

4. Белова, И.Ю. Формирование антропометрической базы данных для проектирования камуфлирующих капюшонов / И.Ю. Белова, Т.С. Бубнова, В.В. Веселов // Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности. 2011. Т. 14. № 4. С. 80-85.
5. Труды Института этнографии АН СССР, новая серия, том 88, 1965 г.

УДК 667.027.56: 667.526.3

**ПРЕИМУЩЕСТВА И ПРОБЛЕМЫ РЕАЛИЗАЦИИ
ТЕХНОЛОГИИ ПРЯМОЙ СТРУЙНОЙ ПЕЧАТИ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**ADVANTAGES AND PROBLEMS OF REALIZATION OF TECHNOLOGY OF DIRECT
JET METHOD OF THE PRINTING OF TEXTILE MATERIALS**

Н.А. Тихомирова, А.В. Захарова, А.М. Киселев
N.A. Tichomirova, A.V. Zacharova, A.M. Kiselev

Санкт-Петербургский государственный университет
промышленных технологий и дизайна
Saint-Petersburg State University of industrial technologies and design
E-mail: tixomirova@bk.ru, anaszavchar@gmail.com, color_textiles@mail.ru

Рассмотрены особенности "chromojet" и "inkjet" технологий печати текстильных материалов различной структуры. Предложена технология получения составов, содержащих кислотные красители, с оптимальными свойствами для реализации печатного процесса с использованием текстильных плоттеров. Показаны пути прогнозирования качества печати рисунков с учетом свойств монокомпозиций, волокнистого материала и условий его предпечатной подготовки.

Ключевые слова: струйная печать; кислотный краситель; текстильный материал; интенсификация; загуститель; качество рисунка.

The features of "the chromojet" and "the inkjet" technologies of printing on textile materials with various structure are considered. The technology of receiving the structures containing acid dyes with optimum properties for realization of printing process with use of textile plotters is offered. Ways of quality of printing with drawings forecasting taking in account properties of monocomposition, fibrous material and conditions of his preprinting preparation are shown.

Keywords: inkjet printing; acid dye; textile material; intensification; thickener; quality of the drawing.

К современным цифровым технологиям в области отделке текстильных материалов относится прямая струйная печать, реализуемая на текстильных плоттерах, которая обладает рядом преимуществ перед традиционными способами узорчатый расцветки и предполагает специальную организацию технологии колорирования текстильных изделий. К особенностям данной технологии следует отнести: оперативность воспроизведения различных видов рисунков и их колористических решений; возможность создания на текстиле масштабных безрапортных монокомпозиций, наряду с традиционными текстильными орнаментами, включающими тончайшие графические элементы; возможность нанесения на полотно деталей кроя с оригинальными узорами, имитацию техники ручной росписи для создания оригинальных моделей одежды [1,2].

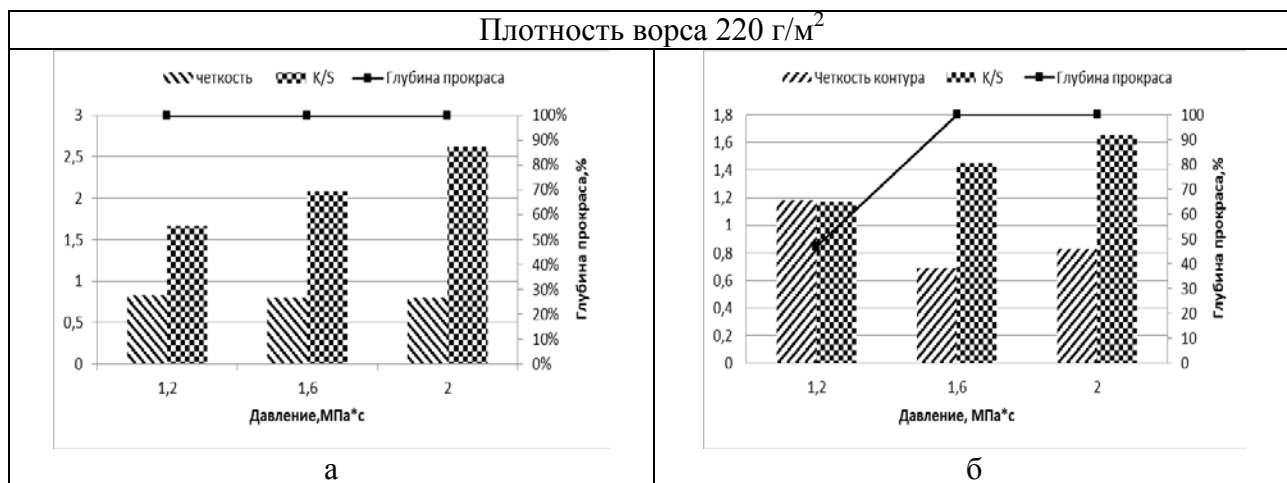
К технологическим преимуществам, рассматриваемой технологии относится также: отсутствие промежуточных носителей рисунков (шаблонов и др), необходимости их обеспечения для его изготовления и хранения; минимизированный расход красителей и текстильно-вспомогательных веществ, позволяющий снизить экологическую нагрузку на окружающую среду; полностью компьютеризированное управление печатным процессом с использованием высокотехнологичного оборудования, что в целом, способствует повышению уровня культуры производства.

Первый опыт применения прямой струйной связан с печатанием ковровых изделий вследствие пониженных требований к разрешающей способности и скорости печатного процесса. В конце 20 века фирма Zimmer представила электромеханические клапанные (DOD) принтеры Chromojet для печати ковров со скоростью печати 5-20 м/мин (12-20 точек на дюйм). Дальнейшее совершенствование принтеров, с доведением разрешающей способности до 100 точек на дюйм, позволило осуществлять печать по широкому ассортименту текстильных изделий.

В настоящее время процесс прямой струйной печати включает две технологические разновидности: «chromojet» и «inkjet». В первом случае для печати используют низковязкие составы, содержащие загуститель, краситель и текстильно-вспомогательные вещества, количество цветов не превышает 10, что соответствует традиционным способам печати [1]. При реализации технологии «inkjet» применяются высококонцентрированные растворы красителей, текстильно-вспомогательные вещества, как правило, наносятся на текстильный материал перед процессом печати (стадия предобработки). В данном случае окраска формируется непосредственно на волокнистом субстрате и количество получаемых цветов практически неограниченно, что позволяет воспроизводить рисунки с фотографической точностью и тончайшими цветовыми переходами [3,4].

Важнейшим требованием для всей технологии прямой струйной печати является обеспечение необходимой степени дисперсности частиц и стабильности печатных составов, поэтому данным вопросам в исследовательской работе было уделено основное внимание.

С целью оценки возможности прогнозирования качества узорчатой расцветки тафтингового ворсового коврового полотна по показателям четкости контуров рисунка, интенсивности окраски и глубине прокрашивания ворса при реализации технологии «Chromojet», в качестве влияющих факторов рассматривались значение динамической вязкости печатной краски (при градиенте скорости сдвига (D) $145,8 \text{ c}^{-1}$) и давление в системе подачи краски в форсунки. Результаты проведенного исследования представлены на рис. 1 (для коврового полотна с плотностью ворса 220 г/м^2). Установленные взаимосвязи позволили определить условия, при которых на ковровом покрытии различной плотности 220, 250 и 305 г/м^2 обеспечивается необходимое качество рисунка.



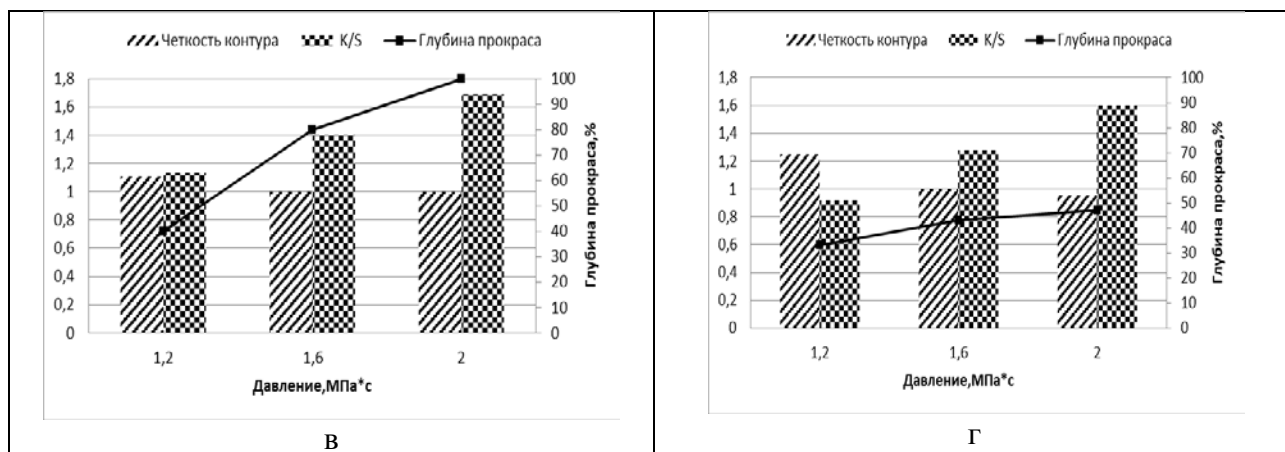


Рис.1 Влияние давления в системе подачи и динамической вязкости печатной краски на качественные показатели печати тафтингового коврового полотна: вязкость при градиенте скорости сдвига $145,8 \text{ c}^{-1}$ а – 240 мПа*s , б – 270 мПа*s , в – 315 мПа*s , г – 390 мПа*s

При проведении процесса печатания следует иметь в виду, что присутствие в краске на основе акриловых загустителей кислотных агентов (электралитов) значительно снижает ее вязкость. Экспериментально выявлен аналогичный характер влияния и кислотных красителей.

Так, при введении в печатную композицию кислотного красителя в концентрации $0,5 \text{ г/л}$, ее вязкость (при $D=145,8 \text{ c}^{-1}$) снижается в 2,5 раза (рис. 2).

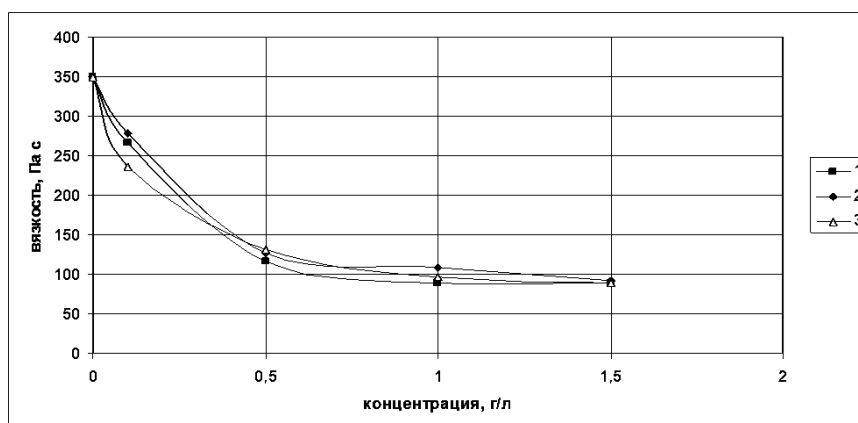


Рис. 2 Влияние концентрации кислотных красителей на динамическую вязкость печатной композиции
1 – кислотный синий 2К; 2 – кислотный ярко-синий антрахиноновый;
3 – кислотный красный КМ

Специально проведенные вискозиметрические измерения («Реотест -2») показали (рис. 3), что наблюдаемое падение вязкости может быть скомпенсировано путем увеличения концентрации акрилового загустителя «Tanaprint ST160» в 1,7 раза, а также повышением значений pH среды, обеспечивая активизацию процесса ионизации карбоксильных групп акрилового сополимера с усилением его набухания и повышения вязкости печатной краски. Однако повышение значений pH снижает степень фиксации кислотных красителей на волокне по ионному механизму.

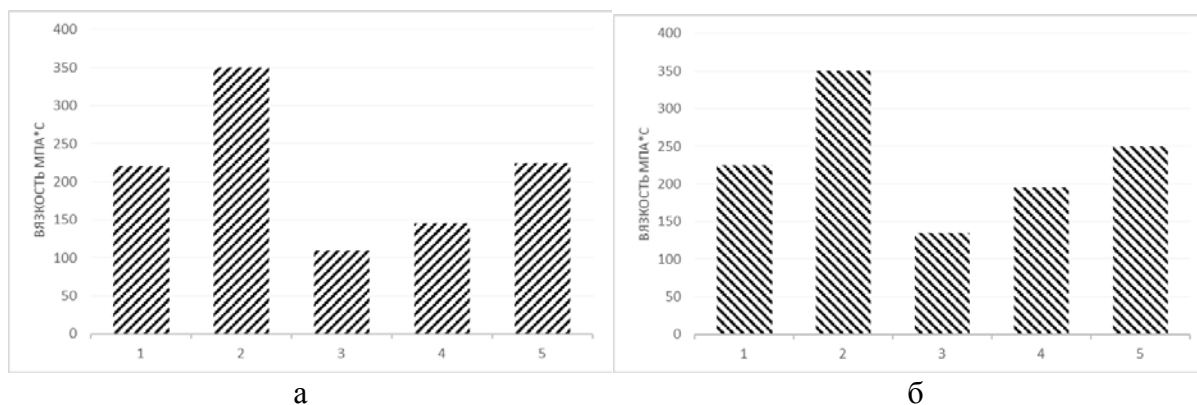


Рисунок 3. Оценка влияние концентрации акрилового загустителя (Tanaprint ST 160) на вязкость печатной композиции в присутствии кислотных красителей (1,5 г/л)

- а) кислотный синий 2К; б) кислотный ярко – синий антрахиноновый
- 1– стандартная вязкость печатной краски
 - 2 – концентрация Tanaprint ST 160 – 500 г/л без красителя;
 - 3 – концентрация Tanaprint ST 160 – 700 г/л;
 - 4 – концентрация Tanaprint ST 160 – 850 г/л;
 - 5 – концентрация Tanaprint ST 160 – 850 г/л + 40г/л NH4OH (25% р-ра)

Для решения указанной проблемы предпринята замена акрилового загустителя на продукты на основе эфиров целлюлозы (карбоксиметилцеллюлоза – КМЦ и гидроксиэтилцеллюлоза – ГЭЦ) в форме однородного тонкодисперсного порошка с размером частиц $0,4-0,6 \cdot 10^{-3}$ м, обладающие повышенной устойчивостью к электролитам. Это позволило вводить в печатную краску потенциально-кислый агент $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, способствующий повышению степени ионной фиксации кислотных красителей и интенсивности окраски.

Одной из проблем применения загусток на основе водорастворимых высокомолекулярных соединений и, в частности, эфиров целлюлозы, является трудность получения в обычных условиях приготовления гомогенных высокодисперсных систем, необходимых при реализации процесса прямой струйной печати. В связи с этим, апробированы механико-гидравлические воздействия (гидроудар, ультразвук, перемешивание) при приготовлении композиций на основе КМЦ и установлено, что оптимальный результат достигается при совмещении ультразвуковой обработки с механическим перемешиванием коллоидной системы [5]. При этом, с учетом продолжительности указанного воздействия оценивались размер и однородность частиц и устойчивость свойств загусток в условиях хранения с использованием оптического микроскопа Microcolor 2000 250В-LAB [6]. Полученные экспериментальные данные представлены в таблице 1.

Таблица 1

Сравнительные данные по распределению частиц по размерам в загустках на основе ГЭЦ , КМЦ и Tanaprint ST 160

Размер частиц, мкм	Загуститель		
	Tanaprint ST 160	ГЭЦ	КМЦ
до 10	87%	98%	100%
до 20	13%	2%	-

Таким образом, доказана целесообразность использования загустителей на основе эфиров целлюлозы (КМЦ, ГЭЦ) в процессе прямой струйной печати «Chromojet» тафтинговых ковровых покрытий с полиамидным ворсом кислотными красителями. К достоинствам указанных загустителей надо отнести: их получение из возобновляемого

сырья, относительно высокая загущающая способность, возможность диспергирования физическими методами, стабильность свойств в процессе хранения. Разработанная технология «ChromoJet» апробирована в производственных условиях на ООО «Нева-Тафт» с положительными результатами при достижении высокого качества узорчатой расцветки ковровых покрытий.

Из проблем «inkjet»-технологии необходимо выделить сложность получения высококонцентрированных растворов красителей с оптимальным размером частиц и обеспечение максимальной фиксации минимизированного количества красителя на текстильном волокнистом материале. Традиционно в практике колорирования с целью снижения агрегации красителей используют коллоидные поверхностно-активные вещества (ПАВ). Вместе с тем, их влияние на реализуемый процесс может быть неоднозначным. Установлено, что применение, например, Ивалона ХП, который характеризуется хорошими показателями смачивающей способности, оптимальным значением поверхностного натяжения и умеренным пенообразованием [3,9], приводит к увеличению размера частиц, который превышает 1 мкм (рис. 4). Закономерное увеличение размера частиц не зависит от концентрации красителей, а определяется свойствами ПАВ. И, прежде всего, их способностью к образованию мицелл, размер которых может превышать 100 нм.

Ранее проведёнными исследованиями показано, что эффективное использование красителей и стабильная работа печатающей головки принтера обеспечиваются в том случае, если размер частиц в растворе красителя не превышает $0,5 \cdot 10^{-6}$ м [7]. Колориметрический анализ водных растворов кислотных красителей (1г/л) показал отсутствие в них частиц с размером более $0,45 \cdot 10^{-6}$ м [10]. Дальнейшими исследованиями установлено, что с повышением концентрации кислотных красителей до 50 г/л около 20% частиц имеют размер более $0,45 \cdot 10^{-6}$ м (для кислотного ярко-синего антрахинонового – 30 %). При этом значительно возрастает вязкость растворов, вследствие межмолекулярного взаимодействия, приводящего к образованию коллоидных структур. Переход от истинных к коллоидным растворам обуславливает проявление качественно новых свойств, связанных с поверхностными явлениями в области коллоидной дисперсности ($100 - 1 \cdot 10^{-6}$ м) [8].

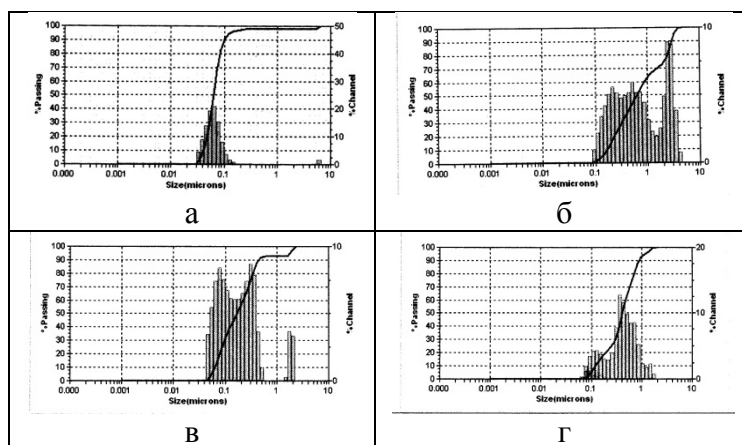


Рис. 4 Изменение размера частиц в водном растворе красителя кислотного синего антрахинонового 2К в присутствии ПАВ (Ивалон ХП)
а – краситель 0,02 г/л, б – краситель 0,02 г/л + ПАВ, 1 г/л, в – краситель 10 г/л,
г – краситель 10 г/л + ПАВ, 2 г/л.

С учетом того, что выпускные формы красителей содержат поверхностно-активные вещества и значения поверхностного натяжения их водных растворов находятся в пределах 30 мН/м, было проведено ультразвуковое диспергирование растворов кислотных красителей, которое не дало значительного эффекта. Более стабильный и заметный результат был достигнут при введении в растворы триэтаноламина с одновременной ультразвуковой обработкой [10].

Фиксация кислотных красителей обеспечивается наличием стадии предобработки текстильного материала, которая представляет собой пропитку волокнистого субстрата композицией включающей загуститель и текстильно-вспомогательные вещества. Такое построение технологического процесса наиболее актуально для тканей из натурального шелка. При проведении исследований эффективность предобработки оценивалась по интенсивности окраски после запаривания и промывки напечатанной ткани.

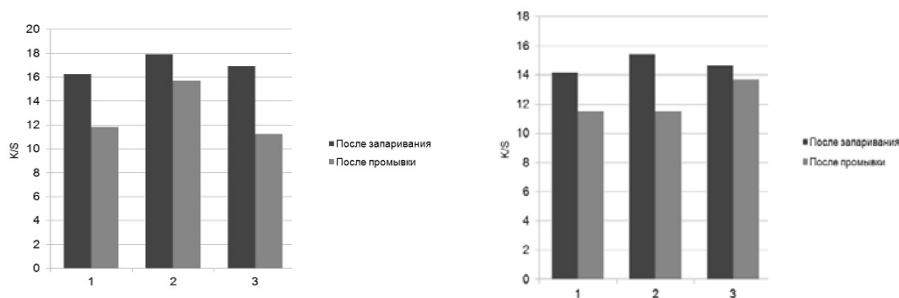


Рисунок 5. Оценка влияния состава аппарата для предподготовки шелковой ткани на интенсивность полученной окраски:
 состав аппарата, г/л: 1 – $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$; 2 – $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ + Na -КМЦ-3,5 г/л;
 3 – $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ + Na-КМЦ-3,5 г/л + карбамид-50 г/л.

В результате проведенных исследований даны рекомендации по осуществлению технологических процессов прямой струйной печати полиамидных тафтинговых ковров и шелковых тканей кислотными красителями с обеспечением высокого качества их художественно-колористического оформления.

Выводы

1. Осуществлен анализ преимуществ и проблем реализации технологии прямой струйной печати для художественно-колористического оформления текстильных материалов.
2. Выявлены и оптимизированы факторы (вязкость составов, давление в печатающей головке, размер частиц в композиции и др.) влияющие на результаты узорчатой расцветки полиамидных тафтинговых ковров по технологии «Chromojet» кислотными красителями. Рекомендовано применение загустителей на основе эфиров целлюлозы и ультразвуковое диспергирование для приготовления загусток для реализации указанного процесса.
3. Показано, что эффективное использование технологии прямой струйной печати «Inkjet» для расцветки шелковых тканей кислотными красителями обеспечивается при проведении операции предподготовки текстильного материала и достижении необходимой степени дисперсности и стабильности высококонцентрированных растворов красителей, что достигается введением в них триэтаноламина с одновременной ультразвуковой обработкой.
4. Производственные испытания на пилотной печатной линии «Chromojet» подтвердили возможность достижения высокого качества узорчатой расцветки тафтингового коврового полотна с полиамидным ворсом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андреев. Т.М. Производство напольных ковровых покрытий // Материалы научно-методической конференции к 170-летию кафедры химической технологии и дизайна текстиля. – 2004, С. 28–31.
2. Ковш И.С. Inkjet – революционное направление в текстильной печати // Легпробизнес; Директор. – 2003, №3, С. 44-45.
3. Коновалова М. В. О применении активных красителей в цифровой печати по текстильным материалам из шелка / М. В. Коновалова, А.Е. Алиева // Научный альманах: специальный выпуск журнала «Текстильная промышленность».№ 7-8 – 2005, С.67-69.
4. Гранатович Н. Н. Разработка технологии эффективной подготовки текстильных материалов под цифровую печать активными красителями с применением катионных

- препаратов / Н. Н. Гранатович, М. К. Тараканов, Г. Е. Кричевски // Научный альманах: специальный выпуск журнала «Текстильная промышленность» №7. – 2006, С.30-35.
5. Гребенкин А.Н. Изучения влияния условий диспергирования на свойства коллоидной системы на основе карбоксиметилцеллюлозы/ А.Н Гребенкин, Н.А. Тихомирова, А.В. Захарова // Вестник СПбГУТД. Серия 1. Естеств. и технич. науки. №1, 2015- С.24 -26.
6. Абрамзон А. А. Поверхностно-активные вещества / А. А. Абрамзон, Л. П. Зайченко, С. И. Файнгольд. – Ленинград «Химия» Ленинградское отделение. 1988. – 200 с.
7. Тихомирова Н. А. Дисперсность красителя как критерий эффективности процессов колорирования текстильных материалов / Н. А.Тихомирова, В. А. Попова // Дизайн.Материалы.Технология. – 2012. – №5. – С.93-96.
8. Кузнецов В. В. Физическая и коллоидная химия / В. В. Кузнецов, В. Ф. Усть- Качкинцев – М.: Высшая школа, 1976. – 277 с.
9. Кураев А. Ю. Свойства растворов красителей для струйной печати текстильных материалов /А. Ю. Кураев, А. М. Киселев, Н. А. Тихомирова, Л. П. Зайченко// Изв.ВУЗов.Технология текстильной промышленности. – 2009. – №6. – С.66-68.
10. Тихомирова Н.А. Получение концентрированных растворов кислотных красителей с оптимальным размером частиц для inkjet-печати текстильных изделий / Н. А. Тихомирова, К. А. Богданова // Вестник СПбГУТД. Серия 1. Естеств. и технич. науки. №4, 2016 – С.41-43.

УДК 677.074.1

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТРУКТУР ЗАЩИТНЫХ ТКАНЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ КОМБИНИРОВАННЫХ ОГНЕ- И ТЕРМОСТОЙКИХ НИТЕЙ

DEVELOPMENT OF STRUCTURES PROTECTIVE FABRICS WITH THE USE OF COMBINED FIRE- AND HEAT-RESISTANT THREADS

П.Е. Сафонов¹, Н.М. Левакова¹, С.С. Юхин²
P. E. Safonov¹, N. M. Levakova¹, S. S. Yukhin²

¹ООО «ТЕКС-ЦЕНТР» (Москва)

²Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство), (Москва)

¹TEKS-CENTRE Ltd, (Moscow)

²Russian State University “A.N. Kosygin” (Technology. Design. Art), (Moscow)

E-mail: info@teks-centre.ru, sergeyyukhin@yandex.ru

Представлены результаты разработки защитных тканей с использованием комбинированных огне- и термостойких нитей. В результате проведенных исследований определены преимущества и недостатки тканей, выработанных из скрученных или обкрученных нитей. Предложено изготавливать ткани для защитной спецодежды из скрученных нитей, при этом обкрученные нити могут вводиться в ткань в ограниченном количестве для создания армирующего каркаса.

Ключевые слова: комбинированные огне- и термостойкие нити; технологичность нитей; структура ткани.

The results of development of protective fabrics using the combined fire- and heat-resistant threads. The result of these studies identified the advantages and disadvantages of fabrics made from twisted or wrapped threads. The proposed produce fabrics for protective workwear from twisted threads, with wrapped threads can be introduced into the fabric in a limited quantity for the creation of a reinforcing frame.

Keywords: combined fire- and heat-resistant threads; weavability threads; fabric structure.