

<http://doi.org/10.32864/polymmattech-2022-8-4-87-93>

УДК 677.494.674:678.027.98

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ МОДИФИЦИРОВАНИЯ ПОЛИЭФИРНЫХ ВОЛОКОН В ПРОЦЕССЕ ОРИЕНТАЦИОННОЙ ВЫТЯЖКИ

Н. С. ВИНДИКТОВА¹⁺, В. А. ГОЛЬДАДЕ^{1,2}

¹Институт механики металлополимерных систем имени В. А. Белого НАН Беларуси, ул. Кирова, 32а, 246050, г. Гомель, Беларусь

²Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины, ул. Советская, 104, 246019, г. Гомель, Беларусь

Описан технологический процесс изготовления синтетических волокон. Проанализированы участки промышленных линий производства с целью включения этапа модифицирования волокон с применением эффекта крейзинга.

Цель работы — разработка технологических решений для модифицирования полимерных волокон методом крейзинга в процессе производства полиэфирных волокон.

Основываясь на методах пропитки жгута волокон модифицирующим раствором на этапе вытяжки (распыление, ротационное, капиллярное, полив, окунание), разработаны технологические решения модифицирования ПЭТ-волокон с использованием эффекта крейзинга. Описаны технологические схемы реализации модифицирующего узла и возможные варианты их исполнения. Отмечены достоинства и недостатки каждого метода. На основе их анализа определен наиболее эффективный — метод окунания с использованием в области погружения волокна четырех дополнительных роликов, два из которых расположены в ванне с модифицирующим раствором, обеспечивая полное погружение жгута в ванну с раствором. В этом случае контакт жгута с раствором более равномерный и длительный, что обеспечивает лучшую пропитку пучка волокон модифицирующим раствором. Разработан и изготовлен лабораторный стенд, позволивший отработать технологию модифицирования волокон по механизму крейзинга, а также провести испытание этой технологии в производственных условиях.

Ключевые слова: крейзинг, ПЭТ-волокна, технологическое решение, модифицирующий раствор, лабораторный стенд.

TECHNOLOGICAL SOLUTIONS FOR MODIFYING POLYESTER FIBERS IN THE PROCESS OF ORIENTATIONAL DRAWING

N. S. VINIDIKTOVA¹⁺, V. A. GOLDADE^{1,2}

¹V. A. Belyi Metal-Polymer Research Institute of National Academy of Sciences of Belarus, Kirov St., 32a, 246050, Gomel, Belarus

²Francisk Skorina Gomel State University, Sovetskaya St., 104, 246019, Gomel, Belarus

The technological process of manufacturing synthetic fibers is described. The sections of industrial production lines are analyzed in order to include the stage of fiber modification using the crazing effect.

The purpose of the work is to develop technological solutions for the modification of polyester fibers with the crazing method in the polyester fibers manufacturing process.

Based on the methods of impregnation of the fiber bundle with a modifying solution at the extraction stage (spraying, rotaprint, capillary, watering, dipping), technological solutions for modifying PET fibers using the crazing effect have been developed. Technological schemes for the implementation of the modifying node and possible variants of their execution are described. The advantages and disadvantages of each

⁺Автор, с которым следует вести переписку. E-mail: vns_lns@mail.ru

method are noted. Based on their analysis, the most effective method of dipping was determined using four additional rollers in the fiber immersion area, two of which are located in a bath with a modifying solution, ensuring complete immersion of the harness in a bath with a solution. In this case, the contact of the harness with the solution is more uniform and prolonged, which ensures better impregnation of the fiber bundle with a modifying solution. A laboratory stand has been developed and manufactured, which made it possible to work out the technology of modifying fibers by the mechanism of crazing, as well as to test this technology in production conditions.

Keywords: crazing, PET fibers, technological solution, modifying solution, laboratory stand.

Поступила в редакцию 06.12.2022

© Н. С. Винидиктова, В. А. Гольдаде, 2022

Для приобретения полного текста статьи, обращайтесь в [редакцию журнала](#)
Full text of articles can be purchased from the editorial office

Адрес редакции: ул. Кирова, 32а, 246050, г. Гомель, Беларусь
Телефон/факс: +375 (232) 34 06 36 / 34 17 11

Address: Kirov St., 32a, 246050, Gomel, Belarus
Phone: +375 (232) 34 06 36. Fax: +375 (232) 34 17 11

E-mail: polmattex@gmail.com
Web: <http://mpri.org.by/izdaniya/pmt/>

Образец цитирования:

Винидиктова Н. С., Гольдаде В. А. Технологические решения для модифицирования полиэфирных волокон в процессе ориентационной вытяжки // Полимерные материалы и технологии. 2022. Т. 8, № 4. С. 87–93. <http://doi.org/10.32864/polymmattech-2022-8-4-87-93>

Citation sample:

Vinidiktova N. S., Gol'dade V. A. Tekhnologicheskie resheniya dlya modifitsirovaniya poliefirnykh volokon v protsesse orientatsionnoy vytyazhki [Technological solutions for modifying polyester fibers in the process of orientational drawing]. *Polimernye materialy i tekhnologii* [Polymer Materials and Technologies], 2022, vol. 8, no. 4, pp. 87–93. <http://doi.org/10.32864/polymmattech-2022-8-4-87-93>

Литература

- Алексеев М. А., Никитина А. О. Современные методы производства синтетических волокон // Современные научные исследования и инновации : электронный научно-практический журнал. 2019. № 11 [Электронный ресурс]. URL: <https://web.snauka.ru/issues/2019/11/90563> (дата обращения: 25.11.2022).
- Осовская И. И. Полимерные материалы. Применение и переработка : учебное пособие. СПб. : ВШТЭ СПбГУПТД, 2017. 89 с.
- Папков С. П. Теоретические основы производства химических волокон. М. : Химия, 1990. 272 с.
- Одинцова О. И., Козлова О. В., Куваева Е. Ю. Текстильно-вспомогательные вещества в процессах крашения текстильных материалов: учебное пособие. Иваново : ИГХТУ, 2017. 160 с.
- Патент 9126 РБ, МПК D01D 5/08, 10/00. Устройство для модифицирования химических волокон / Пинчук Л. С., Борисевич И. В., Сычко В. Е., Храмов С. Н., Гисак В. В., Ананьева Л. А., Игнатовская Л. В.; заявитель и патентообладатель ИММС НАН Беларуси. N a20040445; заявл. 17.05.2004; опубл. 30.04.2007.
- Патент 10851 РБ, МПК D01F 1/10, 6/92. Способ модифицирования полимерных волокон / Пинчук Л. С., Борисевич И. В., Сычко В. Е., Храмов С. Н., Гисак В. В., Ананьева Л. А., Игнатовская Л. В.; заявитель и патентообладатель ИММС НАН Беларуси. N a20040435; заявл. 14.05.2004; опубл. 30.06.2008.
- Патент 2495057 РФ, МПК C08G 63/183, D06M 11/00. Модифицированные полимерные изделия на основе полиэтилентерефталата и способы их получения / Терехов А. Е.; заявитель и патентообладатель Терехов А. Е. N 2010148571/04; заявл. 29.11.2010; опубл. 10.10.2013.
- Волынский А. Л. Эффект Ребиндера в полимерах // Природа. 2006. № 11. С. 11–19.
- Волынский А. Л., Бакеев Н. Ф. Высокодисперсное ориентированное состояние полимеров. М. : Химия, 1984. 192 с.
- Волынский А. Л., Микушев А. Е., Ярышева Л. М., Бакеев Н. Ф. Крейзинг в жидких средах — основа для создания уникального метода модификации полимеров // Журнал Российского химического общества им. Д. И. Менделеева. 2005. Т. XLIX, № 6. С. 118–128.
- Patent 3233019 US, IPC D06P7/005. Process of multiple neck drawing while simultaneously infusing modifying agent / Dustin S. Adams; current assignee EI Du Pont de Nemours and Co. Publ. 01.02.66.
- Patent 4001367 US, IPC B29C 17/02; B29D 27/00. Method for permanently and uniformly incorporating an additive into an undrawn fiber

- / R. T. Guthrie, J. L. Hirshman, S. Littman, E. L. Sukman, Ph. H. Ravenscroft. N 521843; filed 07.11.74; publ. 04.06.1977.
13. Patent 4055702 US, IPC B29C 17/02, D02G 3/00. Additive-containing fibers / R. T. Guthrie, J. L. Hirshman, S. Littman, E. L. Sukman, Ph. H. Ravenscroft. N 637024; filed 02.12.75; publ. 25.10.77.
 14. Patent 5516473 US, IPC B29C 055/04, 067/00. Imbibition process / N. P. Bakeev, G. M. Lukovkin, J. Marcus, A. E. Mikushev, N. A. Shitov, B. E. Vanissum, A. L. Volynskii; assignee: E. I. Du Pont de Nemours and Company. N 314731; filed 29.09.1994; publ. 14.05.96.
 15. Пинчук Л. С., Гольдаде В. А. Крейзинг в технологии полиэфирных волокон. Минск : Беларуская навука, 2014. 177 с.
 16. Goldade V. A., Vinidiktova N. S. *Crazing technology for polyester fibers*. Oxford : Elsevier, 2017. 178 p.
 17. Патент 90447 РФ, МПК D06M 15/19. Модуль крейзинг-модификации полимерного материала / А. В. Артемов, В. А. Жильцов, Ю. А. Крутяков, В. М. Кулыгин, А. В. Переславцев, В. П. Смирнов; патентообладатель Федеральное государственное учреждение Российский научный центр «Курчатовский институт». N 2009130076/22; заявл. 06.08.2009; опубл. 10.01.2010.
 18. Патент 93405 РФ, МПК D06M 15/19. Адаптивный модуль крейзинг-модификации полимерного материала / А. В. Артемов, В. А. Жильцов, Ю. А. Крутяков, В. М. Кулыгин, А. В. Переславцев, В. П. Смирнов; патентообладатель Федеральное государственное учреждение Российский научный центр «Курчатовский институт». N 2009148219/22; заявл. 25.12.2009; опубл. 27.04.2010.
 19. Петрова-Куминская С. В., Миронова А. В., Гаранина О. А. Придание антибактериальных свойств текстильным материалам, содержащим полиэфирные волокна на стадии крашения // Вестник Витебского государственного технологического университета. 2018. № 1 (34). С. 96–102.
 20. Юркевич В. В., Пакшвер А. Б. Технология производства химических волокон. М. : Химия, 1987. 304 с.
 21. Филинковская Е. Ф., Серебрякова З. Г. Текстильно-вспомогательные вещества в производстве химических волокон. М. : Химия, 1970. 208 с.
 22. Патент 11662 РБ, МПК D01D 10/00, 11/10. Устройство для модифицирования химических волокон / Л. С. Пинчук, В. А. Гольдаде, Н. С. Винидиктова, И. Н. Борисевич, С. А. Герасименко, Л. Е. Шустов, В. Е. Сыцко; заявитель и патентообладатель ИММС НАН Беларуси. N а 20060455; заявл. 15.05.2006; опубл. 28.02.2009.
 23. Патент 11260 РБ, МПК D 01F 6/92, D 06M 11/00. Способ изготовления антимикробных волокон из полиэтилентерефталата / Л. С. Пинчук, В. А. Гольдаде, Н. С. Винидиктова, И. Н. Борисевич, Л. В. Игнатовская, В. П. Новиков, С. Н. Храмов; заявитель и патентообладатель ИММС НАН Беларуси. N а 20060456; заявл. 15.05.2006; опубл. 30.10.2008.

References

1. Alekseev M. A., Nikitina A. O. *Sovremennyye metody proizvodstva sinteticheskikh volokon* [Modern methods of production of synthetic fibers] (2019). Available at: <https://web.snauka.ru/issues/2019/11/90563> (accessed 25.11.2022).
2. Osovskaya I. I. *Polimernyye materialy. Primenenie i pererabotka* [Polymer materials. Application and processing: a textbook]. Saint-Petersburg : VShTE SPbGUPTD Publ., 2017. 89 p.
3. Papkov S. P. *Teoreticheskie osnovy proizvodstva khimicheskikh volokon* [Theoretical foundations of chemical fiber production]. Moscow : Khimiya Publ., 1990. 272 p.
4. Odintsova O. I., Kozlova O. V., Kuvaeva E. Yu. *Tekstil'no-vspomogatel'nye veshchestva v protsessakh krasheniya tekstil'nykh materialov* [Textile-auxiliary substances in the processes of dyeing textile materials]. Ivanovo : IGKhTU Publ., 2017. 160 p.
5. Pinchuk L. S., Borisevich I. V., Sytsko V. E., Khramtsov S. N., Gisak V. V., Anan'eva L. A., Ignatovskaya L. V. *Ustroystvo dlya modifitsirovaniya khimicheskikh volokon* [Device for modifying chemical fibers]. Patent RB, no. 9126, 2007.
6. Pinchuk L. S., Borisevich I. V., Sytsko V. E., Khramtsov S. N., Gisak V. V., Anan'eva L. A., Ignatovskaya L. V. *Sposob modifitsirovaniya polimernykh volokon* [Method of modifying polymer fibers]. Patent RB, no. 10851, 2008.
7. Terekhov A. E. *Modifitsirovannyye polimernyye izdeliya na osnove po-lietilentereftalata i sposoby ikh polucheniya* [Modified polymer products based on polyethylene terephthalate and methods of their preparation]. Patent RF, no. 2495057, 2013.
8. Volynskiy A. L. *Effekt Rebindera v polimerakh* [Rebinder effect in polymers]. *Priroda* [Nature], 2006, no. 11, pp. 11–19.
9. Volynskiy A. L., Bakeev N. F. *Vysokodispersnoe orientirovannoe sostoyaniye polimerov* [Highly dispersed oriented state of polymers]. Moscow : Khimiya Publ., 1984. 192 p.
10. Volynskiy A. L., Mikushev A. E., Yarysheva L. M., Bakeev N. F. *Kreyzing v zhidkikh sredakh — osnova dlya sozdaniya unikal'nogo metoda modifikatsii polimerov* [Crazing in liquid media is the basis for creating a unique method of polymer modification]. *Zhurnal Rossiyskogo khimicheskogo obshchestva im. D. I. Mendeleeva* [Journal of the D. I. Mendeleev Russian Chemical Society], 2005, vol. XLIX, no. 6, pp. 118–128.
11. Adams Dustin S. *Process of multiple neck drawing while simultaneously infusing modifying agent*. Patent US, no. 3233019, 1966.
12. Guthrie R. T., Hirshman J. L., Littman S., Sukman E. L., Ravenscroft Ph. H. *Method for permanently and uniformly incorporating an additive into an undrawn fiber*. Patent US, no. 4001367, 1977.
13. Guthrie R. T., Hirshman J. L., Littman S., Sukman E. L., Ravenscroft Ph. H. *Additive-containing fibers*. Patent US, no. 4055702, 1977.
14. Bakeev N. P., Lukovkin G. M., Marcus J., Mikushev A. E., Shitov N. A., Vanissum B. E., Volynskii A. L. *Imbibition process*. Patent US, no. 5516473, 1996.
15. Pinchuk L. S., Goldade V. A. *Kreyzing v tekhnologii poliefirnykh volokon* [Crazing in polyester fiber technology]. Minsk : Belaruskaya navuka Publ., 2014. 177 p.
16. Goldade V. A., Vinidiktova N. S. *Crazing technology for polyester fibers*. Oxford : Elsevier, 2017. 178 p.
17. Artemov A. V., Zhiltsov V. A., Krutyakov Yu. A., Kulygin V. M., Pereslavitsev A. V., Smirnov V. P. *Modul' kreyzing-modifikatsii polimernogo materiala* [Module of crazing modification of polymer material]. Patent RF, no. 90447, 2010.
18. Artemov A. V., Zhiltsov V. A., Krutyakov Yu. A., Kulygin V. M., Pereslavitsev A. V., Smirnov V. P. *Adaptivnyy modul' kreyzing-modifikatsii polimernogo materiala* [Adaptive module of crazing modification of polymer material]. Patent RF, no. 93405, 2010.
19. Petrova-Kuminskaya S. V., Mironova A. V., Garanina O. A. *Pridanie antibakterial'nykh svoystv tekstil'nykh materialam, soderzhashchim poliefirnyye volokna na stadii krasheniya* [Adding antibacterial properties to textile materials containing polyester fibers during dyeing stage]. *Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of the Vitebsk State Technological University], 2018, no. 1 (34), pp. 96–102.
20. Yurkevich V. V., Pakshver A. B. *Tekhnologiya proizvodstva khimicheskikh volokon* [Chemical fiber production technology]. Moscow : Khimiya Publ., 1987. 304 p.
21. Filinkovskaya E. F., Serebryakova Z. G. *Tekstil'no-vspomogatel'nye veshchestva v proizvodstve khimicheskikh volokon* [Textile-auxiliary substances in the production of chemical fibers]. Moscow : Khimiya Publ., 1970. 208 p.
22. Pinchuk L. S., Goldade V. A., Vinidiktova N. S., Borisevich I. N., Gerasimenko S. A., Shustov L. E., Sytsko V. E. *Ustroystvo dlya modifitsirovaniya khimicheskikh volokon* [Device for modifying chemical fibers]. Patent RB, no. 11662, 2009.
23. Pinchuk L. S., Goldade V. A., Vinidiktova N. S., Borisevich I. N., Ignatovskaya L. V., Novikov V. P., Khramtsov S. N. *Sposob izgotovleniya antimikrobnnykh volokon iz polietilentereftalata* [Method of manufacturing antimicrobial fibers from polyethylene terephthalate]. Patent RB, no. 11260, 2008.

