

Использование отечественных модифицированных полиэфирных нитей для создания многофункциональных текстильных композитов с заданными свойствами

Н. Н. Ясинская^{*,1}, Н. В. Скобова^{*}

** Витебский государственный технологический университет,
Витебск, Республика Беларусь*

Аннотация

Статья посвящена исследованию влагорегулирующих свойств трикотажных материалов из модифицированных полиэфирных нитей для создания многофункциональных текстильных композитов. В качестве сырья использовались текстурированные полиэфирные нити нового поколения Sohim Smart Yarns производства ОАО «Светлогорск-Химволокно». В качестве показателей функции управления влагой выбраны: водопоглощение, водоемкость, смачиваемость, скорость влагопоглощения и скорость высыхания. В работе представлены методики оценки водопоглощающих свойств нитей, применен подход к оценке влагорегулирующих свойств материалов на базе имеющегося зарубежного опыта. Анализ полученных результатов позволил установить функциональные возможности исследуемых материалов. Установлено, что полотна из нитей Quick Dry являются быстро впитывающими материалами, однако их нельзя классифицировать как быстро сохнущие. Полотна из микрофиламентных нитей Soft обладают двойным эффектом: быстро впитывают и быстро испаряют влагу, что позволит применять их для изготовления изделий с заданными термо- и влагорегулирующими свойствами.

Ключевые слова

Полиэфирные функциональные нити, трикотажные структуры, многофункциональный композит, влагопоглощение, влагоотдача, транспортные свойства.

Введение

Стремление к разработке текстиля с особыми свойствами явилось стимулом для производства модифицированных химических нитей, которые имеют специфические свойства. Так появились functional fibers, advanced fibers. ОАО «Светлогорск-Химволокно» (Республика Беларусь) активно развивает направление в части

разработки новых полиэфирных функциональных нитей и трикотажных полотен из них. Текстильные материалы из нитей нового поколения обладают свойствами быстро впитывать и отводить влагу от поверхности тела, предохранять его от перегрева или переохлаждения, обладать антибактериальными свойствами, не поддерживать горение, обладать высокой

¹ Для переписки:

Email: YasinskayNN@rambler.ru

стойкостью к ультрафиолетовому излучению. Однако особый интерес вызывают многокомпонентные текстильные структуры (текстильные композиты), позволяющие комбинировать в необходимом, заданном порядке, различные функциональные слои, скрепленные между собой подходящими способами. Слои дополняют друг друга или работают сами по себе, их можно комбинировать в зависимости от требований к готовому материалу, изделию [1–3].

Управление влажностью является одним из ключевых критериев, определяющих уровень комфорта любого изделия. Термин «управление влажностью» часто используется в качестве рекламного слогана, однако он включает в себя понимание процессов, связанных с передачей влаги от тела человека в окружающую среду через материал. Управление влажностью можно определить как контролируемое движение водяного пара и жидкой воды (пота) с поверхности кожи в атмосферу через текстильную основу.

Поток жидкой влаги через текстильные материалы контролируется двумя процессами: смачиванием и влагопоглощением. Смачивание — начальный процесс, связанный с растеканием жидкости; он контролируется поверхностными энергиями вовлеченного твердого тела и жидкости. В случае текстильного материала, как только вода смачивает волокно, вода попадает в межволоконный капиллярный канал и увлекается под действием капиллярного давления. Свойства смачивания, водопоглощения и пропускания паров влаги являются критическими аспектами для оценки характеристик комфорта текстильных изделий. В случае одежды с высокими влагоотводящими свойствами влага, исходящая от кожи, распределяется по всему текстильному материалу, создавая

ощущение сухости, а растекание жидкости позволяет влаге легко испаряться [2].

Цель работы — изучить влагорегулирующие свойства модифицированных полиэфирных нитей и трикотажных материалов из них для определения функциональных свойств готового изделия.

Объекты исследования

Для исследования выбраны нити Quick Dry и мультифиламентные нити (Soft), в качестве контрольного варианта — традиционные полиэфирные текстурированные нити (PEC). Характеристика используемых нитей представлена в таблице 1.

Таблица 1 — Физико-механические свойства полиэфирных нитей

Параметр	Нить Quick Dry	Нить Soft	Нить PEC
Линейная плотность, текс	18.4	16.7	16.7
Число филаментов	144	288	48
Разрывная нагрузка, сН	39.7	36.1	38.6
Разрывное удлинение, %	21.2	31.8	23.1

Нить Quick Dry имеет повышенный капиллярный эффект. Профилированная структура элементарных нитей обеспечивает материалам способность эффективно управлять влагой за счет мощного капиллярного эффекта, который позволяет: быстро впитывать влагу, распределяя ее по большой площади поверхности материала для быстрого высыхания, разделить капли воды (пота) на более мелкие частицы, отводить влагу от поверхности тела человека, тем самым предохраняя его от перегревания (летом) или переохлаждения (зимой) [4, 5].

Функциональные нити Soft выпускают от 5.5 до 70 текс с филаментностью от 72 до 1152 филаментов. По сравнению с натуральными волокнами тонкие и сверхтонкие синтетические нити меньше пиллингуются, легко стираются, не подвержены гниению и гипоаллергенны, повышаются гигиенические и функциональные свойства готовых изделий, т. е. увеличивается их воздухопроницаемость и улучшается влагопоглощение [4, 5].

Из выбранных вариантов нитей разработаны трикотажные полотна переплетением интерлок при одинаковых параметрах заправки кругловязаной трикотажной машины (таблица 2).

Таблица 2 — Характеристика трикотажных полотен

Сырьевой состав полотна	Толщина полотна, мм	Длина нити в петли, мм	Поверхностная плотность, г/м ²	Объемное заполнение, %
Нить Quick Dry	0.4	3.26	210	161.6
Нить Soft	0.308	3.2	194	196.6
Нить PЕС	0.471	2.73	220	64.6

В качестве показателей функции управления влагой выбраны: водопоглощение, водоемкость, смачиваемость, скорость влагопоглощения и скорость высыхания [7–10].

Методы исследования, результаты и обсуждение

Водопоглощение и водоемкость характеризуют способность текстильных материалов поглощать воду при полном погружении в нее.

Для определения водопоглощения нитей из пасмы вырезают единичные пробы, взвешивают и записывают начальный вес

m_0 (г). Далее каждую пробу с помощью стеклянной палочки погружают в чашу с дистиллированной водой, объем воды должен быть таким, чтобы нить была полностью погружена в воду. Образующиеся на элементарной пробе пузырьки воздуха сбивают стеклянной палочкой или пинцетом и следят, чтобы нить все время испытания была полностью покрыта водой. Время погружения нитей составляет 5 мин. После выдерживания в воде пробу с помощью пинцета вынимают из чаши, подают на отжимные валы, с технологическим давлением в жале 0.6 кПа, для удаления удерживаемой свободной влаги и определяют массу пробы $m_{отж}$ (г). Водопоглощение $V_{п}$ вычисляют по формуле (1), г/г:

$$V_{п} = \frac{m_{отж} - m_0}{m_0} \quad (1)$$

В данных исследованиях под водоемкостью понимается влагоудерживающая способность нитей, количественно характеризующая их способность поглощать и удерживать определенное количество влаги под действием капиллярных и сорбционных сил. Для определения водоемкости нитей отбор проб и их подготовка аналогичны описанному в методике испытаний водопоглощения. После выдерживания в воде пробу с помощью пинцета вынимают из чаши и слегка встряхивают для удаления свободных капель, после чего определяют массу пробы $m_{н/отж}$ (г). Количество повторных испытаний 50, за окончательный результат испытания принимают среднее арифметическое результатов взвешиваний, вычисленное с погрешностью не более 0.1% и округленное до 1%.

Относительную водоемкость нити $V_{е.отн.}$, количественно показывающую вес удерживаемой от стекания воды в пересчете на площадь боковой поверхности погружаемой пробы, определяли по формуле (2), мг/см² :

$$V_{\text{е.отн.}} = \frac{m_{\text{н/отж}} - m_0}{F} 10^3 \quad (2)$$

где F — площадь поверхности нити, см^2

$$F = 2\pi \cdot \bar{r} \cdot L + 2\pi \cdot \bar{r}^2 \quad (3)$$

где \bar{r} — средний радиус поперечного сечения нити, см ; L — длина исследуемого отрезка нити, см .

Сравнительный анализ данных водопоглощения нитей (рисунок 1) показывает, что наиболее высокие сорбционные свойства характерны для нити Quick Dry, имеющей многоканальную поверхность элементарных нитей, внутри которых происходит аккумулялирование жидкости. Микрофиламентная нить Soft образует большое число макрокапилляров в межволоконном пространстве, обеспечивая высокие сорбционные характеристики по сравнению с традиционной полиэфирной нитью.

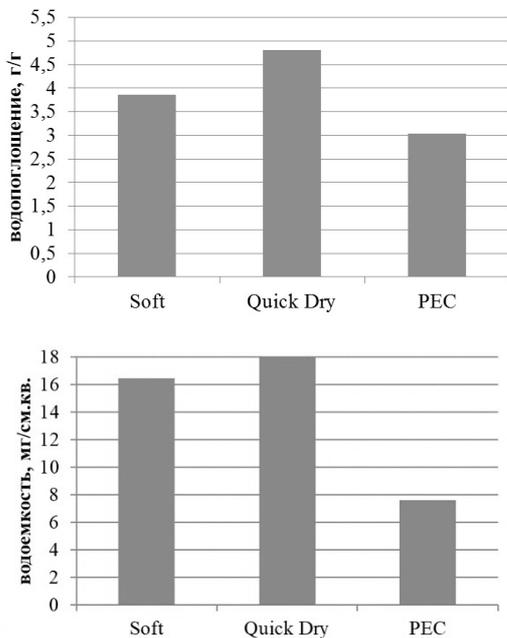


Рисунок 1 – Показатели водопоглощения и водоемкости функциональных нитей.

Визуальный анализ пневмосоединенных нитей Soft и Quick Dry показал, что свободная влага удерживается на нити в виде капель в пневмоузлах, в виду чего вертикальное скатывание капель воды затруднено. Это подтверждается расчетом

показателя относительной водоемкости (рисунок 1), причем для нити Quick Dry количество удерживаемой воды приходится на 1 мм^2 поверхности нити составляет 18 мг/см^2 . Образцы традиционной полиэфирной нити (PEC), полученные методом ложного кручения, при их извлечении из чаши с водой в вертикальном положении сбрасывали несвязанные капли воды за счет гравитационного давления.

Для оценки водопоглощения трикотажными структурами использовался метод каплепадения. На стеклянную пластину с помощью дозатора помещают каплю воды заданного объема. Образцы полотна помещают на каплю. Затем смоченный образец трикотажа помещают на фильтровальную бумагу (с сухим весом M_0) и сверху на образец размещают груз. Через некоторое время образец разгружают, снимают с фильтровальной бумаги и взвешивают увлажненную фильтровальную бумагу (M_B). Водопоглощение $W_{\text{погл}}$ (%) рассчитывают по формуле (4):

$$W_{\text{погл}} = \frac{M_B - M_0}{0,2} 100 \quad (4)$$

Интенсивность водопоглощения трикотажных материалов (рисунок 2) идентична поведению нитей, несмотря на различие образцов в толщине материала и объемном заполнении.

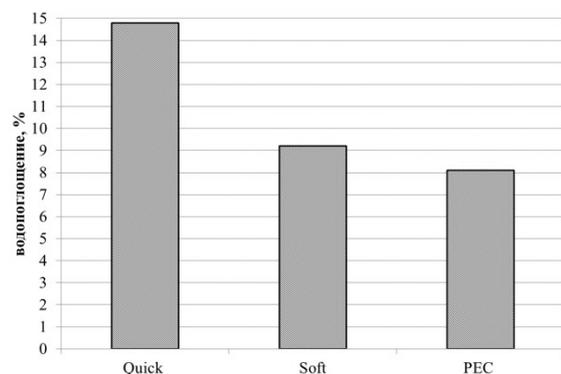


Рисунок 2 — Оценка водопоглощения трикотажных полотен из функциональных нитей.

Смачиваемость трикотажных материалов оценивали по краевому углу смачивания и скорости водопоглощения (рисунок 3). На образец полотна, размещенный на ровной поверхности, капали каплю жидкости, камерой делали снимок, по которому определяли краевой угол смачивания. Скорость смачивания определяли по времени впитывания капли жидкости полотном с момента падения до уменьшения зеркального отражения капли и появления тусклого влажного пятна.

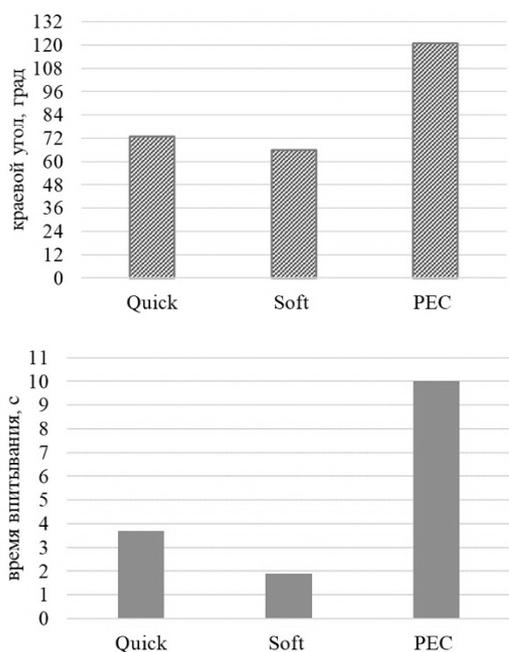


Рисунок 3 – Оценка смачиваемости трикотажных материалов

Трикотажные полотна, выработанные из полиэфирных нитей Quick Dry и Soft, имеют краевой угол смачивания менее 90° , что подтверждает их гидрофильные свойства за счет многоканальности на поверхности элементарных нитей Quick Dry и микрофиламентности нити Soft. Полотна из текстурированных полиэфирных нитей (PEC) имеют угол смачивания более 100° .

Наиболее стремительное водопоглощение капли жидкости с поверхности материала происходит на полотне из микрофиламентных нитей — менее 2 секунд (рисунок 3), благодаря наличию 288

филаментов, которые формируют большую удельную поверхность, обеспечивая высокую смачиваемость. Для нити Quick Dry время впитывания составило 3.8 секунды. Оба полотна можно отнести к быстро впитывающим материалам. Для полотна из традиционной полиэфирной нити время составило более 10 секунд.

Для полноты оценки влагорегулирующих свойств трикотажных полотен проведены исследования процесса сушки материалов в естественных условиях после нанесения на образец капли жидкости заданного объема. Рассчитан коэффициент остаточной влаги на материале в течение 100 минут наблюдений (рисунок 4).

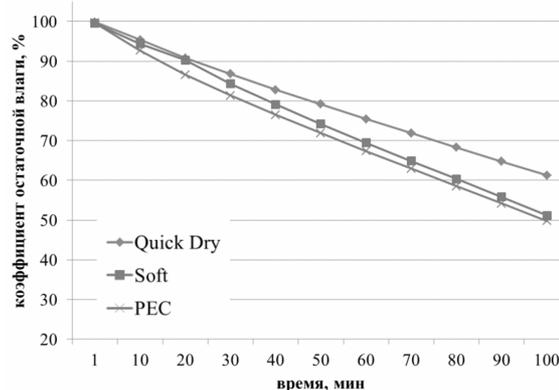


Рисунок 4 — Влагосодержание материалов в процессе сушки в естественных условиях

Кинетика испарения влаги с поверхности трикотажного материала идентичная для полотна из микрофиламентных нитей и традиционных полиэфирных нитей — образцы высыхают быстрее: у нити Soft при намокании площадь поверхности испарения значительно выше по сравнению с другими нитями, что обуславливает быстрое испарение. За счет конденсирования влаги в боковых макрокапиллярах элементарных нитей Quick Dry процесс испарения влаги с поверхности полотна проходит медленнее.

Закключение

Изучены влагорегулирующие свойства трикотажных полотен из модифицированных полиэфирных нитей производства

ОАО «СветлогорскХимволокно» (Республика Беларусь). Установлено, что функциональные нити Quick Dry и Soft придают изделиям повышенный капиллярный эффект. По результатам оценки показателей функции управления влагой можно утверждать, что полотна из нитей Quick Dry являются быстро впитывающими материалами, однако их нельзя классифицировать как быстро сохнущие. Полотна из микрофиламентных нитей Soft обладают двойным эффектом: быстро впитывают и быстро испаряют влагу, что позволит применять их для изготовления материалов и изделий с заданными термо-и влагорегулирующими свойствами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Vlasenko V., Bereznenko M., Liszczuk V. Modern approach to prepare multi-functional sandwich-type textile composites with predicted characteristics. *Innovations in clothing technology & measurement techniques*. Warsaw, 2012, pp. 85–93.
- [2]. Mayur B., Mrinal C., Saptarshi M., Adivarekar R. Moisture Management Properties of Textiles and Its Evaluation. *Curr Trends Fashion Technol Textile Eng.* 2018, 3(3): 555611. DOI: 10.19080/CTFTTE.2018.03.555611.
- [3]. Ясинская Н. Н. Композиционные текстильные материалы: [монография]. Витебск: УО «ВГТУ», 2016, 299 с.
- [4]. Костюкевич В. В. Производство спецволокон и нитей с функциональными свойствами в ОАО "СветлогорскХимволокно". *Нефтехимия-2019: материалы II Международного научно-технического и инвестиционного*
- форума по химическим технологиям и нефтегазопереработке*, Минск, 16–18 сентября 2019 г. Минск: БГТУ, 2019, с. 13–19.
- [5]. Скобова Н. В., Ясинская Н. Н., Даниленко А. Е., Сохова А. В. Оценка специальных свойств функциональных нитей и трикотажных полотен из них для формирования многослойных обувных материалов. *Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности*, 2021, Т. 53, № 3, с. 68–72.
- [6]. Asfand N., Basra S. A. Analysis of textile capillarity evaluation methods: literature review. *The International Young Researchers Conference "INDUSTRIAL ENGINEERING 2020"*, Kaunas, May 14 – Lithuania, 2020 Режим доступа: <https://www.researchgate.net/publication/344220269>. — Дата доступа 04.09.2022.
- [7]. Brojeswari Das, Das A., Kothari V. K., Fanguiero R., M. de Araújo Moisture transmission through textiles. Part I: Processes involved in moisture transmission and the factors at play. *AUTEX Research Journal*, 2007, vol. 7, No 2. Режим доступа: www.autexj.org/No2-2007/0236.pdf. – Дата доступа 10.08.2022.
- [8]. Standart FTTS-FA-004. Specified Requirements of Moisture Transferring and Quick Drying Textiles.
- [9]. Fortuniak K., Grazyna R., Obersztyn E., Olejnik M., Bartczak A., Król I. Assessment and Verification of the Functionality of New, Multi-Component, Camouflage Materials. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 2013, pp. 73–79.
- [10]. Полушин Е. Г. Козлова О. В., Одинцова О. И. Изучение паропроницаемости дублированных текстильных материалов. *Изв. вузов. Технология Текстильной промышленности*, 2019, №6, с. 120–124.

Ясинская Наталья Николаевна — д-р техн. наук, доцент, заведующая кафедрой «Экологии и Химических Технологий» УО «Витебский государственный технологический университет» (Республика Беларусь, 210035, Витебск, Московский проспект, 72).

Скобова Наталья Викторовна — канд. техн. наук, доцент, кафедра «Экологии и Химических Технологий» УО «Витебский государственный технологический университет» (Республика Беларусь, 210035, Витебск, Московский проспект, 72).

The use of domestic modified polyester yarns to create multifunctional textile composites with desired properties

N. N. Yasinskaya^{*,1}, N. V. Skobova^{*}

^{*} Vitebsk State Technological University, Vitebsk, Belarus

Abstract

The article is devoted to the study of the moisture-regulating properties of knitted materials from modified polyester yarns for the creation of multifunctional textile composites. Texturized polyester yarns of the new generation Sohim Smart Yarns produced by OAO SvetlogorskKhimvolokno were used as raw materials. As indicators of the moisture management function, the following are selected: water absorption, water capacity, wettability, moisture absorption rate and drying rate. The paper presents methods for assessing the water-absorbing properties of threads; an approach is applied to assessing the moisture-regulating properties of materials based on existing foreign experience. The analysis of the results obtained made it possible to establish the functionality of the materials under study. Quick Dry fabrics have been found to be fast absorbent but cannot be classified as fast drying. Cloths made of Soft microfilament yarns have a double effect: they quickly absorb and quickly evaporate moisture, which will allow them to be used for the manufacture of products with specified thermo- and moisture-regulating properties.

Keywords

Polyester functional yarns, knitted structures, multifunctional composite, moisture absorption, moisture loss, transport properties.

REFERENCES

- [1]. Vlasenko, V., Bereznenko, M., Liszczuk, V. Modern approach to prepare multifunctional sandwich-type textile composites with predicted characteristics. *Innovations in clothing technology & measurement techniques*. Warsaw, 2012, pp. 85–93.
- [2]. Mayur B., Mrinal C., Saptarshi M., Adivarekar R.. Moisture Management Properties of Textiles and Its Evaluation. *Curr Trends Fashion Technol Textile Eng.* 2018, 3(3): 555611. DOI: 10.19080/CTFTTE.2018.03.555611.
- [3]. Yasinskaya N.N., Olshansky V.I., Kogan A.G. *Kompozitsionnyye tekstil'nyye materialy* [Composite textile materials]: monograph. Vitebsk: EE «VGTU» Publ., 2016, 299 p. (In Russ.)
- [4]. Kostyukevich, V.V. *Proizvodstvo spetsvolokon i nitey s funktsional'nymi svoystvami v OAO "SvetlogorskKhimvolokno"* [Production of special fibers and threads with functional properties at OJSC «SvetlogorskKhimvolokno»]. Petrochemistry-2019: materials of the II International Scientific, Technical and Investment Forum on Chemical

¹ Corresponding author:

Email: YasinskayNN@rambler.ru

Technologies and Oil and Gas Processing, Minsk, September 16-18, 2019. Minsk: BSTU, 2019, pp. 13–19. (In Russ.)

[5]. Skobova N.V., Yasinskaya N.N., Danilenko A.E., Sokhova A.V. Otsenka spetsial'nykh svoystv funktsional'nykh nitey i trikotazhnykh poloten iz nikh dlya formirovaniya mnogoslonykh obuvnykh materialov [Evaluation of the special properties of functional yarns and knitted fabrics from them for the formation of multilayer shoe materials]. *Textile Industry Technology. Series: Proceedings of Higher Educational Institutions*. 2021, vol. 53, №3, pp. 68–72. (In Russ.)

[6]. Asfand N., Basra S. A. Analysis of textile capillarity evaluation methods: literature review. *The International Young Researchers Conference “INDUSTRIAL ENGINEERING 2020”*, Kaunas, May 14 – Lithuania, 2020 Режим доступа: <https://www.researchgate.net/publication/344220269>. - Дата доступа 04.09.2022.

[7]. Brojeswari Das, Das A., Kothari V. K., Fanguiero R., M. de Araújo

Moisture transmission through textiles. Part I: Processes involved in moisture transmission and the factors at play. *AUTEX Research Journal*, 2007, vol. 7, No2. URL: www.autexrj.org/No2-2007/0236.pdf.

[8]. Standart FTTS-FA-004. Specified Requirements of Moisture Transferring and Quick Drying Textiles.

[9]. Fortuniak K., Grazyna R., Obersztyn E., Olejnik M., Bartczak A., Król I. Assessment and Verification of the Functionality of New, Multi-Component, Camouflage Materials. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 2013, pp. 73–79.

[10]. Polushin E.G., Kozlova O.V., Odintsova O.I. Izucheniye paropronitsayemosti dublirovannykh tekstil'nykh materialov [Study of vapor permeability of duplicated textile materials] *Textile Industry Technology. Series: Proceedings of Higher Educational Institutions*, 2019, №6, pp. 120–124.

Yasinskaya N. N. — Dr. Sc. (Eng.), Head of the Department of Ecology and Chemical technologies, Vitebsk State Technological University (Moskovski av. 72, Vitebsk, 210035, Belarus)

Skobova N. V. — Cand. Sc. (Eng.), Assoc. Professor, Department of Ecology and Chemical technologies, Vitebsk State Technological University (Moskovski av. 72, Vitebsk, 210035, Belarus)

Просьба ссылаться на эту статью следующим образом:

Использование отечественных модифицированных полиэфирных нитей для создания многофункциональных текстильных композитов с заданными свойствами / Н. Н. Ясинская, Н. В. Скобова // Промышленные процессы и технологии. 2022. Т. 2. № 4(6). С. 32 – 39.

DOI: 10.37816/2713-0789-2022-2-4(6)-32-39

Please cite this article as:

Yasinskaya N. N., Skobova N. V. The use of domestic modified polyester yarns to create multifunctional textile composites with desired properties. *Industrial processes and Technologies*, 2022, vol. 2, no. 4(6), pp. 32 – 39.

DOI: 10.37816/2713-0789-2022-2-4(6)-32-39