

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТРИКОТАЖНОГО ПЛАТИРОВАННОГО ДВУХСЛОЙНОГО ПОЛОТНА

### THE RESEARCH OF PLATED DOUBLE-LAYER KNITTED FABRIC

И.В. ФРОЛОВА, В.Д. ФРОЛОВ  
I.V. FROLOVA, V.D. FROLOV

(Ивановский государственный политехнический университет)  
(Ivanovo State Polytechnical University)  
E-mail: [trik5218@yandex.ru](mailto:trik5218@yandex.ru)

*Статья посвящена исследованию вопроса об отводе капельножидкостной влаги сквозь спортивную одежду, изготовленную из полотна переплетением платированная гладь. Каждый слой полотна самостоятельный и связан друг с другом посредством петельных структур. Отток потной жидкости рассматривается в геометрической поверхности, имеющей форму конуса в виде конфузора.*

*The removal of the sweat liquid droplets from sportswear, produced from the fabric with plated satin stitch, has been researched and described in this article. Both layers of the fabric are independent, but are plaited together by means of loopy structures. The geometrical surface of the cone form, having a shape of confusor is designed to be the best for the outflow of sweaty liquid.*

**Ключевые слова:** двухслойный трикотаж, платированная гладь, профилированный лавсан – грунтовая нить (изнаночная сторона), хлопчатобумажная пряжа с использованием регенерированных волокон – платированная нить (лицевая сторона), капиллярность и гигроскопичность платированного полотна.

**Keywords:** two-layer knitted fabric, plaited satin stitch, the profiled polyester - a core thread (inside), a cotton yarn with the use of the recycled fibres, the plaited thread (face), capillarity and hygroscopicity of the plated structures.

Рассмотрим свойства двухслойных полотен из нитей лавсановой профилированной – Coolnice и хлопчатобумажной, а также обычной лавсановой и хлопчатобумажной переплетением платированная глади (рис. 1 – опытный образец трикотажного полотна переплетением платированная гладь).

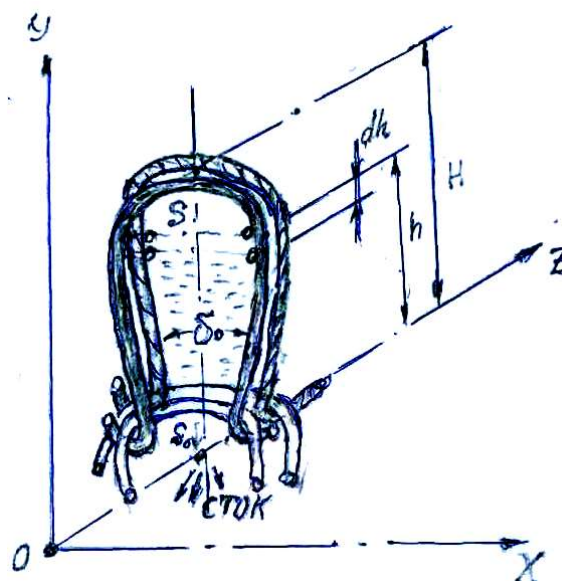


Рис. 1

Важным свойством бельевых, спортивных, чулочно-носочных и других трикотажных изделий является способность поглощать капельно-жидкую влагу при соприкосновении с ней, что обеспечивается капиллярностью. Определение этого свойства осуществляется методикой ГОСТ 3216–81.

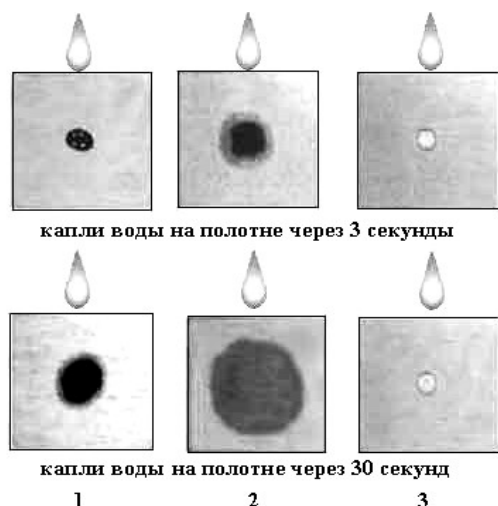


Рис. 2

Определение гигроскопичности полотен из хлопка, Coolnice и обычного лавсана показана на рис. 2 (опытные образцы при проведении эксперимента: 1 – хлопок; 2 – Coolnice; 3 – обычный лавсан), где площадь водяных пятен оказалась больше на образце Coolnice, чем на хлопчатобумажном с регенерированными волокнами и обычном лавсане. Регенерированные волокна были получены на авторской поточной линии из отходов хлопчатобумажной пряжи в виде путанки, очищены, распрямлены и добавлены, в количестве 10 %, в хлопок, с целью получения трикотажной пряжи для изготовления трикотажных изделий.

Выделяемый пот у человека быстро поглощается профилированным лавсаном и передается на лицевую сторону (хлопок с регенерированными волокнами), а затем рассеивается в атмосфере за счет хорошей воздухопроницаемости волокон хлопка. Каждый слой полотна – самостоятельный, они связаны между собой посредством элементов петельных структур [1]. Отток пота (жидкости) перемещается по поверх-

ности геометрической формы в виде сечения двух петель конусной формы – конфузора (рис. 1). Через данное отверстие  $S_0$  в петлях двухслойного трикотажа (причем две соединенные петли примыкают между собой) истечение жидкости будет происходить при переменном, постоянно уменьшающемся напоре, то есть, строго говоря, течение является не установившимся. Однако, если напор непостоянен, а следовательно, и скорость истечения изменяется медленно, то движение в каждый момент времени можно рассматривать как установившееся, и для решения задачи можно применить уравнение Бернулли [1]. Обозначим переменную высоту уровня жидкости (пота) в петле – конфузоре отсчитываемую от нижнего конца петли через  $n$ , а площадь сечения емкости профиля на уровне  $S$ , площадь отверстия  $S_0$  и, взяв бесконечно малый отрезок времени  $dt$ , можно записать следующее уравнение объемов:

$$Sdh = -Qdt, \quad (1)$$

$$Sdh = -\mu S_0 \sqrt{2gh} dt, \quad (2)$$

где  $dh$  – снижение уровня жидкости в сосуде за время  $dt$ .

Знак минус обусловлен тем, что положительному приращению  $dt$  соответствует отрицательное приращение  $dh$ . Отсюда находим время полной замены жидкости (пота) в петле конфузора высотой  $H$  (принимается  $\mu = \text{const}$  – коэффициент расхода):

$$t = -\frac{1}{\mu S_0 \sqrt{2g}} \int_H^0 S \frac{dh}{\sqrt{h}}. \quad (3)$$

Для двойной петли конфузороного типа  $S = \text{const}$  и, следовательно:

$$t = \frac{S}{\mu S_0 \sqrt{2g}} \int_0^H \frac{dh}{\sqrt{h}},$$

или

$$t = -\frac{2S\sqrt{H}}{\mu S_0\sqrt{2g}} = \frac{2SH}{\mu S_0\sqrt{2gH}}. \quad (4)$$

Числитель этой формулы равен удвоенному внутреннему объему двойной петли конфузорного типа, а знаменатель представляет собой расход в начальный момент оттока пота, то есть при напоре  $H_0$ . Следовательно, время полного оттока пота из двойных петель конфузорного типа в 2 раза больше времени истечения того же объема при постоянном напоре, равном первоначальному. Формулы (3) и (4) применимы также для определения времени наполнения потом (жидкостью со многими ингредиентами) внутреннего объема двойной петли при переменном напоре, уменьшающемся по мере наполнения от

$h = H$  до  $h = 0$ . Для определения необходимого суммарного напора необходим расход жидкости (пота) для одной петли трикотажного костюма  $Q$ :

$$Q = \mu S_0\sqrt{2gH_0}. \quad (5)$$

В результате опытов, проведенных конфузорными насадками нагруженным диаметром  $d = 15$  мм (наибольший размер входного отверстия конфузора), длина которого  $b = 25\div 40$  м, при напоре  $1,5\div 3$  м, отмечена зависимость коэффициента расхода от угла раствора конфузора (табл. 1). Для маловязкой жидкости значение  $Re$  пота больше,  $\mu = \gamma = 0,8$ , коэффициент  $\xi = 0,5$ .

Т а б л и ц а 1

Угол раствора конфузора	$\delta_0$	$0^\circ$	$5^\circ$	$13^\circ$	$13^\circ 24'$	$14^\circ$
Коэффициент сжатия	$\varepsilon$	1	1	0,983	0,982	0,977
Коэффициент скорости	$\varphi$	0,829	0,920	0,961	0,963	0,965
Коэффициент расхода	$\mu$	0,829	0,920	0,945	0,946	0,945

Наилучшим результатом испытанных конфузоров оказалось значение угла раствора  $13$ . Если истечение жидкости происходит из открытого резервуара (трикотажные конфузорные емкости открыты), то давления над поверхностью жидкости в сечении струи одинаковы и равны атмосферному давлению и активный напор становится равным столба жидкости в резервуаре  $H_0 = H$ . При истечении жидкости через малые отверстия в боковой тонкой стенке характер приблизительно аналогичен рассмотренному выше, с учетом некоторых условий:

– отверстия значительно малые, если размеры по высоте значительно меньше величины напора (менее  $0,1H$ ), и струя, вытекающая из отверстия, преодолевает лишь местное сопротивление. Таким образом, для малого отверстия при полном и совершенном сжатии характер истечения жидкости одинаково независим – от того расположено отверстие на дне конфузорной петли или в боковой стенке. Истече-

ние жидкости будет происходить при полном сжатии струи:

$$\frac{d_p - d_0}{2} > 3d_0,$$

где  $d_p$  – открытый резервуар в верхней части петли конфузора;  $d_0$  – отверстие в центре дна конфузора или в центре сбоку.

Для определения необходимого напора воспользуемся формулой (5) и табл. 1, откуда

$$\sum H = \frac{\sum Q^2}{\mu^2 \sum \delta^2 2g}.$$

Расчет

$$\sum H = 0,54 \text{ м.}$$

Вышеприведенные исследования неоспоримо подтверждают основную истину,

четко и глубоко обоснованную в процессе исследований.

В связи с вышесказанным возникает необходимость предложить двухслойное трикотажное полотно гладкого платировочного переплетения, где один слой состоит из профилированного лавсана, обладающего свойством быстро поглощать влагу от кожи человека и перемещать ее к следующему слою полотна из хлопковой пряжи с содержанием регенерированных волокон, которые увеличивают воздухопроницаемость [2]. Воздушный поток движется через пробу (материал); кинетическая энергия увеличивается, потенциальная уменьшается, поэтому динамическое давление возрастает, а статическое уменьшается:

$$P_{\text{общ}} = P_{\text{статич}} + P_{\text{динамич}}, \quad P_{\text{общ}} \sim \text{const},$$

$$h_2 = P_2 - P_1, \quad (6)$$

где  $h_2$  – перепад давлений, Па;  $P_2, P_1$  – динамические давления  $P_2 \gg P_1$ .

Определив по значению  $h_2$  расход воздуха  $V$ , находим  $V_p = V / St, \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$ .

Чтобы сравнить способности поглощать, впитывать, удерживать и отдавать в окружающую среду капельно-жидкую влагу (сорбционные свойства) полотен из нитей: хлопчатобумажных, профилированных Coolnice и обычных лавсановых, – над ними капали воду. В результате проведенных экспериментальных исследований выявлено, что наилучшее сочетание свойств хлопка и профилированного лавсана имеет вариант трикотажного полотна гладкого платированного переплетения Coolnice + хлопок (Coolnice – грунтовая; хлопчатобумажная с регенерированными волокнами – платированная нить) рис. 3 (опытные образцы при проведении эксперимента: а- хлопок + лавсан Coolnice; б- лавсан Coolnice + хлопок).

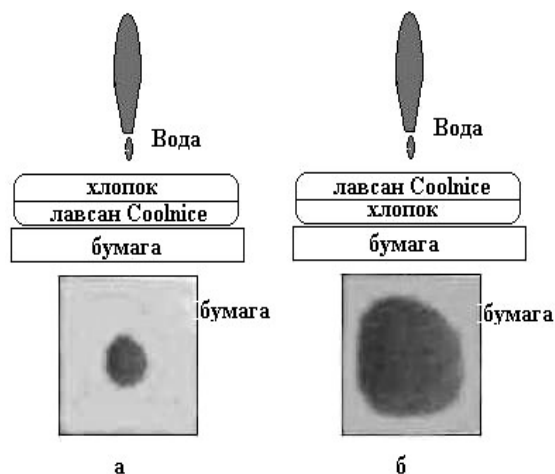


Рис. 3

Таким образом, если на изнаночной стороне трикотажного изделия будет лавсановая нить Coolnice, а на лицевой – хлопчатобумажная пряжа, то при его эксплуатации капельно-жидкая влага, выделяемая кожей человека, будет быстро выводиться профилированным лавсаном и поглощаться хлопком, а затем рассеиваться в атмосфере за счет хорошей воздухопроницаемости волокон хлопка. Как результат – сухость и комфорт при носке.

В результате испытания были получены графики кинетики капиллярности трикотажных полотен (рис. 4: кинетика капиллярности трикотажных полотен: 1 – шерстяного; 2 – хлопчатобумажного; 3 – ацетатного; 4 – нейлонового; 5 – Coolnic/хлопок; 6 – вискозного).

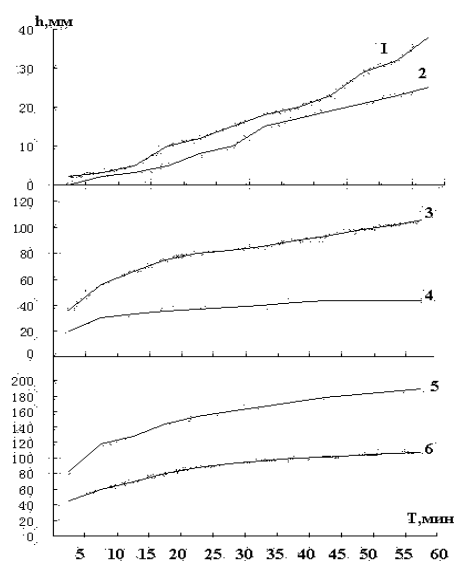


Рис. 4

Таким образом, получено, что самая высокая капиллярность у трикотажного полотна переплетением платированная гладь (полотно 5), где грунтовая нить – лавсан Coolnice, а платированная – хлопчатобумажная с использованием регенерированных волокон.

Кинетика капиллярности у данного полотна в шесть раз выше, чем у хлопчатобумажного (полотно 2) и в два раза выше, чем у вискозного (полотно 6).

Использование регенерированных волокон в хлопчатобумажной пряже позволяет снизить себестоимость изделия, сэкономить натуральное сырье.

Доказано, что регенерированные волокна, полученные на опытной поточной линии, являются прядомыми и пригодными для изготовления пряжи в условиях производства на поточных линиях. Среднее значение длин регенерированных волокон по диаграмме "Барбе" (длина волокна в распрямленном виде) соответствует международному стандарту ISO, а разрывная нагрузка этих волокон – ГОСТ. Для улучшения качества и вязальной способности хлопчатобумажной пряжи с регенерированными волокнами их предварительно запаривали. Качественные показатели волокон представлены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Суровая пряжа	Средняя длина волокна, мм	Выход прядомого волокна, %
До запаривания	16,9	64,1
После запаривания	22,9	79,0

Исследуемая хлопчатобумажная пряжа, выработанная с использованием регенерированных волокон в количестве 10%, соответствует ГОСТ 9092–81. Пряжа хлопчатобумажная для трикотажного производства и пригодна для промышленного использования.

## ВЫВОДЫ

Теоретически обоснованы процессы влагопереноса и влагопоглощения в двухслойном полотне для спортивной одежды.

Получены математические модели для трикотажного полотна гладкого платированного переплетения, где внутренний слой состоит из нитей профилированного лавсана Coolnice (обладает высокой капиллярностью, гигроскопичностью, влагоотдачей), который быстро переносит влагу от кожи спортсмена и передает ее на наружный слой, состоящий из хлопчатобумажной пряжи с вложением регенерированных волокон (имеет высокую гигроскопичность, влагопоглощаемость, воздухопроницаемость), этот слой накапливает влагу, которая затем испаряется в атмосферу.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Фролова И.В., Чеберяк И.А. Влагопоглощающие свойства многослойного полотна для функциональной одежды. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2008, № 2. С.73...74.

2. Шаломин О.А., Матрохин А.Ю., Рыбакова Д.А., Гусев Б.Н. Разработка структурной схемы проектирования качества текстильных изделий. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, № 4. С.41...42.

Рекомендована кафедрой механической технологии текстильных материалов. Поступила 15.11.13.