

<http://doi.org/10.32864/polymmattech-2023-9-2-55-67>

УДК 546.47:66.081.3

СТРУКТУРНО-МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВОЛОКОН, ПОЛУЧАЕМЫХ ПО ДИМЕТИЛФОРМАМИДНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ИЗ ТЕРСОПОЛИМЕРОВ АКРИЛОНИТРИЛА, МЕТИЛАКРИЛАТА И ИТАКОНОВОЙ КИСЛОТЫ

Л. А. ЩЕРБИНА¹⁺, И. С. ГОРОДНЯКОВА², Н. В. ПЧЕЛОВА¹, И. А. БУДКУТЕ¹, К. Ю. УСТИНОВ³

¹Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, кафедра химической технологии высокомолекулярных соединений, пр-т Шмидта, 3, 212027, г. Могилев, Беларусь

²ООО «ЮТАНОЛ», ул. Кулибина, 17а, 212030, г. Могилев, Беларусь

³Завод «Полимир» ОАО «Нафтан», 211441, г. Новополоцк, Витебская обл., Беларусь

Первичная и надмолекулярная структура и морфология полимерной основы волокнистых материалов определяют их эксплуатационные свойства и, следовательно, коммерческую значимость. Оценивали влияние условий реализации процесса формования на структурно-морфологические особенности волокон, получаемых по диметилформамидному способу из волокнообразующих терсополимеров на основе акрилонитрила (АН), метилакрилата (МА) и итаконовой кислоты (ИтК).

Цель работы — получение данных, характеризующих зависимость структуры и морфологии полиакрилонитрильных (ПАН) волокон, формуемых по диметилформамидному способу на основе поли[АН-со-МА-со-ИтК], синтезируемого при содержании ИтК от 0% до 2% (от массы сомономеров в реакционной среде (РС)), от температуры и состава осадительной ванны.

В условиях, моделирующих производственный процесс, проведен синтез образцов поли[АН-со-МА-со-ИтК]; на их основе подготовлены диметилформамидные прядильные растворы, из которых сформованы модельные волокна мокрым способом при варьировании температуры и состава осадительной ванны. Влияние условий формования на структурно-морфологические особенности полученных волокон оценивали методом оптической микроскопии.

Отмечено, что: фактическая доля кислотного сомомера в композиционном составе волокнообразующего терсополимера ниже ожидаемой, при этом однородность структуры и форма поперечного сечения ПАН волокон в значительной мере определяется не только содержанием кислотного сомомера в РС, но и параметрами осадительной ванны. Получены данные, необходимые для предсказуемого регулирования структурно-морфологических особенностей полиакрилонитрильных волокнистых материалов в соответствии с их коммерческим назначением.

Ключевые слова: акрилонитрил, метилакрилат, итаконовая кислота, терсополимер, формование, волокно, структура.

STRUCTURAL AND MORPHOLOGICAL FEATURES OF FIBER PRODUCED USING BY DIMETHYLFORMAMIDE TECHNOLOGY FROM TERCOPOLYMERS OF ACRYLONITRILE, METHYL ACRYLATE AND ITACONIC ACID

L. A. SHCHERBINA¹⁺, I. S. HARADNIAKOVA², N. V. PCHALOVA¹, I. A. BUDKUTE¹, K. YU. USTSINAU³

¹Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, Department of Chemical Technology of High-Molecular Compounds, Schmidt Ave., 3, 212027, Mogilev, Belarus

⁺Автор, с которым следует вести переписку. E-mail: htvm@tut.by

²LLC «UTANOL», Kulibin St., 17a, 212030, Mogilev, Belarus

³Plant “Polymir” JSC “Naftan”, 211441, Novopolotsk, Vitebsk region, Belarus

The primary and supramolecular structure and morphology of the polymer base of fibrous materials determine their operational properties and, consequently, their commercial significance. Influence of spinning process conditions on structural and morphological features of fibers obtained by dimethylformamide method from fiber-forming tercopolymers based on acrylonitrile (AN), methyl acrylate (MA) and itaconic acid (ItA).

The purpose of this work is to obtain data characterizing the dependence of the structure and morphology of polyacrylonitrile (PAN) fibers formed by the dimethylformamide method based on poly[AN-co-MA-co-ItA], synthesized at an ItA content from 0 % to 2 % (from the mass of comonomers in the reaction medium (RM)), on the temperature and composition of the coagulation bath.

Under conditions simulating the production process, samples of poly[AN-co-MA-co-ItA] were synthesized; based on them, dimethylformamide spinning solutions were prepared, from which model fibers were spun in a wet way with varying temperature and composition of the spinning bath. The influence of spinning conditions on the structural and morphological features of the obtained fibers was evaluated by optical microscopy.

It was observed that the actual content of acidic comonomer in the composition of fiber-forming tercopolymers is lower than expected, while the uniformity of structure and cross-sectional shape of PAN fibers is largely determined not only by the content of acidic comonomer in RM but also by the parameters of the coagulation bath. The data necessary for predictable regulation of the structural and morphological features of PAN fiber materials in accordance with their commercial purpose were obtained.

Keywords: acrylonitrile, methyl acrylate, itaconic acid, tercopolymer, spinning, fiber, structure.

Поступила в редакцию 15.05.2023

© Л. А. Щербина, И. С. Городнякова, Н. В. Пчелова, И. А. Будкуте, К. Ю. Устинов, 2023

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:

Щербина Л. А., Городнякова И. С., Пчелова Н. В., Будкуте И. А., Устинов К. Ю. Структурно-морфологические особенности волокон, получаемых по диметилформа-мидной технологии из терсополимеров акрилонитрила, метилакрилата и итаконовой кислоты // Полимерные материалы и технологии. 2023. Т. 9, № 2. С. 55–67. <http://doi.org/10.32864/polymmattech-2023-9-2-55-67>

Citation sample:

Shcherbina L. A., Gorodnyakova I. S., Pchelova N. V., Budkute I. A., Ustinov K. Yu. Strukturno-morfologicheskie osobennosti volokon, poluchaemykh po dimetilformamidnoy tekhnologii iz tersopolimerov akrilonitrila, metilakrilata i itakonovoy kisloty [Structural and morphological features of fiber produced using by dimethylformamide technology from tercopolymers of acrylonitrile, methyl acrylate and itaconic acid]. *Polimernye materialy i tekhnologii* [Polymer Materials and Technologies], 2023, vol. 9, no. 2, pp. 55–67. <http://doi.org/10.32864/polymmattech-2023-9-2-55-67>

Литература

- Геллер Б. Э. Состояние и перспективы развития производства полиакрилонитрильных волокон. Обзор // Химические волокна. 2002. № 3. С. 3–11.
- Щербина Л. А., Чвириков П. В., Будкуте И. А., Коско Ю. Ф., Устинов К. Ю. О мировых тенденциях и перспективе развития в Республике Беларусь волокнистых материалов на основе сополимеров акрилонитрила // Волокна и волокнистые материалы специаль-

- ного назначения. Исследования и разработки : сборник докладов научно-практического семинара, Минск, 14 июля 2015 г. / отв. ред. Мартинович В. И. Гродно : ГИАП, 2015. С. 30–34.
3. Геллер Б. Э., Щербина Л. А. Кинетические и термодинамические аспекты модификации композиционного состава волокнообразующих сополимеров на основе акрилонитрила // Химические волокна. 2002. № 4. С. 14–17.
 4. Щербина Л. А. Разработка и внедрение синтеза волокнообразующего терсополимера акрилонитрила в гидротропном растворителе : дис. канд. тех. наук : 05.17.06. Минск, 2002. 161 с.
 5. Будкоте И. А., Геллер Б. Э., Щербина Л. А. Экспериментальное изучение структуры полиакрилонитрильных гель-волокон // Химические волокна. 2004. № 5. С. 40–45.
 6. Щербина Л. А., Геллер Б. Э., Харитонович А. Г., Халейко В. С. О влиянии малых добавок «мертвых» макромолекул на эффект ускорения гомофазного синтеза полярных полимеров // Доклады Академии Наук. 2008. Т. 422. №1. С. 63–66.
 7. Щербина Л. А. Синтез и свойства сополимеров на основе акрилонитрила и 2-акриламид-2-метилпропансульфокислоты // Химические волокна. 2020. № 6. С. 24–29.
 8. Городнякова И. С., Чвилов П. В., Щербина Л. А. Об опыте эксплуатации и модернизации стеновой прядильной установки МУЛ-1 // Волокна и пленки 2011. Перспективные технологии и оборудование для производства и переработки волокнистых и пленочных материалов : материалы Международной научно-технической конференции-семинара, Могилев, 28 октября 2011 г. / отв. ред. Акулич А.В. Могилев : МГУП, 2011. С. 173–175.
 9. Пчелова Н. В., Щербина Л. А., Городнякова И. С., Будкоте И. А. Исследование влияния условий формирования на окрашиваемость гель-волокон из сополимеров акрилонитрила, метилакрилата и итаконовой кислоты // Вестник Витебского государственного технологического университета. 2020. № 2 (39). С. 118–129. doi: 10.24411/2079-7958-2020-13912
 10. Баскакова Т. И., Волкова Л. Е., Глазковский Ю. В., Грибина Т. К., Игнатъев Ю. С., Кваша Н. М., Меглицкая Н. Ю., Пантаева В. М., Полякова Т. А., Смирнов П. В. Аналитический контроль производства синтетических волокон / под ред. А. С. Чеголи, Н. М. Кваша. Москва : Химия, 1982. 254 с.

References

1. Geller B. E. Sostoyanie i perspektivy razvitiya proizvodstva poliakrilonitril'nykh volokon. Obzor [State and development prospects for the production of polyacrylonitrile fibers. Review]. *Khimicheskie volokna* [Fibre Chemistry], 2002, no. 3, pp. 3–11.
2. Shcherbina L. A., Chvirov P. V., Budkute I. A., Kosko Yu. F., Ustinov K. Yu. O mirovykh tendentsiyakh i perspektive razvitiya v Respublike Belarus' voloknistykh materialov na osnove sopolimerov akrilonitrila [On global trends and development prospects in the Republic of Belarus of fibrous materials based on acrylonitrile copolymers]. *Sbornik dokladov nauchno-prakticheskogo seminarina «Volokna i voloknistye materialy spetsial'nogo naznacheniya. Issledovaniya i razrabotki»* [Collection of reports of the scientific and practical seminar “Fibers and fibrous materials for special purposes. Research and development”]. Grodno : GIAP Publ., 2015, pp. 30–34.
3. Geller B. E., Shcherbina L. A. Kineticheskie i termodinamicheskie aspekty modifikatsii kompozitsionnogo sostava voloknoobrazuyushchikh sopolimerov na osnove akrilonitrila [Kinetic and thermodynamic aspects of modifying the composition of fiber-forming copolymers based on acrylonitrile]. *Khimicheskie volokna* [Fibre Chemistry], 2002, no. 4, pp. 14–17.
4. Shcherbina L. A. Razrabotka i vnedrenie sinteza voloknoobrazuyushchego tersopolimera akrilonitrila v gidrotropnom rastvoritele. Diss. kand. tekh. nauk [Development and implementation of the synthesis of fiber-forming acrylonitrile tercopolymer in a hydrotropic solvent. PhD eng. sci. diss.]. Minsk, 2002. 161 p.
5. Budkute I. A., Geller B. E., Shcherbina L. A. Eksperimental'noe izuchenie struktury poliakrilonitril'nykh gel'-volokon [Experimental study of the structure of polyacrylonitrile gel fibers]. *Khimicheskie volokna* [Fibre Chemistry], 2004, no. 5, pp. 40–45.
6. Shcherbina L. A., Geller B. E., Kharitonovich A. G., Khaleyko V. S. O vliyaniy malykh dobavok «mertvykh» makromolekul na effekt uskoreniya gomofaznogo sinteza polyamykh polimerov [On the effect of small additions of “dead” macromolecules on the effect of accelerating the homophase synthesis of polar polymers]. *Doklady Akademii Nauk* [Proceedings of the Academy of Sciences], 2008, vol. 422, no. 1, pp. 63–66.
7. Shcherbina L. A. Sintez i svoystva sopolimerov na osnove akrilonitrila i 2-akrilamid-2-metilpropan'sul'fokisloty [Synthesis and properties of copolymers based on acrylonitrile and 2-acrylamide-2-methylpropanesulfonic acid]. *Khimicheskie volokna* [Fibre Chemistry], 2020, no. 6, pp. 24–29.
8. Gorodnyakova I. S., Chvirov P. V., Shcherbina L. A. Ob opyte ekspluatatsii i modernizatsii stendovoy pryadil'noy ustanovki MUL-1 [On the experience of operation and modernization of the bench spinning plant MUL-1]. *Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii-seminara «Volokna i plenki 2011. Perspektivnyye tekhnologii i oborudovanie dlya proizvodstva i pererabotki voloknistykh i plenochnykh materialov»* [Proc. of the International scientific and technical conference-seminar “Fibers and films 2011. Advanced technologies and equipment for the production and processing of fibrous and film materials”]. Mogilev : MGUP Publ., 2011, pp. 173–175.
9. Pchelova N. V., Shcherbina L. A., Gorodnyakova I. S., Budkute I. A. Issledovanie vliyaniya usloviy formovaniya na nakrashivaemost' gel'-volokon iz sopolimerov akrilonitrila, metilakrilata i itakonovoy kisloty [Investigation of the Influence of Forming Conditions on the Dyeability of Gel Fibers Made from Copolymers of Acrylonitrile, Methyl Acrylate, and Itaconic Acid]. *Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta* [Vestnik of Vitebsk State Technological University], 2020, no. 2 (39), pp. 118–129. doi: 10.24411/2079-7958-2020-13912
10. Baskakova T. I., Volkova L. E., Glazkovskiy Yu. V., Gribina T. K., Ignat'ev Yu. S., Kvascha N. M., Meglitskaya N. Yu., Pantaeva V. M., Polyakova T. A., Smirnov P. V. *Analiticheskiy kontrol' proizvodstva sinteticheskikh volokon* [Analytical control of the production of synthetic fibers]. Eds. A. S. Chegoli, N. M. Kvascha. Moscow : Khimiya Publ., 1982. 254 p.