

DOI: <https://doi.org/10.54422/1994-439X.2023.2-54.116-119>

УДК 677.4; 661.174.

**канд. хим. наук Матвеев Ю.В., Шатилов Ю.С.*,
канд. техн. наук Лукьянов А.С.***, канд. хим. наук Игнатович Ж.В.,
д-р техн. наук, чл.-кор. Рогачев А.А., д-р хим. наук, акад. Агабеков В.Е.**

УЛУЧШЕНИЕ ОГНЕЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ ТКАНЕЙ НА ОСНОВЕ ПОЛИОКСАДИАЗОЛЬНЫХ ВОЛОКОН ПУТЕМ ОТДЕЛКИ ФОСФОРОРГАНИЧЕСКИМИ АНТИПИРЕНАМИ

Институт химии новых материалов НАН Беларуси, г. Минск

** Учреждение «Научно-исследовательский институт пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций» МЧС Республики Беларусь, г. Минск*

*** Государственное учреждение образования*

«Университет гражданской защиты

Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь», г. Минск

Исследованы различные методы улучшения адгезии поверхности полиоксадиазольных волокон. Проведена огнезащитная отделка образцов ткани «Арселон». Испытания обработанных образцов на устойчивость к воздействию открытого пламени показали, что время остаточного тления после 5 стирок составляет 0 с.

Ключевые слова: защитная одежда, фосфорорганические соединения, полиоксадиазольные волокна, антипирены, активация поверхности.

**Ph.D. in Chemistry Matveenko Y.V., Shatilov Y.S.*,
Ph.D. in Technology Lukyanov A.S.***, Ph.D. in Chemistry Ihnatovich Zh. V.,
Grand Ph.D. in Technology, Corresponding Member Rogachev A.A.,
Grand Ph.D. in Chemistry, Agabekov V.E.**

IMPROVING THE FIRE-RESISTANT PROPERTIES OF FABRICS BASED ON POLYOXADIAZOLE FIBERS BY FINISHING WITH ORGANOPHOSPHORUS FLAME RETARDANTS

*Institute of Chemistry of New Materials of the National Academy of Sciences
of Belarus, Minsk*

**The Establishment "Research Institute of Fire Safety and Emergencies"
of the Ministry for Emergency Situations of the Republic of Belarus, Minsk*

***The State Educational Institution "University of Civil Protection of the Ministry
of Emergency Situations of the Republic of Belarus", Minsk*

Various methods for improving the surface adhesion of polyoxadiazole fibers are studied. Fire-resistamat finishing of Arcelon fabric samples is carried out. Tests of treated samples for resistance to open flame show that the residual smoldering time after 5 washes is 0 s.

Keywords: protective clothing, organophosphorus compounds, polyoxadiazole fibers, flame retardants, surface activation.

Ткани из волокна «Арселон»® обладают уникальными свойствами: высокая износостойкость, кислородный индекс не менее 28, сохранение свойств после многократных стирок, устойчивость к истиранию, сопротивление раздиранию, высокие разрывные характеристики, возможность постоянного применения при температуре 300 °С, отсутствие плавления, уровень равновесной влажности как у тканей из хлопка либо вискозы (11-12 %) [1]. Использование ткани из волокна «Арселон» для изготовления защитной одежды ограничивается ввиду наличия остаточного тления – неактивной формы горения материалов, медленно распространяющейся по текстильному полотну после удаления источника открытого пламени.

Для предотвращения тления ткани из волокна «Арселон» путем активации процесса карбонизации полимеров и образования препятствующего доступу кислорода смолообразного остатка применяют преимущественно фосфорсодержащие соединения. Для текстильных материалов антипирены добавляют в материалы для отделки ткани или волокна. Наиболее безопасными являются фосфор- и фосфоразотсодержащие антипирены, поэтому они наиболее широко используются в производстве модифицированных полиэфирных, гидратцеллюлозных и некоторых других волокон. В настоящее время выпуск ряда антипиренов, содержащих фосфор и хлор в своем составе, прекращен ввиду их токсичности и экологической опасности.

Ряд эксплуатационных свойств фосфорорганических соединений улучшается при переходе к полимерным или олигомерным соединениям. Важным преимуществом полимерных соединений является их пластичность, необходимая для формирования устойчивых покрытий на поверхности ткани или волокна.

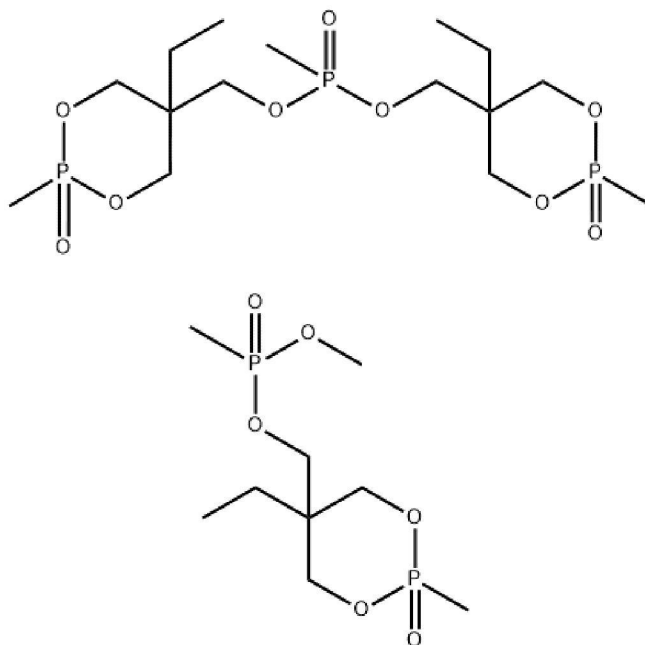


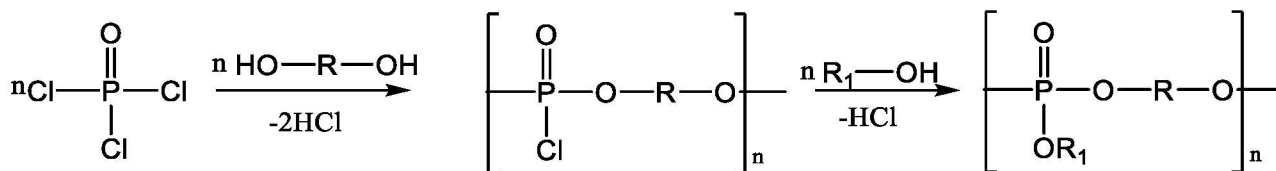
Рисунок. – Структурная формула Antiblaze CU-CT (фосфоновая кислота)

Среди современных антипиренов значительное количество (Antiblaze CU-CT; Rhodia AMGARD CT, Pekoflam THA; Clariant Aflammit PE и др.) представлено полимерными или олигомерными эфирами фосфорной или фосфоновых

кислот с высоким содержанием (до 24 %) фосфора. Циклические эфиры, например, Rekoflam PES, при нанесении способны или образовывать полимеры или ковалентно присоединяться к гидроксигруппам в составе обрабатываемого материала. Немаловажным преимуществом полимерных фосфатов является их пониженная относительно мономерных соединений токсичность для человека и окружающей среды [2].

Коммерчески доступные фосфорсодержащие антипирены неэффективны для поверхностной обработки полиоксиадиазольных волокон, не имеющих в своем составе полярных групп, полученное покрытие неустойчиво к мокрым обработкам (стиркам).

Для огнезащитной отделки тканей на основе полиоксиадиазольных волокон получали полимерные и олигомерные фосфаты взаимодействием хлороксида фосфора с диолами, затем с одноатомными спиртами для формирования линейных полимеров [3].



Полученные соединения наносили на поверхность тканей растворными и безрастворными методами. Обработанные ткани показали отсутствие остаточного тления, но после мокрых обработок огнезащитный эффект ослабевал (после 5 стирок время остаточного тления обработанных образцов составляло 21–38 с). С целью закрепления полученных олигомерных эфиров на волокне изучали способы как улучшения адгезии антипирена, так и его фиксации на поверхности.

Для улучшения адгезии поверхность ткани активировали химическими и физическими методами. Наибольшая устойчивость покрытия наблюдалась при активации поверхности ткани барьерным разрядом. Одним из наиболее перспективных и современных методов модификации поверхности полимеров является воздействие низкотемпературной плазмы, которое позволяет изменить свойства поверхностей этих материалов в широких пределах и значительно расширить области их использования. Воздействие плазмы на поверхность полимера позволяет изменять в основном его контактные свойства (смачивание, адгезию к тонким слоям металла, наносимого как с помощью вакуумного распыления, так и другими методами, способность к склеиванию, адгезию используемых при печати красителей и т.п.) [4]. Как правило, улучшение адгезионных свойств полимеров под воздействием плазмы связано не только с очисткой поверхности от различного рода загрязнений, но и с образованием гидрофильных групп различной химической природы, обеспечивающих высокие адгезионные свойства модифицированных поверхностей [5].

Для фиксации антипирена поверхность ткани обрабатывали основным ацетатом алюминия, мочевино- и меламинформальдегидными смолами, галогенсодержащими полимерами. При обработке результатов было определено, что

устойчивое к мокрым обработкам покрытие формируется посредством комплексной трехступенчатой обработки:

- активация поверхности в плазме барьерного разряда;
- нанесения антипирена (олигомерные эфиры фосфорной кислоты);
- нанесения фиксирующего состава на основе фторкаучуков.

Проведена огнезащитная отделка образцов ткани «Арселон», в результате которой получен «Арселон ФФ». Полученный материал испытан в лаборатории центра испытаний учреждения «Научно-исследовательский институт пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций» Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь.

Испытания обработанных образцов согласно СТБ 1971-2009 после пяти циклов стирки по ГОСТ 30157.1-95 на устойчивость к воздействию открытого пламени (время остаточного горения, с/время остаточного тления, с) показали, что время остаточного тления составляет 0 с. Свечение кромки материала также не зафиксировано (протокол испытаний от 04.09.2023 № 04-52/885).

ЛИТЕРАТУРА

1. Перепелкин, К.Е. Химические волокна: развитие производства, методы получения, свойства, перспективы / К.Е. Перепелкин. – Санкт-Петербург, 2008.
2. Environmental and health screening profiles of phosphorous flame retardants The Danish Environmental Protection Agency / C.Lassen, M. Warming, A. Brinch, J. Z. Burkal, J. Kjølholt, S. H. Mikkelsen. – 2016.
3. Kosolapoff, G.M. Organophosphorus compounds / G.M. Kosolapoff. – Wiley, 1950.
4. Кутепов, А.М. Вакуумно-плазменное и плазменно-растворное модифицирование полимерных материалов / А.М. Кутепов, А.Г. Захаров, А.И. Максимов. – М.: Наука, 2004. – 496 с.
5. Wrobel, A. Effect of Plasma Treatment on Structure and Properties of Polymer Fabric / A. Wrobel, M. Kryszewski, W. Rakowski // Polymer. – 1978. – V. 19. – № 8. – P. 908–912.

REFERENCES

1. Perepelkin, K.E. Himicheskie volokna: razvitie proizvodstva, metody polucheniya, svojstva, perspektivy / K.E. Perepelkin. – Sankt-Peterburg, 2008.
2. Environmental and health screening profiles of phosphorous flame retardants The Danish Environmental Protection Agency / C.Lassen, M. Warming, A. Brinch, J. Z. Burkal, J. Kjølholt, S. H. Mikkelsen. – 2016.
3. Kosolapoff, G.M. Organophosphorus compounds / G.M. Kosolapoff. – Wiley, 1950.
4. Vakuumno-plazmennoe i plazmenno-rastvornoe modifitsirovanie polimernykh materialov / A.M. Kutepov, A.G. Zaharov, A.I. Maksimov. – M.: Nauka, 2004. – 496 s.
5. Wrobel, A. Effect of Plasma Treatment on Structure and Properties of Polymer Fabric / A. Wrobel, M. Kryszewski, W. Rakowski // Polymer. – 1978. – V. 19. – № 8. – P. 908–912.

