

УДК 677.027.562.81

DOI 10.47367/0021-3497_2025_4_163

ВЛИЯНИЕ ЦИФРОВЫХ НАСТРОЕК ПЕЧАТНОГО РИСУНКА И КАЧЕСТВА ПОЛИЭФИРНЫХ ТКАНЕЙ НА РЕЗУЛЬТАТ СУБЛИМАЦИОННОЙ ПЕЧАТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕКСТИЛЬНЫХ ПРИНТЕРОВ**INFLUENCE OF DIGITAL PRINT SETTINGS AND POLYESTER FABRIC QUALITY ON SUBLIMATION PRINTING RESULTS USING TEXTILE PRINTERS**А.С. УМАРОВА¹, Е.А. ЛАПИНА², А.В. ЧЕШКОВА², З.А. ЯМИНЗОДА¹, О.А. БЕЛОКУРОВА²A.S. UMAROVA¹, E.A. LAPINA², A.V. CHESHKOVA², Z.A. YAMINZODA¹, O.A. BELOKUROVA²¹Технологический университет Таджикистана,
²Ивановский государственный химико-технологический университет)¹Technological University of Tajikistan,
²Ivanovo State University of Chemical and Technology)

E-mail: anohid.umarova.92@mail.ru, a_cheshkova@mail.ru

Оценено влияние структуры полиэфирных тканей на результат сублимационной печати на промышленном оборудовании. Контроль цветовых характеристик проведен с использованием системы CIELab. Отмечено, что на тканях различных переплетений и поверхностной плотности при одинаковых условиях и параметрах печатания результат цвета варьируется в сравнительно широких пределах. Проведена оценка цветовых характеристик полиэфирных костюмных и декоративных тканей с сублимационной печатью в зависимости от настроек цифрового изображения печатного рисунка и изменения яркости от 20% до -20%. Показано, что синие цвета мало зависят от снижения или повышения яркости, а красные и желтые цвета существенно изменяются не только по светлоте, но и по оттенку. Установлено, что при печатании красными чернилами при уменьшении яркости оттенок становится значительно зеленее и синее, а при увеличении яркости – краснее и синее. При печати желтыми чернилами оттенок при уменьшении яркости настроек цифрового изображения краснее и синее, а при увеличении – зеленее и желтее. Установлено влияние содержания полиэфирного волокна в смесовых хлопкополиэфирных тканях на результат печати дисперсными чернилами. Доказано, что требуемое качество цвета печатного рисунка, контролируемое показателем цветового различия, достигается при содержании полиэфирного волокна в ткани более 65 %.

The influence of the structure of polyester fabrics on the results of sublimation printing on industrial equipment was assessed. Color characteristics were monitored using the CIELab system. It was noted that color results varied over a relatively wide range on fabrics of different weaves and surface densities under identical printing conditions and parameters. The color characteristics of polyester suiting and decorative fabrics with sublimation printing were evaluated depending on the settings of the digital image of the printed pattern and a change in brightness from 20% to -20%. It was shown that blue colors are little affected by a decrease or increase in brightness, while red and yellow colors change significantly not only in lightness but also in hue. It was found that when printing with red ink, a decrease in brightness leads to a significantly greener and bluer hue, while an increase in brightness leads to a redder and bluer hue. When printing with yellow ink, the hue becomes redder and bluer when the brightness of the digital image is reduced, and greener and yellower when increased. The influence of the polyester fiber content in cotton-polyester blended fabrics on the printing results with dispersed inks has been established. It has been proven that the required color quality of the printed pattern, controlled by the color difference index, is achieved with a polyester fiber content of over 65%.

Ключевые слова: сублимационная печать, цифровая печать на ткани, полиэфирные костюмные ткани, хлопкополиэфирные ткани, дисперсные чернила, цветовые характеристики.

Keywords: sublimation printing, digital printing on fabric, polyester suiting fabrics, cotton-polyester fabrics, dispersed inks, color characteristics.

Введение

На сегодняшний момент совершенствование текстильного проектирования непосредственно связано с применением цифровых технологий, в том числе текстильных рулонных принтеров. В 2021 году российский объем цифровой печати вырос и составил около 32 млн м², что, однако, соответствует примерно 1% от общемирового объема. Большинство материалов – синтетические ткани, их доля составила 89%. На настоящий момент в России установлено 32 сублимационных плоттера, в том числе на «СК Групп» и в московской компании «LBL Print» (с шириной печати 3,2 метра), «Solstudio» (с шириной печати 1,8 метра), «PrintPick», «Мир рекламы», «Фабрик», расположенных в Москве и ближайшем Подмосковье, а также на НПФ «Тексмарк» (г. Иваново), «Родники-текстиль» (г. Родники Ивановской области).

Большая часть компаний, оказывающих услуги по сублимационной печати, работает с использованием 4-цветной схемы.

Скорость и точность цифровых текстильных принтеров постоянно растет – от 100 до 1000 м²/ч, что отвечает потребностям рынка в эффективном производстве [1...3]. Однако сублимационная печать при всей ее популярности и востребованности имеет ряд проблем при воспроизведении требуемого цвета на полиэфирных материалах, которые обусловлены как свойствами тканей, так и спецификой сублимационных процессов [4...11].

Цифровое изображение является двумерным массивом (матрицей) пикселей и обладает собственной ортогональной структурой, как и бумага, на которую непосредственно наносится изображение на плоттере. Специфическое распределение дисперсного красителя на поверхности бумаги отражается на воспроизведении цвета, контуров рисунков, полутонов. При наложении минимум двух регулярных структур друг на друга в процессе сублимации, а именно бумаги и полиэфирной ткани, получается новая структура, содержащая как

суммарную, так и разностную составляющую исходных данных цифровых изображений. Фактически в сублимационной печати с применением текстильных плоттеров и термокаландров происходит наложение трех структур (цифровое изображение, бумага, ткань). Цифровое изображение переносится с бумаги на ткань под воздействием высокой температуры и давления, при этом краситель не просто остается на поверхности ткани, а сублимирует, переходя из твердого состояния непосредственно (без плавления) в газообразное, специфически распределяясь в волокне.

При правильных и статичных настройках термокаландра (постоянная температура, статичная длительность контакта с тканью или скорость процесса) можно предположить, что основным параметром, определяющим качество изображения, будет размер повторяющегося элемента текстуры ткани, т. е. «разрешение» ткани. Предположительно оптимальная передача мелких деталей орнамента и требуемый цвет будут достигаться в том случае, когда структура растрованного изображения и структура ткани будут иметь одинаковый шаг повторения, а центры ячеек, содержащих повторяющиеся элементы, будут совпадать. Применительно к цифровым оригиналам для обеспечения качества воспроизведения рассматриваемого изображения необходимо соблюсти условия совпадения растровой и тканевой структур. С учетом возможностей оборудования и расходных материалов разрешение выводного устройства будет примерно 1440 dpi, требуемый размер ячейки текстиля соответственно при условии их соотношения 1:1 будет около 0,15 мм. Таким образом, фактура ткани, способ ее отделки, вид переплетения будут в значительной мере определять качество сублимационной печати.

Целью настоящей работы явилось выявление зависимостей цветовых характеристик печатного рисунка от качества полиэфирных тканей и настроек цифрового изображения для печати на текстильном плоттере.

Материалы и методы исследования

В настоящей работе для печатания выбраны полиэфирные ткани, имеющие различную поверхностную плотность, используемые для сублимационной печати на НПФ «Тексмарк» (г. Иваново). Четырехцветная печать орнамента осуществлялась при разрешении изображения не менее 360 x 720 dpi. Печатание материалов осуществляли на промышленном принтере шириной 1,6 м. Применялись дисперсные сублимационные чернила фирмы стандартных цветов по СМΥК: Cyan, Magenta, Yellow, Black Plus для термотрансферной бумаги Felix Schoeller S-Race «Nakka». Для печати использовали специализированную сублимационную бумагу фирмы «Текстэль». Время контакта каландра с термобумагой 10 с, температура 195° С. Для оценки качества сублимационной печати использовались спектральные и цветовые характеристики системы CIElab [12], измерение проводили на портативном спектрофотометре CS650/660.

Обсуждение результатов

На первом этапе работы проведено сравнение цветовых характеристик для полиэфирных тканей различного переплетения и поверхностной плотности. Результаты суммированы в табл. 1. Можно видеть, что при одинаковых условиях печатания на сублимационной бумаге и условиях переноса изображения с бумаги на текстильный материал результат получаемого изображения существенно различается. Это касается не только яркости, но и оттенка. Наилучший результат по цвету, а именно яркости, достигнут для костюмной ткани Оксфорд, а из атласных – для материала Атлас (рис. 1, табл. 1).

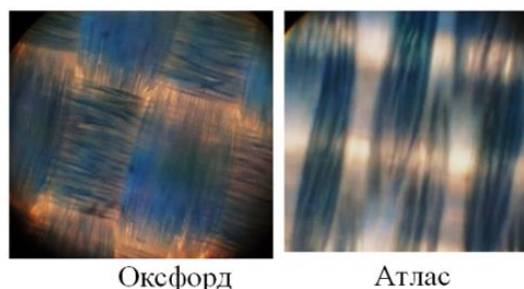


Рис. 1

Таблица 1

Образец	Поверхностная плотность, г/м ²	Координаты по цвету (голубой) ±0,1			
		L, %	a	b	H
Костюмные материалы					
Шифон	48	65	-15	-8	200
Оксфорд	240	64	-16	-8	195
Таффета	60	72	-16	-11	210
Блэкаут	260	65	-14	-9	200
Габардин	160	72	-14	-8	204
Трикотаж холодное масло	140	79	-19	-7	192
Велюр стрейч	250	74	-16	-8	195
Атласные ткани					
Шармус	88	73	-19	-7	200
Сатин	30	71	-17	-10	200
Дешайн	69	70	-16	-9	200
Атлас	90	67	-15	-11	199

Примечание: L – светлота (яркость, %), a – краснее-зеленее (-); b – желтее-синее (-); H – цветовой тон.

В табл. 2 приведены цветовые характеристики печатного рисунка голубого цвета на полиэфирных тканях Оксфорд и Атлас с оптимальной структурой, создаваемой пе-

реплетением. Значения CIE Lab получены для стандартного осветителя D50 с использованием портативного спектрофотометра.

Таблица 2

	dL*		da*		db*		dE*
Атлас лицевая	-9,71	+темнее	-10,17	+зеленее	-6,74	+синее	15,59
Атлас изнаночная	-7,16		-10,12		-3,22		12,82
Оксфорд лицевая	-11,90		-10,30		-8,35		17,81
Оксфорд изнаночная	-8,81		-12,64		-0,64		15,42

Из представленных результатов видно, что при одинаковых условиях воспроизведения печатного рисунка с цветом яркость (L, светлота) для ткани Оксфорд ниже, чем для ткани Атлас. Причем для ткани Оксфорд характерно более высокое проникновение (сублимация) красителя на изнаночную сторону, а оттенок на лицевой стороне ткани синее. Показатель цветового различия в сравнении с печатью на бумаге составляет более 17 единиц, что свидетельствует об эффективном протекании процесса сублимации.

Не менее важным в цифровой печати с применением сублимации является выявление зависимостей, позволяющих проводить прогнозируемую настройку параметров цифрового изображения для получения необходимых результатов печатных орнаментов. Наглядно видно, что минимальное реагирование на настройки цифрового изобра-

жения по яркости имеют синие чернила, а максимальное реагирование – красные чернила (рис. 2. табл. 3).

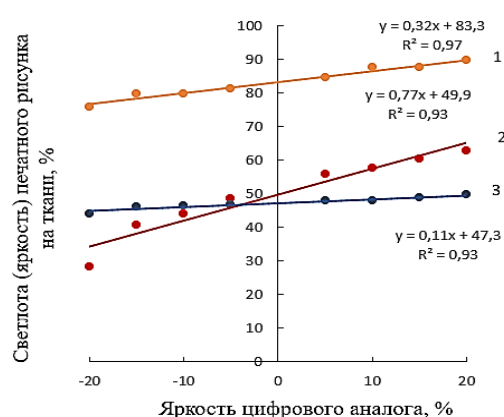


Рис. 2

Полученные уравнения могут быть использованы при проведении цветокоррекции с целью получения требуемых резуль-

татов цвета на текстильном материале без создания множества цветопроб. Это значительно сократит время настройки цвета, расход текстильного материала, возможность появления брака на ткани по соответствию цвета эталону и обеспечит получение качественного готового материала. Варьирование показателей по оттенку цвета приведены в табл. 3. Можно видеть, что изменение настройки цифрового изображе-

ния печатного рисунка только по яркости приводит к существенному изменению оттенка печатного изображения, особенно при печатании красными и желтыми чернилами. Так, при печатании красными чернилами Δa изменяется от 1,8 до -19, а показатель Δb – от -3,9 до -27,8, то есть при уменьшении яркости оттенок становится значительно зеленее и синее, а при увеличении яркости – краснее и синее.

Таблица 3

Яркость изображения, %	a	b	ΔL	Δa	Δb	ΔE
	±0,1					
Красные чернила						
-20	36,4	19,1	-15,2	-19,1	-21,9	32,9
-15	41,1	25,3	-10,0	-14,4	-15,8	23,6
-10	45,7	31,2	-5,6	-9,8	-10,0	15,0
-5	52,3	37,2	-2,0	-3,3	-3,9	5,5
+5	57,4	36,1	0,3	2,9	-5,0	5,8
+10	57,6	26,7	2,0	1,8	-14,4	14,7
+15	58,4	19,4	3,8	1,8	-21,7	22,0
+20	54,9	13,3	6,2	0,6	-27,8	28,4
Желтые чернила						
-20	7,5	52,9	-6,8	3,9	-9,2	12,1
-15	5,4	58,1	-3,0	1,8	-4,1	5,3
-10	5,7	58,3	-2,9	2,0	-3,8	5,3
-5	4,7	60,6	-1,5	1,1	-1,6	2,4
+5	-1,0	64,6	1,9	-4,5	1,4	5,4
+10	-7,0	63,1	5,0	-10,6	2,0	11,7
+15	-8,4	68,6	5,1	-12,0	6,5	14,5
+20	-13,3	72,7	7,0	-16,9	10,5	21,1

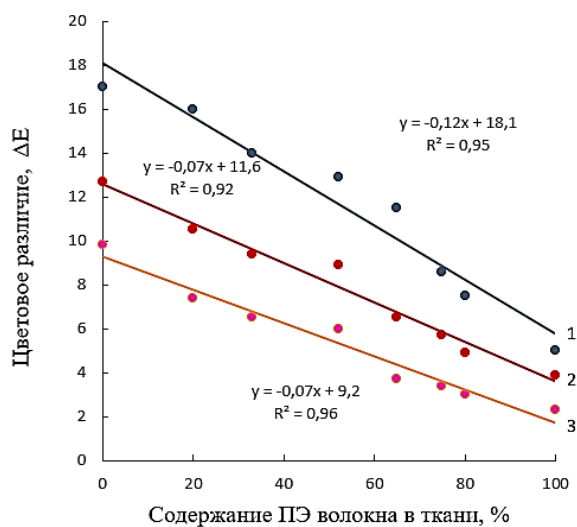


Рис. 3

На рис. 3 и табл. 4 приведены результаты изменения цветовых характеристик печатного рисунка (синие дисперсные чер-

нила) в зависимости от содержания полиэфирных волокон в тканях.

Таблица 4

Содержание полиэфира, %	Светлота L, %	a (+краснее -зеленее)	b (+желтее -синее)
Хлопок отбеленный	63,1	6,0	-7,0
10	46,0	8,4	-7,8
20	45,1	7,1	-9,1
33	42,4	8,6	-11,5
52	42,3	8,8	-12,0
65	42,0	8,9	-12,5
75	37,7	9,1	-13,1
80	32,8	10,0	-15,5
100	29,1	11,5	-17,0

Для суровых смесовых тканей проведена подготовка (щелочная отварка) в условиях ОАО «Родники-текстиль» на оборудо-

вании непрерывного действия. Концентрация гидроксида натрия в растворе составляла 60 г/л, длительность запаривания – 45 минут при температуре 98 °С. Поверхностная плотность всех тканей саржевого переплетения составила 236 г/м². Полиэфирная ткань промывалась в слабощелочном растворе ПАВ 1 г/л при температуре 80 °С и холодной водой в промывной части линии.

Из полученных зависимостей, представленных на рис. 3, можно сделать вывод, что требуемое качество цвета печатного рисунка, контролируемое показателем цветового различия, достигается при содержании полиэфирного волокна в ткани более 65 %. На примере синих дисперсных чернил (табл. 4) показано, что повышение полиэфирных волокон в составе смесовой ткани приводит к изменению оттенка и делает его синее и краснее образцов с меньшим содержанием синтетической составляющей.

ВЫВОДЫ

1. Проведена сравнительная оценка цветовых характеристик напечатанных полиэфирных тканей различной структуры, переплетения и поверхностной плотности, полученных в условиях ОСП «Тексмарк» (г. Иваново), и установлены особенности их изменения в зависимости от свойств материала.

2. Выявлены зависимости цветовых характеристик полиэфирной ткани Оксфорд с печатным орнаментом от настроек цифрового изображения по яркости, которые позволят осуществлять более быструю корректировку цвета и получение цветопробы.

3. Установлено влияние содержания полиэфирного волокна в смесовых хлопкополиэфирных тканях на цветовые характеристики печатного рисунка, полученного методом цифровой сублимационной печати.

ЛИТЕРАТУРА

1. <https://legprom.review/tsifrovaya-tekstilnaya-pechat-v-rossii/> (дата обращения: 18.03.2024).
2. Энциклопедия технологий 2.0: Легкая промышленность. М.; СПб., 2022. С. 214...337.

3. Чешкова А.В., Белокурова О.А. Цифровая и трафаретная печать текстильных материалов и изделий: учеб. пособие. Иваново: ИГХТУ, 2020. 203 с.

4. Бушуева И.В., Васильев В.В., Гарцева Л.А. Исследование совместимости дисперсных красителей при термопереводном печатании // Вестник ИГТА. 2002. № 2. С. 73...75.

5. Борисов А.М., Орлова Л.В., Шилов Г.И., Карпов В.В. Термопечатание по полиэфино-хлопковым и хлопчатобумажным тканям // Текстильная промышленность. 1986. № 2. С. 71...74.

6. Гарифуллина Г.А., Муртазина С.А. Изготовление печатных рисунков на полимерных тканях методом сублимационной печати // Вестник Казанского технологического ун-та. 2012. № 3. С. 73...75.

7. Бушуева И.В., Васильев В.В., Гарцева Л.А. Выделение существенных факторов процесса термопечатания методом случайного баланса // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2002. № 4-5. С.82...85.

8. Муравьев И.А., Кротова М.Н., Васильев А.А. и др. Исследование влияния поверхностно-активных веществ на состояние дисперсных красителей в красильной ванне // Изв. вузов. Химия и химическая технология. 2012. Т. 55. Вып. 10. С. 112...113.

9. Павутницкий В.В., Курныкина Е.Ю. Выбор дисперсных красителей для переводной печати // Вестник ДИТУД. 2001. № 4. С. 25...29.

10. Кайло А.П., Мороз А.В., Рубан Э.В. и др. Применение дисперсных красителей для термопереводной печати с бумажной подложки по текстильным материалам // Вопросы химии и химической технологии. 2011. С. 51...57.

11. Тихомирова Н.А., Захарова А.В., Трофимов П.В. Особенности текстильной печати с применением цифровых технологий // Сб. материалов XXI Междунар. науч.-практ. форума SMARTEX-2018. Иваново: ИВГПУ, 2018. С. 124...128.

12. Большбаев Д.С., Торебаев Б.П., Ибрагимова Л.Т. и др. Цветообозначение в употреблении в практике колористики современного текстильного производства // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2020. № 5(389). С. 159...163.

REFERENCES

1. <https://legprom.review/tsifrovaya-tekstilnaya-pechat-v-rossii/> / (date of access: 03/18/2024).
2. Encyclopedia of Technologies 2.0: Light industry. Moscow; St. Petersburg, 2022. pp. 214...337.
3. Cheshkova A.V., Belokurova O.A. Digital and screen printing of textile materials and products: textbook. Ivanovo: ISUCT, 2020. 203 p.
4. Bushueva I.V., Vasiliev V.V., Gartseva L.A. Study of compatibility of dispersed dyes in thermal transfer printing // Bulletin of IGTA. 2002. No. 2. pp. 73...75.
5. Borisov A.M., Orlova L.V., Shilov G.I., Karpov V.V. Thermal printing on polyester-cotton and cotton fabrics // Textile industry. 1986. No. 2. pp. 71...74.

6. *Garifullina G.A., Murtazina S.A.* Production of printed drawings on polymer fabrics by sublimation printing // Bulletin of the Kazan Technological University. 2012. No. 3. pp. 73...75.

7. *Bushueva I.V., Vasiliev V.V., Gartseva L.A.* Identification of essential factors of the thermal printing process by the random balance method // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. 2002. No. 4-5. pp. 82...85.

8. *Muravyev I.A., Krotova M.N., Vasiliev A.A. etc.* Investigation of the effect of surfactants on the state of dispersed dyes in a dye bath // Izv. vuzov. Chemistry and chemical technology. 2012. Vol. 55. Issue 10. pp. 112...113.

9. *Pavutnitskiy V.V., Kurnykina E.Yu.* The choice of dispersed dyes for transfer printing // Bulletin of the DITMD. 2001. No. 4. pp. 25...29.

10. *Kailo A.P., Moroz A.V., Ruban E.V. etc.* Application of dispersed dyes for thermal transfer printing

from a paper substrate on textile materials // Issues of chemistry and chemical technology. 2011. pp. 51...57.

11. *Tikhomirova N.A., Zakharova A.V., Trofimov P.V.* Features of textile printing using digital technologies // Collection of materials of the XXI International Scientific and practical SMARTEX-2018 Forum. Ivanovo: ISPU, 2018. pp. 124...128.

12. *Bolysbaev D.S., Torebaev B.P., Ibragimova L.T. etc.* Colour designation at application of colouristics in textile manufacture // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti 200. No. 5(389). pp. 159...163.

Рекомендована кафедрой химической технологии волокнистых материалов ИГХТУ. Поступила 03.12.24.