

ПЕРЕВОДНАЯ ПЕЧАТЬ КАК ОДИН ИЗ СОВРЕМЕННЫХ СПОСОБОВ ПОЛУЧЕНИЯ РИСУНКОВ НА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛАХ

Е.Б. Санжеева

Группа компаний «БТК Текстиль», ул. Ворошилова, д. 2, г. Шахты, Ростовской области, Российская Федерация
E-mail: elenasanzheeva1982@gmail.com

В статье рассматриваются варианты получения рисунков на текстильном материале методом переводной (сублимационной печати). Большой интерес к этому способу обусловлен высоким художественным уровнем получаемых отпечатков, отсутствием операции промывки, экономичностью и простотой процесса. От традиционной печати переводная отличается тем, что первоначально рисунок печатается на подложке, чаще всего на специальной бумаге, а уже с нее переносится на текстильный материал (субстрат). Краситель внедряется в волокнистый материал, переходя сразу из твердого состояния в газообразное, минуя жидкую фазу – сублимируясь, дальше происходит его диффузия в волокно и закрепление в нем. Традиционно технология переводной печати применяется для текстильных материалов из химических волокон, чаще всего полиэфирных. В качестве красителей используются дисперсные, способные возгоняться при соответствующей температуре. Колорирование дисперсными красителями текстильных материалов исключительно из химического волокна существенно ограничивает ассортимент изделий, для которых может применяться переводная печать. В статье обоснована возможность расширения ассортимента текстильных материалов, колорируемых способом переводной печати, за счет натуральных тканей. При этом все работы условно можно разделить на два направления: первое – нанесение на бумажную подложку красителей, которые могут фиксироваться не только на химических, но и на натуральных волокнистых материалах; второе – обработка натуральных материалов, повышающая их сродство к дисперсным красителям, стимулирующая закрепление красителей на поверхности и проникновение вглубь волокна, поверхность которого перед печатью обрабатывается специальными веществами – праймерами. Применяемые в качестве праймеров композиции отличаются по составу и механизму действия, основная функция их заключается в том, чтобы закрепить на натуральном – хлопковом, льняном или шелковом волокне возгонанный краситель. Описаны инновационные технологии, разработанные в России и за рубежом, обеспечивающие получение методом переводной печати рисунков с высокими колористическими характеристиками на текстильных материалах разного волокнистого состава.

Ключевые слова: переводная печать, сублимация, красители, полимеры

TRANSFER PRINTING AS ONE OF THE MODERN METHODS OF PRODUCING DESIGNS ON TEXTILE MATERIALS

E.B. Sanzheeva

Group of companies "BTK Textile", Voroshilova St., 2, Shakhty, Rostov region, Russian Federation
E-mail: elenasanzheeva1982@gmail.com

The article discusses options for obtaining designs on textile material using the transfer (sublimation printing) method. Great interest in this method is due to the high artistic level of the resulting prints, the absence of a washing operation, the economy and simplicity of the process. Transfer printing differs from traditional printing in that initially the design is printed on a substrate, most often on special paper, and from there it is transferred to textile material (substrate).

The dye is introduced into the fibrous material, passing directly from the solid to the gaseous state, bypassing the liquid phase - sublimating, then it diffuses into the fiber and is fixed in it. Traditionally, transfer printing technology is used for textile materials made from chemical fibers, most often polyester. Dispersed dyes that can sublime at the appropriate temperature are used as dyes. Coloring textile materials exclusively made from chemical fiber with disperse dyes significantly limits the range of products for which transfer printing can be used. The article substantiates the possibility of expanding the range of textile materials colored by transfer printing using natural fabrics. In this case, all work can be conditionally divided into two directions: the first is the application of dyes to the paper substrate, which can be fixed not only on chemical, but also on natural fibrous materials; the second is the processing of natural materials, increasing their affinity for dispersed dyes, stimulating the fixation of dyes on the surface and penetration deep into the fiber, the surface of which is treated with special substances - primers - before printing. The compositions used as primers differ in composition and mechanism of action; their main function is to attach a sublimated dye to natural cotton, linen or silk fiber. Innovative technologies developed in Russia and abroad are described, ensuring that transfer printing produces patterns with high color characteristics on textile materials of different fibrous compositions.

Keywords: transfer printing, sublimation, dyes, polymers

Для цитирования:

Санжеева Е.Б. Переводная печать как один из современных способов получения рисунков на текстильных материалах. *Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва)*. 2025. Т. LXIX. № 2. С. 108–119. DOI: 10.6060/rcj.2025692.13.

For citation:

Sanzheeva E.B. Transfer printing as one of the modern methods of producing designs on textile materials. *Ros. Khim. Zh.* 2025. V. 69. N 2. P. 108–119. DOI: 10.6060/rcj.2025692.13.

ВВЕДЕНИЕ

Текстильные материалы с нанесенным печатным рисунком во все времена имели большую популярность и востребованность на мировом рынке. Несмотря на многочисленность и разнообразие вариантов получения на полотнах узорчатых расцветок, постоянно появляются новые способы и технологические решения. При этом большую роль в создании новых технологий играет не только стилистическое и колористическое решения, но и экономический фактор. Кроме того, сегодня повышенное внимание уделяется экологической безопасности технологических процессов. Одним из современных развивающихся способов получения рисунков на текстиле является переводная (сублимационная) печать (СП).

Суть процесса заключается в том, что первоначально рисунок печатается на подложке, чаще всего на специальной бумаге, а уже с нее переносится на текстильный материал (субстрат). Краситель внедряется в волокнистый материал, переходя сразу из твердого состояния в газообразное, минуя жидкую фазу – сублимируясь. Процесс переноса осуществляется следующим образом: бумага накладывается лицевой стороной с рисунком на полотно и вместе с ним подвергается одновременному воз-

действию высокой температуры (~200 °С) и давления. При этом краситель переходит на текстильный материал и происходит его диффузия в волокно и закрепление в нем. Схема сублимационной печати представлена на рис. 1 [1].

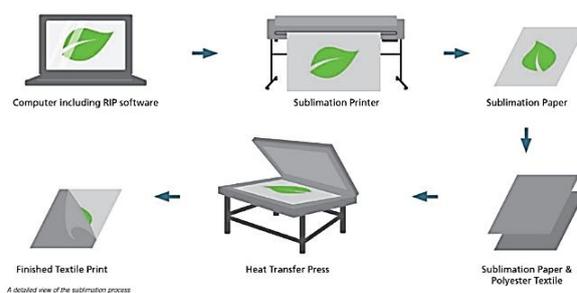


Рис.1 Схема процесса переводной (сублимационной) печати
Fig.1 Scheme of the transfer (sublimation) printing process

Большой интерес к этому способу печати обусловлен возможностью получения рисунков на высоком художественном уровне. Рисунки на подложке обычно выполняются с детальной проработкой всех элементов и богатой цветовой гаммой, что сложно выполнить на текстильном материале при прямой печати. Изображение переносится на полотно практически без искажения, сохраняя все

нюансы дизайнерской мысли художника-колориста. Считается, что таким образом на ткани можно получить рисунки с почти 12000 тонов и полутонов любой сложности, включая книжные и журнальные иллюстрации, портреты, изображения с фотографий, швейные выкройки с купонными рисунками и пр. [2, 3]. Это одно из основных преимуществ переводной печати перед другими способами. Немаловажным достоинством также является то, что в большинстве случаев, после переноса изображения на ткань не требуются операции промывки и сушки.

БУМАГА ДЛЯ ПЕРЕВОДНОЙ ПЕЧАТИ

Одной из основных составляющих успешной реализации СП является бумага, на которую наносится рисунок и с которой он должен легко переходить на текстильный материал. Рисунок обычно наносится на бумагу методом струйной печати в зеркальном отображении по отношению к конечному продукту [4, 5].

Чаще всего используется 3 вида бумаги для СП: офисная бумага, матовая бумага для струйной печати, сублимационная бумага. Независимо от вида бумаги, структура ее должна быть достаточно плотной, чтобы нанесенный краситель оставался на ее поверхности и не впитывался внутрь даже в процессе термообработки. В идеале после печати и термофиксации весь краситель должен перейти с бумажной подложки на волокнистый материал [6, 7].

Эффективнее всего процесс переводной печати реализуется с применением в качестве подложки бумаги, специально разработанной для СП (90-120 г/м²). На ее поверхности имеется покрытие, не пропускающее краситель внутрь бумаги. Нанесенный рисунок полностью переносится на текстильный материал, сохраняя интенсивность и оттенки цветов и четкость контуров узора [7-9].

В настоящий момент проводятся исследования по повышению качества бумаги для СП в первую очередь с точки зрения легкости и полноты высвобождения с ее поверхности красителя. Большинство работ направлено на внесение в состав бумаги эффективных добавок, например, карбоната кальция (CaCO₃), диоксидов кремния (SiO₂) или титана (TiO₂) и пр. [10-14]. Ранее было установлено, что такие добавки улучшают механические характеристики, термическую стабильность, морфологию поверхности бумаги и барьерные свойства, модифицированной бумаги, а главное – заметно повышали цветовые характеристики напечатанных материалов.

Другим вариантом модификации бумажной подложки, разработанным в Ивановском государственном химико-технологическом университете, стала предварительная обработка ее акриловыми полимерами российского производства (Ларус 33 и 31, Рузин 14, Аквапол 10 и 11) [15-17]. Нанесение полимеров на бумагу перед ее печатанием на струйном принтере впоследствии облегчает выход красителя на текстильный материал, заметно улучшает колористические характеристики расцветки и, кроме того, придает напечатанной ткани специфический блеск и глянец.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В ПЕРЕВОДНОЙ ПЕЧАТИ КРАСИТЕЛИ И ВОЛОКНИСТЫЙ МАТЕРИАЛ

Традиционно технология переводной печати применяется для текстильных материалов из химических волокон, чаще всего полиэфирных. Эти материалы имеют такое свойство, как термопластичность: при нагревании свободный объем внутри волокнообразующих полимеров увеличивается, обеспечивая проникновение химических реагентов и молекул красителя [3, 18]. Если ткань изготовлена из смешанного волокна, один из компонентов которого не воспринимает возогнанный краситель, то при печати возможны потери не зафиксировавшегося красителя до 40% [12].

Чтобы избежать потерь красителя для сублимационной печати используются в основном материалы из химических волокон или с содержанием их в составе не менее 50%. В последнем случае колорируемый материал стараются сделать двухслойным: лицевая сторона, на которой фиксируется краситель синтетическая, а изнаночная – из натурального волокна. Это позволяет выпускать комфортные в носке изделия с яркими сложными рисунками без непроизводительного расхода реагентов.

Для колорирования химических волокнистых материалов чаще всего используются дисперсные красители, которые представляют собой класс синтетических красителей, обладающих общими характеристиками, но различных по химическому строению. Примерно 50% из них составляют моноазокрасители, 25% - антрахиноновые красители, 10% - диазокрасители, 3% - метиленовые красители, 3% - стириловые красители, 3% - акрилбензимидазоловые, 3% - хинонфталоновые красители, 1% - аминафталиламидные, 1% - нафтохиноновые [19, 20]. Общим свойством всех дисперсных красителей является очень мелкий размер частиц (≤ 1 мкм) и крайне низкая растворимость в воде (5-30 мг/л).

Чтобы дисперсный краситель мог использоваться в сублимационной печати он должен обладать еще несколькими специфическими свойствами. В первую очередь – способностью при высокой температуре возгоняться – переходить непосредственно из твердого состояния в парообразное [21, 22]. Кроме того, красители для СП должны иметь высокую термостабильность – не разрушаться при температуре ~ 200 °С, за короткий промежуток времени (10-40 с) проникать вглубь волокна и прочно закрепляться там. На эти качества дисперсных красителей влияет целый ряд факторов: химическое строение, размер частиц, структура [23, 24]. В СП могут применяться красители с молекулярной массой не выше 220-320 ед., при этом нежелательно присутствие в их составе полярных групп неионного характера $-\text{CONH}_2$, $-\text{NO}_2$, $-\text{NH}_2$, $-\text{OH}$, $-\text{SO}_2$, $-\text{CN}$ [25].

Схема перемещения красителя с бумажной подложки в волокнистый субстрат представлена на рис. 2 [20].

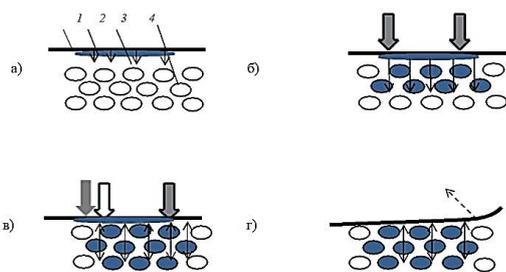


Рис. 2 Схема перемещения красителя в волокно при сублимационной печати: 1 – бумажная подложка; 2 – краситель; 3 – воздушная прослойка между красителем на бумаге и текстильным материалом; 4 – текстильный материал

Fig. 2 Scheme of dye movement into fiber during sublimation printing: 1 – paper substrate; 2 – dye; 3 – air gap between the dye on the paper and the textile material; 4 – textile material

При нагревании бумажной подложки с красителем, последний переходит в газообразное состояние (а), через воздушный зазор диффундирует к поверхности волокна (б) и проникает внутрь (в). Как только свободный объем внутри волокнистого субстрата, а также зазор между бумагой и поверхностью волокна будут заполнены красителем, краситель будет оседать на бумаге или рассеиваться в окружающей среде (г).

Если у красителей низкая дисперсность и большая молекулярная масса, чтобы перевести их в газообразное состояние, требуется очень высокая температура – такие красители называют высокоэнергетические. Низкоэнергетические красители

сублимируются при более низкой температуре. Поскольку при возгонке краситель переходит в молекулярное состояние, он эффективнее сорбируется волокном и проникает в него, чем из водной дисперсии [26-28].

На рис. 3 в качестве примера приведены красители, которые хорошо возгоняются и могут успешно применяться в термопереводной печати [30].

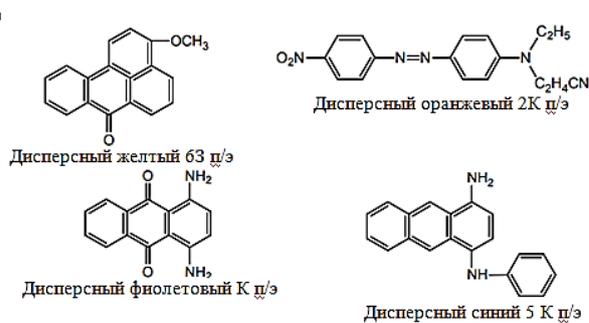


Рис. 3. Красители, которые могут быть использованы в сублимационной печати

Fig. 3. Dyes that can be used in sublimation printing

В условиях термопереводной печати хорошо зарекомендовали себя азиридилазокрасители, имеющие оттенки от желтого до зеленовато-синего цвета. Они содержат фрагмент тиенильной связи и взаимодействуют с полиэфирным материалом при высокой температуре. Ткани, с нанесенными азиридилиновыми красителями, более устойчивы к экстракции растворителем, чем ткани, с обычными красителями [29].

Представляет интерес попытка повысить экологичность СП при применении в ней природных красителей [30]. Например, исследовали варианты трансферной печати по полиэфирному материалу куркумой, алканетом и ревенем [31]. При фиксации красителей на бумаге использовались натуральные и синтетические загущающие агенты (альгинат натрия и Dicothick) и их смеси. В ходе экспериментов были оптимизированы условия нанесения рисунка на бумажную подложку и полиэфирный материал (рН печатной пасты, время переноса и температура печати), доказано их влияние на стойкость отпечатков. Исследования, проведенные для различных типов загустителей, показали, что лучшие результаты по интенсивности окраски на ткани получены с Dicothick. При печати с альгинатом натрия отпечатки имели самую низкую интенсивность. При использовании смеси загустителей получены промежуточные значения. Устойчивость к физико-механическим воздействиям и мок-

рым обработкам расцветки природными красителями во всех случаях была высокой.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕВОДНОЙ ПЕЧАТИ

Колорирование дисперсными красителями текстильных материалов исключительно из химического волокна существенно ограничивает ассортимент изделий, для которых может применяться переводная печать. Поэтому в настоящее время разрабатываются технологии, обеспечивающие возможность применения СП на широком круге объектов. При этом все работы условно можно разделить на два направления: первое – нанесение на бумажную подложку красителей, которые могут фиксироваться не только на химических, но и на натуральных волокнистых материалах; второе – обработка натуральных материалов, повышающая их сродство к дисперсным красителям, стимулирующая закрепление красителей на поверхности и проникновение вглубь волокна [32, 33].

В первом случае в качестве красителей либо используются давно известные, окрашивающие хлопок или шерсть и способные возгоняться, либо на базе дисперсных создаются новые, приобретающие сродство к натуральному волокну. По свидетельству специалистов [9, 21], из традиционных красителей переходить из твердого состояния сразу в газообразное, не теряя своих свойств, могут 34 катионных красителя, 2 кислотных и 3 кубовых. Но в последние годы появляются новые красители, сохраняющие способность дисперсных к возгонке, и одновременно химически взаимодействующие с натуральным волокнистым материалом. Такие красители получили название реактивные дисперсные (reactive disperse dye) [34-36]. Примером могут служить дисперсные красители на основе антрахинона, в которые для образования химической связи с целлюлозным волокном вводили изоцианатную группу [37].

Полученные красители при СП по целлюлозосодержащим текстильным материалам демонстрируют хорошие колористические характеристики и высокую устойчивость к трению и мокрым обработкам.

Для фиксации печатного рисунка дисперсными красителями методом СП на текстильных материалах из шерстьполиэфирных, хлопкополиэфирных и вискозополиэфирных смесей волокон, их предварительно обрабатывают монохлортриазинил β -циклодекстрином (МСТ- β -CD), хитозаном или этилендиамином [38, 39]. Иммуобилизован-

ный на поверхности волокон МСТ- β -CD предоставляет для закрепления красителей гидрофобные полости, в которых тот закрепляется по принципу «гость-хозяин». Это обеспечивает прочность фиксации красителя, высокую интенсивность и чистоту расцветки. Фиксация хитозана с его аминогруппами на матрице отделки/ткань или введение при обработке с этилендиамином аминных функциональных групп путем аминлиза полиэфирного компонента также повышают степень фиксации красителя и улучшают колористические показатели печатного рисунка. Достоинством такого вида печати также является способность модифицированных/постпечатных субстратов защищать напечатанный материал от повреждения в результате инсоляции, что способствует длительному сохранению яркости расцветки в процессе эксплуатации изделий [38, 39].

Одним из путей, позволяющих дисперсным красителям проникать вглубь целлюлозосодержащих волокон является увеличение свободного объема волокнообразующего полимера при его набухании. Для этого волокно подвергают действию растворителей с высокой температурой кипения, таким, например, как полиэтиленгликоли (ПЭГ). Растворители смешиваются с водой и наносятся на волокно перед процессом печати одновременно со сшивающим агентом. Такая обработка позволяет удерживать хлопок в набухом состоянии при высокой температуре, благодаря чему краситель проникает вглубь волокна и фиксируется там [33, 40]. Предварительная обработка растворителями в комплексе с полимерными связующими делает восприимчивыми к дисперсным красителям не только хлопчатобумажные ткани, но и более проблемные с точки зрения текстильной химии объекты, такие как лен, джут, джутовые хлопчатобумажные смешанные ткани [41].

Были проведены исследования по возможной модификации этих объектов путем ацетилирования, цианоэтилирования, обработки сшивающими агентами и гликолями с высокой температурой кипения с последующей термотрансферной печатью. Оценка степени переноса красителя с бумажной подложки на материал, колористических характеристик полученных рисунков и их устойчивости к физико-механическим воздействиям показал высокую эффективность процесса с участием акрилонитрила. Неплохие результаты также были получены и в случае обработки объекта печати полиэтиленгликолями [42].

Параллельно с исследованиями полиэтиленгликолей в качестве переносчиков была предпринята попытка синтезировать комплексные препараты для предварительной обработки тканей перед СП. Для этого использовались продукты конденсации меламина, параформальдегида и ряда гликолей. Роль ПЭГ-200 в синтезированном продукте установлена с использованием моноэтиленгликоля в качестве модельного соединения [43].

Кроме поверхностных модификаторов на основе предконденсатов терморезактивных смол постоянно идет поиск новых экологически безопасных покрытий для натуральных волокон, позволяющих методом СП наносить на них дисперсные красители. Разработан катионный гибридный золь, содержащий оксиды кремния и титана ($\text{SiO}_2/\text{TiO}_2$), который представляет собой стабильную дисперсию с потенциалом $\zeta -11,9$ мВ, поверхностным натяжением 34,7 мН/м и средним размером частиц 20–100 нм. При модификации на поверхности целлюлозного материала образуется плотная и твердая катионная гибридная пленка $\text{SiO}_2/\text{TiO}_2$, сорбирующая и закрепляющая дисперсный краситель. По свидетельству авторов разработки, интенсивность печатного рисунка на материале с таким покрытием увеличивается на 320%, а скорость переноса дисперсного красителя возрастает с 21% до 89%. Насыщенность цвета заметно увеличивается, а стойкость к влажному истиранию улучшается на полбалла. По сравнению с СП по необработанной целлюлозной ткани рисунок на модифицированном материале имеет заметно лучший внешний вид. Таким образом, создается основа для полного использования потенциала СП дисперсными красителями по целлюлозным материалам [12, 44].

Следует отметить, что при предпечатной обработке целлюлозосодержащих волокнистых материалов к модификаторам предъявлялись определенные требования: пленка на поверхности волокна должна быть прочной, эластичной, не ухудшать гриф материала, не искажать цвет наносимого красителя и при этом обладать устойчивостью к физико-механическим воздействиям и мокрым обработкам, температуре, свету, химическим реагентам и пр.

Чтобы получить рисунок на шелковых текстильных материалах путем переноса красителя с бумаги предварительно наносили на них терморезактивные смолы, полученные при поликонденсации меламина с формальдегидом и полиэтиленгликолем. Катализатором процесса закрепления расцветки служил хлорид магния [45].

Альтернативным вариантом получения узоров на натуральном шелке методом сублимации может служить так называемая «технология сухого переноса» (dry transfer technology) [46, 47], предполагающая перенос красителя с бумаги на волокно в процессе термопрессования и пропаривания. Температура и давление в процессе термопрессования обеспечивают требуемую адгезию между трансферной бумагой и шелком, что положительно влияет на проникновение красителя в волокно. Температура процесса составляет 95–120 °С, давление – 3–6 МПа. При печатании по этому способу используются активные красители. Рисунок на бумагу, предварительно обработанную термопластичными загущающими агентами, наносится с помощью струйной печати. В качестве загустителя применяется высокозамещенная гидроксипропилцеллюлоза в сочетании с другими загущающими агентами, например, карбоксиметилцеллюлозой, гидроксипропилцеллюлозой, карбоксиметилкрахмалом и пр. Проводились эксперименты по использованию для этой цели альгината натрия или гуаровой камеди. Реологические испытания подтвердили, что любой из смешанных загустителей образует равномерный застил на бумаге и легко переносится на волокно одновременно с красителем. Оценивая влияние загустителя на качество отпечатка и цветовые характеристики получаемых расцветок с точки зрения интенсивности, чистоты оттенка и четкости контура рисунка, установили, что качество печати определяется степенью адгезии и реакционной способностью между загустителем и красителем. Лучшие результаты по интенсивности расцветки были получены при сочетании гидроксипропилцеллюлозы с альгинатом натрия. А наиболее четкие контуры рисунка – при использовании в качестве дополнительного загустителя карбоксиметилцеллюлозы, гуаровой камеди или карбоксиметилкрахмала.

Яркость и интенсивность расцветки может быть увеличена при введении в состав для создания среды трихлоруксусной кислоты в сочетании с 5%-ной мочевиной. Глубина проникновения красителя в материал зависит от его количества на трансферной бумаге, содержания мочевины и дициандиамида [48, 49].

Отдельное направление исследований в области развития СП – это применение ее для колорирования трикотажных полотен. Жесткие условия ведения процесса, подвижная структура трикотажа и легкость ее деформации закономерно вызывают определенные сложности при реализации процесса. В научно-технической литературе есть сведения об

исследованиях влияния СП на изменение структурно-физических свойств трикотажных полотен [50-52]. Трикотажные материалы, отличающиеся структурой и волокнистым составом (хлопчатобумажное, полиэфирное, хлопкополиэфирное волокна) были напечатаны методом сублимационного переноса. Для сублимации хлопкополиэфирных и хлопчатобумажных трикотажных материалов использовались активные красители, нанесенные на модифицированную бумажную основу. Изучалось влияние процесса сублимации на воздухопроницаемость, упруго-эластические и физико-механические свойства трикотажных полотен. Отмечена устойчивость материалов из полиэфирного волокна к действию температуры и давления при переносе рисунка. Заметные изменения наблюдались у трикотажных полотен, содержащих хлопковые волокна – произошла их усадка и деформация вязаного рисунка. Усадка также фиксировалась и у полиэфирного трикотажа. Модификация вязаного узора полотен негативно влияет на изменение колористических показателей печатных рисунков. Из-за деформации вязки отклонение общего цветового различия от заданных значений на хлопчатобумажных полотнах достигало показателей от 7,9 до 14,2, а у хлопкополиэфирных – от 8,5 до 14,4.

На кафедре ХТВМ ИГХТУ для повышения сорбционной активности целлюлозных текстильных полотен по отношению к дисперсным красителям было предложено модифицировать их путем нанесения полимерных материалов, например, водно-дисперсионных (со)полимеров акриловой природы. Были проведены исследования пригодности полимерных продуктов различного типа для СП. В основу положены как работы ученых из Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна Киселева А.М., Епишкиной В.А., Целмса Р.А. [53-55], так и собственные разработки совместно с ООО «Сван» (г.Дзержинск). На базе теоретического материала и проведенных экспериментов была создана линия водных дисперсий акриловых сополимеров для крашения, печати и заключительной отделки хлопкосодержащих тканей [15, 16, 56-64]. Установлено, что некоторые из них могут быть использованы в качестве праймеров под переводную СП. Наилучшим образом даже в сравнении с зарубежными аналогами показали себя такие полимерные продукты, как Ларус-21И и Лакротен-Э64. Предварительно обработанный ими материал сохранял мягкий гриф, перенесенный на ткани краситель практически полностью закреплялся на волокне, полученные рисунки отличались высокой четкостью и интенсивностью

(рис. 4). Важно также то, что бумажная подложка легко отделялась от текстильного материала после термообработки [15].

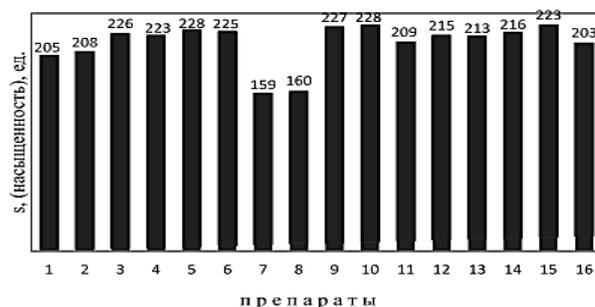


Рис.4. Влияние предварительной обработки полимерами на насыщенность расцветки хлопчатобумажной ткани при переводной печати с красителем дисперсным алым п/э
1 – Ларус-33, 2 – Рuzин-33, 3 – Ларус-21И, 4 – Лакротен-Э64, 5 – Аквапол-11, 6 – Аквапол-10, 7 – Рустан14, 8 – С-612, 9 – KFC, 10 – Mlihanate, 11 – Гликазин, 12 – Аквапол-12, 13 – Нува-NPU, 14 – EEE, 15 – AIR, 16 – WEB

Fig. 4 The influence of pre-treatment with polymers on the color saturation of cotton fabric during transfer printing with dispersed scarlet p/e dye

- 1 – Larus-33, 2 – Ruzin-33, 3 – Larus-21I, 4 – Lakroten-E64, 5 – Aquapol-11, 6 – Aquapol-10, 7 – Rustan14, 8 – S-612, 9 – KFC, 10 – Mlihanate, 11 – Glycasin, 12 – Aquapol-12, 13 – Nuva-NPU, 14 – EEE, 15 – AIR, 16 – WEB

Полученные результаты получили дальнейшее развитие в работах [15, 16], где при использовании выбранных полимеров для модификации поверхности целлюлозных материалов при СП дисперсными красителями были подобраны триады красителей, сочетание которых позволило значительно разнообразить цветовую гамму получаемых рисунков. Сложность решения заключалась в выборе красителей с одновременной сублимацией и равномерной фиксации при соответствующей температуре. Также авторами оптимизированы условия переноса рисунка на материал с бумажной подложки – 10-20 с при температуре 200 °С.

ВЫВОДЫ

Представленный в статье обзор научно-технических источников иллюстрирует глубокие качественные изменения на мировом рынке текстильной печати: снижаются тиражи рисунков, дизайн становится более индивидуальным, большое внимание уделяется экологичности процессов. Таким образом, технология переводной печати становится одним из наиболее востребованных направлений развития колорирования тканей. Основной ее недостаток – ограничение объектов только хи-

мическими волокнами и дисперсными красителями – успешно преодолевается с развитием текстильной химии. Опираясь на приведенные в статье исследования как российских, так и зарубежных ученых, можно констатировать, что большие перспективы для развития в этом направлении имеет модификация поверхности текстильных материалов перед нанесением рисунка с целью прочной фиксации на ней сублимированного красителя.

Вероятнее всего, дальнейшие исследования в области переводной печати будут посвящены решению этой задачи.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

The authors declare the absence of a conflict of interest warranting disclosure in this article.

ЛИТЕРАТУРА

REFERENCES

1. **Гейко Р.А.** Что представляет собой сублимационная печать. *Теория и практика современной науки*. 2018. № 12 (42). С. 103-105.
2. **Васильев В.В., Гарцева Л.А., Циркина О.Г.** Химическая технология текстильных материалов: учебное пособие. Иваново: ИГТА. 2005. 124 с.
3. **Guo L., Zhang M., Guo X., Zhu Q.** Research on the color models of the heat transfer printing paper. *Advanced Materials Research*. 2011. May. P. 236-238. DOI: 10.4028/www.scientific.net/AMR.236-238.1332.
4. **Stojanović S., Grešak J., Trajović D., Ćirković N.** Influence of Sublimation Transfer Printing on Alterations in the Structural and Physical Properties of Knitted Fabrics. *Coloration Technology*. 2020. N 137 (2). P.108-122. DOI: 10.1111/cote.12508.
5. **Özomay M., Özomay Z.** The Effect of Temperature and Time Variables on Printing Quality in Sublimation Transfer Printing on Nylon and Polyester Fabric. *European Journal of Science and Technology*. 2021. N 23. P. 882-891. DOI: 10.31590/ejosat.889147.
6. **Бойко М.А.** Сублимационная печать: технология и особенности производства. Молодежь, наука, творчество - 2020: Материалы XVIII Всероссийской научно-практической конференции студентов и аспирантов. Омск: Омский государственный технический университет. 2020. С. 7-10.
7. **Peng B.L., Dhar N., Liu H.L., Tam K.C.** Chemistry and applications of nanocrystalline cellulose and its derivatives: A nanotechnology perspective. *The Canadian Journal of Chemical Engineering*. 2011. N 89 (5). P. 1191–1206. DOI: 10.1002/cjce.20554.
8. **Бушмелев В.А., Вольман Н.С.** Процессы и аппараты целлюлозно-бумажного производства. М.: Лесная промышленность. 1974. 350 с.
9. **Беленький Л.И., Росинская Ц.Я., Олтаржевская Н.Д.** Крашение и печатание текстильных материалов из смесей природных и химических волокон. М.: Легпромбыт-издат. 1987. 208 с.
10. **Lin Chi-Ching, Chang Fu-Ling, Perng Yuan-Shing, Yu Shih-Tsung.** Effects of Single and Blended Coating Pigments on the Inkjet Image Quality of Dye Sublimation Transfer Printed Paper: SiO₂, CaCO₃, Talc, and Sericite. *Advances in Materials Science and Engineering*. 2016. P. 1-10. DOI: 10.1155/2016/4863024.
11. **Adel A., Ahmed N., Diab M., El-Shall F., El-Shinnawy N.** Exploration on ability of printable modified papers for the application in heat sublimation transfer printing of polyester fabric. *Scientific Reports*. 2023. N 13. P. 20. DOI:10.1038/s41598-023-33546-9.
12. **Yunjie Yin C., Wang Q.S., Guanfeng Z., Galib C.M.A.** Surface Deposition on Cellulose Substrate via Cationic SiO₂/TiO₂ Hybrid Sol for Transfer Printing Using Disperse Dye. *Industrial & Engineering Chemistry Research*. 2013. V. 52. N 31. P. 10656-10663. DOI: 10.1021/ie400650j.
1. **Geiko R.A.** What is sublimation printing. *Theory and Practice of Modern Science*. 2018. N 12 (42). P. 103-105.
2. **Vasiliev V.V., Gartseva L.A., Tsirkina O.G.** Chemical technology of textile materials: textbook. Ivanovo: IGTA. 2005. 124 p.
3. **Guo L., Zhang M., Guo X., Zhu Q.** Research on the color models of the heat transfer printing paper. *Advanced Materials Research*. 2011. May. P. 236-238. DOI: 10.4028/www.scientific.net/AMR.236-238.1332.
4. **Stojanović S., Grešak J., Trajović D., Ćirković N.** Influence of Sublimation Transfer Printing on Alterations in the Structural and Physical Properties of Knitted Fabrics. *Coloration Technology*. 2020. N 137 (2). P.108-122. DOI: 10.1111/cote.12508.
5. **Özomay M., Özomay Z.** The Effect of Temperature and Time Variables on Printing Quality in Sublimation Transfer Printing on Nylon and Polyester Fabric. *European Journal of Science and Technology*. 2021. N 23. P. 882-891. DOI: 10.31590/ejosat.889147.
6. **Boyko M.A.** Sublimation printing: technology and production features. Youth, Science, Creativity - 2020: Proceedings of the XVIII All-Russian Scientific and Practical Conference of Students and Postgraduates. Omsk: Omsk State Technical University. 2020. P. 7-10.
7. **Peng B.L., Dhar N., Liu H.L., Tam K.C.** Chemistry and applications of nanocrystalline cellulose and its derivatives: A nanotechnology perspective. *The Canadian Journal of Chemical Engineering*. 2011. N 89 (5). P. 1191–1206. DOI: 10.1002/cjce.20554.
8. **Bushmelev V.A., Volman N.S.** Processes and apparatus for pulp and paper production. M.: Forest industry. 1974. 350 p.
9. **Belenkiy L.I., Rosinskaya Ts.Ya., Oltarzhvskaya N.D.** Dyeing and printing of textile materials from mixtures of natural and chemical fibers. M.: Legprombytizdat. 1987. 208 p.
10. **Lin Chi-Ching, Chang Fu-Ling, Perng Yuan-Shing, Yu Shih-Tsung.** Effects of Single and Blended Coating Pigments on the Inkjet Image Quality of Dye Sublimation Transfer Printed Paper: SiO₂, CaCO₃, Talc, and Sericite. *Advances in Materials Science and Engineering*. 2016. P. 1-10. DOI: 10.1155/2016/4863024.
11. **Adel A., Ahmed N., Diab M., El-Shall F., El-Shinnawy N.** Exploration on ability of printable modified papers for the application in heat sublimation transfer printing of polyester fabric. *Scientific Reports*. 2023. N 13. P. 20. DOI:10.1038/s41598-023-33546-9.
12. **Yunjie Yin C., Wang Q.S., Guanfeng Z., Galib C.M.A.** Surface Deposition on Cellulose Substrate via Cationic SiO₂/TiO₂ Hybrid Sol for Transfer Printing Using Disperse Dye. *Industrial & Engineering Chemistry Research*. 2013. V. 52. N 31. P. 10656-10663. DOI: 10.1021/ie400650j.

12. **Yunjie Yin C., Wang Q.S., Guanfeng Z., Galib C.M.A.** Surface Deposition on Cellulose Substrate via Cationic SiO₂/TiO₂ Hybrid Sol for Transfer Printing Using Disperse Dye. *Industrial & Engineering Chemistry Research*. 2013. V. 52. N 31. P. 10656-10663. DOI: 10.1021/ie400650j.
13. **El-Sayad H. S., El-Sherbiny S.** A study into the influence of paper coatings on paper properties and print quality of dye sublimation thermal prints. *Polymer-Plastics Technology and Engineering*. 2008. V. 47. N 2. P. 122-126. DOI: 10.1080/03602550701581126.
14. **Lamminmaki T., Kettle J.P., Puukko P., Gane P.A.C., Ridgway C.** Inkjet print quality: the role of polyvinyl alcohol in speciality CaCO₃ coatings. *Journal of Pulp and Paper Science*. 2009. V. 35. N 3-4. P. 137-147.
15. **Зеленкова Т.Н., Козлова О.В., Ширманова В.В., Хакхин С.Н.** Использование акриловых полимеров в переводной печати по хлопчатобумажным тканям. *Рос. хим. ж.* 2018. Т. LXII. № 3. С. 18-22.
16. **Санжеева Е.Б., Козлова О.В., Одицова О.И., Зеленкова Т.Н.** Переводная печать по хлопчатобумажному трикотажному полотну. *Рос. хим. ж.* 2021. Т. LXV. №1. С. 36-40. DOI: 10.6060/rcj.2021651.3.
17. **Grishin R.A., Zimurov A.R., Sangeeva E.B., Kozlova O.V., Odintcova O.I.** Polymer Coating for Imparting IR Remission Effect to Textile Patterns. *Russian Journal of General Chemistry*. 2022. V. 92. N 12. P. 1–5. DOI: 10.1134/S1070363222120507.
18. **Блинничева И.Б., Мизеровский Л.Н., Шарнина Л.В.** Физика и химия волокнообразующих полимеров: учеб. пособие; под ред. Б. Н. Мельникова. Иваново: "Иванов. гос. хим.-технол. ун-т". 2005. 375 с.
19. **Imadegbor F., Bello K., Giwa A.** Synthesis of Some Azo Disperse-Reactive Dyes From 2-Aminothiazole Derivatives and Their Application Properties On Polyester/Cotton Blend. *IOSR Journal of Polymer and Textile Engineering*. 2014. N 1. P.46-52. DOI:10.9790/019X-0124652.
20. **Clark M.** Handbook of Textile and Industrial Dyeing Principles, Processes and Types of Dyes. Woodhead Publishing Series in Textiles. 2011. V. 1. P. 365-394.
21. **Мельников Б.Н., Щеглова Т.Л., Виноградова Г.И.** Применение красителей: уч. пособ. М.: Бином. лаб. знаний. 2012. 331 с.
22. **Sawanoi Y., Shimbo Y., Tabata I., Hisada K., Hori T.** Evaluation of disperse dye sublimation via gas chromatography. *Dyes and Pigments*. 2002. N 52. P. 29-35. DOI: 10.1016/S0143-7208(01)00072-9.
23. **Shimizu T., Ohkubo S., Kimura M., Tabata I., Hori T.** The vapor pressures and heats of sublimation of model disperse dyes. *Journal of The Society of Dyers and Colourists*. 2008. N 103. P. 132-137. DOI: 10.1111/j.1478-4408.1987.tb01103.x.
24. **Nishida K., Ishihara E., Osaka T., Koukitu M.** Vapour Pressures and Heats of Sublimation of Some Disperse Dyes. *Journal of the Society of Dyers and Colourists*. 2008. N 93. P. 52-54. DOI: 10.1111/j.1478-4408.1977.tb03324.x.
25. **Кайло А.П., Мороз А.В., Рубан Э.В.** Применение дисперсных красителей для термопереводной печати с бумажной подложки по текстильным материалам. *Вопросы химии и химической технологии*. 2011. С. 53-57.
26. **Кричевский Г.Е.** Химическая технология текстильных материалов: учеб. для ВУЗов.: Колорирование текстильных материалов. Т. 2. 2001. 539 с.
13. **El-Sayad H. S., El-Sherbiny S.** A study into the influence of paper coatings on paper properties and print quality of dye sublimation thermal prints. *Polymer-Plastics Technology and Engineering*. 2008. V. 47. N 2. P. 122-126. DOI: 10.1080/03602550701581126.
14. **Lamminmaki T., Kettle J.P., Puukko P., Gane P.A.C., Ridgway C.** Inkjet print quality: the role of polyvinyl alcohol in speciality CaCO₃ coatings. *Journal of Pulp and Paper Science*. 2009. V. 35. N 3-4. P. 137-147.
15. **Zelenkova T.N., Kozlova O.V., Shirmanova V.V., Khakhin S.N.** Use of acrylic polymers in transfer printing on cotton fabrics. *Ros. Khim. Zh.* 2018. Vol. LXII. N 3. P. 18-22.
16. **Sanzheeva E.B., Kozlova O.V., Odintcova O.I., Zelenkova T.N.** Transfer printing on cotton knitted fabric. *Ros. Khim. Zh.* 2021. Т. LXV. N 1. P. 36-40. DOI: 10.6060/rcj.2021651.3.
17. **Grishin R.A., Zimurov A.R., Sangeeva E.B., Kozlova O.V., Odintcova O.I.** Polymer Coating for Imparting IR Remission Effect to Textile Patterns. *Russian Journal of General Chemistry*. 2022. V. 92. N 12. P. 1–5. DOI: 10.1134/S1070363222120507.
18. **Blinicheva I.B., Mizerovsky L.N., Sharnina L.V.** Physics and chemistry of fiber-forming polymers: textbook. allowance; edited by B. N. Melnikova. Ivanovo: "Ivanovo State University of Chemical Technology". 2005. 375 p.
19. **Imadegbor F., Bello K., Giwa A.** Synthesis of Some Azo Disperse-Reactive Dyes From 2-Aminothiazole Derivatives and Their Application Properties On Polyester/Cotton Blend. *IOSR Journal of Polymer and Textile Engineering*. 2014. N 1. P.46-52. DOI:10.9790/019X-0124652.
20. **Clark M.** Handbook of Textile and Industrial Dyeing Principles, Processes and Types of Dyes. Woodhead Publishing Series in Textiles. 2011. V. 1. P. 365-394.
21. **Melnikov B.N., Scheglova T.L., Vinogradova G.I.** Application of dyes: teaching aid. M.: Binom. 2012. 331 p.
22. **Sawanoi Y., Shimbo Y., Tabata I., Hisada K., Hori T.** Evaluation of disperse dye sublimation via gas chromatography. *Dyes and Pigments*. 2002. N 52. P. 29-35. DOI: 10.1016/S0143-7208(01)00072-9.
23. **Shimizu T., Ohkubo S., Kimura M., Tabata I., Hori T.** The vapor pressures and heats of sublimation of model disperse dyes. *Journal of The Society of Dyers and Colourists*. 2008. N 103. P. 132-137. DOI: 10.1111/j.1478-4408.1987.tb01103.x.
24. **Nishida K., Ishihara E., Osaka T., Koukitu M.** Vapour Pressures and Heats of Sublimation of Some Disperse Dyes. *Journal of the Society of Dyers and Colourists*. 2008. N 93. P. 52-54. DOI: 10.1111/j.1478-4408.1977.tb03324.x.
25. **Kaylo A.P., Moroz A.V., Ruban E.V.** The use of disperse dyes for thermal transfer printing from a paper substrate on textile materials. *Questions of chemistry and chemical technology*. 2011. P. 53-57.
26. **Krichevsky G.E.** Chemical technology of textile materials: textbook. for Universities: Coloring of textile materials. V. 2. 2001. 539 p.
27. **Geon-Yong P.** Park Diffusion Coefficient for Sublimation Diffusion Of Disperse Dye using Error Function. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)*. 2019. V. 8. P. 36-42. ISSN: 2278-3075.
28. **Shimizu T., Tabata I., Kawamura Y., Hori T.** Heats of sorption of anthraquinone model disperse dyes on PET film from the vapor phase. *Sen-i Gakkaishi*. 1986. V. 42 (2). P. 61-82. DOI: 10.2115/fiber.42.2_T61.
29. **Hallas G., Choi J.-H.** Synthesis and properties of novel aziridinyl azo dyes from 2-aminothiophenes – Part 2: Application of some disperse dyes to polyester fibres. *Dyes and*

27. **Geon-Yong P.** Park Diffusion Coefficient for Sublimation Diffusion Of Disperse Dye using Error Function. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)*. 2019. V. 8. P. 36-42. ISSN: 2278-3075.
28. **Shimizu T., Tabata I., Kawamura Y., Hori T.** Heats of sorption of anthraquinone model disperse dyes on PET film from the vapor phase. *Sen-i Gakkaishi*. 1986. V. 42 (2). P. 61-82. DOI: 10.2115/fiber.42.2_T61.
29. **Hallas G., Choi J.-H.** Synthesis and properties of novel aziridinyl azo dyes from 2-aminothiophenes – Part 2: Application of some disperse dyes to polyester fibres. *Dyes and Pigments*. 1999. V. 40. P. 119-129. DOI: 10.1016/S0143-7208(98)00032-1.
30. **Klančnik M.** Printing with Natural Dye Extracted from *Impatiens glandulifera* Royle. *Coatings*. 2021. V. 11 (445). P. 12. DOI: 10.3390/coatings11040445.
31. **Abdullah A., Shahin M., Elsayad H., Halwagy A.** Transfer Printing of Polyester Fabrics with Natural Dyes. *Research Journal of Textile and Apparel*. 2013. V. 17. P. 61-67. DOI: 10.1108/RJTA-17-03-2013-B007.
32. **Dawson T., Hawkyard C.** A new millennium of textile printing. *Review of Progress in Coloration and Related Topics*. 2008. V. 30. P. 7-20. DOI: 10.1111/j.1478-4408.2000.tb03776.x.
33. **Ozen I., Schneider R., Buchmeiser M., Wang X.** Revisiting the sublimation printability of cellulose- based textiles in light of ever- increasing sustainability issues. *Coloration Technology*. 2022. V. 138. N 6. P. 581-589. DOI: 10.1111/cote.12639.
34. **Sadeghi-Kiakhani M., Safapour S.** Improvement of dyeing and antimicrobial properties of nylon fabrics modified using chitosan-poly(propylene imine) dendreimer hybrid. *J. Ind. Eng. Chem.* 2016. V. 33. P. 170–177. DOI: 10.1016/j.jiec.2015.09.034.
35. **Tang A.Y.L., Lee C.H., Wang Y.M., Kan C.W.** Dye-ing-cotton-with-reactive-dyes-a-comparison-between-conventional-waterbased-and-solvent-assisted-PEG-basedreverse-micellar-dyeing-systems. *Cellulose*. 2019. V. 26. P. 1399–1408. DOI: 10.1007/s10570-018-2150-3.
36. **Choi G.-M., Kim K.-H.** A study of the color reproducibility and color fastness of digital textile printing for nylon sublimation transfer. *Res. J. Costume Cult.* 2018. V. 26. P. 754–763. DOI: 10.29049/rjcc.2018.26.5.754.
37. **Jeong S., Kim G., Bae H., Kim H., Seo E., Choi S., Jeong J., Jung H., Lee S., Cheong I.** Reactive Disperse Dyes Bearing Various Blocked Isocyanate Groups for Digital Textile Printing Ink. *Molecules*. 2023. V. 28. P. 3812-3824. DOI: 10.3390/molecules28093812.
38. **Ibrahim N., El-Zairy E., El-Zairy M., Khalil H.** Improving transfer printing and ultraviolet- blocking properties of polyester- based textiles using MCT- β - CD, chitosan and ethylenediamine. *Coloration Technology*. 2010. V. 126. P. 330-336. DOI: 10.1111/j.1478-4408.2010.00265.x.
39. **Khalil H.** Wool/polyester blends with UV protection and disperse printing. *International Design Journal*. 2022. V. 12. P. 105-110. DOI: 10.21608/idj.2022.129170.1042.
40. **Chavan R., Jain A.** The role of ethylene glycols during sublimation transfer printing of cotton. *Journal of the Society of Dyers and Colourists*. 2008. V. 104. P. 220-223. DOI: 10.1111/j.1478-4408.1988.tb01163.x.
41. **Abdullah J., Khan N., Salam M.** Heat transfer dyeing/printing of modified jute and cotton textiles and their analysis. *Bangladesh Journal of Jute & Fibre Research*. 1977. V. 2. P. 25-44.
42. **Pigments**. 1999. V. 40. P. 119-129. DOI: 10.1016/S0143-7208(98)00032-1.
43. **Klančnik M.** Printing with Natural Dye Extracted from *Impatiens glandulifera* Royle. *Coatings*. 2021. V. 11 (445). P. 12. DOI: 10.3390/coatings11040445.
44. **Abdullah A., Shahin M., Elsayad H., Halwagy A.** Transfer Printing of Polyester Fabrics with Natural Dyes. *Research Journal of Textile and Apparel*. 2013. V. 17. P. 61-67. DOI: 10.1108/RJTA-17-03-2013-B007.
45. **Dawson T., Hawkyard C.** A new millennium of textile printing. *Review of Progress in Coloration and Related Topics*. 2008. V. 30. P. 7-20. DOI: 10.1111/j.1478-4408.2000.tb03776.x.
46. **Ozen I., Schneider R., Buchmeiser M., Wang X.** Revisiting the sublimation printability of cellulose- based textiles in light of ever- increasing sustainability issues. *Coloration Technology*. 2022. V. 138. N 6. P. 581-589. DOI: 10.1111/cote.12639.
47. **Sadeghi-Kiakhani M., Safapour S.** Improvement of dyeing and antimicrobial properties of nylon fabrics modified using chitosan-poly(propylene imine) dendreimer hybrid. *J. Ind. Eng. Chem.* 2016. V. 33. P. 170–177. DOI: 10.1016/j.jiec.2015.09.034.
48. **Tang A.Y.L., Lee C.H., Wang Y.M., Kan C.W.** Dye-ing-cotton-with-reactive-dyes-a-comparison-between-conventional-waterbased-and-solvent-assisted-PEG-basedreverse-micellar-dyeing-systems. *Cellulose*. 2019. V. 26. P. 1399–1408. DOI: 10.1007/s10570-018-2150-3.
49. **Choi G.-M., Kim K.-H.** A study of the color reproducibility and color fastness of digital textile printing for nylon sublimation transfer. *Res. J. Costume Cult.* 2018. V. 26. P. 754–763. DOI: 10.29049/rjcc.2018.26.5.754.
50. **Jeong S., Kim G., Bae H., Kim H., Seo E., Choi S., Jeong J., Jung H., Lee S., Cheong I.** Reactive Disperse Dyes Bearing Various Blocked Isocyanate Groups for Digital Textile Printing Ink. *Molecules*. 2023. V. 28. P. 3812-3824. DOI: 10.3390/molecules28093812.
51. **Ibrahim N., El-Zairy E., El-Zairy M., Khalil H.** Improving transfer printing and ultraviolet- blocking properties of polyester- based textiles using MCT- β - CD, chitosan and ethylenediamine. *Coloration Technology*. 2010. V. 126. P. 330-336. DOI: 10.1111/j.1478-4408.2010.00265.x.
52. **Khalil H.** Wool/polyester blends with UV protection and disperse printing. *International Design Journal*. 2022. V. 12. P. 105-110. DOI: 10.21608/idj.2022.129170.1042.
53. **Chavan R., Jain A.** The role of ethylene glycols during sublimation transfer printing of cotton. *Journal of the Society of Dyers and Colourists*. 2008. V. 104. P. 220-223. DOI: 10.1111/j.1478-4408.1988.tb01163.x.
54. **Abdullah J., Khan N., Salam M.** Heat transfer dyeing/printing of modified jute and cotton textiles and their analysis. *Bangladesh Journal of Jute & Fibre Research*. 1977. V. 2. P. 25-44.

42. **Chattopadhyay D.P., Sharma J.K., Kaushik D.P., Patni S.** Some studies on sublimation transfer printing of jute, cotton and their blended fabrics. 1996. V. 43. P. 15-20.
43. **Chavan R., Jain A.** The sublimation transfer printing of cotton pretreated with various cross-linking agents and high boiling point glycols. *American Dyestuff Reporter*. 2018. P. 1235-1256.
44. **Li Bo, Wang Jun, Luo Z., Wang J., Cai Z., Ge F.** Facile and binder-free fabrication of deep colors on cotton fabrics with hand-feel enhancement via screen printing. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*. 2023. V. 665. P. 131-178. DOI: 10.1016/j.colsurfa.2023.131178.
45. **Chavan R.B., Nalankilli G.** Sublimation transfer printing of silk. *JSDC*. 1991. V. 107. P. 370-372. DOI: 10.1111/j.1478-4408.1991.tb01279.x.
46. **Li Q., Chen G., Xing T., Miao S.** Dry transfer printing of silk and cotton with reactive dyes and mixed polysaccharide thickeners. *Coloration Technology*. 2018. V. 134. N 3. P. 134. DOI: 10.1111/cote.12337.
47. **Li Q., Chen G., Xing T.** Studies in the Processes of Novel Silk Transfer Printing. *Advanced Materials Research*. 2013. V. 716. P. 608-613. DOI: 10.4028/www.scientific.net/AMR.716.608.
48. **Li Q., Wang Y., Xing T., Chen G.-Q.** Properties of novel reactive transfer printing of silk. *Journal of Donghua University (English Edition)*. 2013. V. 30. P. 514-520.
49. **Li Q., Wang Y., Xing T., Chen G.** Novel transfer printing paper for silk printing with reactive dye. *Materials Research Innovations*. 2014. V. 18. P. 2-879. DOI: 10.1179/1432891714Z.000000000506.
50. **Stojanović S., Gersak J., Trajkovic D., Ćirković N.** Influence of sublimation transfer printing on alterations in the structural and physical properties of knitted fabrics. *Coloration Technology*. 2020. V. 137. P. 108-122. DOI: 10.1111/cote.12508.
51. **Toshikj E., Prangoski B.** Influence of various tones of colors on measuring porosity of knitted fabrics printed by sublimation. *Tekstil Ve Konfeksiyon*. 2023. V. 33 (4). P. 366-374. DOI: 10.32710/tekstilvekonfeksiyon.1145260.
52. **Bulgaru V., Irovan M., Trocin O.** Optimization of the thermal transfer processes for elements applied on garment products. *Journal of Engineering Science*. V. XXVIII. P. 34-43. DOI: 10.52326/jes.utm.2021.28(4).03.
53. **Епишкина В.А., Целмс Р.Н., Киселев А.М., Цобкалло Е.С.** О свойствах и взаимодействии латексных пленок с целлюлозным субстратом в процессе пигментной печати. *Изв. вузов. Технология текстильной промышленности*. 2009. № 3. С. 60–63.
54. **Епишкина В.А., Целмс Р.Н., Киселев А.М., Васильев В.К.** Использование акриловых сополимеров в процессе печатания активными красителями. *Изв. вузов. Технология текстильной промышленности*. 2008. № 2. С. 59–62.
55. **Капустина В.В., Епишкина В.А., Целмс Р.Н., Цобкалло Е.С.** Пигментные краски для формирования на текстильных и кожевенных материалах рисунков, устойчивых к органическим растворителям. *Изв. Вузов. Технология легкой промышленности*. 2013. № 2. С. 27–31.
56. **Алешина А.А., Козлова О.В., Мельников Б.Н.** Современное состояние и перспективы развития пигментной печати. *Изв. вузов. Химия и хим. технология*. 2007. Т. 50. № 6. С. 3-8.
57. **Меленчук Е.В., Козлова О.В., Алешина А.А.** Использование дисперсий акриловых полимеров при печати тканей пигментами. *Изв. вузов. Химия и хим. технология*. 2011. Т. 54. № 1. С. 13–20.
58. **Меленчук Е.В., Захарченко А.С., Козлова О.В.** Технология крашения текстильных материалов пигментами. *hand-feel enhancement via screen printing. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*. 2023. V. 665. P. 131-178. DOI: 10.1016/j.colsurfa.2023.131178.
45. **Chavan R.B., Nalankilli G.** Sublimation transfer printing of silk. *JSDC*. 1991. V. 107. P. 370-372. DOI: 10.1111/j.1478-4408.1991.tb01279.x.
46. **Li Q., Chen G., Xing T., Miao S.** Dry transfer printing of silk and cotton with reactive dyes and mixed polysaccharide thickeners. *Coloration Technology*. 2018. V. 134. N 3. P. 134. DOI: 10.1111/cote.12337.
47. **Li Q., Chen G., Xing T.** Studies in the Processes of Novel Silk Transfer Printing. *Advanced Materials Research*. 2013. V. 716. P. 608-613. DOI: 10.4028/www.scientific.net/AMR.716.608.
48. **Li Q., Wang Y., Xing T., Chen G.-Q.** Properties of novel reactive transfer printing of silk. *Journal of Donghua University (English Edition)*. 2013. V. 30. P. 514-520.
49. **Li Q., Wang Y., Xing T., Chen G.** Novel transfer printing paper for silk printing with reactive dye. *Materials Research Innovations*. 2014. V. 18. P. 2-879. DOI: 10.1179/1432891714Z.000000000506.
50. **Stojanović S., Gersak J., Trajkovic D., Ćirković N.** Influence of sublimation transfer printing on alterations in the structural and physical properties of knitted fabrics. *Coloration Technology*. 2020. V. 137. P. 108-122. DOI: 10.1111/cote.12508.
51. **Toshikj E., Prangoski B.** Influence of various tones of colors on measuring porosity of knitted fabrics printed by sublimation. *Tekstil Ve Konfeksiyon*. 2023. V. 33 (4). P. 366-374. DOI: 10.32710/tekstilvekonfeksiyon.1145260.
52. **Bulgaru V., Irovan M., Trocin O.** Optimization of the thermal transfer processes for elements applied on garment products. *Journal of Engineering Science*. V. XXVIII. P. 34-43. DOI: 10.52326/jes.utm.2021.28(4).03.
53. **Епишкина В.А., Тselms Р.Н., Киселев А.М., Тsobkallo Е.С.** On the properties and interaction of latex films with cellulose substrate in the process of pigment printing. *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti*. 2009. N 3. P. 60–63.
54. **Епишкина В.А., Тselms Р.Н., Киселев А.М., Васильев В.К.** The use of acrylic copolymers in the printing process with active dyes *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti*. 2008. N 2. P. 59–62.
55. **Капустина В.В., Епишкина В.А., Тselms Р.Н., Тsobkallo Е.С.** Pigment paints for forming patterns on textile and leather materials that are resistant to organic solvents. *Izv. Universities. Light industry technology*. 2013. N 2. P. 27–31.
56. **Алешина А.А., Козлова О.В., Мельников Б.Н.** Current state and prospects for the development of pigment printing. *Izv. universities. ChemChemTech [Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol.]*. 2007. V. 50. N 6. P. 3-8.
57. **Меленчук Е.В., Козлова О.В., Алешина А.А.** The use of acrylic polymer dispersions when printing fabrics with pigments. *ChemChemTech [Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol.]*. 2011. V. 54. N 1. P. 13–20.
58. **Меленчук Е.В., Zakharchenko А.С., Козлова О.В.** Technology of dyeing textile materials with pigments. *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti*. 2010. V. 238. N 7. P. 37–40.
59. **Zakharchenko А.С., Меленчук Е.В., Козлова О.В.** Effective technology of combined dyeing and finishing of textile materials. *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti*. 2010. N 6. P. 41–45.
60. **Козлова О.В., Odintsova О.И., Меленчук Е.В., Fedorinov А.С.** Dyeing of para-aramid fabrics in the presence

- Изв. вузов. Технология текстильной промышленности.* 2010. Т. 238. № 7. С. 37–40.
59. **Захарченко А.С., Меленчук Е.В., Козлова О.В.** Эффективная технология совмещенного крашения и отделки текстильных материалов. *Изв. вузов. Технология текстильной промышленности.* 2010. № 6. С. 41–45.
 60. **Kozlova O.V., Odintsova O.I., Melenchuk E.V., Fedorinov A.S.** Dyeing of para-aramid fabrics in the presence of domestic urethane polymers. *Russian Journal of General Chemistry.* 2016. V. 86. N 2. P. 488-491. DOI: 10.1134/S107036321602050X.
 61. **Козлова О.В., Яминзода З.А., Икрами М.Б., Одинцова О.И., Чешкова А.В.** Влияние протрав на цветовые характеристики выкрасок хлопчатобумажных тканей природными красителями. *Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва).* 2023. Т. 67. Вып. 3. С. 84-89. DOI: 10.6060/rcj.2023673.12.
 62. **Раскачнова М.В., Ионкина М.Н., Козлова О.В., Одинцова О.И., Санжеева Е.Б.** Модификация трикотажного полотна под крашение активными красителями. *Изв. вузов. Технология текстильной промышленности.* 2022. № 4. С. 135-140.
 63. **Бурмистров В.А., Александрийский В.В., Новиков И.В., Печникова Н.Л., Шилов И.В., Любимцев А.В., Агеева Т.А., Коифман О.И.** Синтез, свойства и применение супрамолекулярных жидкокристаллических материалов и акриламидных порфиринполимеров. *Изв. вузов. Химия и хим. технология.* 2023. Т. 66. Вып. 7. С. 31-51. DOI: 10.6060/ivkkt.20236607.6832j.
 64. **Белый В.А., Свергузова С.В., Шайхиев И.Г., Сапронова Ж.А., Воронина Ю.С.** Извлечение красителя метиленовой голубой из растворов биомассой опилок платана. *Изв. вузов. Химия и хим. технология.* 2023. Т. 66. Вып. 5. С. 139-145. DOI: 10.6060/ivkkt.20236605.6757.
- of domestic urethane polymers. *Russian Journal of General Chemistry.* 2016. V. 86. N 2. P. 488-491. DOI: 10.1134/S107036321602050X.
61. **Yaminzoda Z.A., Ikrami M.B., Odintsova O.I., Kozlova O.V., Cheshkova A.V.** Influence of mordant compositions on the color characteristics of dyeing cotton fabrics with natural dyes. *Ros. Khim. Zh.* 2023. V. 67. N 3. P. 84-89. DOI: 10.6060/R CJ.2023673.12.
 62. **Raskachnova M.V., Ionkina M.N., Kozlova O.V., Odintsova O.I., Sanzheeva E.B.** Modification of knitted fabric for dyeing with active dyes. *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti.* 2022. N 4. P. 135-140.
 63. **Burmistrov V.A., Aleksandriiskii V.V., Novikov I.V., Pechnikova N.L., Shilov I.V., Lyubimtsev A.V., Ageeva T.A., Koifman O.I.** Synthesis, properties, and applications of supramolecular liquid crystal materials and acrylamide porphyrin polymers. *ChemChemTech [Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol.].* 2023. V. 66. N 7. P. 31–51. DOI: 10.6060/ivkkt.20236607.6832j.
 64. **Belyy V.A., Sverguzova S.V., Shaikhiyev I.G., Sapronova Zh.A., Voronina Yu.S.** Extraction of the methylene blue dye from solutions with sycamore biomass sawdust. *ChemChemTech [Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol.].* 2023. V. 66. N 5. P. 139-145. DOI: 10.6060/ivkkt.20236605.6757.

Поступила в редакцию 22.03.2024
Принята к опубликованию 23.04.2025

Received 22.03.2024
Accepted 23.04.2025