

УДК 658.512.23
DOI 10.47367/0021-3497_2021_3_170

ДИЗАЙН ОДЕЖДЫ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ 3D-ПЕЧАТИ (FDM)
CLOTHING DESIGN BASED ON 3D-PRINTING TECHNOLOGY (FDM)

Т.В. БЕЛЬКО, М.А. КУРБАТОВА

T.V. BELKO, M.A. KURBATOVA

(Поволжский государственный университет сервиса)

(Volga Region State University of Service)

E-mail: belko@tolgas.ru; marinakurbatova@list.ru

Цифровизация сегодня затрагивает практически все сферы производства, в том числе и модную индустрию. Появляются инновационные экспериментальные направления малооперационных и малосерийных типов производств, расширяющие диапазон индивидуализированной продукции. Одним из таких направлений сегодня является разработка бесшовной одежды на основе 3D-печати, которое активно развивается за рубежом в ключе не только практических, но и теоретических исследований. Технологии адди-

тивно́го производства могут являться эмерджентным толчком развития и становления бесшовного печатного изготовления одежды, как отдельного направления в модной индустрии.

В отечественной практике наблюдается лишь начальный этап освоения технологий 3D-печати в дизайне одежды. Этим объясняется актуальность исследования технологий 3D-моделирования и 3D-печати в контексте дизайн-проектирования одежды, что послужит вектором для дальнейших научно-практических разработок по данному направлению и совершенствованию дизайнерского опыта в отечественном модном производстве.

Целью исследования является разработка практических рекомендаций выполнения монолитной оболочковой структуры одежды с использованием печати FDM. Для достижения данной цели выполнен экспериментальный анализ технологий цифрового 3D-моделирования и аддитивного производства на примере изготовления формы одежды. В исследовании применялся метод экспериментального анализа технологий цифрового 3D-моделирования и аддитивного производства изделий. Описаны этапы научного эксперимента дизайн-проектирования монолитной структуры одежды с использованием технологии 3D-печати. В ходе проведенного эксперимента разработаны практические рекомендации отдельных этапов выполнения монолитной оболочковой структуры одежды с использованием печати FDM: способы 3D-моделирования, выбор оборудования и материала; специфика подготовки к печати, влияющая на фактурные характеристики объекта.

Digitalization today affects almost all areas of production, including the fashion industry. Innovative experimental directions of small-scale and small-scale production types appear, expanding the range of individualized products. One of these areas today is the development of seamless clothing based on 3D-printing, which is actively developing abroad in the spirit of not only practical, but also theoretical research. Additive manufacturing technologies can be an emergent impetus for the development and formation of seamless printed clothing as a separate direction in the fashion industry.

In domestic practice, there is only an initial stage in the development of the development of 3D-printing technologies in clothing design. This explains the relevance of the study of 3D-modeling and 3D-printing technologies in the context of clothing design, which will serve as a vector for further scientific and practical developments in this area and improving design experience in domestic fashion production. The aim of the study is to develop practical recommendations for the implementation of a monolithic shell structure of clothing using FDM printing. To achieve this goal, an experimental analysis of digital 3D-modeling and additive manufacturing technologies was carried out using the example of making a uniform.

The study used the method of experimental analysis of digital 3D-modeling technologies and additive manufacturing of products. The stages of a scientific experiment in the design of a monolithic structure of clothing using 3D-printing technology are described. In the course of the experiment, practical recommendations were developed for individual stages of the implementation of a monolithic shell structure of clothing using FDM printing: 3D-modeling methods, selection of equipment and material; the specifics of preparation for printing, affecting the texture characteristics of the object.

Ключевые слова: дизайн некроеной одежды, 3D-моделирование формы одежды, технология печати FDM, 3D-печать монолитной формы одежды.

Keywords: design of uncut clothes, 3D-modeling of clothing, FDM printing technology, 3D-printing of monolithic clothing.

В "Стратегии развития промышленности РФ до 2035 г." правительством поставлены задачи повышения уровня технологического развития и цифровизации отраслей с целью обеспечения малосерийных типов производств, ускорения коммерциализации новых технологий и продуктов, внедрения отечественного программного обеспечения, а основной целью развития легкой промышленности определено обеспечение устойчивости отрасли при ее интеграции в мировую систему. 3D-печать костюма является перспективным направлением, которое активно развивается за рубежом в ключе практических и теоретических исследований [1...6]. Это обуславливается возможностью создавать изделия в контексте цифровой среды, которая значительно расширяет диапазон проектных решений с индивидуализированным подходом к дизайну. В отечественной практике наблюдается лишь начальный этап освоения технологий 3D-печати в дизайне одежды. Этим объясняется актуальность исследования технологий 3D-моделирования и 3D-печати в контексте дизайн-проектирования одежды, что послужит вектором для дальнейших научно-практических разработок по данному направлению и совершенствованию дизайнерского опыта в отечественном модном производстве.

Целью исследования является разработка практических рекомендаций выполнения монолитной оболочковой структуры одежды с использованием печати FDM. Для достижения данной цели необходимо осуществить экспериментальный анализ технологий цифрового 3D-моделирования и аддитивного производства на примере изготовления формы одежды.

Методы. В исследовании применялся метод экспериментального анализа технологий цифрового 3D-моделирования и аддитивного производства изделий, позволивший разработать практические реко-

мендации отдельных этапов дизайн-проектирования монолитной формы одежды на основе FDM-печати. Экспериментальный анализ технологий цифрового 3D-моделирования проводился с использованием программного обеспечения (ПО) Autodesk 3ds Max. При подготовке трехмерной модели к печати применялось ПО Ultimaker Cura. Воспроизведение печати осуществлялось на 3D-принтере JG maker Magic с печатающей областью 220 мм x 220 мм x 250 мм.

Результаты исследования и обсуждения

Научный эксперимент по дизайн-проектированию печатной одежды проводился в четыре этапа: 3D-моделирование формы одежды; подготовка трехмерной модели к печати; печать модели; пост-печатная обработка.

1. 3D-моделирование формы одежды

Создание монолитной формы одежды осуществлялось в следующей последовательности:

(рис. 1 – практическая апробация дизайн-проектирования монолитной формы одежды на основе FDM-печати: (а) оболочка-примитив с заданной геометрией сетки; (б) удаление полигональных групп, деформация на уровне формы; (в) утолщение стенок оболочки; (г) напечатанная модель на 3D-принтере в масштабе 1/2,5; (д) пост-печатная обработка изделия; (е) демонстрация формы одежды на фигуре человека при условии печати изделия высотой 625 мм).

– Введение фигуры человека.

– Создание оболочки-примитива со средней сетчатой структурой (рис. 1-а).

– Выполнение на оболочке линейных перфораций по вертикали путем выделения и удаления групп полигонов с чередованием через одну линию.

– Деформирование оболочки до рельефного уровня с сохранением общего очертания формы одежды (рис. 1-б).

– Утолщение стенок оболочки (рис. 1-в).



Рис. 1

2. Подготовка трехмерной модели к печати

Подготовка трехмерной модели для 3D-печати осуществлялась в специальной слайсинг-системе Ultimaker Cura. Основной функцией таких систем является подготовка модели к печати по определенным параметрам и нарезания трехмерной модели на множество плоских двухмерных слоев, из которых принтер складывает физический объект [7], [8]. Учитывая размер области печати принтера JG maker Magic, используемого материала (PLA-пластик), трехмерная модель одежды подготовлена для печати в масштабе 1/2,5, и имеет следующие размеры по точкам координат: Z=250 мм, Y=183,6375 мм, X=143,724 мм. После установки параметров система высчитала

время печати – 28 ч 26 мин, длину затрачиваемой нити – 76,84 м, а также примерный вес изделия – 229 г.

3. Печать модели и пост-печатная обработка

Печать модели включала в себя подготовку оборудования, тестовую печать для проверки выставленных параметров, а также непосредственное воспроизведение формы одежды. Пост-печатная обработка формы одежды осуществлялась абразивным материалом с целью сглаживания ребристой поверхности и удаления ворсистых элементов. Распечатанная модель одежды в масштабе имеет жесткую структуру (рис. 1-г, е). В ходе печати формы одежды выявлены некоторые ошибки задаваемых параметров при подготовке модели, которые привели к

образованию группы нависающих нитей в отверстиях изделия (рис. 1-д), что усложнило выполнение качественной пост-обработки.

В ходе проведенного эксперимента разработаны практические рекомендации отдельных этапов выполнения монолитной оболочковой структуры одежды с использованием печати FDM: способы 3D-моделирования, выбор оборудования и материала; использование дефектов печати для создания фактурных характеристик объекта.

1) 3D-моделирование одежды может быть реализовано на основе трех технологических способов. Первый способ заключается в моделировании формы одежды на основе двухмерного художественного или технического эскизного аналога изделия. Второй технологический способ имеет реверсивный тип проектирования одежды, при котором структура будущего изделия определяется в виде реальной модели-шаблона путем ее перевода в виртуальный формат с использованием технологии 3D-сканирования. Одним из методов создания модели-шаблона является экспериментирование с нетрадиционными материалами. Данные способы моделирования осуществляются по определенному алгоритму действий с функциями и инструментами ПО. Третий способ моделирования заключается в экспериментальном поиске вариантов формы одежды согласно импровизированному типу использования различных функций и инструментов ПО. В данном эксперименте 3D-редактор представляется как набор трехмерных художественных инструментов, и алгоритм исполнения может иметь рандомный вид набора различных параметров и функционала. Выполняя при 3D-моделировании случайные модификации с формой, могут получаться различные ошибки, когда геометрия накладывается друг на друга. Такие случайные формы могут иметь эстетическую ценность, и с помощью инструментов образования толщины оболочки модель может быть подготовлена для печати.

2) При печати пластичную структуру формы можно получить с использованием гибкого материала из серии TPU, к примеру

FLEX. Для изготовления одежды в фактическом размере необходимо использовать принтеры с габаритной печатной областью (Picaso 3D Designer XL – 600 x 360 x 610 мм, STRATEXM 700 – 350 x 350 x 700 мм, Prism Special Dual – 400 x 400 x 1200 мм и т.д.). В ходе изготовления одежды в фактическом размере исключительно из гибкого материала с использованием габаритных 3D-принтеров модель будет провисать, что приведет к потере качества печати. Во избежание провисания модели необходимо использовать принтеры с двумя экструдерами и на этапе 3D-моделирования или слайсинга выстраивать поддерживающие структуры, которые могут печататься растворимым материалом (PVA, HIPS) [9], [10].

3) Возникающие дефекты при печати могут сохраняться, дополняя фактурные характеристики объекта. Реализация таких дефектов осуществляется в слайсинг-системе или в ходе печати при настройке определенных параметров оборудования:

- горизонтальные ворсистые образования в виде тонких волосков или паутины между вертикальными стенками объекта можно задать, настроив параметры максимальной текучести пластика при отсутствии выполнения втягивания нити назад в сопло;

- горизонтальные мосты, нависающие между двумя выступающими точками, достигаются путем уменьшения обдува нити и увеличения скорости экструзии;

- зазоры на поверхности, образующиеся за счет прерывания слоев и неоднородной экструзии, могут быть созданы путем установки минимального значения множителя выдавливания материала;

- неоднородная рельефность поверхности достигается при увеличении уровня потока филамента.

Таким образом, можно демонстрировать в автоматизированных процессах изготовления одежды возможность имитации исполнения формы ручным способом.

ВЫВОДЫ

1. По технологии FDM напечатана форма одежды, главным отличием которой является выполнение монолитной формы

на этапах моделирования и производственного процесса. Полученная форма одежды выполнена из полимерного материала PLA в масштабе 1/2,5, имеет жесткую структуру и является экспериментальным результатом работы.

2. Разработаны практические рекомендации отдельных этапов выполнения монолитной оболочковой структуры одежды с использованием печати FDM.

ЛИТЕРАТУРА

1. Seymour S. Fashionable Technology: The Intersection of Design, Fashion, Science, And Technology. – Vienna: Springer, 2008.
2. Quinn B. Textile Futures (fashion, design and technology) – Berg Publishers, 2010.
3. Qiu C. The Review of Smart Clothing Design Research based on the Concept of 3F+1I // International Journal of Business and Social Science. – Vol. 6, № 1; January 2015. P. 199...208.
4. Nervous System [Электронный ресурс]. – URL: <https://n-e-r-v-o-u-s.com/projects/sets/kinematics-dress/>
5. DanitPeleg [Электронный ресурс] / Сайт дизайнера. – <https://danitpeleg.com/>
6. Sinterit Provides SLS 3D Printed Costume for Beijing Opera at Royal College of Art [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.3dprintingmedia.network/sinterit-provides-sls-3d-printed-costume-beijing-opera-royal-college-art/>
7. Lipson H., Kurman M. Fabricated: The New World of 3D Printing – Wiley, 2013.
8. Kindle Edition. The 3D Printing Handbook: Technologies, design and applications. / Coers & Roest. – 2017.
9. Шкуро А.Е., Кривоногов П.С. Технологии и материалы 3D-печати [Электронный ресурс]. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2017.

10. Моделирование методом послойного наплавления (FDM) [Электронный ресурс]. – URL: http://3dtoday.ru/wiki/FDM_print/

REFERENCES

1. Seymour S. Fashionable Technology: The Intersection of Design, Fashion, Science, And Technology. – Vienna: Springer, 2008.
2. Quinn B. Textile Futures (fashion, design and technology) – Berg Publishers, 2010.
3. Qiu C. The Review of Smart Clothing Design Research based on the Concept of 3F+1I // International Journal of Business and Social Science. – Vol. 6, № 1; January 2015. P. 199...208.
4. Nervous System [Elektronnyy resurs]. – URL: <https://n-e-r-v-o-u-s.com/projects/sets/kinematics-dress/>
5. DanitPeleg [Elektronnyy resurs] / Sayt dizaynera. – <https://danitpeleg.com/>
6. Sinterit Provides SLS 3D Printed Costume for Beijing Opera at Royal College of Art [Elektronnyy resurs]. – URL: <https://www.3dprintingmedia.network/sinterit-provides-sls-3d-printed-costume-beijing-opera-royal-college-art/>
7. Lipson H., Kurman M. Fabricated: The New World of 3D Printing – Wiley, 2013.
8. Kindle Edition. The 3D Printing Handbook: Technologies, design and applications. / Soers & Roest. – 2017.
9. Shkuro A.E., Krivonogov P.S. Tekhnologii i materialy 3D-pechaty [Elektronnyy resurs]. – Ekaterinburg: Ural. gos. lesotekhn. un-t, 2017.
10. Modelirovanie metodom posloynogo naplavlениya (FDM) [Elektronnyy resurs]. – URL: http://3dtoday.ru/wiki/FDM_print/

Рекомендована кафедрой дизайна и искусства.
Поступила 18.05.21.