

**ВЛИЯНИЕ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПЛАЗМЫ
НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОКРАШИВАНИЯ И ПРОЧНОСТНЫЕ
ХАРАКТЕРИСТИКИ РУЛОННЫХ СТЕНОВЫХ МАТЕРИАЛОВ
НА ФЛИЗЕЛИНОВОЙ ОСНОВЕ***

**THE INFLUENCE OF THE LOW-TEMPERATURE GLOW
DISCHARGE PLASMA TREATMENT ON THE COLORING EFFICIENCY
AND STRENGTH FEATURES OF THE VLIESELINE-BASED WALLPAPER**

С.В. ФЕДОСОВ, М.В. АКУЛОВА, М.В. ТАНИЧЕВ, О.В. КОЗЛОВА
S.V. FEDOSOV, M.V. AKULOVA, M.V. TANICHEV, O.V. KOZLOVA

(Ивановский государственный политехнический университет,
Ивановский государственный химико-технологический университет)
(Ivanovo State Polytechnic University, Ivanovo State University of Chemistry & Technology)
E-mail: fedosov-academic53@mail.ru, m_akulova@mail.ru, maxt_ivanovo@mail.ru, ovk-56@mail.ru

В статье показано, что обработка флизелина в низкотемпературной плазме тлеющего разряда приводит к увеличению интенсивности окрашивания материала и повышению устойчивости окраски к сухому трению. Наблюдаемая в результате плазмохимического воздействия потеря прочности флизелина сравнительно невелика и не приводит к заметному ухудшению его объемных свойств. Сделан вывод о целесообразности использования низкотемпературной плазмы для улучшения эксплуатационных характеристик рулонных стеновых материалов на основе из нетканого материала (флизелина).

The article shows that the treatment of vlieseline in the low-temperature plasma glow discharge leads to an increase in the intensity of staining material and improve color fastness to dry friction. Observed as a result of exposure to the plasma chemical loss of strength vlieseline is relatively small and does not lead to a significant deterioration of its bulk properties. It was concluded that the feasibility of using low-temperature plasma to improve the performance of roll of wall materials on the basis of non-woven fabric (vlieseline).

Ключевые слова: тлеющий разряд, низкотемпературная плазма, обработка, флизелин, улучшение эксплуатационных свойств, интенсивность окрашивания, прочность при разрыве.

Keywords: glow discharge, low-temperature plasma, vlieseline, modification, intensity of staining, strength at rupture.

Одним из перспективных способов придания необходимых свойств материалам является модифицирование поверхности самих материалов. Достаточно подробно изучены механизмы воздействия низкотемпературной плазмы тлеющего разряда на различные материалы (ткани,

полимерные пленки, органические и неорганические волокна для фибробетонов и др.) и получаемые при этом эффекты; разработаны либо уже внедрены способы промышленного применения плазменного модифицирования в некоторых отраслях промышленности: текстильной, химиче-

* Работа выполнена при поддержке научного проекта в рамках реализации проектной части государственного задания в сфере научной деятельности (контракт № 11.1798.2014/К).

ской, производстве строительных материалов [1, 2]. Проведенные авторами исследования показывают, что гидрофильные свойства рулонных стеновых материалов на флизелиновой основе существенно улучшаются в результате воздействия тлеющего разряда; найдено также, что вследствие обработки флизелина в низкотемпературной плазме происходит увеличение его адгезии с различными клеевыми составами к бетонным и деревянным поверхностям [3]. Полученные результаты представляют значительный интерес в связи с тем, что в современном обойном производстве наиболее часто используется флизелиновая основа. Флизелин представляет собой нетканый материал, состоящий из химически модифицированных и сшитых целлюлозных волокон $(C_6H_{10}O_5)_n$, а иногда текстильных волокон с полимерным связующим. Данный материал является экологически чистым и отличается рядом замечательных свойств: легкий, достаточно прочный, хорошо пропускает воздух, но не растягивается и не дает усадки при намокании и последующем высыхании после оклейки обоев. Флизелин может быть использован не только при производстве многослойных обоев в качестве их основы, но и как самостоятельный рулонный стеновой материал под последующую покраску [4].

В данной работе изучалось влияние плазменной обработки на эффективность окрашивания рулонного стенового материала. Испытанию подвергались образцы ремонтного флизелина (артикул 02065, плотность 65 г/м^2) размером $100 \times 205 \text{ мм}$, обработанные в низкотемпературной плазме тлеющего разряда (время обработки – 90 с, ток разряда – 100 мА, давление плазмообразующего газа – 100 Па (воздух)). Данный режим обработки выбран как оптимальный в соответствии с данными исследований [3], [5]. Сравнение проводилось с необработанными образцами. Размеры образцов выбраны согласно п. 7.3.1.2 ГОСТ 6810-2002 [6].

Для приготовления красильной композиции в качестве основы использована белая матовая латексная краска "Эксперт"

(ЗАО "Декарт", г. Химки Московской области), рекомендованная для окрашивания бетонных, зашпатлеванных и оклеенных обоями потолков и стен, изготовленная согласно ТУ 2316-086-51218143-2011, а в качестве колеров – пигменты: Imperon Blue P-B и Imperon Red P-B (фирмы DyStar Textilfarben). Концентрация пигмента составляла 20 г/кг. Краска равномерно наносилась на поверхность флизелина с помощью сетчатого шаблона с размером меш 100 (0,147...0,152 мм). Испытания окрашенных образцов проводились после их высыхания в условиях, соответствующих требованиям [6].

Интенсивность окрашивания флизелина оценивалась спектрофотометрически по коэффициенту отражения и цветовым характеристикам – насыщенности (S), светлоте (L), цветовому тону (H). Качество полученных окрасок оценивали по изменению цветовых характеристик после воздействия истирающей нагрузки [7]. Суть способа заключалась в получении отсканированного изображения в палитре цветов RGB образцов исследуемых материалов и определении разницы между характеристиками цвета окрашенных образцов. Указанный способ удобен для оценки качества окрасок материалов при их испытаниях на устойчивость к физико-химическим воздействиям, поскольку сложная фактура объекта не является препятствием определения колорита стенового материала. Кроме того, высока достоверность и объективность результатов испытаний, производительность и информативность. Способ компьютерного определения изменения окраски разработан для оценки качества готовых текстильных материалов при их испытаниях на устойчивость окраски к физико-химическим воздействиям и описан в патентах [8], [9].

Проведены испытания по оценке устойчивости получаемых окрасок к истирающему воздействию (сухое трение), для чего использовался аппарат ИКБ-4, обеспечивающий возвратно-поступательное движение столика со скоростью $(0,10 \pm 0,01) \text{ м/с}$; площадь истирающего элемента $(1450,0 \pm 0,5) \text{ мм}^2$ при длине его

рабочего хода (100±2) мм [6]. В каждой серии опытов испытанию подвергались пять образцов, шестой выступал в качестве контрольного. Поскольку исследуемый в данной части работы ремонтный флизелин относится к обоям марки С (устойчивые к сухому трению), в соответствии с требованиями [6] на стержень истирающей головки был помещен груз массой 100 г, создающий давление $0,7 \cdot 10^3$ Па. Образцы подвергались сухому истиранию пенополиуретаном в отсутствие испытательной среды. Испытание проводили до достижения на счетчике аппарата показания, равного числу ходов, соответствующего норме указанного стандарта для данной марки обоев (для обоев марки С – 20 ходов).

Оценка устойчивости к истиранию проводилась визуальным сравнением испытанных образцов с контрольным, не подвергавшимся испытаниям. При этом осмотр образцов осуществлялся на расстоянии не более 1 м от глаз наблюдателя в соответствии с требованиями стандарта [6]. Испытания показали, что окрашенные

образцы ремонтного флизелина – исходные и модифицированные плазмохимической обработкой – выдержали испытание (20 циклов). Установлено, что обработка низкотемпературной плазмой тлеющего разряда позволяет повысить устойчивость окраски к истирающим воздействиям до 30 циклов.

Для описания цвета использованы показатели RGB, характеризующие содержание красного, зеленого и голубого цветов в конкретном цветовом тоне [10]. При этом использовали цифровые фотоизображения окрашенных образцов при одинаковом освещении. С помощью редактора Photoshop CS определены показатели цвета RGB. По полученным данным вычислены координаты цвета X, Y, Z, после чего рассчитаны координаты цвета в системе CIE Lab: светлота (L) окраски, насыщенность цвета (S) и цветовой тон (H) [9]. Результаты испытаний представлены в табл. 1 (цветовые характеристики окрасок обоевого флизелина).

Таблица 1

Характер воздействия на образцы		Координаты цвета образцов		
Обработка в плазме	сухое трение	светлота (L)	насыщенность (S)	цветовой тон (H)
пигмент красный				
Необработанный	исходный	110,22	63,81	2,13
	после трения	110,04	62,09	2,09
Обработанный в плазме	исходный	108,08	67,06	1,71
	после трения	109,64	66,79	2,04
пигмент синий				
Необработанный	исходный	107,16	34,11	-70,72
	после трения	112,58	27,57	-77,49
Обработанный в плазме	исходный	104,24	37,81	-72,10
	после трения	109,58	31,50	-78,48

При анализе данных табл. 1 получены результаты, объясняющие положительное воздействие плазменной обработки на формирование более прочного и интенсивного колористического покрытия на модифицированной поверхности. Из приведенных данных видно, что интенсивность окрашивания обработанных в плазме образцов (по показателю насыщенности S) на 11...14% выше, чем необработанных. Данная закономерность сохраняется как для исходных образцов (интенсивность их окрашивания, выражаемая насыщенно-

стью S, после обработки в плазме примерно на 11% выше, чем необработанных), так и подвергнутых истирающему воздействию (обработка в тлеющем разряде приводит к росту интенсивности окрашивания на величину до 14%). При этом разность в последних показателях для необработанных в плазме образцов выше, чем для плазменно-модифицированных, что дополнительно подтверждает факт повышения устойчивости окраски к трению и благоприятного воздействия модифицирующей обработки. Наблюдаемое повышение

прочности окрасок связано с усиленной адгезией пигментного состава и улучшенным закреплением пигмента на материале, подвергнутом воздействию тлеющего разряда.

В работе исследовалось влияние низкотемпературной плазмы тлеющего разряда на прочностные характеристики ремонтного флизелина. Необходимость исследования прочностных свойств рулонного материала обусловлена тем, что во взаимодействии плазмы неполимеризующих газов с полимерами представляет собой процесс травления [2], в результате чего могут теряться полезные объемные свойства материала. Испытание проводилось в соответствии с методикой, описанной в [11]. Об-

разец материала размером 190×15 мм помещался в захватные приспособления разрывной машины РТ-250, после чего производилось его равномерное нагружение до разрыва, и фиксировалось разрушающее усилие (табл. 2 – изменение разрушающего усилия при разрыве в результате обработки ремонтного флизелина в тлеющем разряде). Режим плазменного воздействия на материал был выбран наиболее продолжительный и интенсивный из использовавшихся в исследованиях авторов [3], [5]: время обработки составило 120 с, ток разряда – 100 мА, давление плазмообразующего газа (воздуха) – 100 Па. Объектами для сравнения выступали необработанные образцы.

Т а б л и ц а 2

Характеристика образцов	Среднее разрушающее усилие, Н	Прочность при растяжении, Н/мм
Необработанные	42,0	2,8
Обработанные	34,3	2,3

Как следует из приведенных данных, подвергнутые обработке в тлеющем разряде образцы флизелина сохраняют 83% своей прочности при разрыве по сравнению с необработанными образцами. Такая потеря прочности не приведет к заметному ухудшению объемных свойств рулонных стеновых материалов. Следовательно, применение тлеющего разряда для модифицирования технологических и эксплуатационных характеристик этих материалов является оправданным.

Обобщая приведенные данные, можно заключить, что использование плазмохимической обработки рулонных стеновых материалов позволит улучшить их эксплуатационные свойства (в первую очередь, декоративные): за счет увеличения интенсивности окрашивания будет достигнуто снижение количества непрокрасов поверхности и ускорение нанесения красильной композиции; повышенная устойчивость окраски к истиранию обеспечит увеличение срока эксплуатации изделий. Указанные эффекты применимы для рулонных стеновых материалов, производимых как в виде готовых обоев с декоративной отделкой поверхности, так и в виде полуфабри-

катов под последующую окраску после монтажа на оклеиваемую поверхность.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Федосов С.В., Мельников Б.Н., Акулова М.В., Шарнина Л.В. Применение тлеющего разряда в строительной и текстильной промышленности. – Иваново, 2008.
2. Кутепов А.М., Захаров А.Г., Максимов А.И. Вакуумно-плазменное и плазменно-растворное модифицирование полимерных материалов. – М.: Наука, 2004.
3. Федосов С.В., Акулова М.В., Таничев М.В., Слащев Р.В., Шутов Д.А. Влияние тлеющего разряда постоянного тока на адгезионные и гидрофильные свойства ремонтного флизелина // Изв. вузов. Химия и химическая технология. – 2013, №9. С. 66...70.
4. <http://www.stroyka74.ru/instructions/oboi-vidyi-oboev/>.
5. Федосов С.В., Таничев М.В., Акулова М.В., Слащев Р.В., Шутов Д.А. Дисперсионный анализ изменения гидрофильных свойств флизелина в зависимости от параметров его обработки в тлеющем разряде // Вестник МГСУ. – 2012, №9. С. 172...178.
6. ГОСТ 6810–2002. Межгосударственный стандарт. Обои. Технические условия.
7. Чешкова А.В., Козлова О.В. Унификация технологии отделки тканей: экономичность и экологичность // Изв. вузов. Технология легкой промышленности. – 2013, № 2. С.37...42.

8. Патент № 2439560 Российская Федерация. Способ компьютерного определения изменения окраски текстильных полотен при оценке ее устойчивости к физико-химическим воздействиям / Барашкова Н.Н., Шаломин О.А., Гусев Б.Н., Матрохин А.Ю. – Оpubл. 10.01.2012, бюл. №1.

9. Патент № 2327120 Российская Федерация. Способ подбора цвета посредством анализа электронного изображения / Привалова Т.А., Романов А.В., Тихомирова Н.А., Романов В.Е., Гришина Е.Н., Телегин Ф.Ю. – Оpubл. 20.06.2008, бюл. №17.

10. Сокова Г. Г. Определение коэффициента цветности в ткани // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2006, №5 (293). С.33...34.

11. ГОСТ ИСО 1924–1-96. Бумага и картон. Определение прочности при растяжении. Часть 1. Метод нагружения с постоянной скоростью.

REFERENCES

1. Fedosov S.V., Mel'nikov B.N., Akulova M.V., Sharnina L.V. Primenenie tlejushhego razrjada v stroitel'noj i tekstil'noj promyshlennosti. – Ivanovo, 2008.

2. Kutepov A.M., Zaharov A.G., Maksimov A.I. Vakuumno-plazmennoe i plazmenno-rastvornoe modifirovanie polimernyh materialov. – M.: Nauka, 2004.

3. Fedosov S.V., Akulova M.V., Tanichev M.V., Slashhev R.V., Shutov D.A. Vlijanie tlejushhego razrjada postojannogo toka na adgezionnye i gidrofil'nye svojstva remontnogo flizelina // Izv. vuzov. Himija i himicheskaja tehnologija. – 2013, №9. S. 66...70.

4. <http://www.stroyka74.ru/instructions/oboi-vidyi-oboev/>.

5. Fedosov S.V., Tanichev M.V., Akulova M.V., Slashh'jov R.V., Shutov D.A. Dispersionnyj analiz izmenenija gidrofil'nyh svojstv flizelina v zavisimosti ot parametrov ego obrabotki v tlejushhem razrjade // Vestnik MGSU. –2012, №9. S. 172...178.

6. GOST 6810–2002. Mezhgosudarstvennyj standart. Oboi. Tehnicheskie uslovija.

7. Cheshkova A.V., Kozlova O.V. Unifikacija tehnologii otdelki tkaney: jekonomichnost' i jekologichnost' // Izv. vuzov. Tehnologija legkoj promyshlennosti. – 2013, № 2. S.37...42.

8. Patent № 2439560 Rossijskaja Federacija. Sposob komp'juternogo opredelenija izmenenija okraski tekstil'nyh poloten pri ocenke ee ustojchivosti k fiziko-himicheskim vozdeystvijam / Barashkova N.N., Shalomin O.A., Gusev B.N., Matrohin A.Ju. – Opubl. 10.01.2012, bjul. №1.

9. Patent № 2327120 Rossijskaja Federacija. Sposob podbora cveta posredstvom analiza jelektronno go izobrazhenija / Privalova T.A., Romanov A.V., Tihomirova N.A., Romanov V.E., Grishina E.N., Telegin F.Ju. – Opubl. 20.06.2008, bjul. №17.

10. Sokova G. G. Opredelenie kojefficienta cvetnosti v tkani // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2006, №5 (293). S.33...34.

11. GOST ISO 1924–1-96. Bumaga i karton. Opredelenie prochnosti pri rastjazhenii. Chast' 1. Metod nagruzhenija s postojanno j skorost'ju.

Рекомендована кафедрой строительного материаловедения, специальных технологий и технологических комплексов ИВГПУ. Поступила 09.07.15.