изделий медицинского назначения после использования изделий сверх рекомендованного производителем гарантийного срока соответствуют нормам ГОСТ Р 58236.

Показатели рабочей растяжимости после 6 месяцев использования чулочно-носочных изделий не удовлетворяют требованиям ГОСТ Р 58236.

Класс компрессии соответствует диапазону давлений, характерному для конкретного класса компрессии, для исследуемых образцов чулочно-носочных изделий медицинского назначения.

Подтверждение обеспечения распределенного давления, которое является важным показателем в лечебных компрессионных изделиях, для образцов медицинских чулочно-носочных изделий по истечении гарантийного срока сохранения компрессионных свойств не соблюдается.

Использовать медицинские эластичные компрессионные чулочно-носочные изделия сверх гарантийного срока сохранения компрессионных свойств, установленного производителем, с точки зрения сохранения лечебных свойств малоэффективно.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Плеханова С.В., Виноградова Н.А., Строганова Ю.А. Анализ и гармонизация требований нормативной документации к медицинским эластичным компрессионным изделиям из химических волокон и нитей // International Journal of medicine and psychology. – 2021. Том 4, №1. С. 142...147.
2. Гусев Б.Н., Матрохин А.Ю. Материаловедение: традиции, достижения, перспективы // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2018, №4. С. 31...36.
3. Маринкина М.А., Зимица М.В., Чагина Л.Л., Богатырева М.С., Смирнова Н.А., Проталинский С.Е. Разработка метода и устройства для определения давления компрессионных трикотажных изделий на тело человека // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2021, №3. С. 60...67.
4. ГОСТ Р 58236–2020. Изделия медицинские эластичные компрессионные. Общие технические требования. Методы испытаний.
5. Плеханова С.В., Строганова Ю.А., Виноградова Н.А. Исследование свойств медицинских эластичных компрессионных изделий // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2021, № 5. С. 73...78.

6. *Виноградова Н.А.* Кинетика изнашивания тканей специального назначения // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2019, № 3. С.61...64.

7. *Виноградова Н.А., Плеханова С.В., Плеханов А.Ф.* Повышение уровня качества формализации медицинских изделий // Перспективы науки. – 2020, №9 (132). С. 36...39.

8. *Кiryukhin С.М., Плеханова С.В.* Оценка, контроль и управление качеством текстильных материалов. – Санкт-Петербург: Лань, 2022.

9. *Виноградова Н.А., Плеханова С.В., Плеханов А.Ф.* Анализ биоцидных препаратов и методов их придания тканям медицинского назначения // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. – 2020, №8. С. 152...156.

10. *Кiryukhin С.М., Плеханова С.В.* Особенности оценки качества текстильных материалов // Дизайн и технологии. – 2017, № 60 (102). С. 61...69.

11. *Кiryukhin С.М., Плеханова С.В.* Экспертные методы при оценке качества тканей // Дизайн и технологии. – 2019, № 71 (113). С. 63...70.

#### REFERENCES

1. *Plekhanova S.V., Vinogradova N.A., Stroganova Yu.A.* Analysis and harmonization of regulatory documentation requirements for medical elastic compression products made of chemical fibers and threads // International Journal of medicine and psychology. – 2021. Volume 4, №1. P. 142...147.

2. *Gusev B. N., Matrokhin A. Yu.* Material science: traditions, achievements, prospects // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstilnoi Promyshlennosti. – 2018, № 4. P. 31...36.

3. *Marinkina M.A., Zimina M.V., Chagina L.L., Bogatyreva M.S., Smirnova N.A., Protalinsky S.E.* Development of a method and device for determining the

pressure of compression knitwear on the human body // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstilnoi Promyshlennosti. – 2021, № 3. P. 60...67.

4. GOST R 58236-2020. Medical elastic compression products. General technical requirements. Test methods.

5. *Plekhanova S.V., Stroganova Yu.A., Vinogradova N.A.* Investigation of the properties of medical elastic compression products // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstilnoi Promyshlennosti. – 2021, № 5. P. 73...78.

6. *Vinogradova N. A.* Kinetics of wear of special purpose fabrics // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstilnoi Promyshlennosti. – 2019, № 3. P. 61...64.

7. *Vinogradova N.A., Plekhanova S.V., Plekhanov A.F.* Improving the quality level of formalization of medical devices // Prospects of science. Tambov – 2020, № 9 (132). P. 36...39.

8. *Kiryukhin S.M., Plekhanova S.V.* Assessment, control and quality management of textile materials. – St. Petersburg: Lan, 2022.

9. *Vinogradova N.A., Plekhanova S.V., Plekhanov A.F.* Analysis of biocidal preparations and methods of their imparting to medical tissues // Modern Science: actual problems of theory and practice. Series: Natural and Technical Sciences. – 2020, № 8. P. 152...156.

10. *Kiryukhin S.M., Plekhanova S.V.* Features of quality assessment of textile materials // Design and Technology. – 2017, № 60 (102). P. 61...69.

11. *Kiryukhin S.M., Plekhanova S.V.* Expert methods for assessing the quality of tissues // Design and technology. – 2019, № 71 (113). P. 63...70.

Поступила 04.10.22.