

## Влияние предварительного натяжения на значение индекса передачи теплового излучения огнезащитного трикотажного полотна

А. Н. Петухов

Учреждение «Центр «СКС» (некоммерческая организация), Российская Федерация

**Аннотация.** Для производства специальной защитной одежды и средств индивидуальной защиты от повышенных температур применяются различные текстильные материалы – ткани и трикотажные полотна. Указанные материалы различаются своим сырьевым составом, поверхностной плотностью, структурой, видом заключительной отделки. Для обеспечения защиты от повышенных температур используется оценка таких показателей качества и безопасности: эксплуатационные – разрывная и раздирающая нагрузка, истирание по плоскости и метод Мартиндейла, стойкость к порезу, стойкость к проколу; технологические – изменение линейных размеров после мокрой обработки или химчистки, жесткость, разрывная нагрузка шва; гигиенические – воздухопроницаемость, напряженность электростатического поля на поверхности изделия, предельно допустимая концентрация химически-опасных веществ; защитные (специальные) – стойкость к прожиганию, стойкость к открытому пламени (действующему в торец образца, воспламенение поверхности и воспламенение нижней кромки), контакт с поверхностями, нагретыми до 250 °С, индекс передачи теплового излучения, показатель передачи конвективного тепла. В данной статье рассматривается влияние величины груза предварительного натяжения на значение индекса передачи теплового излучения  $RHTI (Q_o)$ , плотности пропущенного теплового потока  $Q_e$  и размера испытуемого образца после воздействия теплового потока плотностью 20 кВт/м<sup>2</sup> для огнестойких трикотажных полотен – трёх сырьевых составов: модакрил 65 % и шерсть 35 % различной поверхностной плотности и трёх трикотажных полотен с поверхностной плотностью около 210,0 г/м<sup>2</sup> различного сырьевого состава. Целью настоящего научного исследования является выбор и обоснование оптимальной величины груза предварительного натяжения при проведении испытаний трикотажных полотен специального назначения в условиях воздействия теплового излучения по ГОСТ ISO 6942-2011 при стандартной плотности падающего потока 20 кВт/м<sup>2</sup>. В статье даются рекомендации по применению оптимальной величины груза предварительного натяжения для обеспечения получения достоверных результатов испытаний по ГОСТ ISO 6942-2011.

**Ключевые слова:** средства индивидуальной защиты, специальная одежда, трикотажные полотна, теплопередача, тепловое излучение, метод испытаний.

**Информация о статье:** поступила 05 сентября 2024 года.

Статья подготовлена по материалам доклада Международной научно-технической конференции «Инновации в текстиле, одежде, обуви (ICTAI-2024)», которая состоялась 20–21 ноября 2024 года в учреждении образования «Витебский государственный технологический университет» (Республика Беларусь).

## Pre-tension load of resistant knitted fabric influence on radiant heat transfer index

Aleksandr N. Petukhov

Institution "SQS Center" (non-profit organization), Russian Federation

**Abstract.** Various textile materials – woven fabrics and knitted fabrics – are used to produce special protective clothing and personal protective equipment against high temperatures. These materials differ in their raw material composition, surface density, structure, and finishing treatments. To ensure protection against high temperatures, the following quality and safety indicators are assessed: operational – tearing and tensile load, plane abrasion and the Martindale abrasion method, cut resistance, puncture resistance; technological – changes in linear dimensions after wet processing or dry cleaning, rigidity, seam breaking load; hygienic – air permeability, electrostatic field strength on the surface of the product, maximum permissible concentration of chemically hazardous substances; protective (special) – resistance to burning, open flame resistance (acting in specimen end, surface ignition and lower edge ignition), contact with surfaces heated to 250 °С, radiant heat transfer index (RHTI), convective heat transfer index. This article examines the effect of the pre-tension load

value on the RHTI ( $Q_0$ ), transmitted heat flux density  $Q_c$  and the size of the test specimen after exposure to a heat flux with a density of 20 kW/m<sup>2</sup> for flame-resistant knitted fabrics, including three raw material compositions: modacrylic 65 % and wool 35 % with varying surface densities, and three knitted fabrics (~210.0 g/m<sup>2</sup>) with different raw material compositions. The purpose of this scientific research is to select and validate the optimal value of the pre-tension load for testing special-purpose knitted fabrics under conditions of exposure to thermal radiation according to GOST ISO 6942-2011 at a standard incident flux density of 20 kW/m<sup>2</sup>. The article provides recommendations on the use of the optimal pre-tension load value to ensure reliable test results under GOST ISO 6942-2011.

**Keywords:** personal protective equipment, special clothing, knitted fabrics, heat transfer, thermal radiation, test method.

**Article info:** received September 05, 2024.

The article summarizes the research materials presented at the International Scientific and Technical Conference "International Conference on Textile and Apparel Innovation" (ICTAI-2024), held on November 20–21, 2024 at Vitebsk State Technological University (Republic of Belarus).

## Введение

Материалом для пошива специальной одежды для защиты от повышенных температур могут служить ткани и трикотажные полотна различного сырьевого состава с огнезащитной отделкой или произведённые из арамидных нитей, изначально обладающих термо- и огнестойкими защитными свойствами. Средства индивидуальной защиты рук для защиты от повышенных температур изготавливаются, как правило, из таких же материалов.

Трикотажные полотна в отличие от тканых имеют растяжимость. В статье (Хабарова, Е. Б., Фомина, О. П. и Заваруев, В. А., 2021) рассматриваются изменения в физико-механических свойствах полотна под действием деформационных нагрузок – приложение силы, при которой петельные столбики трикотажа раздвигаются. Исследование проводилось для семи различных кулирных переплетений – гладь, ластик 1x1, фанг и полуфанг, а также комбинированных переплетений с протяжками типа распорок – при различном давлении от 0 до 1000 Па стандартными методиками. В исследовании отмечается, что ластик 1x1 имеет наибольшее относительное удлинение из-за своей петельной структуры, а комбинированное переплетение с протяжками в виде соединительных распорок позволяет добиться повышенного сопротивления деформации. Так же отмечается, что толщина трикотажных полотен оказывает влияние на такие свойства как теплоизоляция, проницаемость, жесткость, драпируемость и другие.

В работах (Хамидова, Д. У., Тураходжаева, Н. Н. и Ханхаджаева, Н. Р., 2021; Холбоев, Э. Б., Хамидова, Д. У. и Ханхаджаева, Н. Р., 2022) проводилось исследование различных вариантов трикотажных переплетений слож-

ной структуры. В исследовании (Холбоев, Э. Б., 2023) было установлено, как различное количество прессо-вых петель влияет на разрывную нагрузку трикотажного полотна. Также наблюдались изменения в воздухопроницаемости, удлинении и растяжимости. В ходе работы (Холбоев, Э. Б. и Ханхаджаева, Н. Р., 2023) была разработана математическая модель влияния различного количества рисунчатых элементов петель в составе полотна на разрывную нагрузку и упругую деформацию. На основе полученной модели сделан вывод о возможности прогнозирования разрывной нагрузки и упругой деформации для достижения требуемых значений.

Для оценки качества готового трикотажного изделия, в статье (Гойс, Т. О. и др., 2024) наряду с использованием стандартной системы оценки, предлагается использование комплексного показателя качества на основе трех обобщенных оценок: показатели внешнего вида изделия (соответствие росту, выбранным материалам, моде и стилю; оригинальность; колористическое оформление; посадка изделия на фигуре); единичные показатели качества (изменение линейных размеров после мокрых обработок; устойчивость окраски к свету, к дистиллированной воде и к сухому трению; удельное поверхностное электрическое сопротивление; воздухопроницаемость; гигроскопичность; устойчивость к истиранию) и дефекты внешнего вида и производственно-швейные дефекты готового изделия для установления уровня сорта (проявляющиеся загрязненной нити; пятна; несимметричность деталей; отклонение строчки от конструктивной линии при подшивке верха и низа изделия; разная длина боковых швов). Таким образом, потребитель на основе итоговой оценки качества может судить о качестве продукта.

Для оценки огнезащитных свойств специальных текстильных материалов в исследовании (Спиридонова, В. Г. и Циркина, О. Г., 2021) выделяются различные методики выполнения испытаний со следующими определяемыми параметрами – воздействие теплового излучения (ГОСТ Р ИСО 6942-2007, с 01.10.2022 действует ГОСТ ISO 6942-2011); теплопередача (ГОСТ Р ИСО 9151-2007, с 01.10.2022 действует ГОСТ ISO 9151-2021); распространение пламени на вертикально ориентированных материалах (ГОСТ ISO 15025-2019); огнестойкость (ГОСТ 11209-2014); устойчивость к мокрой обработке (ГОСТ 124.049-78); распространение пламени на вертикально ориентированных образцах в строго контролируемых условиях (ГОСТ Р ИСО 6941-99). В исследовании отмечается, что рассмотренные методики не учитывают наличие огнезащитной обработки на материалах и не могут быть сравнимы между собой.

В исследовании (Спиридонова, В. Г. и Циркина, О. Г., 2023) применяется термический анализ для исследования термических свойств тканей. Отмечается, что существенное влияние на термические свойства оказывают поверхностная плотность и толщина. В статье сделан вывод, что температурные показатели обуславливающие термические процессы в текстильном материале зависят от поверхностной плотности так же как и химический состав материала – текстильные материалы, выработанные из одинаковых по природе волокон и отличающиеся только поверхностной плотностью, имеют близкие термические показатели.

Помимо физико-механических показателей качества средств индивидуальной защиты рук, в исследованиях (Строганова, Ю. А. и Давыдов, А. Ф., 2023) выделяются такие показатели безопасности как стойкость к прожиганию, огнестойкость, контакт с нагретыми поверхностями до 250 °С, индекс передачи теплового излучения, показатель передачи тепла при воздействии пламени. В работе сделаны выводы о том, что выбор материалов для производства средств индивидуальной защиты рук должен исходить из условий применения и рисков возможного нанесения вреда.

В статье (Шустов, Ю. С., и др., 2021) рассматриваются основные методики выполнения испытаний для определения ограниченного распространения открытого пламени – в торец образца в соответствии с ГОСТ 11209-2014, воспламенение поверхности в соответствии с ГОСТ Р ИСО 15025-2007 процедура А (с 01.09.2019 действует ГОСТ ISO 15025-2019), воспламенение нижней

кромки в соответствии с ГОСТ Р ИСО 15025-2007 процедура В (с 01.09.2019 действует ГОСТ ISO 15025-2019), определение теплопередачи при воздействии пламени в соответствии с ГОСТ Р ИСО 9151-2007 (с 01.10.2022 действует ГОСТ ISO 9151-2021). В статье сделаны рекомендации о применении процедуры В ГОСТ Р ИСО 15025-2007 (ГОСТ ISO 15025-2019) при воздействии пламени в течение 10 и 30 секунд как наиболее показательной.

Для огнезащитных трикотажных полотен в статье (Шамиданова, А. Б., Заваруев, В. А. и Рябова, И. И., 2019) помимо физико-механических и гигиенических требований выдвигаются специальные требования:

- материал должен исключать искрообразование;
- индекс передачи теплового излучения при плотности теплового потока 20 кВт/м<sup>2</sup> должен быть не менее 8 секунд;
- при воздействии открытого пламени в течение 30 секунд, материалы не должны поддерживать горения и тления, а также расплавляться при выносе из пламени, при этом остаточное горение и тление не допускаются;
- материалы должны быть устойчивы к прожигающему элементу, нагретому до 800 °С в течение 50 секунд;
- после 5-ти химических стирок огнезащитные свойства материалов должны сохраняться;
- искры и брызги расплавленного металла не должны удерживаться на поверхности материала.

Предлагается использование двухслойного трикотажного полотна (верхний слой – специальных, нижний слой – гигиенических для обеспечения выполнения данных требований). В исследовании (Шамиданова, А. Б. и Рябова, И. И. 2018) отмечается, что защитные свойства зависят не только от сырья, но и от структуры.

В статье (Петухов, А. Н. и Давыдов, А. Ф. 2021) рассматриваются основные параметры для проведения ГОСТ Р ИСО 6942-2007 (с 01.10.2022 действует ГОСТ ISO 6942-2011) для определения индекса передачи теплового излучения  $RHTI (Q_o)$  при плотности теплового потока 20 кВт/м<sup>2</sup>, которая нормируется Техническим регламентом 019/2011. При повышении плотности теплового потока (Петухов, А. Н. и др., 2022) значение  $RHTI (Q_o)$  уменьшается, но прочностные характеристики у арамидных тканей остаются на том же уровне, а у хлопчатобумажных – уменьшаются.

### Методы и средства исследований

Традиционно специальная защитная одежда изготавливается из тканых материалов. Применение трикотажных полотен позволяет улучшить воздухопрони-

цаемость готовой защитной специальной одежды, что отрицательно влияет на экранирование теплового потока, однако отсутствие соединительных швов в такой одежде позволяет избежать участков проникновения теплового излучения. Трикотажное полотно обладает значительным растяжением, что позволяет трикотажным изделиям более плотно облегать тело человека по сравнению с тканым полотном и минимизировать воздушное пространство между специальной защитной одеждой или средствами индивидуальной защиты рук и телом, что влияет на удержание теплового потока. Также к преимуществам трикотажных полотен можно отнести то, что при использовании нитей одинаковой линейной плотности трикотажные полотна будут иметь меньшую поверхностную плотность, чем тканые материалы, и для изготовления готового изделия будет использовано меньше нити, что положительно влияет на итоговый вес изделия.

Для проведенного исследования выбраны три трикотажных полотна схожего сырьевого состава и различной поверхностной плотности, а также три трикотажных полотна схожей поверхностной плотности, но различного сырьевого состава. Объекты исследования представлены в таблице 1.

Для исследования использовалась методика В выполнения испытаний по ГОСТ ISO 6942-2011. Сущность метода заключается в определении индекса передачи теплового излучения  $RHTI (Q_o)$  (Radiant Heat Transfer

Index) – времени, за которое температура испытуемого образца поднимется на 24 °С от первоначальной при выдерживании под действием теплового потока заданной плотности. Норматив по Техническому регламенту 019/2011 составляет не менее 8 секунд при плотности теплового потока 20 кВт/м<sup>2</sup>.

Целью настоящего научного исследования является выбор и обоснование оптимальной величины груза предварительного натяжения при проведении испытаний трикотажных полотен специального назначения в условиях воздействия теплового излучения по ГОСТ ISO 6942-2011 при стандартной плотности падающего потока 20 кВт/м<sup>2</sup>.

#### Результаты исследований

На рисунке 1 представлен  $RHTI (Q_o)$  и плотность пропущенного теплового потока  $Q_e$  для шести образцов по петельным столбикам и рядам при плотности падающего теплового потока  $Q_o$  равной 20 кВт/м<sup>2</sup>.

Из рисунка 1 видно, что направление раскроя испытуемого образца влияет на  $RHTI (Q_o)$  и  $Q_e$ . Данное влияние объясняется тем, что трикотажные полотна могут растягиваться под действием груза предварительного натяжения (в соответствии с ГОСТ ISO 6942-2011 – 2 Н или 200 грамм). Груз предварительного натяжения в 200 грамм обеспечивает оптимальное натяжение испытуемого образца для тканых материалов, но является избыточным для трикотажных полотен, которые по своей структуре значительно растягиваются по петельным рядам.

Таблица 1 – Объекты исследования

Table 1 – Research objects

Образец:	1	2	3	4	5	6
Сырьевой состав	Модакрил – 65 % Шерсть – 35 %	Модакрил – 65% Шерсть – 35 %	Модакрил – 65 % Шерсть – 33 % ТН* – 2 %	Модакрил – 60 % Шерсть – 39 % ТН – 2 %	Модакрил – 60 % Хлопок – 39 % ТН – 2 %	Мета-арамид – 100 %
Поверхностная плотность по ГОСТ 8845-87, г/м <sup>2</sup>	380	365	250	210	210	210
Переплетение	Ластик 1x1					
Растяжимость по ГОСТ 8847-85, %	114	105	93	95	95	119

Примечание: \*ТН – токопроводящая нить.

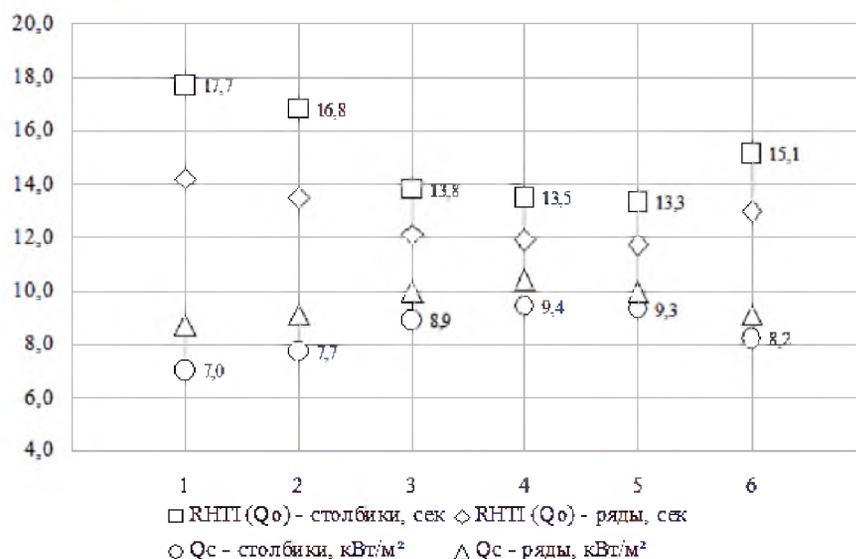


Рисунок 1 – Индекс передачи теплового излучения  $RHTI(Q_0)$  и плотность пропущенного теплового потока  $Q_c$  при плотности падающего теплового потока  $Q_0$  равной  $20 \text{ кВт/м}^2$   
 Figure 1 – Radiant Heat Transfer Index  $RHTI(Q_0)$  and transmitted heat flux density  $Q_c$  at incident heat flux density  $Q_0$  equal to  $20 \text{ kW/m}^2$

Наибольшее отличие  $RHTI(Q_0)$  составляет 3,5 секунд (на 24,7 % больше у петельных столбиков, чем у рядов) и плотности пропущенного теплового потока  $Q_c$  на  $1,7 \text{ кВт/м}^2$  (на 24,3 % меньше у петельных столбиков, чем у рядов) для образца 1, поверхностной плотностью  $380,0 \text{ г/м}^2$ .

С уменьшением поверхностной плотности испытанных образцов сохраняется зависимость индексом передачи теплового излучения  $RHTI(Q_0)$  и плотностью пропущенного теплового потока  $Q_c$  от направления раскроя –  $RHTI(Q_0)$  на 13,7 % меньше у петельных столбиков, чем у рядов (разница в 1,6 секунды) и  $Q_c$  на 7,5 % меньше у петельных столбиков, чем у рядов (разница в  $0,7 \text{ кВт/м}^2$ ).

Следует отметить, что образцы 4 и 5, различающиеся сырьевым составом, но имеющие равные значения поверхностной плотности, имеют сравнимые значения  $RHTI(Q_0)$  – 13,5 и 13,3 секунды для петельных столбиков, 11,9 и 11,7 секунд для рядов. У образца 6, имеющего сырьевой состав 100 % мета-арамид, больший  $RHTI(Q_0)$ , чем у образцов 4 и 5 схожих с ним по поверхностной плотности (петельные столбики 15,1 секунд, ряды 13,0 секунд).

На рисунках 2 и 3 представлены  $RHTI(Q_0)$  и плотность пропущенного теплового потока  $Q_c$  для шести образцов по петельным столбикам и рядам при плотности падающего теплового потока  $Q_0$  равной  $20 \text{ кВт/м}^2$  и грузами предварительного натяжения 100 и 40 грамм, соответственно.

#### Анализ полученных результатов

При уменьшении груза предварительного натяжения с 200 грамм до 100 грамм и 40 грамм наблюдается увеличение индекса передачи теплового излучения  $RHTI(Q_0)$  – для образца 1 на 0,5 (на 2,8 %) и 1,7 (на 9,6 %) секунды для петельных столбиков и для рядов – 1,3 (на 9,2 %) и 3,0 (на 21,1 %) секунды. При уменьшении поверхностной плотности для образцов 2–4 наблюдается аналогичное соотношение.

Для груза предварительного натяжения 100 грамм у образцов 4 и 5 различия  $RHTI(Q_0)$  составляют 0,2 секунды (1,4 %) для петельных столбиков, для петельных рядов – без изменений. Для груза предварительного натяжения 40 грамм – 0,5 секунд (3,4 %) для петельных столбиков и петельных рядов.

Для образца 6 при уменьшении груза предварительного натяжения для петельных столбиков  $RHTI(Q_0)$

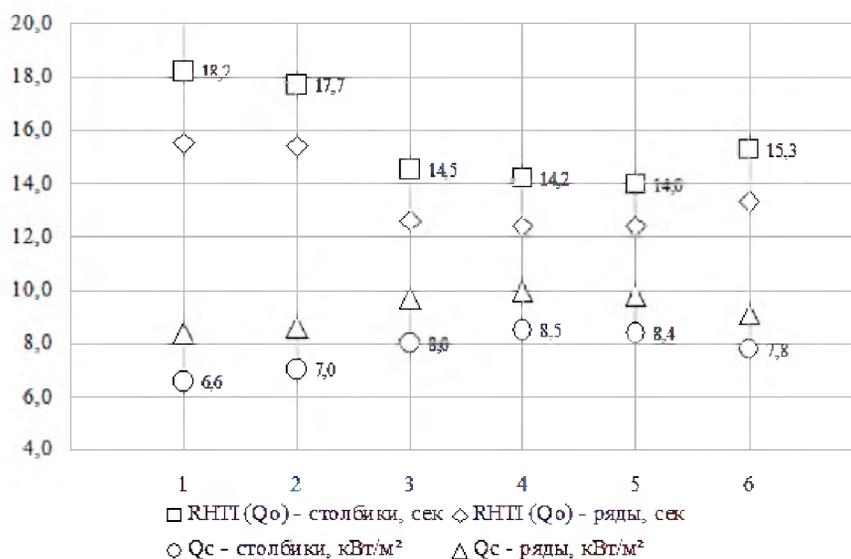


Рисунок 2 – Индекс передачи теплового излучения  $RHTI(Q_0)$  и плотность пропущенного теплового потока  $Q_c$  при плотности падающего теплового потока  $Q_0$  равной  $20 \text{ кВт/м}^2$  для груза предварительного натяжения 100 грамм  
Figure 2 – Radiant Heat Transfer Index  $RHTI(Q_0)$  and transmitted heat flux density  $Q_c$  at incident heat flux density  $Q_0$  equal to  $20 \text{ kW/m}^2$  for a pre-tensioned load of 100 grams

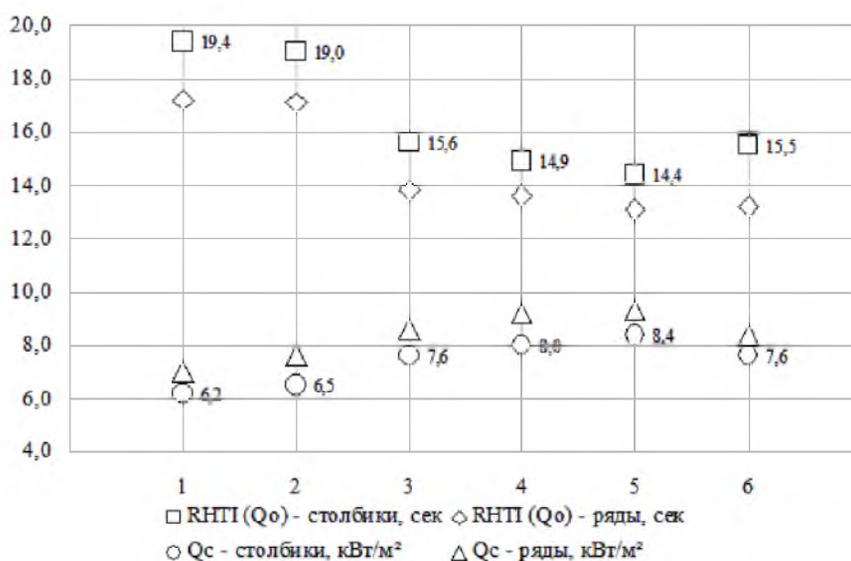


Рисунок 3 – Индекс передачи теплового излучения  $RHTI(Q_0)$  и плотность пропущенного теплового потока  $Q_c$  при плотности падающего теплового потока  $Q_0$  равной  $20 \text{ кВт/м}^2$  для груза предварительного натяжения 40 грамм  
Figure 3 – Radiant Heat Transfer Index  $RHTI(Q_0)$  and transmitted heat flux density  $Q_c$  at incident heat flux density  $Q_0$  equal to  $20 \text{ kW/m}^2$  for a pre-tensioned load of 40 grams

увеличивается на 1,3 % (0,2 секунды) для 100 грамм и на 2,7 % (0,4 секунды) для 40 грамм. Для петельных рядов наблюдается увеличение  $RHTI (Q_o)$  на 2,3 % (0,3 секунды) для 100 грамм и для 40 грамм – на 1,5 % (0,2 секунды).

Размер исходного испытуемого образца составляет (230x80) мм в соответствии с ГОСТ ISO 6942-2011. В таблице 2 представлены значения изменения длины образца после воздействия теплового потока плотностью 20 кВт/м<sup>2</sup>.

## Выводы

1. Сырьевой состав трикотажного полотна оказывает влияние на индекс передачи теплового излучения  $RHTI (Q_o)$  и плотность пропущенного теплового потока  $Q_c$ : при сравнимых значениях поверхностной плотности трикотажное полотно, изготовленное из изначально термо- и огнестойких нитей, имеет больший  $RHTI (Q_o)$  и меньший  $Q_c$ . Для увеличения  $RHTI (Q_o)$  в трикотажных

полотнах с пропиткой необходимо увеличивать поверхностную плотность.

2. Уменьшение величины груза предварительного натяжения для обеспечения меньшего растяжения трикотажного полотна влияет на итоговое значение индекса передачи теплового излучения  $RHTI (Q_o)$ : чем меньше натяжение, тем больше  $RHTI (Q_o)$ .

3. С уменьшением величины груза предварительного натяжения (вследствие меньшего растяжения трикотажного полотна) уменьшается значение плотности пропущенного теплового потока  $Q_c$ .

4. Необходимо предложить внести в ГОСТ ISO 6942-2011 изменения, связанные с уменьшением значения груза предварительного натяжения для трикотажных полотен для обеспечения реальных результатов определения величины индекса передачи теплового излучения  $RHTI (Q_o)$ . Целесообразно использование груза предва-

Таблица 2 – Влияние теплового потока на длину образца

Table 2 – Influence of heat flux on sample length

Размер образца после воздействия теплового потока 20 кВт/м <sup>2</sup> , мм			
Испытуемые образцы, раскроенные вдоль петельных столбиков (исходная длина по петельным столбикам – 230 мм, ширина по рядам – 80 мм)			
Груз предварительного натяжения			
Номер образца	200 грамм	100 грамм	40 грамм
1	240	230	230
2	240	230	230
3	240	230	230
4	235	230	230
5	235	235	230
6	235	235	235
Испытуемые образцы, раскроенные вдоль петельных рядов (исходная длина по петельным рядам – 230 мм, ширина по столбикам – 80 мм)			
Груз предварительного натяжения			
Номер образца	200 грамм	100 грамм	40 грамм
1	285	265	240
2	280	265	255
3	270	265	240
4	275	265	255
5	270	265	250
6	235	235	235

рительного натяжения 100 грамм или менее, поскольку указанные грузы обеспечивают меньшее натяжение образца в процессе испытания, приближенное к реальным условиям эксплуатации.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- Гойс, Т.О., Новосад, Т.Н., Мешелева, Т.Д. и Гусев, Б.Н. (2024). Совершенствование методики оценки качества трикотажных изделий. *Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности*, № 2 (410), С. 95–99.
- Петухов, А.Н. и Давыдов, А.Ф. (2021). Определение теплозащитных свойств материала от воздействия теплового излучения. *Теория и практика экспертизы, технического регулирования и подтверждения соответствия продукции*, Москва, 31 мая 2021 года, С. 130–133.
- Петухов, А.Н., Давыдов, А.Ф., Демократова, Е.Б. и Чернышева, Г.М. (2022). Изменение индекса теплопередачи при воздействии теплового излучения различной интенсивности. *Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности*, № 1 (397), С. 115–119.
- Спиридонова, В.Г. и Циркина, О.Г. (2021). Анализ методов оценки огнезащитных свойств текстильных материалов. *Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности*, № 4 (394), С. 75–81.
- Спиридонова, В.Г. и Циркина, О.Г. (2023). Исследование пожароопасных свойств тканей из целлюлозных волокон методами термического анализа. *Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности*, № 2 (404), С. 123–128.
- Строганова, Ю.А. и Давыдов, А.Ф. (2023). Выбор наиболее значимых показателей безопасности и качества и их оценки для средств индивидуальной защиты рук. *Дизайн и технологии*, № 95 (137), С. 79–87.
- Строганова, Ю.А. и Давыдов, А.Ф. (2023). Выбор определяющих показателей качества для средств индивидуальной защиты рук от повышенных температур. *Сборник научных трудов Международной научной конференции, посвященной 75-летию со дня рождения проф. А.П. Жихарева*, Москва, 19 октября 2022 года, С. 174–178.
- Хабарова, Е.Б., Фомина, О.П. и Заваруев, В.А. (2021). Исследование влияния деформационных нагрузок на физико-механические свойства трикотажных полотен. *Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности*, № 1 (391), С. 89–94.
- Хамидова, Д.У., Тураходжаева, Н.Н. и Ханхаджаева, Н.Р. (2021). К вопросу влияния структуры переплетений на прочность трикотажа. *Сборник научных трудов Международной научной конференции, посвященной 150-летию со дня рождения профессора Н.А. Васильева*, Москва, 26 мая 2021 г., Ч. 2, С. 123–126.
- Холбоев, Э.Б., Хамидова, Д.У. и Ханхаджаева, Н.Р. (2022). Структуры сложных трикотажных переплетений. *Сборник научных трудов по итогам Международной научной конференции, посвященной 135-летию со дня рождения профессора В.Е. Зотикова*, Москва, 25 мая 2022 г., Ч. 3, С. 119–123.
- Холбоев, Э.Б. (2023). Особенности свойств трикотажа сложных переплетений. *Материалы докладов 56-й Международной научно-технической конференции преподавателей и студентов*, Витебск, 19 апреля 2023 г., Т. 2, С. 406–408.
- Холбоев, Э.Б. и Ханхаджаева, Н.Р. (2023). Исследование свойств трикотажа сложных структур. *Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности*, № 5 (407), С. 101–107.
- Шамиданова, А.Б. и Рябова, И.И. (2018). Разработка и исследование двухслойного трикотажа с огнезащитными свойствами. *Международная научная студенческая конференция «Инновационное развитие легкой и текстильной промышленности» (ИНТЕКС-2018)*, Москва, 17–19 апреля 2018 г., Ч. 1, С. 46–48.
- Шамиданова, А.Б., Заваруев, В.А. и Рябова, И.И. (2019). Требования к огнезащитным трикотажным полотнам. *Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности*, № 5 (383), С. 270–273.

Шустов, Ю.С., Плеханова, С.В., Шитова, Т.И. и Люкшинова И.В. (2021). Сравнение методик оценки распространения пламени на свойства специальной одежды. *Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности*, № 5 (395), С. 63–67.

### REFERENCES

Goys, T.O., Novosad, T.N., Mesheleva, T.D. and Gusev, B.N. (2024). Improving Methods for Assessing the Quality of Knitwear [Sovershenstvovanie metodiki ocenki kachestva trikotazhny'kh izdelij]. *Izvestiya vy'sshikh uchebny'kh zavedenij. Tekhnologiya tekstil'noj promy'shlennosti*, no. 2 (410), pp. 95–99 (In Russian).

Petukhov, A.N. and Davydov, A.F. (2021). Determination of thermal protection properties of a material from exposure to thermal effects [Opredelenie teplozashhitny'kh svoystv materiala ot vozdeystviya teplovogo izlucheniya]. *Teoriya i praktika e'kspertizy, tekhnicheskogo regulirovaniya i podtverzhdeniya sootvetstviya, Moskva, 31 maya 2021 g.* = *Theory and practice of examination, technical regulation and confirmation of product conformity Collection of scientific papers based on the materials of the Round table with international participation, Moscow, May 31, 2021*, pp. 130–133 (In Russian).

Petukhov, A.N., Davydov, A.F., Demokratova, E.B. and Chernysheva, G.M. (2022). Change in heat transfer index under the influence of thermal transfers during a periodic period [Izvestiya vy'sshikh uchebny'kh zavedenij]. *Tekhnologiya tekstil'noj promy'shlennosti*, no. 1 (397), pp. 115–119 (In Russian).

Spiridonova, V.G. and Tsirkina, O.G. (2021). Analysis of Methods for Assessing the Flame Retardant Properties of Materials [Analiz metodov ocenki ognезashhitny'kh svoystv tekstil'ny'kh materialov]. *Izvestiya vy'sshikh uchebny'kh zavedenij. Tekhnologiya tekstil'noj promy'shlennosti*, no. 4 (394), pp. 75–81 (In Russian).

Spiridonova, V.G. and Tsirkina, O.G. (2023). Study of Fire Hazardous Properties of Cellulose Fiber Fabrics by Thermal Analysis Methods [Issledovanie pozharoopasny'kh svoystv tkaney iz czellyulozny'kh volokon metodami termicheskogo analiza]. *Izvestiya vy'sshikh uchebny'kh zavedenij. Tekhnologiya tekstil'noj promy'shlennosti*, no. 2 (404), pp. 123–128 (In Russian).

Stroganova, Yu.A. and Davydov, A.F. (2023). Selection of the most significant safety and quality indicators and their assessments for measuring personal hand protection [Vy'bor naibolee znachimy'kh pokazatelej bezopasnosti i kachestva i ikh ocenki dlya sredstv individual'noj zashhity' ruk]. *Dizajn i tekhnologii = Design and Technology*, no. 95 (137), pp. 79–87 (In Russian).

Stroganova, Yu.A. and Davydov, A.F. (2023). Selection of defining quality indicators for personal protective equipment against elevated temperatures [Vy'bor opredelyayushhikh pokazatelej kachestva dlya sredstv individual'noj zashhity' ruk ot povy'shennoy temperatur]. *Sbornik nauchny'kh trudov Mezhdunarodnoj nauchnoj konferenczii, posvyashhennoj 75-letiyu so dnya rozhdeniya prof. A.P. Zhikhareva, Moskva, 19 oktyabrya 2022 g.* = *Collection of scientific papers of the International Scientific Conference dedicated to the 75th anniversary of the birth of prof. A.P. Zhikharev, Moscow, October 19, 2022*, pp. 174–178 (In Russian).

Khabarova, E.B., Fomina, O.P. and Zavaruev, V.A. (2021). Study of industrial deformation electrodes on the physical and mechanical properties of knitted fabrics [Issledovanie vliyaniya deformatsionny'kh nagruzok na fiziko-mekhanicheskie svoystva trikotazhny'kh poloten]. *Izvestiya vy'sshikh uchebny'kh zavedenij. Tekhnologiya tekstil'noj promy'shlennosti*, no. 1 (391), pp. 89–94 (In Russian).

Khamidova, D.U., Turakhodzaeva, N.N. and Khankhadzaeva, N.R. (2021). On the issue of creating a weave structure for the strength of knitwear [K voprosu vliyaniya struktury' perepletenij na prochnost' trikotazha]. *Сbornik nauchny'kh trudov Mezhdunarodnoj nauchnoj konferenczii, posvyashhennoj 150-letiyu so dnya rozhdeniya professora N. A. Vasil'eva, Moskva, 26 maya 2021 g.* = *Collection of scientific papers of the International Scientific Conference dedicated to the 150th anniversary of the birth of Professor N. A. Vasiliev, Moscow, May 26, 2021*. part 2, pp. 123–126 (In Russian).

Kholboev, E.B., Khamidova, D.U. and Khankhadzaeva, N.R. (2022). Structures of complex knitted weaves [Struktury' slozhny'kh trikotazhny'kh perepletenij]. *Sbornik nauchny'kh trudov po itogam Mezhdunarodnoj nauchnoj konferenczii*,

*posvyashhennoj 135-letiyu so dnya rozhdeniya professora V.E. Zotikova, Moskva, 25 maya 2022 g.* = *Collection of scientific papers following the results of the International scientific conference dedicated to the 135th anniversary of the birth of Professor V. E. Zotikov, Moscow, May 25, 2022*, part 3, pp. 119–123 [In Russian].

Kholboev, E.B. (2023). Features of the properties of knitted fabrics with complex weaves [Osobennosti svojstv trikotazha slozhny'kh perepletenij]. *Materialy` dokladov 56-j Mezhdunarodnoj nauchno-tekhmicheskoy konferenczii prepodavatelej i studentov, Vitebsk, 19 aprelya 2023 g.* = *Proceedings of the reports of the 56th International scientific and technical conference of speakers and students, Vitebsk, april 19, 2023*, vol. 2, pp. 406–408 [In Russian].

Kholboev, E.B. and Khankhadzhaeva, N.R. (2023). Study of the properties of knitwear of complex structure [Issledovanie svojstv trikotazha slozhny'kh struktur] *Izvestiya vy'sshikh uchebny'kh zavedenij. Tekhnologiya tekstil'noj promy'shlennosti*, no. 5 (407), pp. 101–107 [In Russian].

Shamidanova, A.B. and Ryabova, I.I. (2018). Development and study of two-layer knitwear with flame retardant methods obtained [Razrabotka i issledovanie dvukhslojnogo trikotazha s ognезashhitny'mi svojstvami]. *Mezhdunarodnaya nauchnaya studencheskaya konferentsiya "Innovatsionnoye razvitiye legkoy i tekstil'noj promy'shlennosti" (Inteks-2018), Moskva, 17–19 aprelya 2018 g.* = *International Scientific Student Conference "Innovative Development of Light and Textile Industry" (Intex-2018), Moscow, April 17–19, 2018*, part 1, pp. 46–48 [In Russian].

Shamidanova, A.B., Zavaruev, V.A. and Ryabova, I.I. (2019). Requirements for flame retardant knitted fabrics [Trebovaniya k ognезashhitny'm trikotazhny'm polotnam]. *Izvestiya vy'sshikh uchebny'kh zavedenij. Tekhnologiya tekstil'noj promy'shlennosti*, no. 5 (383), pp. 270–273 [In Russian].

Shustov, Yu.S., Plekhanova, S.V., Shitova, T.I. and Lyukshinova, I.V. (2021). Comparison of the flame spread assessment methodology on the properties of good clothing [Svravnenie metodik ocenki rasprostraneniya plameni na svojstva speczial'noj odezhdy']. *Izvestiya vy'sshikh uchebny'kh zavedenij. Tekhnologiya tekstil'noj promy'shlennosti*, no. 5 (395), pp. 63–67 [In Russian].

Информация об авторах

Information about the authors

Петухов Александр Николаевич

Кандидат технических наук, старший научный сотрудник, Учреждение «Центр «СКС» (некоммерческая организация), Российская Федерация.  
E-mail: MadAlexeZ@mail.ru

Aleksandr N. Petukhov

Candidate of Sciences (in Engineering), Senior Researcher, Institution "SQS Center" (non-profit organization), Russian Federation.  
E-mail: MadAlexeZ@mail.ru