

Научный журнал «Костюмология» / Journal of Clothing Science <https://kostumologiya.ru>

2022, №3, Том 7 / 2022, No 3, Vol 7 <https://kostumologiya.ru/issue-3-2022.html>

URL статьи: <https://kostumologiya.ru/PDF/14TLKL322.pdf>

Ссылка для цитирования этой статьи:

Новожилов, А. И. Разработка способа изготовления и закрепления отделочных 3D-печатных элементов швейных изделий сложного рельефа / А. И. Новожилов, А. Г. Кузьмин, И. Н. Тюрин, Е. В. Холоднова, С. Ш. Ташпулатов // Костюмология. — 2022. — Т. 7. — № 3. — URL: <https://kostumologiya.ru/PDF/14TLKL322.pdf>

For citation:

Novozhilov A.I., Kuzmin A.G., Tyurin I.N., Kholodnova E.V., Tashpulatov S.Sh. Development of a method for manufacturing and fixing finishing 3D-printed elements of garments with complex relief. *Journal of Clothing Science*, 3(7): 14TLKL322. Available at: <https://kostumologiya.ru/PDF/14TLKL322.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.).

Новожилов Антон Игоревич

ФГБОУ ВО «Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство)», Москва, Россия
Магистрант

Кузьмин Артур Геннадьевич

ФГБОУ ВО «Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство)», Москва, Россия
Преподаватель кафедры «Информационных технологий и компьютерного дизайна»
E-mail: kuzmin-ag@rguk.ru

Тюрин Игорь Николаевич

ФГБОУ ВО «Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство)», Москва, Россия
Директор Инжинирингового центра, преподаватель кафедры «Художественного моделирования,
конструирования и технологии швейных изделий»
E-mail: tyurin-in@rguk.ru

Холоднова Елена Владимировна

ФГБОУ ВО «Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство)», Москва, Россия
Доцент
Кандидат технических наук, доцент
E-mail: Kholodnova-ev@rguk.ru

Ташпулатов Салих Шукурович

Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, Ташкент, Республика Узбекистан
Проректор
Доктор технических наук, профессор
E-mail: Ssh61@mail.ru

**Разработка способа изготовления
и закрепления отделочных 3D-печатных элементов
швейных изделий сложного рельефа**

Аннотация. 3D-печать получила популярность в сфере макетирования и прототипирования, технология успешно применяется во многих сферах, в том числе в текстильной. В работе приведен анализ современных отделочных элементов швейных изделий. В рамках исследовательской работы был проведен ряд экспериментов по нанесению

напечатанных на 3D-принтере форм из Flex-филамента на тканевые подложки из бязи, габардина, вафельной ткани и других текстильных материалов. Изучены и найдены оптимальные условия для нанесения полимерных форм из Flex-материала на испытуемые текстильные материалы. Температура и давление ручного термопресса являются ключевыми параметрами для высокой адгезии моделей к подложке. Проведен ряд экспериментов с использованием твердотельной оснастки для улучшения распределения давления при фиксации 3D-печатных форм. Исследовано качество нанесения и закрепления отделочных 3D-печатных элементов швейных изделий сложного рельефа.

Ключевые слова: 3D-печать; отделочные элементы; инновации в отделке; термофиксация

Введение

В современной швейной промышленности существует множество отделочных элементов, которые дополняют предмет гардероба, украшают его или несут чисто утилитарный характер [1].

Совершенствование процесса отделки швейных изделий может происходить в нескольких направлениях:

- совершенствование технологического оборудования, применяемого для нанесения существующего вида отделок [2];
- предложение и апробация инновационных материалов и технологий изготовления нового вида отделок [3–5].

Немецкими учеными из *University Hochschule Niederrhein* (Gorlachova M. et. al. 2021) исследованы адгезионные свойства композитных систем «полимер-текстильная подложка» [6]. Исследователями установлено, что в качестве полимерных материалов для 3D-печати на текстиле лучше всего подходят полимолочная кислота (PLA) и полиамид 6.6 (нейлон). Что касается параметров печати, установлено, что наилучшие результаты получены при повышенных температурах процесса, средней скорости печати и малом расстоянии по оси Z между печатающей головкой и подложкой. Кроме того, учеными рекомендована обработка текстиля путем стирки и расшлихтовки, что может улучшить адгезию нанесенных 3D-печатных элементов.

Словенскими учеными из *University of Ljubljana* (Čuk M. et. al. 2020) изучены функциональные или экологические особенностями процессов проектирования одежды с использованием 3D-печатных элементов [7]. Исследователями из немецкого *Mannheim University of Applied Sciences* (Scheideler M. et. al. 2018) предложен новый метод улучшения сцепления 3D-печатного объекта с текстильным полотном путем предварительного покрытия последнего полимерным слоем [8]. В основе процедуры лежит использование PLA (поли(молочная кислота)) на покрытиях PMMA (поли(метилметакрилат)) или PLA в качестве материалов для 3D-печати.

Для формирования концепции инновационных решений в отношении разработки нового вида отделок проведен анализ отделочных элементов швейных изделий (табл. 1).

Таблица 1

Отделочные элементы швейных изделий

№ п/п	Наименование вида отделки	Описание вида отделки	Оборудование для нанесения отделки
1	2	3	4
1.	Перфорирование	Изготовление значительного числа правильно расположенных отверстий правильной формы в материале	Лазер
2.	Принты	Изображение (рисунок, или фотография), нанесённое определённым способом на ткань (прямая печать на ткани, термотрансфер), бумагу или другую поверхность	Принтер для печати по ткани
3.	Кокетка.	Верхняя отрезная часть плечевой и поясной одежды, служит для создания объемной формы изделия или для украшения	Швейная машина
4.	Буфы	Буфами называют пышные сборки (складки) на рукавах одежды и юбок. Буфы являются отделкой одежды, выполненной при помощи строчек, закрепляющих ткань в виде объемных сборок	
5.	Волан	Пришивная полоска из легкой ткани или кружев в виде оборки или свободно лежащей волнистой поперечной складки на платье.	
6.	Вставка	Деталь или узел швейного изделия для его декоративного оформления	
7.	Вышивка	Вид декоративного искусства выполняется на тканях, трикотаже, коже, войлоке; применяется для украшения одежды, белья и других бытовых предметов	Вышивальная машина
8.	Рельефный шов	Разновидностью декоративно-отделочного вида шва, представляет собой выпуклую линию на деталях изделия (полочки, кокетки, карманы, рукава и др.)	Швейная машина
9.	Рюш	Деталь швейного изделия для его декоративного оформления в виде полосы материала с обработанными краями по двум, трём или четырём сторонам с образованием сборок или складок посередине	
10.	Гофре	Мелкие складочки на ткани, запрессованные на ребро путем специальной обработки	
11.	Декоративная строчка	Отделочная декоративная строчка часто является основным украшением изделия. Один или несколько рядов отделочной строчки придают изделию профессиональный вид, делают акцент на определенную деталь одежды, подчеркивают рельеф или шов	
12.	Драпировка	Вид декорирования одежды или ткани, когда материал закладывается в свободные складки определенных размеров хаотичного или упорядоченного характера	
13.	Кайма	Полоса по краю ткани, какого-либо изделия, отличающаяся цветом или узором	
14.	Кант	Узкая цветная полоска, отстрочка по краю или шву изделия (выкраивается по косой, пришивается таким образом, чтобы кант выступал на 2–3 мм, может протягиваться шнурок)	
15.	Петля	Навесная деталь швейного изделия, предназначенная для его застёгивания	
16.	Хлястик	Деталь швейного изделия, служащая для регулирования степени его прилегания и (или) декоративного оформления на спинке изделия или поясе	Швейная машина
17.	Шеврон	Нашивка из галуна в виде угла на левом рукаве форменной одежды солдат и младших офицеров для определения числа лет сверхсрочной службы	Швейная машина/липучки
18.	Шлёвка	Деталь швейного изделия для продевания и удерживания пояса, ремня, погона или хлястика в определённом положении	Швейная машина

№ п/п	Наименование вида отделки	Описание вида отделки	Оборудование для нанесения отделки
1	2	3	4
19.	Аппликации	Разновидность декоративно-прикладного искусства, предусматривающая наклеивание и пришивание, вырезанных из кожи или ткани, фигур на ткань, выступающих в качестве основного фона	Клей/швейная машина
20.	Бахрома	Декоративный элемент из прямых или скрученных нитей, который используют для отделки краев на одежде, обуви и аксессуарах	Швейная машина
21.	Кисти	Пучок нитей, шнурков и т. п., служащий для украшения чего-либо	Швейная машина
22.	Кружево	Текстильное изделие с орнаментальным оформлением (ажурным узором), образующимся за счёт переплетения; имеет декоративное значение	Специальная машина

По результатам анализа выделено множество различных отделочных элементов, но самым перспективным является способ изготовления и закрепления отделочных элементов 3D на текстиль. По итогам ранее проведенных экспериментов, установлено, что для выполнения данной операции лучше использовать материалы из натурального волокна, такие как хлопок и лён.

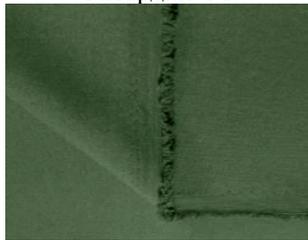
Флекс-филамент для 3D принтера представляет собой материал с особыми свойствами, характеризующийся упругостью и гибкостью. Его физико-механические характеристики сравнимы с твердым силиконом. Закрепление 3D-модели на текстиле происходит с использованием подкладки из более твердого материала, чтобы материал, из которого изготовлена сама 3D модель лучше держалась.

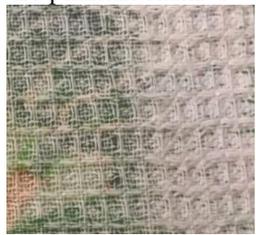
Материалы и методы

Выбор текстильных материалов для экспериментов происходил с позиции удовлетворения 2 критериям: большей толщины материала и большей воздухопроницаемости образцов. Структурные характеристики выбранных образцов представлены в таблице 2.

Таблица 2

Структурные характеристики образцов текстильных материалов

Показатель	Значение показателя	Название и изображение образца
1	2	3
Поверхностная плотность, г/м ²	180	<p>Габардин O1</p> 
Толщина ткани, мм	0.2	
Переплетение	Плотняное	
Волокнистый состав	100 % полиэстер	
Поверхностная плотность, г/м ²	140	<p>Бязь O2</p> 
Толщина ткани, мм	0.13	
Переплетение	Плотняное	
Волокнистый состав	100 % хлопок	

Показатель	Значение показателя	Название и изображение образца
1	2	3
Поверхностная плотность, г/м ²	250	Двунитка О3 
Толщина ткани, мм	0.3	
Переплетение	Плотняное	
Волокнистый состав	72 % хлопок, 18 % полиэстер	
Поверхностная плотность, г/м ²	220	Молескин О4 
Толщина ткани, мм	0.22	
Переплетение	Усиленный сатин	
Волокнистый состав	100 % хлопок	
Поверхностная плотность, г/м ²	300	Декоративная мешковина О5 
Толщина ткани, мм	0.5	
Переплетение	Плотняное	
Волокнистый состав	100 % джут	
Поверхностная плотность, г/м ²	200	Вафельная ткань О6 
Толщина ткани, мм	0.2	
Переплетение	Вафельное	
Волокнистый состав	100 % хлопок	

Перед тем как производить исследование на формах определённого размера произведен процесс выбора ткани по признаку лучшего взаимодействия с материалом Flex. Для этого проведены операции термоскрепления на плоском термопрессе Bulros T-220. Температура пресса, являющейся температурой фиксации составила 200°С. Время и давление (0.03–0.05 МПа) варьировалась от вида ткани.

Результаты и обсуждение

Ниже представлены результаты предварительного исследования на совместимость выбранных тканей с пластиком (табл. 3).

Таблица 3

Результаты исследования качества нанесения термопластичных 3d-материала на образцы тканей

№ п/п	Образец	Давление, МПа	Время контакта, сек	Оценка степени закрепления образца
1	2	4	5	6
1	О1	0.04	10	Неудовлетворительное
2	О1			Удовлетворительное
3	О1	0.05	20	Филамент деформируется
4	О2			Неудовлетворительное

№ п/п	Образец	Давление, МПа	Время контакта, сек	Оценка степени закрепления образца
1	2	4	5	6
5	03	0.04	30	Удовлетворительное
6		0.05		Филамент деформируется
7		0.04		Филамент деформируется
8	03	0.04	20	Удовлетворительное
9		0.05		Удовлетворительное
10	04	0.04	30	Неудовлетворительное
11		0.05		Филамент деформируется
12		0.04		Удовлетворительное
13	05	0.04	40	Неудовлетворительное
14		0.05		Удовлетворительное
15	06	0.03	30	Неудовлетворительное
16		0.04		Удовлетворительное
17		0.05		Филамент деформируется

В ходе проведения эксперимента исследовано взаимодействие пластика Flex с тканью. В эксперименте учувствовало 6 видов ткани. В результате эксперимента выявлено, что образцы молескина (100 % хлопок) и вафельная ткань (100 % хлопок) лучше всего взаимодействуют с пластиком. Хуже всего — декоративная мешковина по причине своей плотности.

После проверки взаимодействия гибкого 3D-филамента с тканью, выбрано 2 образца ткани для дальнейшей проверки на более сложных моделях из пластика Flex (табл. 4). Для проведения следующего эксперимента изготовлены 3D-печатные модели на 3D принтере Creality Ender 3 Pro.

Таблица 4

**Результаты исследования качества нанесения и закрепления
отделочных 3D-печатных элементов швейных изделий сложного рельефа**

№ п/п	Ткань	Время контакта, сек	Изменение параметров образца	Фото образца
1	2	5	6	7
1	04	30	Хорошая адгезия, изменение площади контакта не обнаружена, дефект формы отсутствует	 D = 3 см
2		20	Хорошая адгезия, дефект формы отсутствует, изменение площади контакта не обнаружено	 D = 2 см
3	06	30	Хорошая адгезия, деформация формы отсутствует, обнаружено незначительная изменение площади контакта формы с тканью	 D = 3 см
4		30	Хорошая адгезия, обнаружена деформация формы и контакта основания	 D = 2 см

№ п/п	Ткань	Время контакта, сек	Изменение параметров образца	Фото образца	
1	2	5	6	7	
5		30	Хорошая адгезия, обнаружена деформация формы и контакта основания	 D = 1.3 см	
6		30	Хорошая адгезия, изменение площади контакта не обнаружена, незначительная деформация формы		
7		30	Хорошая адгезия, обнаружено изменение площади контакта, деформация формы отсутствует		
8		30	После предварительного опыта было выяснено, что для лучшего результата нужно использовать оснастку. Хорошая адгезия, обнаружено изменение площади контакта, деформация формы отсутствует		
9		30	В ходе данного исследования было выявлено, что необходимо использовать твердотельную оснастку, для лучшего результата	 D = 2 см	
10		30	Исходя из предыдущего опыта, в этом случае была использованная твердотельная оснастка, что положительно повлияла на результат исследования. Хорошая адгезия, дефект формы модели отсутствует, обнаружена деформация контакта основания модели с тканью	 D = 2 см	
11		Вафельная ткань (100 % хлопок)	20	В этом случае была использованная твердотельная оснастка. Хорошая адгезия, дефект формы модели отсутствует, обнаружена деформация контакта основания модели с тканью	 D = 1.3 см

Нанесение полимерных образцов при взаимодействии с термопрессом выше 30 секунд приводит к уширению основания форм и уменьшению высоты (рис. 1).

Анализ представленных данных свидетельствует о необходимости точной настройки параметров нанесения в соответствии с типом ткани и размерами 3D-печатных образцов. Полимерные формы с низким заполнением наносятся на текстильные подложки с использованием твердотельной оснастки, выполненных из дерева или тугоплавких пластиков, таких как ABS или NYLON. В случае закрепления форм с тонкими стенками и высокой детализацией также необходимо применять вспомогательную опорную оснастку.



Рисунок 1. Анализ профиля полимерной формы при нанесении в различных режимах

Заключение

В ходе исследования выявлены оптимальные режимы нанесения отделочных 3D-печатных элементов швейных изделий сложного рельефа. Все данные представлены в таблице 4. Так же, выяснено, что при нанесении высоких образцов, необходимо использовать твердотельную оснастку. Дальнейшие исследования будут посвящены изучению адгезии полимерных материалов со схожими механическими свойствами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гетманцева В.В., Тюрин И.Н., Андреева Е.Г., Белгородский В.С. Инновационные технологии изготовления "умной одежды" повышенной функциональности: монография. — М.: Научная библиотека, 2020. — 180 с. EDN: ВЕМИУС.
2. Кузьмин А.Г., Фирсов А.В. Методика проектирования аксессуаров с использованием аддитивных технологий // В сборнике: Инновационное развитие техники и технологий в промышленности (ИНТЕКС-2020). Москва 2020. С. 115–118.
3. Tyurin I.N., Getmantseva V.V., Andreeva E.G. Analysis of innovative technologies of thermoregulating textile materials. // Fibre Chemistry. — 2018, Vol. 50, No. 1. — P. 1–9.
4. Tyurin I.N., Getmantseva V.V., Andreeva E.G. The finite element modelling of compression sportswear // В сборнике: AUTECH 2019. Proceedings of the 19th World Textile Conference. 2019. С. 0366.
5. Avinc, Ozan & Fatma, Filiz & Yildirim, & Yavaş, Arzu & Kalayci, Ece. (2019). 3D printing technology and its influences on the textile industry. 2393–2835.
6. Gorlachova, Maryna & Mahltig, Boris. (2021). 3D-printing on textiles — an investigation on adhesion properties of the produced composite materials. Journal of Polymer Research. 28. 10.1007/s10965-021-02567-1.
7. Čuk, Marjeta & Bizjak, Matejka & Muck, Deja & Kočevar, Tanja. (2020). 3D printing and functionalization of textiles. 499–506. 10.24867/GRID-2020-p56.
8. Unger, Lena & Scheideler, Marvin & Meyer, Pia & Görzen, Andreas & Wortmann, Martin & Dreyer, Axel & Ehrmann, Andrea. (2018). Increasing Adhesion of 3D Printing on Textile Fabrics by Polymer Coating. Tekstilec. 61. 265–271. 10.14502/Tekstilec2018.61.265-271.

Novozhilov Anton Igorevich

Russian State University named A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art), Moscow, Russia

Kuzmin Artur Gennad'evich

Russian State University named A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art), Moscow, Russia
E-mail: kuzmin-ag@rguk.ru

Tyurin Igor' Nikolaevich

Russian State University named A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art), Moscow, Russia
E-mail: tyurin-in@rguk.ru

Kholodnova Elena Vladimirovna

Russian State University named A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art), Moscow, Russia
E-mail: Kholodnova-ev@rguk.ru

Tashpulatov Salih Shukurovich

Tashkent Institute of Textile and Light Industry, Tashkent, Republic of Uzbekistan
E-mail: Ssh61@mail.ru

Development of a method for manufacturing and fixing finishing 3D-printed elements of garments with complex relief

Abstract. 3D printing has gained popularity in the field of layout and prototyping, the technology is successfully used in many areas, including textiles. The paper presents an analysis of modern finishing elements of garments. As part of the research work, a number of experiments were carried out on applying 3D-printed forms from Flex-filament to fabric substrates made of calico, gabardine, waffle fabric and other textile materials. The optimal conditions for applying polymer molds from Flex-material to the tested textile materials have been studied and found. The temperature and pressure of the manual heat press are the key parameters for high adhesion of models to the substrate. A number of experiments were carried out using solid-state tooling to improve pressure distribution during fixation of 3D printed forms. The quality of applying and fixing finishing 3D-printed elements of garments with complex relief has been studied.

Keywords: 3D printing; finishing elements; innovations in finishing; heat setting