

DOI: 10.32864/polymmattech-2025-11-3-59-72

УДК 676.2.044:678.745.2

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОЗДАНИЯ НОВОГО ВИДА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ВЕЩЕСТВА ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА БУМАГИ И КАРТОНА

Я. В. БОРКИНА[†]

Белорусский государственный технологический университет, ул. Свердлова, 13а, 220006, г. Минск, Беларусь

Цель работы — изучить физико-химические аспекты введения смоляных и малеопимаровой кислот в структуру аминоксодержащих полиамидов путем ацилирования и разработать технологические принципы получения бифункционального вещества с улучшенным гидрофобизирующим действием на бумажные массы.

Отличительной особенностью бифункциональных веществ для бумаги и картона является наличие в их структуре смоляных кислот канифоли, вводимых путем их непосредственного добавления к мономерам (дикарбоновые кислоты, полиэтиленполиамины) или аминоксидизации с последующей поликонденсацией при температуре 145–190 °С. Создание полноценного заменителя гидрофобизирующего и упрочняющего веществ представляет практический интерес и основано на реакциях ацилирования аминоксодержащих полиамидов канифольно-малеиновыми аддуктами (КМА) и нейтрализации полученного продукта гидроксидом натрия. Ацилирование полиамидов КМА в расплаве протекает при температуре 150–160 °С в течение 3,0 ч. Степень ацилирования аминоксодержащих полиамидов и их физико-химические свойства зависят от строения полимеров и состава ацилирующих агентов. Частичная нейтрализация непрореагировавших смоляных и малеопимаровой кислот (температура 90–98 °С, продолжительность 1,5 ч) позволяет получить полностью растворимое в воде бифункциональное вещество на основе ацилированных полиамидов. Установленные физико-химические закономерности ацилирования полиамидов КМА позволили разработать технологические принципы создания на основе полученных продуктов бифункционального вещества с улучшенным гидрофобизирующим действием на бумажные массы (модифицированная полиамидная смола). Основными преимуществами разработанной модифицированной полиамидной смолы перед известными бифункциональными веществами являются амфотерный характер и повышенная степень ацилирования аминоксодержащих полимеров смоляными и малеопимаровой кислотами (35,8%). Применение модифицированной полиамидной смолы в количестве 0,25% от абсолютно сухого волокна при изготовлении макулатурных видов бумаги и картона в нейтральной среде позволяет улучшить их гидрофобные и физико-механические свойства на 80,9% и 19,5% соответственно.

[†]Автор для переписки. E-mail: borkina@belstu.by

Для цитирования:

Боркина Я. В. Физико-химические и технологические аспекты создания нового вида функционального вещества для улучшения качества бумаги и картона // Полимерные материалы и технологии. 2025. Т. 11, № 3. С. 59–72. <http://doi.org/10.32864/polymmattech-2025-11-3-59-72>

[†]Author for correspondence. E-mail: borkina@belstu.by

For citation:

Borkina Ya. V. Fiziko-khimicheskie i tekhnologicheskie aspekty sozdaniya novogo vida funktsional'nogo veshchestva dlya uluchsheniya kachestva bumagi i kartona [Physical and chemical and technological aspects of creation of functional substances to improve the quality of paper and cardboard]. *Polimernye materialy i tekhnologii* [Polymer Materials and Technologies], 2025, vol. 11, no. 3, pp. 59–72. <http://doi.org/10.32864/polymmattech-2025-11-3-59-72>

Ключевые слова: ацилирование полиамидов, модифицированная канифоль, функциональные вещества, бумага, гидрофобность, прочность.

PHYSICAL AND CHEMICAL AND TECHNOLOGICAL ASPECTS OF CREATION OF FUNCTIONAL SUBSTANCES TO IMPROVE THE QUALITY OF PAPER AND CARDBOARD

YA. V. BORKINA⁺

Belarusian State Technological University, Sverdlov St., 13a, 220006, Minsk, Belarus

The purpose of the work is to study the physicochemical aspects of introducing resin and maleopimaric acids into the structure of amino-containing polyamides by acylation and to develop technological principles for obtaining a bifunctional substance with an improved hydrophobic effect on paper pulps.

The work is devoted to the study of physicochemical regularities of acylation of polyamides with rosin-maleic adducts and the development of an effective bifunctional substance based on the resulting products for improving the quality of paper and cardboard. A distinctive feature of bifunctional substances for paper and cardboard is the presence of rosin resin acids in their structure. Acylation of polyamides with rosin-maleic adducts under homogeneous conditions occurs at a temperature of 150–160 °C for 3.0 h. The degree of acylation of amino groups of polyamides and their physicochemical properties depend on the structure of polymers and the composition of acylating agents. Partial neutralization of unreacted resin and maleopimaric acids (temperature 90–98 °C, duration 1.5 h) makes it possible to obtain a completely water-soluble bifunctional substance based on acylated polyamides. The established physicochemical features of polyamide acylation with rosin-maleic adducts made it possible to develop technological principles for creating a bifunctional substance with an improved hydrophobic effect on paper pulps based on the obtained products. The creation of a full-fledged substitute for a hydrophobic and strengthening substance is based on the reactions of acylation of amino-containing polyamides with rosin-maleic adducts and neutralization of the obtained product with sodium hydroxide. The main advantages of the developed modified polyamide resin over known bifunctional substances are its amphoteric nature and an increased degree of acylation of the polymer amino groups with resin and maleopimaric acids (35.8%). The use of the modified polyamide resin in an amount of 0.25% of absolutely dry fiber in the manufacture of waste paper and cardboard in a neutral environment allows improving their hydrophobic and physico-mechanical properties by 80.9% and 19.5%, respectively.

Keywords: acylation of polyamides, modified rosin, functional substances, paper, hydrophobicity, strength.

Поступила в редакцию 04.06.2025

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/>

Литература

1. Мишурина О. А., Муллина Э. Р., Глазкова Я. В., Кузжугалдинова З. Б., Турлина Я. В., Варнавский Д. А., Расторгуев А. Е. Химическое моделирование гидрофобных свойств поверхности упаковочного картона // Современные наукоемкие технологии. 2018. № 11-2. С. 200–204.
2. Тарасов С. М. Химические вспомогательные средства в производстве целлюлозных композиционных материалов : учеб.-методич. пособие. М. : МГУЛ, 2016. 36 с.
3. Francolini I., Galantini L., Rea F., Di Cosimo C, Di Cosimo P. Polymeric Wet-Strength Agents in the Paper Industry: An Overview of

- Mechanisms and Current Challenges // International Journal of Molecular Sciences, 2023, vol. 24, is. 11. doi: 10.3390/ijms24119268
4. Азаров В. И., Ковернинский И. Н., Ламоткин А. И., Керманян Х. Улучшение качества композиционных материалов на основе целлюлозы. Канифольная проклейка в массе как эффективный способ улучшения качества композиционных материалов на основе целлюлозы // Лесной вестник. 1999. № 1. С. 133–135.
 5. Bicu I., Mustățã F. Water soluble polymers from Diels-Alders adduct of abietic acid as paper additives // Macromolecular Materials and Engineering, 2000, vol. 280-281, is. 1, pp. 47–53. doi: 10.1002/1439-2054(20000801)280:1<47::AID-MAME47>3.0.CO;2-#
 6. Андриюхова М. В. Упрочнение и гидрофобизация бумаги и картона полиамидной смолой на основе аминоксидов смоляных кислот канифоли : дис. канд. техн. наук : 05.21.03. Минск, 2020. 193 с.
 7. Патент 21140 РБ, МПК C08G 69/28. Способ получения полиамидной смолы / Флейшер В. Л., Черная Н. В., Шишаков Е. П., Макарова Д. С., Андриюхова М. В., Гордейко С. А.; заявитель БГТУ. N 20140420; заявл. 30.07.2014; опубл. 30.04.2016, Бюл. № 3. 9 с.
 8. Карякина М. И., Майорова Н. В., Минаева Р. Ф. Лакокрасочные материалы. Технические требования и контроль качества : (справочное пособие). М. : Химия, 1979. 280 с.
 9. Шишонков М. В. Высокомолекулярные соединения : учеб. пособие. Минск : Вышэйшая школа, 2012. 535 с.
 10. Schuller W. H., Lawrence R. V. Some New Derivatives of Maleopimaric Acid // Journal of Chemical and Engineering, 1967, vol. 12, is. 2, pp. 267-269. doi: 10.1021/je60033a030
 11. Флейшер В. Л., Боркина Я. В. Канифольная композиция с гидрофобизирующим и упрочняющим действием на бумагу // Труды БГТУ. Сер. 2. Химические технологии, биотехнологии, геоэкология. 2020. № 1 (229). С. 131–137.
 12. Боркина Я. В., Флейшер В. Л. Влияние количества малеопимаровой кислоты на функциональные свойства полиамидной смолы для бумаги // Современная целлюлозно-бумажная промышленность. Актуальные задачи и перспективные решения : Материалы III Международной научно-технической конференции молодых учёных и специалистов ЦБП, Санкт-Петербург, 8 ноября 2021 г. : Т. 1 / ред.: О. В. Федорова, А. Г. Кузнецов. Санкт-Петербург, 2022. С. 44–48.
 13. Боркина Я. В., Флейшер В. Л. Влияние состава полиамидных смол на гидрофобные свойства бумаги // Технологии и оборудование химической, биотехнологической и пищевой промышленности : материалы XV Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием, Бийск, 18–20 мая 2022 г. / ред.: А. Н. Блазнов, В. В. Будаева, И. Н. Павлов. Бийск, 2022. С. 81–84.

References

1. Mishurina O. A., Mullina E. R., Glazkova Ya. V., Kuzhugaldina Z. B., Turlina Ya. V., Varnavskiy D. A., Rastorguev A. E. Khimicheskoe modelirovanie gidrofobnykh svoystv poverkhnosti upakovochного kartona [Chemical modeling of hydrophobic properties of the surface of packaging cardboard]. *Sovremennyye naukoemkie tekhnologii*, 2018, no. 11-2, pp. 200–204.
2. Tarasov S. M. *Khimicheskie vspomogatel'nye sredstva v proizvodstve tsellyuloznykh kompozitsionnykh materialov* [Chemical Auxiliaries in the Production of Cellulose Composite Materials]. Moscow : MGUL Publ., 2016. 36 p.
3. Francolini I., Galantini L., Rea F., Di Cosimo C., Di Cosimo P. Polymeric Wet-Strength Agents in the Paper Industry: An Overview of Mechanisms and Current Challenges. *International Journal of Molecular Sciences*, 2023, vol. 24, is. 11. doi: 10.3390/ijms24119268
4. Azarov V. I., Koverninskiy I. N., Lamotkin A. I., Kermanyan Kh. Uluchshenie kachestva kompozitsionnykh materialov na osnove tsellyulozy. Kanifol'naya proklejka v masse kak effektivnyy sposob uluchsheniya kachestva kompozitsionnykh materialov na osnove tsellyulozy [Improving the quality of cellulose-based composite materials. Rosin sizing in the mass as an effective method for improving the quality of cellulose-based composite materials]. *Lesnoy vestnik* [Forest Herald], 1999, no. 1, pp. 133–135.
5. Bicu I., Mustățã F. Water soluble polymers from Diels-Alders adduct of abietic acid as paper additives. *Macromolecular Materials and Engineering*, 2000, vol. 280-281, is. 1, pp. 47–53. doi: 10.1002/1439-2054(20000801)280:1<47::AID-MAME47>3.0.CO;2-#
6. Andriukhova M. V. Uprochnenie i gidrofobizatsiya bumagi i kartona poliamidnoy smoloy na osnove aminoamidov smolyanykh kislot kanifoli. Diss. kand. tekhn. nauk [Strengthening and hydrophobization of paper and cardboard with polyamide resin based on aminoamides of resin acids of rosin. PhD eng. sci. diss.]. Minsk, 2020. 193 p.
7. Fleysher V. L., Chernaya N. V., Shishakov E. P., Makarova D. S., Andriukhova M. V., Gordeyko S. A. Sposob polucheniya poliamidnoy smoly [Method for producing polyamide resin]. Patent BY, no. 21140, 2016.
8. Karyakina M. I., Mayorova N. V., Minaeva R. F. *Lakokrasochnyye materialy. Tekhnicheskie trebovaniya i kontrol' kachestva* [Paints and Varnishes. Technical Requirements and Quality Control]. Moscow : Khimiya Publ., 1979. 280 p.
9. Shishonok M. V. *Vysokomolekulyarnyye soedineniya* [High-molecular compounds]. Minsk : Vysheyschaya shkola Publ., 2012. 535 p.
10. Schuller W. H., Lawrence R. V. Some New Derivatives of Maleopimaric Acid. *Journal of Chemical and Engineering*, 1967, vol. 12, is. 2, pp. 267-269. doi: 10.1021/je60033a030
11. Fleysher V. L., Borkina Ya. V. Kanifol'naya kompozitsiya s gidrofobiziruyushchim i uprochnyayushchim deystviem na bumagu [Rosin composition with hydrophobic and strengthening effect on paper]. *Trudy BGTU. Ser. 2. Khimicheskie tekhnologii, biotekhnologii, geoekologiya* [Proceedings of BSTU. Series 2, Chemical technologies, biotechnology, geoecology], 2020, no. 1 (229), pp. 131–137.
12. Borkina Ya. V., Fleysher V. L. Vliyanie kolichestva maleopimarovoy kisloty na funktsional'nyye svoystva poliamidnoy smoly dlya bumagi [Effect of Maleopimaric Acid Amount on Functional Properties of Polyamide Resin for Paper]. *Materialy III Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii molodykh uchennykh i spetsialistov TsBP «Sovremennaya tsellyulozno-bumazhnaya promyshlennost'. Aktual'nyye zadachi i perspektivnyye resheniya»* [Proceedings of the III International scientific and technical conference of young scientists and specialists of the pulp and paper industry "Modern pulp and paper industry. Current tasks and promising solutions"]. Saint-Petersburg, 2022, vol. 1, pp. 44–48.
13. Borkina Ya. V., Fleysher V. L. Vliyanie sostava poliamidnykh smol na gidrofobnyye svoystva bumagi [The influence of polyamide resin composition on the hydrophobic properties of paper]. *Materialy XV Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii studentov, aspirantov i molodykh uchennykh s mezhdunarodnym uchastiem «Tekhnologii i oborudovanie khimicheskoy, biotekhnologicheskoy i pishchevoy promyshlennosti»* [Proceedings of the XV All-Russian scientific and practical conference of students, postgraduates and young scientists with international participation "Technologies and equipment for chemical, biotechnological and food industries"]. Biisk, 2022, pp. 81–84.