

УДК 677.027.52

**ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРНОЙ ОКРАСКИ
В ПРОЦЕССЕ ПЕЧАТАНИЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НАНОРАЗМЕРНЫХ
ИНТЕРФЕРЕНЦИОННЫХ ПИГМЕНТОВ**

**THE FORMATION OF STRUCTURAL COLORATION
IN THE PROCESS OF PRINTING TEXTILE MATERIALS
USING NANOSCALE INTERFERENCE PIGMENTS**

В.В. ЖИДКОВА, Л.А. ЖУК, Н.В. ДАЩЕНКО, А.М. КИСЕЛЕВ
V.V. ZHIDKOVA, L.A. ZHUK, N.V. DASHCHENKO, A.M. KISELEV

(Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна)
(Saint-Petersburg State University of Technology and Design)
E-mail: rector@sutd.ru

В работе рассмотрен принцип формирования структурной окраски, основанный на интерференции световых лучей. Показана возможность достижения новых эффектов художественно-колористического оформления текстиля при совмещении способов вытравной и пигментной печати при использовании неорганических наноразмерных интерференционных пигментов нового поколения.

The paper discusses the principle of forming a structural color based on the interference of light rays. The possibility of achieving new artistic effects and color design textiles with a combination of methods mordant and pigment printing using inorganic nanoscale interference pigments of a new generation.

Ключевые слова: текстильный материал, печать, структурная окраска, интерференционный пигмент, колористический эффект, рисунок, качество.

Keywords: textile, printing, structural coloration, interference pigment, color effect, image, quality.

В настоящее время известны примеры создания природной окраски за счет специфических свойств упорядоченных структур, имеющих размеры, лежащие в нанодиапазоне (10^{-9} м). В данном случае механизм

ее образования основан, главным образом, на оптических принципах и состоит в возникновении эффектов интерференции (дифракции, рассеяния) при отражении световых лучей от элементов, структурирован-

ных в нанослои, размер которых соизмерим с длиной световой волны [1]. Окраска оптического происхождения получила название "структурной", и она достаточно часто реализуется в природной окраске птиц, рыб, насекомых, морских моллюсков и некоторых растений.

При формировании структурной окраски может происходить совпадение или несовпадение фаз света, отраженного от верхней и нижней поверхности слоев наноструктурных пленок. В первом случае (конструктивная интерференция) возникает цветное ощущение, во втором (деструктивная интерференция) – нет. При определенной толщине пленки и значении ее коэффициента преломления в случае полихроматического облучения белым светом формируется монохроматический эффект окраски. При изменении данных параметров возникает спектр цветов, включая белые, черные, радужные, переливчатые и опалесцирующие эффекты. В обоих случаях при образовании такой окраски красящий пигмент (краситель) отсутствует.

В том случае, когда интерференция лучей происходит не в одиночной пленке, а в многослойном пакете прозрачных пленок (перья птиц, крылья бабочек), структурная окраска усиливается, благодаря комплексному участию конструктивной интерференции, пигментов меланина, кератина белка и азотсодержащих полисахаридов хитина. Разновидностями структурной окраски являются радужные и переливчатые эффекты, которые способны к изменению в зависимости от угла зрения наблюдателя.

В области колорирования текстиля имеются тенденции к проведению изысканий в направлении имитации структурной окраски, для образования которой не требуется проводить энергоемкий и экологически проблемный синтез красителей и которая, в отличие от применения традиционных красящих веществ, обладает гораздо более высокой светостойкостью.

Известен процесс печатания текстильных материалов с использованием неорганических пигментов, в качестве которых

применяются искусственно получаемые высокодисперсные, не растворимые в воде соли и оксиды металлов (Ti, Fe, Pb, Cr, Ba, Ni, Co, Al и др.), а также тонкоизмельченные металлические порошки (бронзовые, алюминиевые) со специальными вспомогательными веществами. К недостаткам применения таких неорганических пигментов в текстильной печати относятся невысокая устойчивость окрасок к трению и повышенная жесткость напечатанного материала. Решение данных проблем возможно, благодаря появлению нового поколения неорганических интерференционных пигментов с наноструктурой элементов на основе слюды и оксидов металлов, позволяющих формировать на текстильном материале высококачественные печатные рисунки со структурной окраской и необычными колористическими эффектами. Совмещение интерференционных пигментов с современными связующими веществами на основе акриловых сополимеров позволяет обеспечить мягкость грифа напечатанных тканей или трикотажных полотен.

Известно, что колористические показатели печатного рисунка выше, если он создается на белом фоне текстильного материала. В связи с этим в настоящей работе исследована возможность получения рисунков на хлопчатобумажной ткани при совмещении вытравного способа печати с узорчатой расцветкой интерференционными наноразмерными пигментами. Как правило, в практике колорирования текстиля доминирует восстановительный способ вытравной печати, а окислительная вытравка находит ограниченное применение для локального отбеливания природноокрашенных льняных материалов [2].

На первом этапе работы проведена сравнительная оценка эффективности вытравляющих агентов восстановительного (диоксид тиомочевина, ронгалит) и окислительного (пероксид водорода) действия. Степень разрушения окраски ткани под влиянием вытравляющих веществ определяли по величине разнооттеночности (ΔE) между интенсивностью окраски фона и вытравного участка печатного рисунка.

Анализ полученных данных показывает, что максимальной вытравляющей способностью обладает восстановитель АН (диоксид тиомочевины) и ронгалит, независимо от условий фиксации печатного рисунка.

При сравнении вытравляемости красителей различного химического строения установлено, что флуоресцеин (производное дигидроксиксантена) практически не подвергается вытравке, только немного изменяет цвет под действием восстановителей, что согласуется с литературными сведениями [3], [4]. Полного обесцвечивания также не наблюдается для красителя дисперсного желтого прочного 2К, а наибольшей чувствительностью к дей-

ствию восстановителей обладают моно- и дисазокрасители (кислотный синий 2К, прямой рубиновый светопрочный МУ и прямой диазобордо 2С), деструкция которых протекает в результате восстановления азогрупп. В меньшей степени подвергается вытравке фталоцианиновый пигмент (прямой бирюзовый светопрочный).

Для формирования структурной окраски на окрашенном и вытравленном фоне ткани в работе использовались ахроматические интерференционные пигменты с различной толщиной нанесенного нанослоя диоксида титана и оксида железа (от 70 до 120 нм), характеристика которых приведена в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Тип	Цвет	Размер частиц, мкм	Содержание TiO ₂ , %	Форма TiO ₂	Плотность г/см ³	Содержание Fe ₂ O ₃ , %
КС-100	Серебристый перламутр	10...60	29	анатаз	2,8...3,0	-
КС-123	Блестящий атлас	5...25	39	рутил	3,0...3,1	-
КС-153	Сверкающий перламутр	20...100	16	"	2,7...2,9	-
КС-235	Зеленый перламутр	10...60	57	"	3,2...3,4	-
КС-249	Мерцающий золотой	10...100	26	"	2,8...3,1	-
КС-289	Мерцающий синий	10...100	34	"	2,9...3,2	-
КС-300	Золотистый перламутр	10...60	38	"	2,7...3,0	3
КС-306	Олимпийское золото	10...60	16	"	2,9...3,2	24

Как показали результаты эксперимента, величина разнооттеночности зависит от вида интерференционного пигмента и марки фонового красителя (табл. 2 – значения

разнооттеночности (ΔE) окрасок при использовании различных интерференционных пигментов и красителей фона).

Т а б л и ц а 2

Марка интерференционного пигмента	Средний размер частиц, 10 ⁻⁶ м	Содержание Fe ₂ O ₃ /TiO ₂ , %	Марка красителя фона ткани	ΔE
Золотой 300 (золотая серия)	10...60	3,0/-	Дисперсный фиолетовый К	15
			Дисперсный желтый прочный 2К	1
Золотой 306	10...60	22,0/-	Кислотный сине-черный	14
			Кислотный синий К	14
КС-153 (серебристо-белая серия)	20...100	-/16,0	Кислотный сине-черный	11
КС-123	5...25	-/39,0	Диазобордо С	10
КС-235	10...60	-/57,0	Кислотный сине-черный	19
КС-249	10...100	-/26,0	Кислотный ярко-синий	19
КС-289	10...100	-/34,0	Кислотный ярко-синий	12
			Прямой бирюзовый	12
			Диазобордо С	25

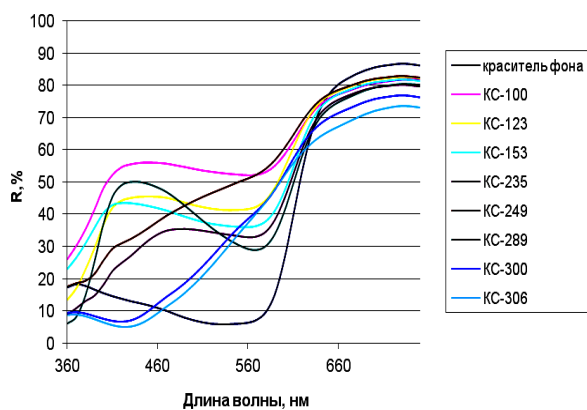
Минимальные показатели разнооттеночности получены для красителей флуо-

ресцеина и дисперсного желтого прочного 2К, обладающих низким индексом вытрав-

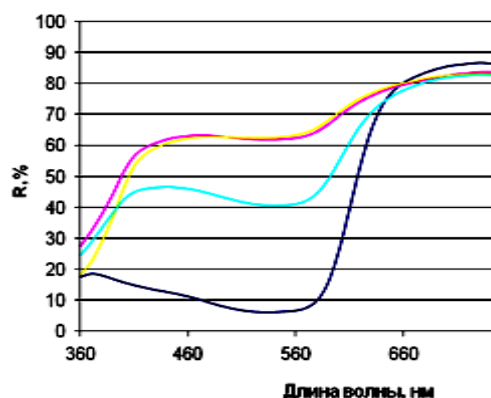
ляемости. В целом значения ΔE окрасок печатных рисунков, полученных на вытравленном фоне окрашенного материала, могут достигать 25 порогов цветоразличия, что свидетельствует о возможности формирования интенсивных структурных окрасок.

С целью сравнения колористических показателей окрасок печатных рисунков, полученных с использованием интерференционных пигментов по окрашенному и вытравленному фону ткани, проведен анализ спектров отражения соответствующих

образцов (рис. 1 – спектры отражения образцов, напечатанных интерференционными пигментами по фону ткани, окрашенной прямым диазобордо С: а) – без вытравляющего агента; б) – с содержанием в печатной краске ронгалита, и рис. 2 – спектры отражения образцов, напечатанных интерференционными пигментами по фону ткани, окрашенной прямым бирюзовым светопрочным: а) – без вытравляющего агента; б) – с содержанием в печатной краске ронгалита).

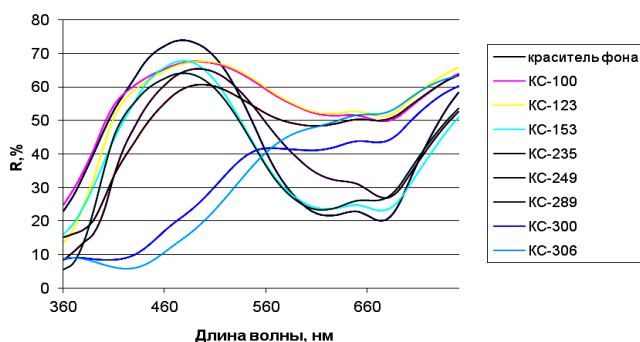


а)

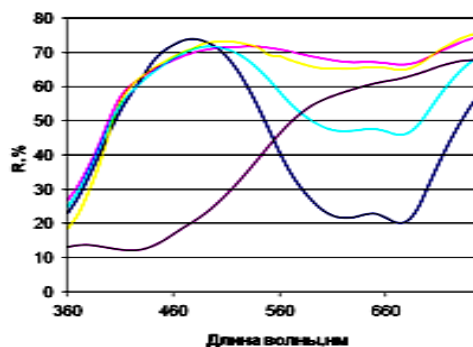


б)

Рис. 1



а)



б)

Рис. 2

Анализ полученных спектральных кривых показывает, что спектр хорошо вытравляющегося дисазокрасителя с разобщенными азогруппами (прямой диазобордо С) с достаточной полнотой перекрывается спектрами интерференционных пигментов серебристо-белой серии (КС-100, КС-123). Спектр плохо вытравляющегося

фталоцианинового красителя (прямой бирюзовый светопрочный) перекрывается только спектром высококроющего интерференционного пигмента золотой серии (КС-306), в то время как спектры пигментов серебристо-белой серии накладываются на спектры красителя, окрашивающего фон ткани.

Можно сделать вывод о том, что при печатании без вытравки фона хорошее качество структурной окраски (независимо от цвета фона) обеспечивают интерференционные пигменты золотой серии (КС-300, КС-306), содержащие в структуре два последовательно нанесенных наноразмерных слоя оксидов железа и титана. Из пигментов серебристо-белой серии на основе TiO_2 максимальной способностью к перекрыванию фоновой окраски обладает пигмент с минимальным средним размером частиц (КС-100).

Печатные рисунки с лучшими показателями структурной окраски формируются в том случае, когда печатная краска содержит вытравляющее вещество восстановительного характера (в частности, ронгалит) при применении различных серий интерференционных наноразмерных пигментов.

ВЫВОДЫ

1. Рассмотрены принципы образования структурной окраски. Отмечена перспективность использования наноразмерных неорганических интерференционных пигментов, способных к ее формированию, для художественно-колористического оформления текстильных материалов.

2. Доказана целесообразность совмещения способов вытравной и пигментной печати для повышения качества узорчатой расцветки текстиля. Рекомендованы эффективные вытравляющие вещества и кра-

сители для крашения фона ткани при реализации печатного процесса.

3. Оценены колористические показатели структурных окрасок, полученных при реализации разработанной технологии печати при применении серебристо-белой и золотой серий наноразмерных интерференционных пигментов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Кричевский Г.Е.* Нанобиохимические технологии в производстве нового поколения волокон, текстиля и одежды. – М., 2011.

2. Патент РФ № 2258107 Способ колорирования по окрашенному фону текстильных материалов; заявл.:29.12.2003; опубл.: 10.08.2005, бюлл. №22

3. *Бородкин В.Ф.* Химия красителей. – М.: Химия, 1975. С. 99, 137, 141, 147, 158.

4. *Венкатараман К.* Аналитическая химия синтетических красителей. – Л.: Химия, 1979.

REFERENCES

1. Krichevskij G.E. Nanobiohimicheskie tehnologii v proizvodstve novogo pokolenija volokon, tekstilja i odezhdy. – M., 2011.

2. Patent RF № 2258107 Sposob kolorirovanija po okrashennomu fonu tekstil'nyh materialov; zajavl.:29.12.2003; opubl.: 10.08.2005, bjull. №22

3. Borodkin V.F. Himija krasitelej. – M.: Himija, 1975. S. 99, 137, 141, 147, 158.

4. Venkataraman K. Analiticheskaja himija sinteticheskikh krasitelej. – L.: Himija, 1979.

Рекомендована кафедрой химической технологии и дизайна текстиля. Поступила 09.07.15.