

<http://doi.org/10.32864/polymmattech-2023-9-4-54-64>

УДК 539.23; 678.6

МОДИФИЦИРОВАНИЕ РЕЗИНОТКАНЕВЫХ КОМПОЗИТОВ ДЛЯ ВЫСОКОТОЧНОЙ ПОЛИГРАФИЧЕСКОЙ ПЕЧАТИ

С. Ю. ЯМИЛИНЕЦ[†], А. П. КОНДРАТОВ

Московский политехнический университет, ул. Б. Семеновская, 38, 107023, г. Москва, Россия

Качество защищенной полиграфической продукции зависит от структуры и свойств полимерных композиционных покрытий цилиндров печатных машин. Детали офсетных печатных машин подвергаются интенсивному сжатию в контакте с жидкостями с частотой около 10 Гц. Релаксация напряжения сжатия и скорость восстановления после деформации в зоне контакта эластичных резинотканевых полотен (покрытий) с жестким формным цилиндром — основной процесс, определяющий скорость и качество печати.

Цель работы — повышение устойчивости изделий из резинотканевого композита к сочетанному действию циклических механических нагрузок и проникающих жидкостей в условиях полиграфического производства для улучшения печатной продукции в части цветового совпадения отпечатков с оригинальным носителем изображения.

Проведен сравнительный анализ химической стойкости и демпфирующих характеристик двух типов широко распространенных в полиграфическом производстве резинотканевых полотен для офсетных печатных машин, отличающихся структурой и составом слоев. Рабочая поверхность полотна выполнена из резин на основе каучуков различного химического состава. Резинотканевые полотна подвергаются локальному разрушению периферийной части рабочей поверхности и негативному изменению механических свойств, т. к. находятся при эксплуатации в постоянном контакте с красками, лаками, органическими растворителями и водой. Проведено исследование релаксации напряжений в композиционном материале деформации сжатия и восстановления размеров полотна после сжатия по мере его набухания в жидкостях различной химической природы, смачивающей способности и термодинамического сродства к полимерам. Показано качественное отличие набухания листового резинотканевого композита в растворах органических веществ в свободном состоянии при фиксации толщины листа. Выявлено, что адгезионный слой, подверженный максимальному разбуханию и уплотнению вплоть до выдавливания в изомерном состоянии. Для защиты от проникающей жидкой среды предложен способ модифицирования композитов путем нанесения на пористую поверхность водной эмульсии акрилового полиэфира. Измерена абсорбция воды и органических жидкостей слоями полимеров различного химического состава и их проницаемость по механизмам активированной диффузии и капиллярного массопереноса. Выявлено, что защита торцевой поверхности офсетного резинотканевого полотна позволяет в разы снизить межфазную диффузию в волокна ткани.

Ключевые слова: офсетная печать, модификация поверхности, проникающая жидкая среда, деформация.

MODIFICATION OF RUBBER-FABRIC COMPOSITES FOR HIGH- PRECISION PRINTING

S. Y. YAMILINETS[†], A. P. KONDRATOV

Moscow Polytechnic University, Bolshaya Semyonovskaya St., 38, 107023, Moscow, Russia

[†]Автор, с которым следует вести переписку. E-mail: ymlnz@yandex.ru

The quality of protected printing products depends on the structure and properties of polymer composite coatings of printing machine cylinders. The details of offset printing machines are subjected to intense compression in contact with liquids with a frequency of about 10 Hz. Relaxation of the compression stress and the rate of recovery after deformation in the contact zone of elastic rubber fabrics (coatings) with a rigid shaped cylinder is the main process that determines the speed and quality of printing.

The aim of the work is to increase the stability of products made of rubber — fabric composite to the combined action of cyclic mechanical loads and penetrating liquids in the conditions of printing production to improve printed products in terms of color matching of prints with the original image carrier.

A comparative analysis of the chemical resistance and damping characteristics of two types of rubber fabrics widely used in the printing industry for offset printing machines, differing in the structure and composition of layers, is carried out. The working surface of the canvases is made of rubbers based on rubbers of various chemical compositions. Rubber fabrics are subject to local destruction of the peripheral part of the working surface and a negative change in mechanical properties, because they are in constant contact with paints, varnishes, organic solvents and water during operation. Stress relaxation in a composite material of compression deformation and restoration of the web size after compression as it swells in liquids of various chemical nature, wetting ability and thermodynamic affinity to polymers has been studied. The qualitative difference between the swelling of a sheet rubber composite in solutions of organic substances in the free state when fixing the thickness of the sheet is shown. It is revealed that the adhesive layer is subject to maximum swelling and compaction up to extrusion in an isomeric state. To protect against the penetrating liquid medium, a method for modifying composites by applying an acrylic polyester water emulsion to a porous surface is proposed. The absorption of water and organic liquids by layers of polymers of various chemical compositions and their permeability by the mechanisms of activated diffusion and capillary mass transfer were measured. It is revealed that the protection of the end surface of the offset rubber fabric allows to significantly reduce the interfacial diffusion into the fibers of the fabric.

Keywords: offset printing, surface modification, penetrating liquid medium, deformation.

Поступила в редакцию 12.09.2023

© С. Ю. Ямилинец, А. П. Кондратов, 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:

Ямилинец С. Ю., Кондратов А. П. Модифицирование резиноканевых композитов для высокоточной полиграфической печати // Полимерные материалы и технологии. 2023. Т. 9, № 4. С. 54–64. <http://doi.org/10.32864/polymmattech-2023-9-4-54-64>

Citation sample:

Yamilinets S. Yu., Kondratov A. P. Modifitsirovanie rezinotkaneyvykh kompozitov dlya vysokotochnoy poligraficheskoy pechati [Modification of rubber-fabric composites for high-precision printing]. *Polimernye materialy i tekhnologii* [Polymer Materials and Technologies], 2023, vol. 9, no. 4, pp. 54–64. <http://doi.org/10.32864/polymmattech-2023-9-4-54-64>

Литература

1. Ямилинец С. Ю., Губанова И. В., Козлова М. Д., Кондратов А. П. Капиллярный эффект слоев резиноканевого композита // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2023. Т. 85, № 1(95). С. 233–239.

2. Aliyev E. A., Agayeva T. B. Influence of the thickness of the offset and form packages for special pressure printing // European research: innovation in science, education and technology : XLVII international correspondence scientific and practical conference (London, United Kingdom, December 6–7, 2018). USA, 2018, pp. 20–24.
3. Назаров В. Г., Столярков В. П., Гагарин М. В. Моделирование процессов направленной диффузии жидкостей по сформированным на полимерных пленках поверхностным микроразмерным каналам // Высокомолекулярные соединения. Серия А. 2015. Т. 57, № 3. С. 274–283. doi: 10.7868/S2308112015030104
4. Ямилинец С. Ю., Дмитриев Л. Д., Кондратов А. П. Деформация и изменение прочностных свойств многослойных полотен в результате набухания в смесях органических растворителей разной липофильности // Механика композиционных материалов и конструкций. 2022. Т. 28, № 2. С. 255–273.
5. Карлова А. В. Современные возможности изготовления и технико-криминалистического исследования ценных бумаг // Политехнический молодежный журнал. 2018. № 8 (25). doi: 10.18698/2541-8009-2018-8-357
6. Teyssier J., Saenko S. V., van der Marel D., Milinkovitch M. C. Photonic crystals cause active colour change in chameleons // Nature Communications, 2015, vol. 6. doi: 10.1038/ncomms7368
7. Ямилинец С. Ю., Конохов В. Ю., Кондратов А. П. Физико-химическая стойкость многослойных полимерных композитов // Механика композиционных материалов и конструкций. 2022. Т. 28, № 4. С. 449–464.
8. Барковский Е. В. Сравнительный анализ состава печатной краски офсетной и флексографской печати // Принттехнологии и медиакоммуникации : материалы докладов 84-й научно-технической конференции, посвященной 90-летию юбилею БГТУ и Дню белорусской науки (с международным участием), Минск, 03–14 февраля 2020 года / отв. за издание И. В. Войтов. Минск : БГТУ, 2020. С. 46.
9. Халилов И. А., Алиев Э. А., Гусейнзаде Э. М. Качество листовой офсетной печати при увеличении скорости печатания // Актуальные вопросы современной науки. 2016. № 1 (9). С. 32–36.
10. Калдыгзов Е., Калдыгзов А. Е., Ибраев Ж. Ж., Абдикеримов Б. А., Тлеубаева Э. С. Нефтяные углеводородные растворители их состав, свойства и применение // Научные труды ЮКГУ им. М. Ауэзова. 2018. № 4 (48). С. 102–106.
11. Ульзутуева Т. В., Цыбикова А. Х., Цыбенкова Л. Г. Анализ линейной деформации картона при изменении его влажности // Наука и бизнес: пути развития. 2020. № 2 (104). С. 27–29.
12. Yeon-Su Lim, Jong Sik Kim, Jang Han Choi, Ju Min Kim, Tae Soup Shim. Solvatochromic discrimination of alcoholic solvents by structural colors of polydopamine nanoparticle thin films // Colloid and Interface Science Communications, 2022, vol. 48. doi: 10.1016/j.colcom.2022.100624
13. Huan Wang, Hui Zhang, Zhuoyue Chen, Yuanjin Zhao, ZhuxiaoGu, Luoran Shang. Polymer-based responsive structural color materials // Progress in Material Science, 2023, vol. 135. doi: 10.1016/j.pmatsci.2023.101091
14. Shixaliyev K. S., Abbasova N. V., Qulizad P. N., Rehimli E. H., Aqayev A. E. Determination of compatibility of polymer systems, SKEP, PU, КНКРЕ and chemical features of their mixtures // ISJ Theoretical & Applied Science, 2020, vol. 83, no. 3, pp. 307–318. doi: 10.15863/TAS.2020.03.83.57
15. Kondratov A., Konyukhov V., Yamilinets S., Marchenko E., Baigonakova G. Compression Relaxation of Multi-Structure Polymer Composites in Penetrating Liquid Medium // Polymers, 2022, vol. 14, is. 23. doi: 10.3390/polym14235177
16. Нахатакян Ф. Г. Об одном методе точного решения контактной задачи Герца для круговых цилиндров с параллельными осями // Вестник машиностроения. 2011. № 3. С. 3–6.
17. Kondratov A. P., Lozitskaya A. V., Samokhin V. N. Volinsky A. A. Mullins effect in polymer large deformation strain gauges // Journal of Polymer Research, 2023, vol. 30. doi: 10.1007/s10965-022-03372-0
18. Yamilinets S. Yu., Kondratov A. P. Improved chemical resistance during use of fiber-reinforced multi-layer composite sheets // Fibre Chemistry, 2023, vol. 54, no. 5, pp. 300–307. doi: 10.1007/s10692-023-10396-9
19. Ямилинец С. Ю., Лозицкая А. В., Кондратов А. П. Физико-химическая стойкость и амортизирующие свойства полимерных композитов с защитной оболочкой // Лакокрасочные материалы и их применение. 2023. № 3 (552). С. 50–55.

References

1. Yamilinets S. Yu., Gubanova I. V., Kozlova M. D., Kondratov A. P. Kapillyarnyy efekt sloev rezinotkanevogo kompozita [Capillary effect of rubber-fabric composite layers]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologiy* [Bulletin of Voronezh State University of Engineering Technologies], 2023, vol. 85, no. 1(95), pp. 233–239.
2. Aliyev E. A., Agayeva T. B. Influence of the thickness of the offset and form packages for special pressure printing. European research: innovation in science, education and technology : XLVII international correspondence scientific and practical conference (London, United Kingdom, December 6–7, 2018). USA, 2018, pp. 20–24.
3. Nazarov V. G., Stolyarov V. P., Gagarin M. V. Modelirovanie protsessov napravlennoy diffuzii zhidkostey po sformirovannym na polimernykh plenkakh poverkhnostnym mikrorazmernym kanalom [Modeling of the processes of directed diffusion of liquids through surface micro-dimensional channels formed on polymer films]. *Vysokomolekulyarnye soedineniya. Seriya A* [Polymer Science: Series A - Polymer Physics], 2015, vol. 57, no. 3, pp. 274–283. doi: 10.7868/S2308112015030104
4. Yamilinets S. Yu., Dmitriev L. D., Kondratov A. P. Deformatsiya i izmenenie prochnostnykh svoystv mnogoslonykh poloten v rezul'tate nabukhaniya v smesyakh organicheskikh rastvoriteley raznoy lipofil'nosti [Deformation and change of strength properties of multilayer canvases as a result of swelling in mixtures of organic solvents of different lipophilicity]. *Mekhanika kompozitsionnykh materialov i konstruktсий* [Mechanics of composite materials and structures], 2022, vol. 28, no. 2, pp. 255–273.
5. Karlova A. V. Sovremennye vozmozhnosti izgotovleniya i tekhniko-kriminalisticheskogo issledovaniya tsennykh bumag [Modern possibilities of manufacturing and technical and forensic research of securities]. *Politekhnikeskyy molodezhnyy zhurnal* [Polytechnic Youth Journal], 2018, no. 8(25). doi: 10.18698/2541-8009-2018-8-357
6. Teyssier J., Saenko S. V., van der Marel D., Milinkovitch M. C. Photonic crystals cause active colour change in chameleons. *Nature Communications*, 2015, vol. 6. doi: 10.1038/ncomms7368
7. Yamilinets S. Yu., Konyukhov V. Yu., Kondratov A. P. Fiziko-khimicheskaya stoykost' mnogoslonykh polimernykh kompozitov [Physical and chemical resistance of multilayer polymer composites]. *Mekhanika kompozitsionnykh materialov i konstruktсий* [Mechanics of composite materials and structures], 2022, vol. 28, no. 4, pp. 449–464.
8. Barkovskiy E. V. Sravnitel'nyy analiz sostava pechatnoy kraski ofsetnoy i fleksografskoy pechati [Comparative analysis of the composition of offset and flexographic printing ink]. *Materialy dokladov 84-y nauchno-tekhnicheskoy konferentsii «Printtekhologii i mediakommunikatsii»* [Materials of reports of the 84th Scientific and technical Conference “Printtechnologies and media communications”]. Minsk : BGTU Publ., 2020, pp. 46.
9. Khalilov I. A., Aliev E. A., Guseynzade E. M. Kachestvo listovoy ofsetnoy pechati pri uvelichenii skorosti pechataniya [The quality of sheet offset printing with increasing printing speed]. *Aktual'nye voprosy sovremennoy nauki* [Current issues of modern science], 2016, no. 1 (9), pp. 32–36.

10. Kaldygozov E., Kaldygozov A. E., Ibraev Zh. Zh., Abdikerimov B. A., Tleubaeva E. S. Neftnyanye uglevodorodnye rastvoriteli ikh sostav, svoystva i primeneniye [Petroleum hydrocarbon solvents, their composition, properties and application]. *Nauchnye trudy YuKGU im. M. Auezova* [Scientific works of M. Auezov SKSU], 2018, no. 4 (48), pp. 102–106.
 11. Ul'zutueva T. V., Tsybikova A. Kh., Tsybenova L. G. Analiz lineynoy deformatsii kartona pri izmenenii ego vlazhnosti [Analysis of linear deformation of cardboard when its humidity changes]. *Nauka i biznes: puti razvitiya* [Science and business: ways of development], 2020, no. 2 (104), pp. 27–29.
 12. Yeon-Su Lim, Jong Sik Kim, Jang Han Choi, Ju Min Kim, Tae Soup Shim. Solvatochromic discrimination of alcoholic solvents by structural colors of polydopamine nanoparticle thin films. *Colloid and Interface Science Communications*, 2022, vol. 48. doi: 10.1016/j.colcom.2022.100624
 13. Huan Wang, Hui Zhang, Zhuoyue Chen, Yuanjin Zhao, ZhuxiaoGu, Luoran Shang. Polymer-based responsive structural color materials. *Progress in Material Science*, 2023, vol. 135. doi: 10.1016/j.pmatsci.2023.101091
 14. Shixaliyev K. S., Abbasova N. V., Qulizad P. N., Rehimli E. H., Aqayev A. E. (2020). Determination of compatibility of polymer systems, SKEP, PU, KHKPE and chemical features of their mixtures. *ISJ Theoretical & Applied Science*, 2020, vol. 83, no. 3, pp. 307–318. doi: 10.15863/TAS.2020.03.83.57
 15. Kondratov A., Konyukhov V., Yamilinets S., Marchenko E., Baigonakova G. Compression Relaxation of Multi-Structure Polymer Composites in Penetrating Liquid Medium. *Polymers*, 2022, vol. 14, is. 23. doi: 10.3390/polym14235177
 16. Nakhatakyan F. G. Ob odnom metode tochnogo resheniya kontaktnoy zadachi Gertsya dlya krugovykh tsilindrov s parallelnymi osyami [On one method for the exact solution of the Hertz contact problem for circular cylinders with parallel axes]. *Vestnik mashinostroeniya* [Mechanical Engineering Bulletin], 2011, no. 3, pp. 3–6.
 17. Kondratov A. P., Lozitskaya A. V., Samokhin V. N. Volinsky A. A. Mullins effect in polymer large deformation strain gauges. *Journal of Polymer Research*, 2023, vol. 30. doi: 10.1007/s10965-022-03372-0
 18. Yamilinets S. Yu., Kondratov A. P. Improved chemical resistance during use of fiber-reinforced multi-layer composite sheets. *Fibre Chemistry*, 2023, vol. 54, no. 5, pp. 300–307. doi: 10.1007/s10692-023-10396-9
 19. Yamilinets S. Yu., Lozitskaya A. V., Kondratov A. P. Fiziko-khimicheskaya stoykost' i amortiziruyushchie svoystva polimernykh kompozitov s zashchitnoy obolochkoy [Physical and chemical resistance and shock-absorbing properties of polymer composites with a protective shell]. *Lakokrasochnye materialy i ikh primeneniye* [Paint and varnish materials and their application], 2023, no. 3 (552), pp. 50–55.
-