

УДК 677.027.5
DOI 10.47367/0021-3497_2023_6_129

ТЕКСТИЛЬ С МАСКИРУЮЩИМИ СВОЙСТВАМИ

TEXTILE WITH MASKING PROPERTIES

А.Р. ЗИМНУРОВ, Р.А. ГРИШИН, О.В. КОЗЛОВА, О.И. ОДИНЦОВА, А.В. ЧЕШКОВА

A.R. ZIMNUROV, R.A. GRISHIN, O.V. KOZLOVA, O.I. ODINTSOVA, A.V. CHESHKOVA

(Ивановский государственный химико-технологический университет)

(Ivanovo State University of Chemistry and Technology)

E-mail: ovk-56@mail.ru

Работа посвящена разработке технологии получения эффекта ИК-ремиссии на текстильном материале технического назначения. Показана возможность придания колористических свойств с дополнительным эффектом ночной маскировки для негорючих параарамидных тканей путем нанесения на поверхность тканей на атомарно-молекулярном уровне соединений металлов (диоксида титана, нитрида титана) с применением низкотемпературной плазмы.

В работе использованы современные спектроколориметрические методы исследования. Разработана технология нанесения функциональных покрытий методом плазменного напыления и поверхностной модификации текстильных материалов пигментно-полимерным составом. Исследованы спектральные характеристики полученных окрасок как в видимой, так и в ближней ИК-области спектра. Показано снижение ремиссии в ИК-области более чем на 25%, что позволяет получить текстильные материалы с комплексом уникальных свойств – огнезащитных и маскировочных.

The work is devoted to the development of technology for obtaining the effect of IR remission on a textile material for technical purposes. The possibility of imparting coloristic properties with an additional effect of night masking to non-combustible para-aramid fabrics by applying metal compounds (titanium dioxide, titanium nitride) to the surface of fabrics at the atomic-molecular level using low-temperature plasma is shown.

The work uses modern spectrophotometric research methods. A technology has been developed for applying functional coatings by plasma spraying and surface modification of textile materials with a pigment-polymer composition. The spectral characteristics of the obtained colors were studied both in the visible and in the near-IR spectral region. A decrease in remission in the IR region by more than 25% has been shown, which makes it possible to obtain textile materials with a complex of unique properties - fire retardant and camouflage.

Ключевые слова: низкотемпературная плазма, параарамидные ткани, ИК-ремиссия, маскировка, металлизированные покрытия.

Keywords: low-temperature plasma, para-aramid fabrics, IR- remission, camouflage properties, metalized coatings.

Введение

Особое требование по маскировке в инфракрасном свете позволяет отнести камуфлированные ткани к техническому текстилю с различной сферой использования – охота, рыбалка, спортивные игры. Проблема маскировки текстильных изделий в ближней инфракрасной области спектра, которая лежит в пределах от 700 до 1100 нм, продолжает оставаться актуальной. В этой области работают современные приборы ночного видения (кроме их третьего поколения, работающего в пределах до 2000 нм и более). Все объекты в этой области имеют определенный коэффициент отражения или процент ремиссии. Даже среди специалистов, которые занимаются разработкой и производством камуфляжа, нет четкого понимания взаимосвязи между спектральными характеристиками объекта в виде кривых на графике (или показателей отражения в %) и визуальным восприятием текстильного материала в приборе ночного видения. Полному отражению объекта соответствует значение, равное 100%, а полному поглощению – значение 0%. Инфракрасные характеристики всех природных и рукотворных объектов находятся в этих пределах [1...6]. При ремиссии приблизительно 100% тело в приборе ночного видения светится белым, при 0% – полностью черное. Силуэт человека, который одет в камуфляжный костюм с эффектом ИК-ремиссии, полностью сливается с окружающей средой и теряет очертания.

Ремиссия текстильного материала зависит в большой степени от красителей, которыми окрашена или напечатана ткань. На уровень ремиссии также влияют ИК-показатели тела и волокнистый состав ткани. Камуфляж, способный маскировать объекты в видимой и инфракрасной области, должен быть сбалансирован, т. е. инфракрасный камуфляж не должен отвлекать от камуфляжа видимого цвета.

Классический способ придания текстильному материалу эффекта ИК-ремиссии подробно рассмотрен Разуваевым А.В. [7]. Технология заключается в добавлении в каждый оттенок камуфляжного рисунка черного пигмента, за счет которого уровень отражения в ИК-области спектра снижается. Этот способ хорош и имеет место в случае создания ответственных материалов, у которых должны быть четко соблюдены и колористические требования, и уровень ремиссии в соответствии с требованиями силовых структур. Каждый цвет в создаваемом рисунке формируется индивидуально и требует подбора концентраций черного пигмента, а сам процесс становится трудоемким. До недавнего времени технология, пигментные композиции и красящие вещества являлись зарубежными [8...10], и только в последнее время появились сведения о разработке учеными ИГХТУ импортозамещающих технологий получения камуфлированных рисунков при использовании отечественных связующих и пигментов, в т. ч. с эффектами ИК-ремиссии [11].

Кроме того, авторами [11, 12] рассмотрен оригинальный подход к снижению уровня ремиссии в ИК-области спектра, который является менее затратным (не нужно подрабатывать концентрации к каждому цвету текстильного рисунка), более дешевым (не используются зарубежные препараты) и универсальным (возможность совмещения модифицирующей обработки с приданием дополнительных функциональных свойств: масло-, грязе- и водоотталкивающих, огнестойких и др.). Предложено вводить черный пигмент в полимерную композицию, которой путем поверхностного ракельного нанесения модифицируют колорированную ткань. Большим преимуществом технологии является возможность использования рисунков любого масштабного формата, полученных цифровой печатью. Назначение такой ткани может быть расширено до различных сфер использования – охота, рыбалка, спортивные игры по пейнтболу, страйкболу, лазертагу и пр.

Технология получения ИК-ремиссии на текстильных материалах заключается в следующем. Напечатанный под «камуфляж» текстильный материал подвергается дополнительно поверхностной модификации композицией, содержащей водную дисперсию акрилового полимера, акриловый загуститель и черный пигмент (вязкость композиции регулируется концентрацией загустителя в зависимости от используемого способа модификации). Композиция может быть нанесена на ткань как сетчатым шаблоном, так и ракельным способом. После сушки и фиксации при температуре 140-170 °С в течение 2-3 минут рисунок приобретает свойство ИК-ремиссии. Авторами исследованы спектральные характеристики полученных окрасок основными цветами системы CIE Lab и показаны возможности снижения ремиссии в ИК-области спектра [12...13].

Целью настоящей работы явилась оценка возможности получения эффекта ИК-ремиссии на параарамиде путем использования плазменного напыления различных металлов.

Объекты и методы исследования

Объектами исследований являлись негорючие параарамидные ткани, которые находят широкое применение в современной технике, транспорте, спорте, а также при создании высоконагруженных текстильных конструкций, высокопрочных композитов и изделий на их основе и являются особенно перспективными за счет хорошей прочности, сверхвысокой термической устойчивости [14...17]. Для достижения эффекта ИК-ремиссии на текстильном материале использован метод ионно-плазменного магнетронного распыления на атомарно-молекулярном уровне соединений металлов – диоксида титана и нитрида титана.

Результаты и обсуждения

Внешний вид параарамидной ткани с напылением соединений металлов – диоксида титана и нитрида титана (рис. 1), а также спектры отражения модифицированной плазмой ткани (рис. 2) свидетельствуют о том, что напыление соединений металлов на параарамидную ткань по-разному влияет на отражающие свойства материалов, особенно в ИК-области спектра.



Рис. 1

Анализ спектральных кривых показал, что покрытие из диоксида титана снижает ремиссию с 60 до 23%, из нитрида титана – с 60 до 28%.

Проведена сравнительная печать по модифицированной параарамидной ткани желтым и зеленым пигментом по трем технологиям: 1 – по классической технологии печати; 2 – по технологии с введе-

нием в краски пигмента черного; 3 – по технологии классической печати с последующей поверхностной модификацией окрасок пигментно-полимерной композицией.

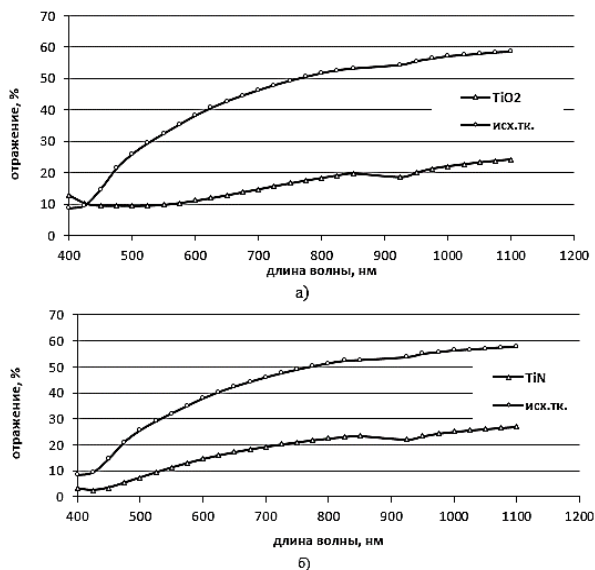


Рис. 2

На рис. 3 представлены спектральные кривые, снятые с помощью спектрофотометра Lambda с приставкой, позволяющей оценить отражение в рабочем диапазоне 250-900 нм, т. е. в зоне ИК-ремиссии.

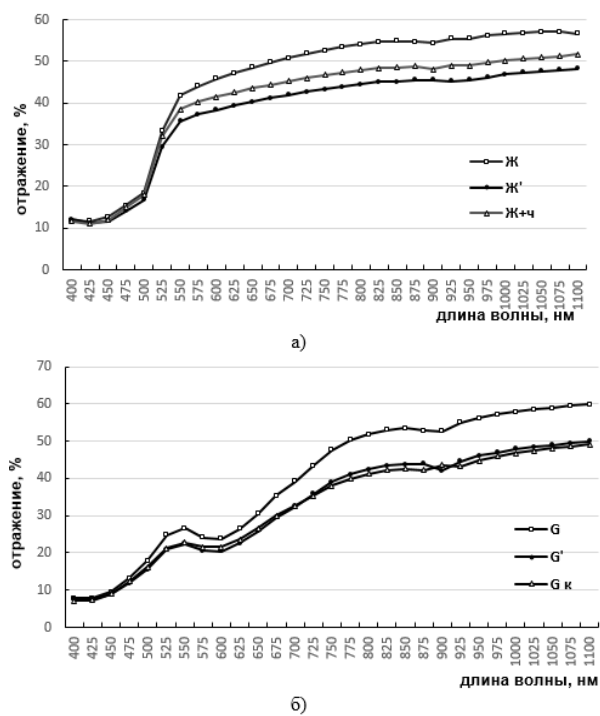


Рис. 3

При сравнении результатов печати пигментами можно отметить, что спектральные кривые практически совпадают по двум вариантам, где черный пигмент введен в краску (т. е. по классическому методу получения ИК-ремиссии), и по варианту с поверхностной модификацией пигментно-полимерной композицией, предложенной авторами [13]. В диапазоне спектра от 750 до 1100 нм коэффициент отражения снижается до 23-25%.

Положительные результаты, полученные в работе, найдут место при создании цветных изображений на модифицированных параарамидных и смесовых тканях, в том числе с рисунками под «камуфляж», обладающих маскировочными свойствами, проявляющимися как в дневное время суток, так и в ночное и позволяющими тканям оставаться невидимыми при использовании приборов ночного видения.

ВЫВОДЫ

1. Разработана технология придания текстильным материалам колористических свойств с дополнительным эффектом ночной маскировки путем напыления соединений металлов (диоксида титана, нитрида титана) при использовании низкотемпературной плазмы. Эта технология вызывает интерес при создании текстильных маскировочных огнезащитных покрывных материалов с гладкокрашеным зелено-коричневым (хаки) колоритом.

2. Исследованы спектральные характеристики полученных окрасок в ближней ИК-области спектра. Показано снижение ремиссии в ИК-области более чем на 30% при модификации параарамидной ткани соединениями металлов, что позволяет получать текстильные материалы с комплексом уникальных свойств – огнезащитных и маскировочных.

ЛИТЕРАТУРА

- Петрова О.В., Шебан Г.В., Трехденева М.И. Текстильные изделия специального назначения: особенности производства // Текстиль бытовой, технический, специальный. 2003. №. 2(4). С. 25...27.

2. Стэнфорд Э. Приборы ночного наблюдения // Тактика и техника = Fight at Night. Tools, Techniques, Tactics and Training for Combat in Low Light and Darkness. М.: Издательско-торговый дом «Гранд», 2003. С. 33.

3. <https://voentorg.moskva/articles/kak-pravilno-vybrat-binokl-dlya-okhoty/> (дата обращения 20.07.2023)

4. Голицын А.А. Преимущества и недостатки цифровых прицелов для стрелкового оружия (рус.) // Спецтехника и связь. 2012. № 5-6. С. 14...18.

5. Ponomarenko V.P., Filachev A.M. First Generation of Night-Vision Devices and Thermal Imaging Systems // Infrared Techniques and Electro-optics in Russia: A History 1946-2006. SPIE Press, 2007. P. 134...135. (Technology & Engineering).

6. Ponomarenko V.P., Filachev A.M. Second-Generation Electro-Optical Devices // Infrared Techniques and Electro-optics in Russia: A History 1946-2006. SPIE Press, 2007. P. 136. (Technology & Engineering).

7. Razouvaev A. Russia. CIS. Baltics. Textile Industry. Sulphur Dyes. Sulphur Dyes Bulletin Marketing No.5, Clariant Products SA., 1998, 109-113.

8. Fortuniak K, Redlich G, Obersztyn E, Olejnik M, Bartczak A, Król I. Assessment and Verification of the Functionality of New, Multi-Component, Camouflage Materials / FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe 2013; 21, 5(101): 73-79.

9. <https://forum.splav.ru/index.php?/topic/742-инфракрасная-ремиссия/> дата обращения 23.03.2022.

10. Оценка и проверка работоспособности камуфляжных рисунков. – <https://studylib.net/doc/10973025/assessment-and-verification-of-the-functionality-of-new> (дата обращения 20.02.2022).

11. Зимнуров А.Р., Козлова О.В., Одинцова О.И. Современное состояние и перспективы развития технологии получения текстиля с ИК-ремиссией // Известия вузов. Технология легкой промышленности. 2020. Т. 50, № 4. С. 40...44.

12. Санжеева Е.Б., Одинцова О.И., Козлова О.В. Современные достижения в области применения водных дисперсий акриловых полимеров в производстве текстиля // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2022. № 1 (397). С. 197...200.

13. Гришин Р.А., Зимнуров А.Р., Санжеева Е.Б., Козлова О.В., Одинцова О.И. Полимерное покрытие для придания текстильным рисункам эффекта ИК-ремиссии // Российский химический журнал. 2022. Т. LXVI, № 2. С. 28...32.

14. Манюков Е.А., Садова С.Ф., Баева Н.Н., Платонов В.А. Исследование процесса крашения термостойкого параарамидного волокна // Хим. волокна. 2005. №1. С. 50...53.

15. Дянкова Т.Ю., Киселев А.М. Влияние реологических свойств печатных составов на качество колористической отделки тканей из термостойких волокон // Дизайн. Материалы. Технология. 2008. № 4(7). С. 39...43.

16. Fiodorova N., Novic M., Diankova T.Yu. Optimization of pigment dyeing process of high performance fibers using feed-forward bottleneck (FFBN) neural networks mapping technique // Analytica Chimica Acta. 705 (2011). P. 148...154.

17. Дянкова Т.Ю. Интенсификаторы для непрерывных способов крашения тканей из параарамидных гетероциклических волокон // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2007. № 4. С. 43...46.

REFERENCES

1. Petrova O.V., Sheban G.V., Trekhdenova M.I. Textile products for special purposes production features // Textile household, technical, special. 2003. No. 2(4). P. 25...27.

2. Stanford E. Fight at Night. Tools, Techniques, Tactics and Training for Combat in Low Light and Darkness. М.: Publishing and trading house GRAND, 2003. P. 33.

3. <https://voentorg.moscow/articles/kak-pravilno-vybrat-binokl-dlya-okhoty/> (accessed 20.07.2023)

4. Golitsyn A. A. Advantages and disadvantages of digital sights for small arms (Russian) // Special equipment and communications: magazine. 2012. No. 5-6. P. 14...18.

5. Ponomarenko V. P., Filachev A. M. First Generation of Night-Vision Devices and Thermal Imaging Systems // Infrared Techniques and Electro-optics in Russia: A History 1946-2006. SPIE Press, 2007. P. 134...135. (Technology & Engineering).

6. Ponomarenko V. P., Filachev A. M. Second-Generation Electro-Optical Devices // Infrared Techniques and Electro-optics in Russia: A History 1946-2006. SPIE Press, 2007. P. 136. (Technology & Engineering).

7. Razouvaev A. Russia. CIS. Baltics. textile industry. Sulfur Dyes. Sulfur Dyes Bulletin Marketing No. 5, Clariant Products SA., 1998, 109-113.

8. Fortuniak K, Redlich G, Obersztyn E, Olejnik M, Bartczak A, Król I. Assessment and Verification of the Functionality of New, Multi Component, Camouflage Materials / FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe 2013; 21, 5(101): 73-79.

9. <https://forum.splav.ru/index.php?/topic/742-infrared-remission/> access date 03.23.2022.

10. Evaluation and performance testing of camouflage patterns. – <https://studylib.net/doc/10973025/assessment-and-verification-of-the-functionality-of-new>. Access date 02/20/2022.

11. Zimnurov A.R., Kozlova O.V., Odintsova O.I. The current state and prospects for the development of technology for obtaining textiles with IR-remission // Izvestia of higher educational institutions. Light industry technology. 2020. V. 50. No. 4. S. 40...44.

12. Sanzheeva E.B., Odintsova O.I., Kozlova O.V. Modern achievements in the field of application of aqueous dispersions of acrylic polymers in the production of textiles // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh

Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. 2022. No. 1 (397). P.197...200.

13. *Grishin R.A., Zimmurov A.R., Sanzheeva E.B., Kozlova O.V., Odintsova O.I.* Polymer coating for giving textile patterns the effect of IR remission // Russian Chemical Journal. 2022. Vol. LXVI, no. 2. P. 28...32.

14. *Manyukov E.A., Sadova S.F., Baeva N.N., Platonov V.A.* Investigation of the dyeing process of heat-resistant parametramid fiber // Chem. fibers. 2005. No. 1. S. 50...53.

15. *Dyankova T.Yu., Kiselev A.M.* Influence of the rheological properties of printing compositions on the quality of color finishing of fabrics made of heat-resistant fibers // Designs. Materials. Technology. 2008. No. 4(7). P. 39...43.

16. *Fiodorova N., Novic M., Diankova T.Yu.* Optimization of pigment dyeing process of high performance fibers using feed-forward bottleneck (FFBN) neural networks mapping technique // Analytica Chimica Acta. 705 (2011). P. 148...154.

17. *Dyankova T.Yu.* Intensifiers for continuous methods of dyeing fabrics from para-aramid heterocyclic fibers // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. 2007. No. 4. P. 43...46.

Рекомендована кафедрой химической технологии волокнистых материалов Ивановского государственного химико-технологического университета. Поступила 22.08.23.
