

УДК 664.28

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРИЗОВАННЫХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО ФОРМИРОВАНИЯ ОКРАСКИ ФАКТУРНЫХ ШЕРСТЯНЫХ ТКАНЕЙ

Шляхом застосування комп'ютеризованих комплексів відтворення кольору показано вплив характеристик пряжі і фактури тканини на формування і спектральні характеристики забарвлення. При практичному формуванні бази колориметричних даних для фарбування пряжі різних характеристик рекомендовано створення калібрувальних серій барвників, для фарбування тканин полотняного, саржевого, сатинового переплетень достатньо використовувати спектральні характеристики субстрату для корегування функції Гуревича-Кубелки-Мунка

Ключові слова: відтворення кольору, фактура тканини, характеристики пряжі, формування забарвлення

Путем применения компьютеризованных комплексов воспроизводства цвета, показано влияние характеристик пряжи и фактуры ткани на формирование и спектральные характеристики окраски. При практическом формировании базы колориметрических данных для окраски пряжи различных характеристик рекомендуется создание калибровочных серий красителей, для окраски тканей полотняного, саржевого, сатинового переплетений достаточно использовать спектральные характеристики субстрата для корректировки функции Гуревича-Кубелки-Мунка

Ключевые слова: воспроизводство цвета, фактура ткани, характеристики пряжи, формирование окраски

О. П. Сумская

Кандидат технических наук, доцент
Кафедра химических технологий и биохимического синтеза*

E-mail: olgasumskaya@yandex.ru

И. А. Прохорова

Доктор технических наук, профессор
Кафедра экспертизы, технологий и дизайна текстиля*

E-mail: iran.kstu@gmail.com

С. А. Полищук

Доктор технических наук, профессор*

E-mail: info@himteks.com.ua

*Херсонский национальный технический университет
Бериславское шоссе, 24, г. Херсон, Украина, 73008

Главный специалист

ДП «Химтекс»

ул. Ганнибала, 112, г. Херсон, Украина, 73000

1. Введение

В создании одежды первичным является текстильный материал. В настоящее время постоянно возрастает роль и значение эстетических свойств текстильных материалов. Для многих групп тканей, а особенно, одежды, мебельно-декоративных эстетические свойства относят к числу наиболее важных потребительских свойств.

Основными эстетическими свойствами ткани являются фактура и цвет. Однако, в оценке свойств тканей показатели фактура и цвет ткани являются качественными характеристиками. Несмотря на субъективность восприятия обеих характеристик ткани, фактура и цвет взаимосвязаны и оказывают взаимное влияние друг на друга.

Установить объективную количественную взаимосвязь между фактурой и цветом ткани, и эффективно воспроизвести заданный цвет – одна из важнейших и интереснейших задач, решение которой позволит не только проектировать модный дизайн ткани, но и решать ряд технологических и экономических задач.

2. Анализ исследований и публикаций

При формировании окраски, наряду с рецептурой красильного раствора, исключительно важным фактором является фактура ткани. Так, например, восприятие цвета тканей из одного и того же волокна, но с разным ткацким переплетением различно даже тогда, когда они окрашены одним и тем же красителем, по одному и тому же технологическому режиму и одинаковой рецептуре крашения.

Например, матовая или шероховатая фактура ткани (велюр, креп) смягчают цветовое восприятие рисунка, делают его более мягким и приглушенным [1, 2].

Следует учитывать, что цветов и оттенков, которые может различать человеческий глаз, несколько десятков тысяч и оценку многих цветов, чаще всего, невозможно выразить словами или любой другой качественной сенсорной характеристикой. Описательное название цвета, не подкрепленное его точным количественным выражением, не даст возможности его правильно воспроизвести [3]. Поэтому, разработке способов крашения и оценке качества окрасок с

Таблица 1

Кодирование исследуемых образцов ткани*

Линейная плотность, текс; (номер образца)	Полотно (код-1)	Саржа (код-2)	Сатин (код-3)
446×2 текс; (1)	1к1	1к2	1к3
360×2 текс; (2)	2к1	2к2	2к3
61×4 текс; (3)	3к1	3к2	3к3
446×2 текс; (1)	1с1	1с2	1с3
360×2 текс; (2)	2с1	2с2	2с3
61×4 текс; (3)	3с1	3с2	3с3
446×2 текс; (1)	1ж1	1ж2	1ж3
360×2 текс; (2)	2ж1	2ж2	2ж3
61×4 текс; (3)	3ж1	3ж2	3ж3

* Первая цифра в номере образца указывает текс пряжи: 1 - 446×2 текс, 2 - 360×2 текс, 3 - 61×4 текс; вторая буква указывает на цвет: к - красный, с - синий, ж - желтый; третья цифра указывает на вид переплетения основы и утка: 1 - полотняное, 2 - саржевое, 3 - сатиновое

помощью современных инструментальных методов, а именно, использования колориметрических приборов и компьютерной обработки данных в последние годы уделяется все больше внимания [4 – 9].

Это связано с тем, что колористу приходится иметь дело с огромным количеством красителей и постоянно обновляющимся ассортиментом текстильных материалов.

Исходя из анализа исследований и публикаций, можно сделать вывод, что областью исследований, где имеются несистематизированные данные и фрагментарные эмпирические результаты, является высокоточное описание цветов на текстильном материале.

Известная за рубежом система «Pantone Matching System», активно используется в полиграфии и компьютерных технологиях, но не нашла применения в кодировании текстильных материалов.

Основной проблемой является то, что разработанные Атласы цветов выполнены на бумаге полиграфическим способом, и очень немногие, например, Цветовой Атлас для шерстяных тканей, созданный и внедренный совместно ОАО ЦНИИШерсти Российской Федерации и Международным Секретариатом Шерсти, представляет выкраски на текстильном материале.

Таким образом, в современных условиях развития текстильной промышленности необходим научный подход, позволяющий оценить влияние фактуры ткани на результирующий цвет.

Использование современных колориметрических приборов и компьютерной обработки результатов крашения для формирования цвета на текстильном материале решает не только вопросы дизайна ткани, но и расхода красителей, что немаловажно в современных условиях экономики и экологизации производства.

3. Материалы и методы исследований

В качестве объектов исследования были приняты 36 образцов шерстяных тканей, отличающиеся показателями, формирующими понятие «фактура ткани». В дальнейшем они подвергались крашению различными красителями.

Для исключения влияния на структуру ткани множества технологических параметров ткачества, образцы тканей различных переплетений вытканы вручную, что предполагает одинаковые условия их тканеформирования.

В качестве сырья использована шерстяная крученая пряжа 446×2, 360×2, 61×4 текс, а в качестве переплетений - главные переплетения тканей: полотняное, саржевое, сатиновое. Использовали кислотные красители: кислотный красный светопрочный СТУ 36-13-66-64, кислотный ярко-синий антрахиноновый СТУ 21-387-64; кислотный желтый светопрочный ГОСТ 10850-64.

Крашение осуществляли периодическим способом согласно технологическим режимам, предлагаемым производителями красителей [10].

Система кодирования исследуемых образцов тканей представлена в табл. 1.

Устойчивость окрасок к стирке была определена согласно ГОСТ 9733.0-83, и соответствовала: для окрасок, полученных: кислотным красным светопрочным - 4/5/5 баллов, кислотным ярко-синим антрахиноновым - 4/4/4 баллов, кислотным желтым светопрочным 5/5/5 баллов, что соответствует окраскам - «прочная» и «особо прочная».

Спектральные характеристики окрасок получены при использовании системы измерения и воспроизводства цвета, в состав которой входят: спектрофотометр «Spektra Scan 5100» ф. Premier Colerscan, компьютер и пакет прикладных программ, позволяющий решать задачи производственной колористики. Окраски оценены при стандартных излучениях. В данной работе приведены характеристики при излучении D-65/10. Цветовые различия рассчитаны в системе CIEL*a*b*.

Координаты цветности a* и b*, характеризующие цвет образца, рассчитаны по следующим формулам:

$$a^* = 500 \left[\left(\frac{X}{X_0} \right)^{1/3} - \left(\frac{Y}{Y_0} \right)^{1/3} \right], \quad (1)$$

$$b^* = 200 \left[\left(\frac{Y}{Y_0} \right)^{1/3} - \left(\frac{Z}{Z_0} \right)^{1/3} \right], \quad (2)$$

где X, Y, Z – координаты цвета окрашенного образца;

X₀, Y₀, Z₀ – координаты цвета источника освещения.

Значения цветового тона H, светлоты L и насыщенности C для каждого окрашенного образца пряжи и ткани определены в системе CIEL*a*b* по величине координат цвета X, Y, Z и рассчитаны по следующим формулам:

$$H = \arctg(b^* / a^*), \quad (3)$$

$$L = 25(100Y / Y_0)^{1/3} - 16, \quad (4)$$

$$C = \left[(a^*)^2 + (b^*)^2 \right]^{1/2}. \quad (5)$$

Цветовые отличия по светлоте (dL^*), насыщенности (чистоте) (dC) и цветовому тону (dH) рассчитывались по следующим формулам:

$$dL^* = L^*_{обр} - L^*_{эт}, \tag{6}$$

$$dC = C_{обр} - C_{эт}, \tag{7}$$

$$dH = H_{обр} - H_{эт}, \tag{8}$$

а общее цветовое различие определялось по формуле:

$$dE = \left[(dL^*)^2 + (dC)^2 + (dH)^2 \right]^{1/2}. \tag{9}$$

Интенсивность окрасок оценивали по значениям функции Гуревича-Кубелки-Мунка (ГКМ), которая математически описывается следующей формулой:

$$K/S = \frac{(1-R)^2}{2R} - \frac{(1-R_0)^2}{2R_0}, \tag{10}$$

где K/S – функция Гуревича-Кубелки-Мунка (ГКМ);
 K – коэффициент поглощения света текстильным материалом;

S – коэффициент рассеивания;

R – коэффициент отражения окрашенной ткани при определенной длине волны;

R_0 – коэффициент отражения неокрашенной ткани при той же длине волны.

4. Основной материал

С точки зрения текстильного дизайна и колористики, создание конкурентоспособного ассортимента тканей связано с огромными затратами труда и времени дессинаторов и колористов. В условиях рыночной экономики и конкуренции между предприятиями, эмпирический подбор структурных показателей ткани и красильных составов становится невозможным. Использование современных инструментальных методов, основанных на компьютерной и колориметрической технике, расширяет технические возможности дессинаторов и колористов.

При расчете состава красильного раствора для воспроизведения заданного цвета образца ткани необходимо решать комплекс достаточно сложных задач – определение связи между спектральными характеристиками окрашенных образцов, спектральными характеристиками окрашиваемого субстрата и концентрацией красителя на волокне. Широкое распространение в практике расчета рецептуры красильных растворов получила функция Гуревича-Кубелки-Мунка (ГКМ), с помощью которой оценивается интенсивность окраски. Однако, при использовании рассчитанных рецептур в практических условиях крашения, недостаточно точно осуществляется воспроизведение цвета при замене субстрата. Ограничения теории Гуревича-Кубелки-Мунка связаны с тем, что она рассматривает диффузное монохроматическое излучение и только два (падающий и отраженный) потока сквозь однородно поглощающую и рассеивающую среду. Для текстильных образцов обычно допускают, что коэффи-

циент поглощения K (10) учитывает поглощение света как красителем, так и субстратом. Вклад красителя в поглощение света пропорционален его концентрации. Рассеяние же считается присущим субстрату и независимым от концентрации красителя. Представленная формула ГКМ предусматривает корректировку на так называемое поверхностное отражение субстрата R_0 , под которым понимается эмпирическая константа. Определение этой константы, на наш взгляд, имеет существенное значение для пряжи различной тонины. В связи с этим, экспериментально определены значения функции ГКМ для 3%-ных выкрасок различными красителями на пряже различной тонины. Результаты функции ГКМ представлены в табл. 2.

Таблица 2

Интенсивность окраски пряжи различной тонины

Характеристика пряжи, текс; (номер образца)	Значения функции ГКМ, K/S, единицы		
	Кислотный красный с/пр	Кислотный ярко-синий	Кислотный желтый с/пр
446×2, (1)	24,32	22,62	26,58
360×2, (2)	27,33	40,54	26,65
61×4, (3)	52,12	54,62	54,39

Полученные результаты свидетельствуют, что интенсивность цвета пряжи в значительной степени зависит от ее характеристики. Чем тоньше пряжа, тем выше интенсивность цвета, что четко просматривается по данным эксперимента. Это объясняется тем, что толстая пряжа, с оптической точки зрения, имеет условия спектрально неоднородной среды. Поэтому в толще волокна излучение частично рассеивается, что приводит к снижению интенсивности окраски.

Исходя из полученных результатов, представляет интерес проанализировать влияние толщины пряжи на цветовые характеристики окрасок. Результаты изменения цветовых характеристик окраски образцов пряжи в сравнение с эталоном представлены в табл. 3.

Таблица 3

Влияние тонины пряжи на цветовые характеристики окраски

Краситель	Код	Изменение цветовых характеристик окраски					
		dL^*	da^*	db^*	dC	dH	dE
Кислотный красный с/пр	1/2	-2,641	-3,084	-2,979	-7,077	-0,740	7,590
	1/3	-3,179	1,256	0,252	1,140	-0,585	11,293
Кислотный ярко-синий	1/2	-0,661	-2,884	4,677	-4,863	1,157	5,534
	1/3	-1,943	3,267	1,755	-1,234	1,197	6,183
Кислотный желтый с/пр	1/2	-5,796	-3,585	-1,122	10,609	-1,160	12,202
	1/3	-5,845	2,703	1,876	8,259	-1,058	13,172

Представленные в табл. 3 результаты свидетельствуют, что уменьшение тонины пряжи приводит к значительному изменению цветовых характеристик окрасок. Изменения произошли в основном за счет уменьшения светлоты dL^* , при относительно незначи-

тельном изменении качественных характеристик цветности окрасок (изменение цветового тона dH для всех исследуемых окрасок не превысило 1,2 нм).

Таким образом, полученные данные позволяют предложить для получения цвета под заданный эталон ванне при уменьшении тонины пряжи. Данная практическая рекомендация имеет значение не только с позиции получения окраски строго под эталон, но и позволит в значительной степени снизить расход красителя. Также рекомендуется при формировании базы колориметрических данных, для повышения точности воспроизведения цвета под заданный эталон, калибровочные серии красителей формировать для пряжи различных характеристик.

Результаты, показывающие влияние переплетения ткани на цветовые показатели окрасок тканей, представлены в табл. 4. Код эталона обозначен в соответствии с табл. 1.

Таблица 4

Влияние переплетения ткани на цветовые характеристики окрасок

Код, эталон/образец	Изменение цветовых характеристик окраски					
	dL*	da*	db*	dC	dH	dE
1к1/1к2	-0,053	0,062	-0,260	-0,110	-0,243	0,272
1к1/1к3	-0,053	0,096	-0,085	0,024	-0,126	0,139
2к1/2к2	0,124	0,125	0,304	0,287	0,160	0,351
2к1/2к3	0,015	-0,108	-0,042	-0,111	0,034	0,117
3к1/3к2	-0,208	-0,087	-0,512	0,391	-0,350	0,564
3к1/3к3	-0,602	0,498	0,898	0,952	0,386	1,190
1с1/1с2	0,119	-0,414	0,074	-0,155	-0,391	0,437
1с1/1с3	0,363	-0,476	-0,504	0,400	-0,566	0,783
2с1/2с2	-0,231	0,073	0,414	-0,405	0,114	0,480
2с1/2с3	-0,029	-0,907	0,963	-1,039	-0,819	1,323
3с1/3с2	-0,373	-0,245	1,253	-1,249	-0,263	1,330
3с1/3с3	-0,710	-0,516	2,574	-2,564	-0,565	2,120
1ж1/1ж2	0,742	-0,330	0,976	0,921	0,461	1,270
1ж1/1ж3	-0,269	-0,198	-0,605	-0,627	0,111	0,691
2ж1/2ж2	-1,351	-0,023	-2,158	-2,123	-0,385	2,546
2ж1/2ж3	-0,476	0,001	-0,846	-0,831	-0,160	0,971
3ж1/3ж2	-0,540	0,177	1,210	1,142	0,437	1,484
3ж1/3ж3	-0,429	1,072	-0,494	-0,237	-1,156	1,256

Полученные эмпирические данные свидетельствуют о нивелировании влияния переплетения ткани на цветовые характеристики окраски при использовании пряжи 446×2, 360×2 текс. Общее цветовое различие окрасок образцов сатинового переплетения, при использовании пряжи 61×4 текс по сравнению с полотняным достигает максимального предела промышленного допуска (1,5 - 2 единиц dE). Как и в случае крашения пряжи, изменение общего цветового различия окрасок ткани происходит за счет уменьшения светлоты, при сохранении цветности окрасок. В связи с этим, рекомендуется для получения окраски строго под эталон при крашении тканей сатинового переплетения уменьшить концентрацию красителя в красильном растворе по сравнению с тканями полотняного переплетения. При практическом формировании базы колориметрических

данных для крашения тканей полотняного, саржевого и сатинового переплетений достаточно использования спектральных характеристик субстрата для корректировки функции ГKM на так называемое поверхностное отражение субстрата.

Литература

1. Журавлева, Н.В. Колорирование текстильных материалов [Текст] / Н.В. Журавлева, М.В. Коновалова, М.А. Куликова - М: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2007. - 368 с. - ISBN 5-8196-0092-4.
2. Медведев, В.Ю. Цветоведение и колористика [Текст] / В.Ю. Медведев - СПб: ИПЦ СПГУТД, 2005. - 116 с. - ISBN 5-7937-0082-6.
3. Р.Мак-Дональд. Цвет в промышленности [Текст]/ Р.Мак-Дональд; Пер. с англ. М.В. Пановой, Л.П. Новосельцева под ред. Ф.Ю. Телегина.- М.: Логос, 2002.- 596 с.- ISBN 5-94010-175-5.
4. Сумская, О.П. Применение системы объективного измерения цвета для решения задач промышленной колористики: материалы Всеукр. науч.-практ. конф. [«Научно-технический прогресс в переходный период развития Украины»] [Текст]/ М-во образования и науки Украины, Херсон.: Херсон. гос. техн. ун-т, 1995 - 152 с.
5. Сумская, О.П. Использование АСОИЦ для оценки конкурентоспособности активных красителей фирмы «Барва» [Текст]: сб. научных трудов по материалам междунар. науч.-практ. конф. «Актуальные проблемы техники и технологии текстильной промышленности, Херсон.: Херсон. гос. техн. ун-т, 1997 - 184 с.
6. Сумская, О. П. Оценка влияния нетрадиционных технологий подготовки хлопчатобумажных тканей на цветовые характеристики окрасок при печатании активными красителями [Текст] / О. П. Сумская, В. И. Барановский, Ибрагим Хан // Проблемы легкой и текстильной промышленности Украины. - 2000. - №4.- С.54-57.
7. Терновая, Т.И. Повышение качества текстильных материалов путем оптимизации алгоритма оценки сортности [Текст] / Т.И. Терновая, О.П. Сумская // Проблемы легкой и текстильной промышленности Украины.- 2006.- №2(12).- с.189-195.
8. Новорадовский, А.Г. Научное обоснование и разработка эффективных методов прогнозирования и формирования окраски текстильных материалов с заданными потребительскими свойствами [Текст]: автореф. дис. д-ра техн. наук: 05.19.02 /А.Г. Новорадовский; [Ивановская государственная текстильная академия]. - Иваново, 2005. - 38 с.
9. Сумская, О.П. Влияние ПАВ на состояние активных красителей в растворе и результаты крашения тканей из шерсти [Текст]/ О.П. Сумская, М.В. Костына, В.В. Акименко // Проблемы легкой и текстильной промышленности Украины.- 2002.- №6.- с.52-55.
10. Кислотные красители [Электронный ресурс] – Режим доступа: www.ua.all.biz/krasiteli-bgg 1063785.