

УДК 677.025

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА УВЛАЖНЕНИЯ ГИБРИДНОГО ТРИКОТАЖА ПЛЮШЕВЫХ ПЕРЕПЛЕТЕНИЙ

Д.И. Быковский, А.В. Чарковский, А.С. Дягилев

Витебский государственный технологический университет

*В результате исследования способности гибридного трикотажа плюшевых переплетений впитывать влагу предложена трехслойная структура такого трикотажа с «эффектом сухости», изготовленного с использованием гидрофильных и гидрофобных волокон. Рекомендовано сырье для получения гибридного трикотажа плюшевого переплетения, позволяющее максимизировать предельный уровень влажности при обеспечении «эффекта сухости».*

Гибридный трикотаж формируется волокнами и нитями из разных видов сырья. Он может быть использован для производства термобелья – влаговыводящего, согревающего и комбинированного (влаговыводящего и согревающего) [1]. Трикотаж для влаговыводящего термобелья состоит из гидрофобных синтетических видов сырья. Трикотаж для комбинированного термобелья содержит несколько слоев – прилегающий к телу влагопринимающий и внешний влаговпитывающий. Влагопринимающий слой формируется из гидрофобных синтетических волокон. Влаговпитывающий слой формируется из гидрофильных натуральных волокон. Гидрофобные волокна влагопринимающего слоя, не впитывая влагу, передают ее во влаговпитывающий слой, сформированный из гидрофильных волокон. Дополнительно может присутствовать внешний испаряющий слой, из которого влага передается в окружающее пространство. Если такого слоя нет, влага испаряется из влаговпитывающего слоя. Благодаря такой структуре создается «эффект сухости» в условиях повышенного потоотделения [1, 2].

Трикотаж для комбинированного термобелья имеет наибольшее потопоглощение, обусловленное гигроскопическими свойствами, а трикотаж для влаговыводящего термобелья имеет наибольшую потоотдачу, обусловленную капиллярными свойствами нитей [1]. Комбинированное термобелье обеспечи-

вает эффект сухости и согревающее действие. Структура трикотажа оказывает влияние на его гигиенические свойства, наблюдаются различия в гигроскопичности и капиллярности трикотажа разных переплетений из одинакового сырья [2]. Гигроскопичность трикотажа зависит от состава его сырья.

В данной статье рассматривается влияние сырья и структуры трикотажа на гигиенические свойства изделий и приведены рекомендации по выбору сырья и переплетений для формирования трикотажа, используемого при изготовлении изделий бельевого и спортивного назначения (комбинированного термобелья). Исследования были выполнены в соответствии с предлагаемой авторами концепцией создания эффекта сухости гибридного трикотажа. Концепция представляет собой систему путей для решения этой задачи:

– конструирование многослойной структуры трикотажа (выбор и обоснование переплетения);

– использование гидрофобных и гидрофильных нитей для формирования разных слоев в гибридном трикотаже;

– рациональное расположение в гибридном трикотаже слоев из гидрофобных и гидрофильных нитей.

Значительное место в формировании ассортимента и бельевого, и спортивного назначения имеет трикотаж с ворсом на одной из сторон. Для формирования ворсового покрова на поверхности трикотажа широко используют плюшевые переплетения. Трех-

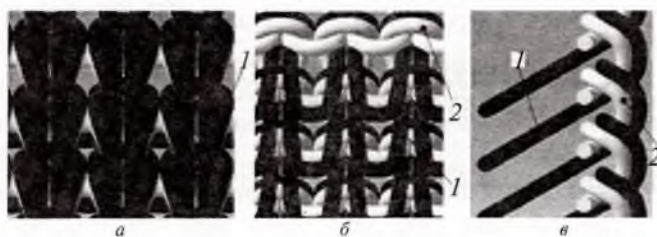


Рис. 1. 3D-модель плюшевого переплетения:  
а – лицевая сторона; б – изнаночная сторона; в – вид сбоку; 1 – плюшевая нить; 2 – грунтовая нить.

мерное моделирование структуры позволяет наглядно представить особенности строения, оценить физические свойства, внешний вид и другие характеристики трикотажа [3-5].

На рис. 1 представлены 3D-модели трикотажа плюшевого переплетения, построенные с помощью разработанной авторами библиотеки к САПР “Компас-3D” для автоматизированного проектирования и трехмерного моделирования трикотажа [6]. Модели изображают лицевую и изнаночную стороны и вид сбоку трикотажа плюшевого переплетения, в котором плюшевая (ворсовая) нить 1 расположена на обеих сторонах, а грунтовая нить 2 образует внутренний слой трикотажа.

Схема процесса влагоотвода гибридного трикотажа плюшевого переплетения показана на рис. 2. Такой трикотаж при использовании в изделии можно располагать как ворсовой стороной наружу, так и внутрь. В обоих случаях расположения слоев механика процесса влагоотвода принципиально не раз-

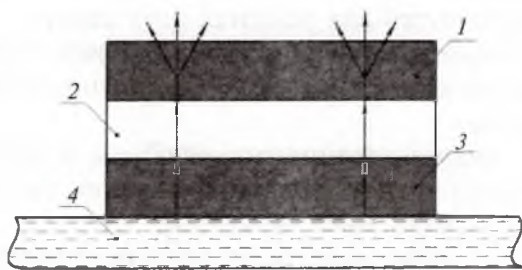


Рис. 2. Схема расположения слоев в плюшевом трикотаже:

1 – лицевой влагоиспаряющий слой, сформированный остовами петель плюшевой (ворсовой) нити; 2 – внутренний влаговпитывающий слой, сформированный грунтовой нитью; 3 – изнаночный влагопринимающий слой, сформированный увеличенными протяжками плюшевой (ворсовой) нити; 4 – источник влаги.

личается, так как слои 1 и 3 изготовлены из одной и той же нити. В данной работе рассмотрен случай расположения трикотажа ворсовой стороной к источнику влаги (телу).

Использование плюшевого переплетения (см. рис. 1) позволяет получать гибридный трехслойный трикотаж, в котором влагопринимающий ворсовый слой 3 (рис. 2) образован увеличенными протяжками плюшевых (ворсовых) петель из нити 1 (рис. 1). Влаговпитывающий внутренний слой 2 (рис. 2) образован грунтовыми нитями 2 (рис. 1). Влагоиспаряющий наружный слой 1 (рис. 2) образован остовами плюшевых петель из нити 1 (рис. 1).

На свойства трикотажного изделия большое влияние оказывает его сырье. Традиционным гидрофильным видом сырья для трикотажных изделий является хлопчатобумажная пряжа. Волокна для изготовления хлопчатобумажной пряжи импортируются в Республику Беларусь. В Беларуси производится гидрофильная льняная пряжа и гидрофобные полиэфирные нити. Актуальной является задача создания трикотажа с эффектом сухости для изделий бельевого и спортивного ассортимента с применением сырья отечественного производства.

На модифицированной трикотажной машине десятого класса изготовлены экспериментальные образцы трикотажа плюшевого переплетения, в которых скомбинированы гидрофильные и гидрофобные виды сырья (см. рис.1). В качестве гидрофильных выбраны льняная и хлопчатобумажная пряжа, в качестве гидрофобных – полиэфирные нити производства предприятия ОАО «СветлогорскХимволокно» (табл. 1).

Для текстильных материалов, находящихся в контакте с телом, важна способность впитывать влагу [7], поэтому был исследован уровень влажности [8] образцов в зависимости от времени. На основе экспериментальных данных была проведена оценка параметров математической модели [9]:

$$W_{\Phi} = \frac{t}{b_0 + b_1 t}, \quad (1)$$

где  $W_{\Phi}$  – фактический уровень влажности, %;  $t$  – время, прошедшее с начала испытания, мин;  $b_0$  и  $b_1$  – некоторые параметры модели.

Таблица 1. Состав сырья экспериментальных образцов трикотажа

№ образца	Плюшевая нить	Линейная плотность или структура	Грунтовая нить	Линейная плотность или структура
1	Полиэфирная нить	17.7 текс × 2	Хлопчатобумажная пряжа	11 × 4 текс
2	Полиэфирная нить	17.7 текс × 2	Льняная пряжа	30 текс
3	Хлопчатобумажная пряжа	11 × 4 текс	Хлопчатобумажная пряжа	11 × 4 текс
4	Полиэфирная нить	17.7 текс × 2	Полиэфирная нить	17.7 текс × 2
5	Льняная пряжа	30 текс	Льняная пряжа	30 текс
6	Хлопчатобумажная пряжа	11 × 4 текс	Полиэфирная нить	17.7 текс × 2
7	Льняная пряжа	30 текс	Полиэфирная нить	17.7 текс × 2

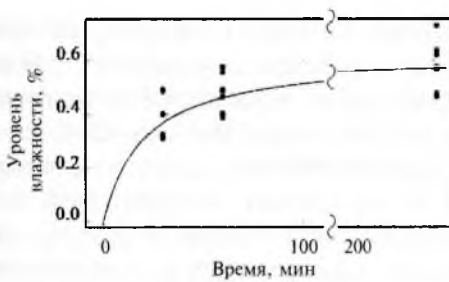


Рис. 3. Изменение степени влажности гибридного трикотажа (образец № 4) во времени.

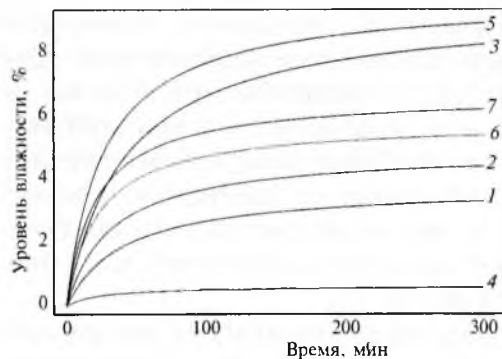


Рис. 4. Кривые увлажнения образцов 1–7 гибридного трикотажа плюшевого переплетения.

Использование модели (1) для описания процесса увлажнения образцов текстильных материалов позволяет прогнозировать и проектировать уровень влажности, а также проводить численное сравнение процессов увлажнения различных образцов [10].

На рис. 3 точками обозначены данные экспериментальных исследований уровня влажности образца № 4 гибридного трикотажа плюшевого переплетения (табл. 2) и показана кривая увлажнения, построенная с помощью модели (1) на базе этих данных. Измерения уровня влажности фиксировались в моменты времени 30, 60 и 240 мин после начала увлажнения.

На рис. 4 показаны кривые увлажнения всех семи образцов (табл. 1), построенные после оценки параметров модели. Номера кривых соответствуют нумерации образцов в табл. 1. Анализируя рис. 4, можно сделать следующие выводы: максимальную влажность имеет образец № 5, полностью состоящий из льняной пряжи. Несколько меньший уровень влажности имеет образец № 3, полностью состоящий из хлопчатобумажной пряжи. Далее по убыванию максимального уровня влажности находят-

ся образцы № 7 и 6 с полиэфирными нитями в качестве грунтовых, ниже уровень влажности — у образцов № 2 и 1 с полиэфирными нитями в качестве плюшевых. При сравнении образцов № 6 и 7 с полиэфирной грунтовой нитью более высокая влажность наблюдается у образца № 7 с плюшевой нитью из льняной пряжи в сравнении с образцом № 6 с плюшевой нитью из хлопчатобумажной пряжи.

При сравнении образцов № 1 и 2 с полиэфирной плюшевой нитью наблюдается более высокий уровень влажности у образца № 2 с грунтовой нитью из льняной пряжи в сравнении с образцом № 1 с грунтовой нитью из хлопчатобумажной пряжи. Указанные различия согласуются с исследованиями трикотажа платированных переплетений, в ходе которых также установлена большая гигроскопичность образцов, содержащих льняную пряжу, в сравнении с образцами, содержащими хлопчатобумажную пряжу [11].

Наименьшую гигроскопичность имеет образец № 4, полностью состоящий из полиэфирных нитей.

В ворсовых изделиях из трикотажа плюшевого переплетения целесообразно формировать влагопринимательный слой из гидрофобных волокон, так как он, пропуская через себя влагу в гидрофильный влаговпитывающий слой, не задерживает ее в себе, что обеспечивает эффект сухости. Таким образом, концепции создания эффекта сухости удовлетворяют образцы № 1, 2 и 4. Из этих образцов максимальным значением предельной фактической влажности обладает образец № 2 с плюшевой нитью из льняной пряжи и грунтовой полиэфирной нитью. Учитывая более низкую цену хлопчатобумажной пряжи по сравнению с льняной [12], ее можно рекомендовать для формирования влаговпитывающего слоя (образец № 1 в табл. 1).

Для сравнительного анализа предельной фактической влажности ( $W_n$ ) и начальной скорости ( $v_n$ ) изменения фактической влажности образцов гибридного трикотажного полотна плюшевого переплетения можно использовать модель, описанную в публикации [10]. Фактическую влажность в момент времени  $t$  можно определить по формуле

$$W_\Phi = \frac{t v_n W_n}{W_n + t v_n} \quad (2)$$

оценку предельной фактической влажности – по формуле

$$W_n = \frac{1}{b_1} = \frac{\bar{t}^2 - t^{-2}}{\left(\frac{t^2}{W_\Phi}\right) - \bar{t} \cdot \left(\frac{t}{W_\Phi}\right)}, \quad (3)$$

а оценку начальной скорости изменения фактической влажности – по формуле

$$v_n = \frac{1}{b_0} = \frac{1}{\left(\frac{t}{W_\Phi}\right) - \left(\frac{\bar{t}}{W_n}\right)}, \quad (4)$$

В табл. 2 приведены точечные оценки предельной фактической влажности и начальной скорости изменения фактической влажности образцов трикотажа, сделанные с помощью модели увлажнения (1).

Таблица 2. Точечные оценки параметров увлажнения образцов трикотажа

Номер образца	$W_n$ , %	$v_n$ , %/мин
1	3.77	0.10
2	4.91	0.15
3	9.47	0.23
4	0.62	0.03
5	9.79	0.37
6	6.69	0.32
7	5.83	0.26

Как видно из табл. 2, образец № 5 обладает максимальными значениями предельной фактической влажности и начальной скорости ее изменения. Это объясняется тем, что при формировании данного образца в качестве плюшевой, и грунтовой нитей использовалась чистольняная пряжа, обеспечивающая максимальную гигроскопичность трикотажа в сравнении с другими образцами. В образцах № 1 и 2 влагопринимательный и влагоиспаряющий слои (рис. 2) изготовлены из полиэфирной нити. Влаговпитывающий слой в образце № 1 сформирован льняной пряжей, в образце № 2 – хлопчатобумажной. Таким образом, образцы № 1 и 2 обеспечивают эффект сухости. Образец № 2 обладает несколько более высокими значениями предельной фактической влажности и начальной скорости ее изменения, что говорит о преимуществе использования льняной пряжи для формирования влаговпитывающего слоя гибридного трикотажа плюшевого переплетения.

– Предложена трехслойная структура гибридного трикотажа плюшевого переплетения с «эффектом сухости» с использованием гидрофильных и гидрофобных волокон.

– В результате экспериментального исследования образцов предложено сырье для формирования гибридного трикотажа плюшевого переплетения: в качестве плюшевой нити рекомендовано использовать льняную пряжу, в качестве грунтовой – полиэфирную нить. Предложенное сырье позволяет достигнуть максимально предельного уровня влажности при условии обеспечении эффекта сухости.

– Модель процесса увлажнения, описывающая динамику изменения фактической влажности гибридного трикотажного полотна плюшевого переплетения, позволяет проводить сравнительный анализ предельной фактической влажности образцов и начальной скорости ее изменения.

– Полученные конкретные значения предельных уровней влажности гибридного трикотажа плюшевого переплетения могут быть использованы для формирования изделий бельевого и спортивного ассортимента.

#### Библиографический список

1. Колесников Н.В. // Технол. текст. пром-сти. 2012. № 1 (337). – С. 15-17.
2. Катаева С.Б., Немирова Л.Ф. и др. // Технол. текст. пром-сти. 2019. № 5 (383). – С. 154-158.
3. Zhang A., Li X., e. a. // Autex Res. J. 2018. V. 18. No. 3. – P. 243-250.
4. Xiong Y., Miao X., e. a. // Text. Res. J. 2016. V. 86. No. 15. – P. 1659-1667.
5. Zhang A., Li X., e. a. // Intern. J. Clothing Sci. a. Technol. 2016. V. 28. No. 6. – P. 794-804.
6. Быковский Д.И., Чарковский А.В. // Материалы и технологии. 2021. № 2(8). – С. 24-30.
7. Zhou L., Zhang P.H., e. a. // Adv. Materials Res. 2011. V. 332-334. – P. 731-734.
8. ГОСТ 3816–87. Полотна текстильные. Методы определения гигроскопических и водоотталкивающих свойств. – М.: Изд. стандартов. 1998. – 14 с.
9. Dyagilev A.S., Vukouski D.I., e. a. // AIP Conf. Proc. 2022. No. 2430. – P. 050003-1-050003-6.
10. Дягилев А.С., Коган А.Г., Мурычев П.В. // Технол. текст. пром-сти. 2013. № 2 (344). – С. 29-32.
11. Быковский Д.И., Чарковский А.В. и др. // Технол. текст. пром-сти. 2022. № 3 (399). – С. 140-147.
12. Тавгень, Е., Вразалица, А. // Наука и инновации. 2021. № 8 (222). – С. 61-67.