

**РАЗРАБОТКА МАЛОКОМПОНЕНТНОЙ  
ПИГМЕНТНО-ПОЛИМЕРНОЙ КОМПОЗИЦИИ  
ДЛЯ КРАШЕНИЯ ТКАНЕЙ РАЗЛИЧНОГО ВОЛОКНИСТОГО СОСТАВА**

**DEVELOPMENT OF LOW-COMPONENT  
PIGMENT-POLYMER COMPOSITION  
FOR DYEING FABRICS OF DIFFERENT FIBROUS COMPOSITION**

*Т.Н. ЗЕЛЕНКОВА, О.В. КОЗЛОВА, Е.В. МЕЛЕНЧУК, В.Е. РУМЯНЦЕВА*  
*T.N. ZELENKOVA, O.V. KOZLOVA, E.V. MELENCHUK, V.E. RUMYANTSEVA*

**(Ивановский государственный химико-технологический университет,  
Ивановский государственный политехнический университет)**  
**(Ivanovo State University of Chemistry and Technology,  
Ivanovo State Polytechnical University)**  
E-mail: zelenkovatn@mail.ru, ovk-56@mail.ru

*Для обеспечения комплекса свойств изделиям из текстильных материалов легкой промышленности необходимо иметь прочные и интенсивные окраски, которые можно получить экономически и технологически эффективным способом колорирования пигментами с использованием акриловых и уретановых полимеров. В статье проведен сравнительный анализ двух вариантов крашения тканей пигментами – классический и путем ракельного нанесения пигментно-полимерной композиции, который показал значительные преимущества второго варианта крашения в сравнении с первым. На основе изучения влияния различных полимеров на интенсивность и устойчивость окрасок выбран наиболее эффективный способ.*

*To provide a complex of properties to products made of textile materials of light industry, it is necessary to obtain strong and intensive colors, which can be obtained economically and technologically effective way of coloring with pigments using acrylic and urethane polymers. In the article, a comparative analysis of two variants of dyeing of tissues by pigments was carried out - classical and with the pigment-polymer composition by lamination, which showed significant advantages of the second variant of dyeing in comparison with the first one. Based on the study of the effect of various polymers on the intensity and stability of stains, the most effective method was chosen.*

**Ключевые слова:** пигментно-полимерные композиции, крашение пигментами, ракельный способ нанесения, текстильный материал.

**Keywords: pigment-polymer compositions, pigmentation, painting of textile materials with pigments by lamination, textile material.**

Пигментное колорирование дает возможность равномерного окрашивания текстильных материалов из смесей натуральных и химических волокон [1]. Преимуществом пигментного крашения являются сравнительная простота и сокращение технологического процесса в результате исключения операции промывки окрашенных тканей, снижение затрат на водопотребление, возможность получения окрасок с высокими показателями по светопрочности.

Последние достижения полимерной химии ведущих фирм мира (СНТ R. BEITLICH GmbH (Германия), Basf (Германия), Clariant Consulting (Швейцария) и др.) позволяют с помощью пигментов получить прочное, равномерное и интенсивное окрашивание текстильных материалов с мягким грифом. Кроме того, пигменты – это единственный класс красителей, который хорошо сочетается с пленкообразующими и сшивающими полимерами различной природы. Такое крашение можно совмещать с заключительной отделкой, придавая тканям свойства несминаемости или водупорности за счет использования полимера с соответствующими свойствами [2], [3].

Получение устойчивой к химическим и физико-механическим воздействиям ровной окраски с заданными колористическими характеристиками (интенсивность окраски, цвет, оттенок) является основным требованием, предъявляемым к качеству окрашенного текстильного материала. Устойчивость окрасок при пигментном крашении зависит в различной степени от свойств самих пигментов и пигментной композиции [4].

В классическом способе крашения пигментами процесс сводится к пропитке тканей композициями, включающими пигмент и полимерное связующее, сушке и фиксации при температуре 140...170°C. Окраски в этом случае характеризуются высокой интенсивностью, но недостаточной прочностью к сухому и мокрому трению. В связи с этим некоторые авторы предлагают дополнительно проводить поверхностную обра-

ботку полимерами [5] или совмещать ее с заключительной отделкой полимерами [6]. В первом случае при ракельном поверхностном нанесении полимера на окрашенную пигментами ткань и после фиксации горячим воздухом отмечается повышение интенсивности окрасок, однако ухудшается гриф текстильного материала и удорожается технология.

В связи со сказанным, а также основываясь на большом опыте предприятия Cavitec, специализирующегося на разработке оборудования для ламинирования поверхностей различными полимерами [7], [8], нами предложен одностадийный вариант колорирования текстильных материалов пигментами. В отличие от классического способа крашения с использованием пропитки и отжима, в предложенном варианте колорирование происходит методом ракельного нанесения пигментно-полимерной композиции с последующей сушкой и термофиксацией при температуре 130...140°C в течение 4 мин.

При воспроизведении данного метода были использованы полимеры, хорошо зарекомендовавшие себя в качестве пленкообразующих полимеров – связующих для пигментной печати [9], [10]. Это метакриловые сополимеры (Ларус-33, Рузин-14-и) и полиуретаны (Акваполы А-10, А-11, А-21).

Целью настоящего исследования явился сравнительный анализ результатов крашения, полученных по предлагаемому способу колорирования, с результатами классического крашения пигментами. На рис. 1 и 2 представлены спектры поглощения хлопкалавсановой ткани, окрашенной пигментом синим по классическому способу крашения (вариант 1) и предлагаемому одностадийному способу (вариант 2).

Рис. 1 – интенсивность окрасок при крашении импероном синим и последующим нанесением полимера на поверхность ткани, где: 1 – Ларус-33, 2 – Рузин-14-и, 3 – Аквапол-21, 4 – С-391; 5 – Аквапол-11, 6 – Аквапол-10; рис. 2 – спектральные кривые окрасок пигментом синим на хлопкалавса-

новой ткани при ракельном нанесении пигментно-полимерной композиции на основе:

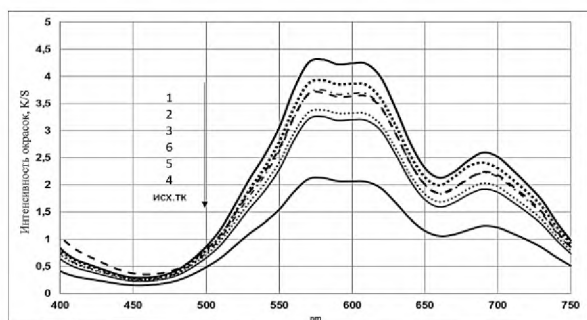


Рис. 1

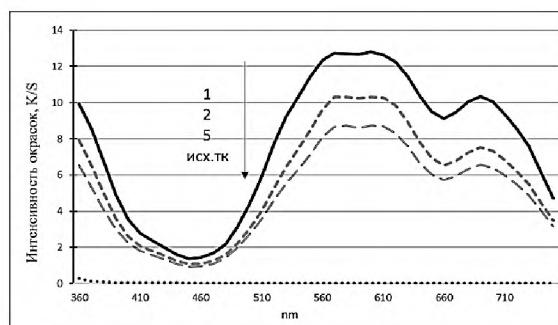


Рис. 2

Анализ спектров свидетельствует об аналогичном воздействии различных по природе полимеров на интенсивность окрасок, причем соблюдается закономерность повышения интенсивности окрасок при переходе от уретановых полимеров: Аквопола-10, 11 и 21 к акриловым – Ларусу-33 и Рузину-14-и.

Характер спектральных характеристик в сравниваемых вариантах остается аналогичным (характеристические длины волн неизменны). Однако существенная разница заключается в том, что абсолютные значения показателя интенсивности окраски (K/S) во втором случае достигают значительно больших величин. И если в первом случае интенсивность окраски составляет от 2,0 до 3,5 ед (для различных полимеров),

то во втором случае значения K/S увеличиваются до 6...12. Существенное отличие в оптических свойствах связано и с различием в распределении пигмента на стадии приготовления краски, и с большим количеством наносимого пигмента, а также с разными механизмами фиксации пигмента в полимерном слое на текстильном субстрате.

В табл. 1 приведены цветовые характеристики образцов хлопкополиэфирной ткани, окрашенных по вариантам 1 и 2 импероном красным РВ. Данные свидетельствуют о преимуществе 2-го способа по показателям насыщенности окрасок хлопкополиэфирной ткани (большая степень приближенности к чистым спектральным цветам) и светлоты.

Таблица 1

Полимерные препараты	Цветовые характеристики					Координаты цвета		
	R	G	B	L	C	H	a	b
Крашение пигментами с различными связующими								
Ларус -33	248	65	47	86	70	28	89	46
Рузин-14-и	248	66	50	84	77	26	87	44
Аквопол-21	248	69	55	70	67	25	86	40
Аквопол-10	248	68	52	66	71	26	87	39
Ракельное нанесение на ткань пигментно-полимерной композиции								
Ларус -33	248	63	36	98	105	30	87	59
Рузин-14-и	248	67	40	95	101	29	85	55
Аквопол-21	248	66	35	90	106	31	88	60
Аквопол-10	248	65	38	88	103	32	86	57

Сравнение данных табл. 1 по долям цветов R, G и B показывает, что при ракельном нанесении пигментно-полимерной композиции чистота цвета возрастает (при одинаковом количестве красной составляющей (R=248) полученный цвет тем чище, чем

меньше количества G и B составляющих в цвете) [11], [12].

Кроме того, представляло интерес выяснить, насколько технологические преимущества полученных эффектов оправдываются экономическими показателями. Для этого

проведено сравнение расхода пигмента в обоих случаях. Проведен эксперимент, в результате которого определена такая концентрация пигмента, при которой по второму методу получают интенсивности окрасок, аналогичные полученным при известной концентрации пигмента в первом способе. Показано, что уровень интенсивности окраски, полученный при окрашивании пигментом по классическому варианту с концентрацией пигмента в краске 30 г/л, достигается во втором и варианте при концентрации пигмента в композиции 7,5 г/л. При этом соотношение пигмент-полимер в первом случае составляло 1:2, во втором 1:10, а интенсивность окрасок во втором варианте крашения повышалась в 3 раза.

Таким образом, разработанная красильная композиция, включающая пигмент и пленкообразующий полимер, при реализации ракельного способа ее нанесения позволяет, при достижении высоких колористических результатов, сократить технологические и экономические затраты на окрашивание текстильных материалов различного волокнистого состава. Кроме того, важным преимуществом ракельного нанесения красильной композиции является возможность значительного снижения (или исключения) использования воды в технологическом процессе колорирования, а следовательно, решения проблемы ресурсосбережения. Разработанная композиция для крашения пигментами текстильных материалов получила патентную защиту [13].

Изображения окрашенных по двум рассматриваемым вариантам тканей, получен-

ные с помощью микроскопа S-4800 Scanning Electron Microscope, (рис. 3 – микрофотографии хлопкополиэфирной ткани при различных способах крашения пигментами), свидетельствуют о различном механизме распределения пигментно-полимерного слоя: от тонкого и обволакивающего фактуру ткани при классическом крашении пигментами до сплошного застила полимером при крашении пигментно-полимерной композицией.

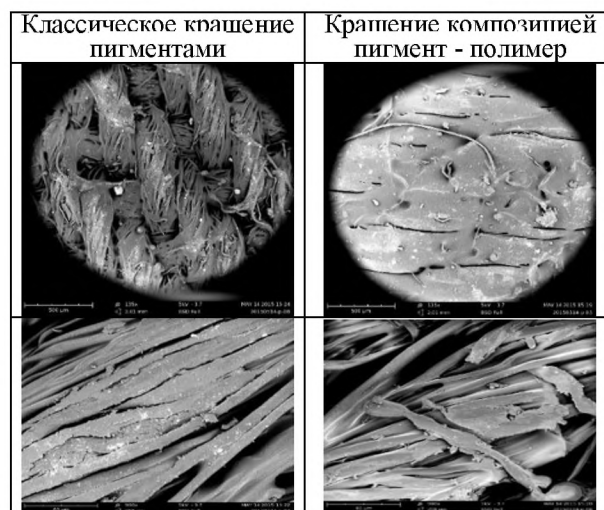


Рис. 3

Комплекс всех приведенных выше показателей, включая полученные методом СЭМ изображения окрашенных тканей, позволил получить представление о распределении пигмента и полимера в межволоконном пространстве текстильного материала в зависимости от варианта крашения (табл. 2).

Таблица 2

№	Наименование показателей	Варианты крашения	
		вариант I	вариант II
1	Разрывная нагрузка, (Н): - по основе - по утку	1193	1291
		607	681
2	Стойкость к истиранию, циклы	4280	5193
3	Воздухопроницаемость, дм <sup>3</sup> /м <sup>2</sup> ·с	120	45
4	Несминаемость, %, не менее	37	58
5	Изменение размеров после мокрой обработки при 40°С, %: - по основе - по утку	3,5	2,0
		1,8	0,5
		4/3/4	5/3/4
6	Устойчивость окрасок к сухому трению, балл	4/3/4	5/3/4
7	Волокнистый состав: хлопковое волокно – 70%, полиэфирное волокно – 30%		
8	Поверхностная плотность ткани – 255±10 г/м <sup>2</sup>		

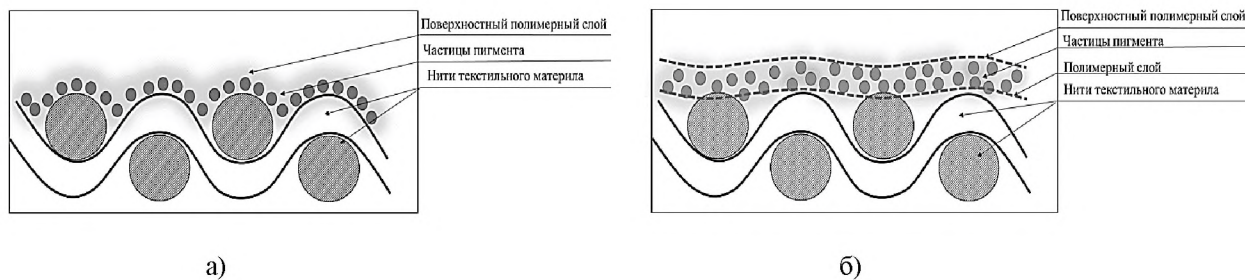


Рис. 4

На рис. 4 представлено распределение полимера и частиц пигмента при классическом способе крашения пигментами (а) и при крашении композицией на основе пигмента и полимера (б).

1-й вариант. Классическая технология крашения пигментами предполагает закрепление частиц пигмента на текстильном материале при образовании тонкой полимерной пленки (рис. 4-а). Поскольку дисперсии используемых полимеров имеют размерность 0,5...0,03 мкм, а частицы пигмента 2...3 мкм, то частицы полимера легко проникают вглубь волокна, заполняя его, тогда как более крупные частицы пигмента в основном остаются на поверхности, что приводит к неравномерному распределению пигмента на волокне и в межволоконном пространстве.

2-й вариант. Одностадийное крашение текстильного материала композицией пигмента и полимера путем ракельного нанесения (рис. 4-б). При этом способе появляется возможность интенсивного и прочного окрашивания поверхности материала с возможностью совмещения с заключительной отделкой. Значительно упрощается колорирование за счет использования малокомпонентной композиции, сокращается технологический процесс колорирования ткани. В этом случае предлагаемая модель хорошо согласуется с изображениями, полученными методом СЭМ, где виден сплошной окрашенный пигментом полимерный застил и практически не видно межволоконного пространства, а также с показателями воздухопроницаемости тканей, которые значительно снижаются в сравнении с другими вариантами крашения.

## ВЫВОДЫ

Выявленные закономерности легли в основу создания ряда технологий колорирования текстильных материалов, различающихся в зависимости от назначения материала и необходимых потребительских свойств:

- для хлопчатобумажных и хлопкополиэфирных тканей бытового назначения – технология крашения с возможностью совмещения с заключительной отделкой;
- для огнестойких параарамидных тканей технического и одежного назначения – технология прочного крашения пигментами.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Алешина А.А., Козлова О.В., Мельников Б.Н. Современное состояние и перспективы развития пигментной печати // Изв. вузов. Химия и химическая технология – 2007. Т.50. Вып 6. С.3...8.
2. Ленуар И. Органические пигменты / В кн.: Химия синтетических красителей / Под ред. К. Венкатарамана / Пер. с англ. под ред. Л. С. Эфроса. – Л.: Химия, 1977.
3. Кербер М.Л., Виноградов В.М., Головкин Г.С. и др. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология / Под ред. А.А. Берлина. – СПб.: Профессия, 2008.
4. Унгер Х. Печатание целлюлозных и смешанных материалов с точки зрения практика / Мат. симпозиума ф. Клариянт на 1-й Московской Ситценабивной ф-ке. – 1996. С. 1...18.
5. Xie Kongliang, Hou Aiqin, Shi Yaqi and Yu. Jibin. The surface polymerising of fluoromonomer and the shade-darkening effect on dyed polyester microfibre fabric // Color. Technol. –V.123, № 5. 2007. P.293...297.
6. Schindler W.D., P.J. Hauser. Chemical finishing of textiles. – Cambridge: Woodhead Publ. Ltd., 2004.

7. Рухля Е.Г., Ярышева Л.М., Вольнский А.Л., Бакеев Н.Ф. Влияние скорости деформирования на крейзинг полиэтилентерефталата в растворах полиэтиленоксида различной молекулярной массы // *Высокомолек. соед. А.* – 2010. Т. 52, № 6. С. 949...955.

8. Forrest J.A. A decade of dynamics in thin films of polystyrene: Where are we now? // *Eur. Phys. J. E.* – V. 8, 2002. P. 261...266.

9. Меленчук Е.В., Козлова О.В., Алешина А.А. Использование дисперсий акриловых полимеров при печати тканей пигментами // *Изв. вузов. Химия и химическая технология.* – 2011. Т. 54, № 1. С. 13...20.

10. Козлова О.В., Меленчук Е.В. Использование полимеров-модификаторов при колорировании параарамидных тканей // *Изв. вузов. Химия и химическая технология.* – 2013, Т. 56, № 8. С. 90...92.

11. Вольнский А.Л., Бакеев Н.Ф. Особенности молекулярного движения и свойств тонких пленок и поверхностных слоев аморфных полимеров в стеклообразном состоянии // *Высокомолек. соед. Б.* – 2003. Т. 45, № 7. С. 1209...1231.

12. Noboru Ohta, Alan R. Robertson. *Colorimetry: Fundamentals and Applications* / Noboru Ohta / Series Editor: Michael A. Kriss — Wiley, 2005.

13. Пат. 2446240 Российская Федерация МПК D06P1/44. Композиция для крашения пигментами текстильных материалов / Козлова О.В., Меленчук Е.В.; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО "Ивановский государственный химико-технологический университет". – № 2010134091/05; заявл. 13.08.10; опубл. 27.03.12, Бюл. № 9.

#### REFERENCES

1. Alechina A.A., Kozlova O.V., Melnikov B.N. *Sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya pigmentnoj pechati* // *Izv. vuzov. Himiya i himicheskaya tehnologiya* – 2007. Т.50. Вып 6. С.3...8.

2. Lenuar I. *Organicheskie pigmenty* / V kn.: *Himiya sinteticheskikh krasitelej* / Pod red. K. Venkataramana / Per. s angl. pod red. L. S. Efrosa. – L.: Himiya, 1977.

3. Kerber M.L., Vinogradov V.M., Golovkin G.S. i dr. *Polimernye kompozicionnye materialy: struktura, svojstva, tehnologiya* / Pod red. A.A. Berlina. – SPb.: Professiya, 2008.

4. Unger Kh. *Pechatanie cellyuloznych i smeshannyh materialov s točki zreniya praktika* / *Mat. simpoziuma f. Klariant na 1-j Moskovskoj Sitcenabivnoj f-ke.* – 1996. S. 1...18.

5. Xie Kongliang, Hou Ai Qin, Shi Yaqi and Yu. Jibin. The surface polymerising of fluoromonomer and the shade-darkening effect on dyed polyester microfibre fabric // *Color. Technol.* – V.123, № 5. 2007. P.293...297.

6. Schindler W.D., P.J. Hauser. *Chemical finishing of textiles.* – Cambridge: Woodhead Publ. Ltd., 2004.

7. Ruhlya E.G., Yarysheva L.M., Volynskij A.L., Bakeev N.F. *Vliyanie skorosti deformirovaniya na krejzing polietilentereftalata v rastvorah polietileno-oksida razlichnoj molekulyarnoj massy* // *Vysokomolek. soed. А.* – 2010. Т. 52, № 6. С. 949...955.

8. Forrest J.A. A decade of dynamics in thin films of polystyrene: Where are we now? // *Eur. Phys. J. E.* – V. 8, 2002. P. 261...266.

9. Melenchuk E.V., Kozlova O.V., Alechina A.A. *Ispolzovanie dispersij akrilovyh polimerov pri pechati tkanej pigmentami* // *Izv. vuzov. Himiya i himicheskaya tehnologiya.* – 2011. Т. 54, № 1. С. 13...20.

10. Kozlova O.V., Melenchuk E.V. *Ispolzovanie polimerov-modifikatorov pri kolorirovanii paraaramidnyh tkanej* // *Izv. vuzov. Himiya i himicheskaya tehnologiya.* – 2013, Т. 56, № 8. С.90...92.

11. Volynskij A.L., Bakeev N.F. *Osobennosti molekulyarnogo dvizheniya i svojstv tonkih plenok i poverhnostnyh sloev amorfnyh polimerov v stekloobraznom sostoyanii* // *Vysokomolek. soed. B.* – 2003. Т. 45, № 7. С. 1209...1231.

12. Noboru Ohta, Alan R. Robertson. *Colorimetry: Fundamentals and Applications* / Noboru Ohta / Series Editor: Michael A. Kriss — Wiley, 2005.

13. Пат. 2446240 Российская Федерация МПК D06P1/44. Композиция для крашения пигментами текстильных материалов / Козлова О.В., Меленчук Е.В.; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО "Ивановский государственный химико-технологический университет". – № 2010134091/05; заявл. 13.08.10; опубл. 27.03.12, Бюл. № 9.

Рекомендована кафедрой химической технологии волокнистых материалов ИГХТУ. Поступила 02.04.18.