

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

2020, №3, Том 5 / 2020, No 3, Vol 5 <https://kostumologiya.ru/issue-3-2020.html>

URL статьи: <https://kostumologiya.ru/PDF/10TLKL320.pdf>

Ссылка для цитирования этой статьи:

Шалмина И.И., Карцева И.В. Создание объемной формы одежды на раздвижном манекене // Научный журнал «Костюмология», 2020 №3, <https://kostumologiya.ru/PDF/10TLKL320.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

For citation:

Shalmina I.I., Kartseva I.V. (2020). Creating a voluminous form of clothing on a shape-changing mannequin. *Journal of Clothing Science*, [online] 3(5). Available at: <https://kostumologiya.ru/PDF/10TLKL320.pdf> (in Russian)

УДК 687.054

ГРНТИ 64.33.23

Шалмина Ирина Ивановна

ФГБОУ ВО «Омский государственный технический университет», Омск, Россия

Профессор

Кандидат технических наук, профессор

E-mail: i.shalmina@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7569-1921>

РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=477032

Карцева Ирина Владимировна¹

ФГБОУ ВО «Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова», Абакан, Россия

Заведующий кафедрой

Кандидат технических наук, доцент

E-mail: irina@kartseva.org

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4157-0782>

РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=630546

Создание объемной формы одежды на раздвижном манекене

Аннотация. В статье рассматривается получение объемной формы одежды формованием на манекене. Существует большое количество видов одежды, изготавливаемых из материалов, которые можно объемно формовать. Такое формование происходит за счет структуры и физико-механических свойств материалов, из которых изготовлена одежда. Объемная форма получается без дополнительных швов путем выдавливания с многоосным растягиванием структуры материала. Для закрепления полученной объемной формы необходимо воздействие на поверхность стабилизирующих средств. Параметры воздействия на структуру материала, время воздействия температурой и влагой, время остывания, а также состав стабилизирующих воздействий будет зависеть от вида материала.

Существующие раздвижные манекены в большинстве предназначены для преобразования формы поверхности манекена с учетом особенностей телосложения человека. В результате это позволяет получать детали конструкции одежды, делать виртуальную примерку и подбирать одежду для сложных фигур. Однако такие манекены не могут быть использованы при производстве на этапе придания одежде требуемой формы. В работе для

¹ www.kartseva.org

процесса формования одежды предполагается использование раздвижного манекена, который автоматизировано трансформируется до нужного размера и способен изменять температуру своей поверхности и подавать чистый и стабилизирующий пар для придания и закрепления полученной формы. Так как объемные размеры отдельных частей тела человека значительно отличаются по геометрической конфигурации, авторами исследуется поверхность тела (торс) с целью определения сложности для объемного формования.

Раздвижной манекен, имеющий объемно настраиваемую оболочку, может помочь решить проблему формования, формозакрепления и объемной трансформации одежды в условиях производства.

Ключевые слова: одежда; объемное формование одежды; формозакрепление одежды; форма тела человека; раздвижной манекен; роботизированный манекен

Введение

При проектировании и изготовлении одежды большое внимание уделяется решению задач, связанных с получением и закреплением объемной формы изделий при их производстве. Пространственную форму одежды в большинстве случаев получают конструктивным путем за счет выточек и швов сложной конфигурации, с локальным использованием влажно-тепловой обработки для придания товарного вида изделия.

Создание объемной формы одежды способом формования за счет использования деформационных свойств материалов на различных участках конструкции в швейной отрасли практически не применяется. Для реализации такого подхода специалистам необходимо иметь соответствующие оборудование и приспособления.

С целью определения возможности использования существующих манекенов для предложенного способа формования одежды был проведен анализ различных видов манекенов, применяемых в швейной промышленности. В настоящее время индустрия одежды и торговые площадки использует манекены разных видов и различного назначения, которые отличаются друг от друга размерами, формой и конструкцией.

Промышленные манекены в основном представляют собой объемную пространственную модель торса обнаженной фигуры человека типового телосложения, они бывают нераздвижные и раздвижные реальные и виртуальные [1–4].

Внешняя форма и антропометрические размеры этих манекенов скорректированы с учетом минимально-необходимых припусков на свободное облегание одежды. Нераздвижные манекены выпускаются жесткими, чаще всего из клееного картона на основе водостойкого клея и обтянуты тонким слоем ватина и мягкими из пенополиуретана. Пенополиуретановые манекены могут выпускаться с ногами и руками и представлять точную копию фигуры человека.

Раздвижные или регулируемые манекены выпускаются жесткими из прочного пластика. Трансформация манекена производится вручную или автоматизировано и позволяет учитывать закономерности изменения поверхности типовых фигур при меж-размерных, меж-ростовых или меж-полнотных переходах.

Раздвижной манекен фирмы Afellow² является демонстрационным, он позволяет изменять размеры и рост базового манекена в значительных пределах. Разработчики

² Ghost mannequin URL: <http://www.afellow-mannequin.com/collection/ghost/GH/40723> (дата обращения: 20.08.2020).

представили варианты членений поверхности основных формообразующих участков тела человека, позволяющих видоизменять форму и размеры манекена для различных типов фигур с учетом особенностей телосложения (рисунок 1). Программа для обработки фотографий одежды позволяет их видоизменять для требуемых целей, что востребовано при интернет торговле. Такой подход показывает возможности раздвижки манекена в зависимости от степени преобразования поверхности для примерок, однако он не может быть использован для формования одежды при ее производстве, так как не предполагает взаимосвязь изменения формы и деформации материалов с последующим формозакреплением.

Все виды промышленных манекенов позволяют вести моделирование, конструирование, проверку качества посадки швейных изделий, выполнять отпаривание готовых изделий.

В промышленности существуют манекены внутренней формы конкретных видов одежды. Они предназначены для изготовления одежды из полимерных материалов такими способами как литье и напыление. Эти манекены имеют жесткую форму и нерегулируемую конструкцию. Применять их в качестве манекенов для формования изделий из кожи не представляется возможным.

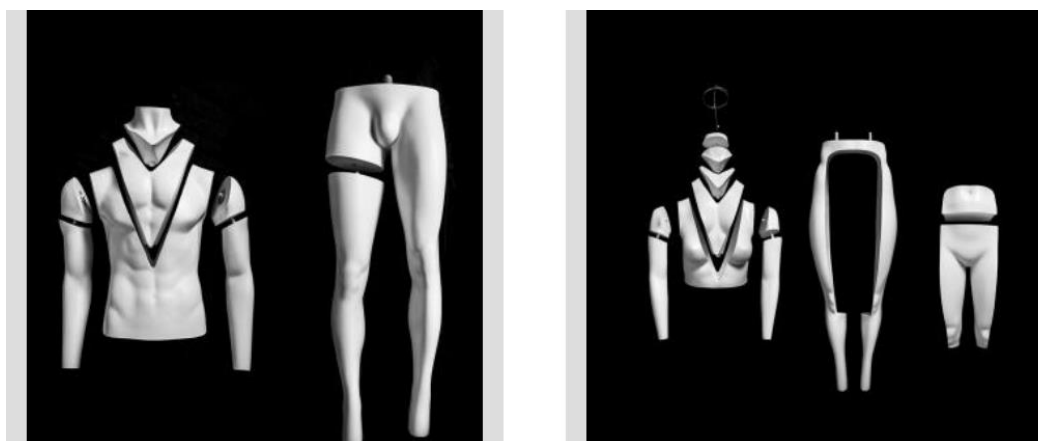


Рисунок 1. Варианты членений раздвижного манекена

В некотором роде внутренней форме одежды соответствуют паровоздушные манекены³. Они служат для окончательного отпаривания и последующего просушивания готовых изделий. У паровоздушных манекенов давление при глажении создается посредством надувания манекена. Все детали обрабатываемого изделия формируются давлением воздушной подушки, прижимающей к внутренней поверхности изделия матерчатый мешок, которому могут быть приданы размеры, соответствующие форме обрабатываемых изделий. Но надутая матерчатая форма не обладает требуемой жесткостью в момент формования. Поэтому данный вид манекенов нельзя использовать для принудительного изменения, особенно локально, размеров одежды из жестких, малорастяжимых материалов.

Виртуальные 3D-манекены занимают лидирующие позиции в исследованиях и разработках последних лет [5–10]. Это направление позволяет решить проблему бесконтактной подгонки и примерки одежды, получение требуемой конструкции изделия с любыми параметрами и из любых материалов, но использовать их в настоящее время для формования одежды невозможно, так как эти программные продукты предназначены только для этапа примерок и получения лекал конструкции, и не предполагают видоизменения материальной оболочки одежды для контролируемого влажно-теплого воздействия на нее.

³ Drees Forms by Adjustoform. URL: <https://www.adjustoform.com/> (дата обращения: 15.07.2020).

Особый интерес вызывают автоматизированные манекены, которые позволяют изменять конфигурацию поверхности в заданных пределах. Имея достаточно жесткую оболочку, они могут позволить формовать на их поверхности требуемый объем швейного изделия [11].

Анализ существующих манекенов для одежды показал:

1. Основная часть манекенов повторяет форму тела человека с минимально допустимой величиной аппроксимации.
2. Существующие трансформируемые манекены меняют свои размеры, учитывая меж-размерные, межростовые и межполнотные приращения типовых фигур, оставаясь манекенами тела человека. Не существует трансформируемых манекенов, которые учитывают изменения объема и формы одежды, кроме паровоздушных манекенов для одежды несложных силуэтных форм.
3. Трансформация размеров манекенов зависит от конструкции и может быть как автоматизированной, так и нет.

Таким образом, для осуществления поставленной задачи необходимо создание автоматически изменяющего размеры манекена внутренней формы одежды, способного воздействовать на одежду при помощи тепла и влаги, при трансформации которого учитываются как особенности телосложения человека, так и силуэтные варианты одежды.

Концептуальная модель процесса формования одежды

Информационной базой для проектирования манекенов внутренней формы одежды служат форма поверхности тела человека и прибавки на свободное облегание, присущие одежде данного вида, объема и силуэта.

Поверхность одежды имеет различные по степени стабильности участки (так называемую опорную зону и зону свободного падения). Основой определения формы одежды в опорной зоне является поверхность тела человека. В зоне свободного падения формообразование поверхности зависит от свойств материалов, конструкции и объемов изделия.

Придание и закрепление объемной формы текстильным материалам зависит от многих факторов, в том числе от структуры и физико-механических свойств, вида и термостойкости материалов, а также от параметров процесса формования. При правильном подборе режимов температуры, влажности, времени выдержки и степени деформации можно достичь высокой степени фиксации формы.

Влажно-тепловая и тепловая обработка, продолжительность ее выдержки – важное условие создания объемной формы швейного изделия.

В общем виде процесс изготовления формованной одежды можно представить следующей схемой (рисунок 2).

Исходными параметрами для процесса формования любого швейного изделия являются:

- вид материала (ткань, трикотаж, натканное полотно, кожа и др.), который определяет степень подвижности структуры и возможности ее формования;
- волокнистый состав, от которого зависят требования к температуре и увлажнению, времени формования и формозакрепления;

- особенности внешней формы изделия, такие как силуэт и объем, диктующие место и степень трансформации манекена.

Сам процесс формования проходит последовательно в несколько этапов, первой из которых является выбор модуля трансформации, это может быть все изделие, или отдельный участок, например область груди. Кроме этого, на первом этапе определяется степень растяжения всех участков изделия на манекене, а именно будет ли и где простое разглаживание поверхности или многоосное растяжение и объемное «выдавливание».

Этапы формования швейных изделий, представленные на рисунке 2, показывают очередность воздействия на поверхность одежды с целью получения объемной формы.

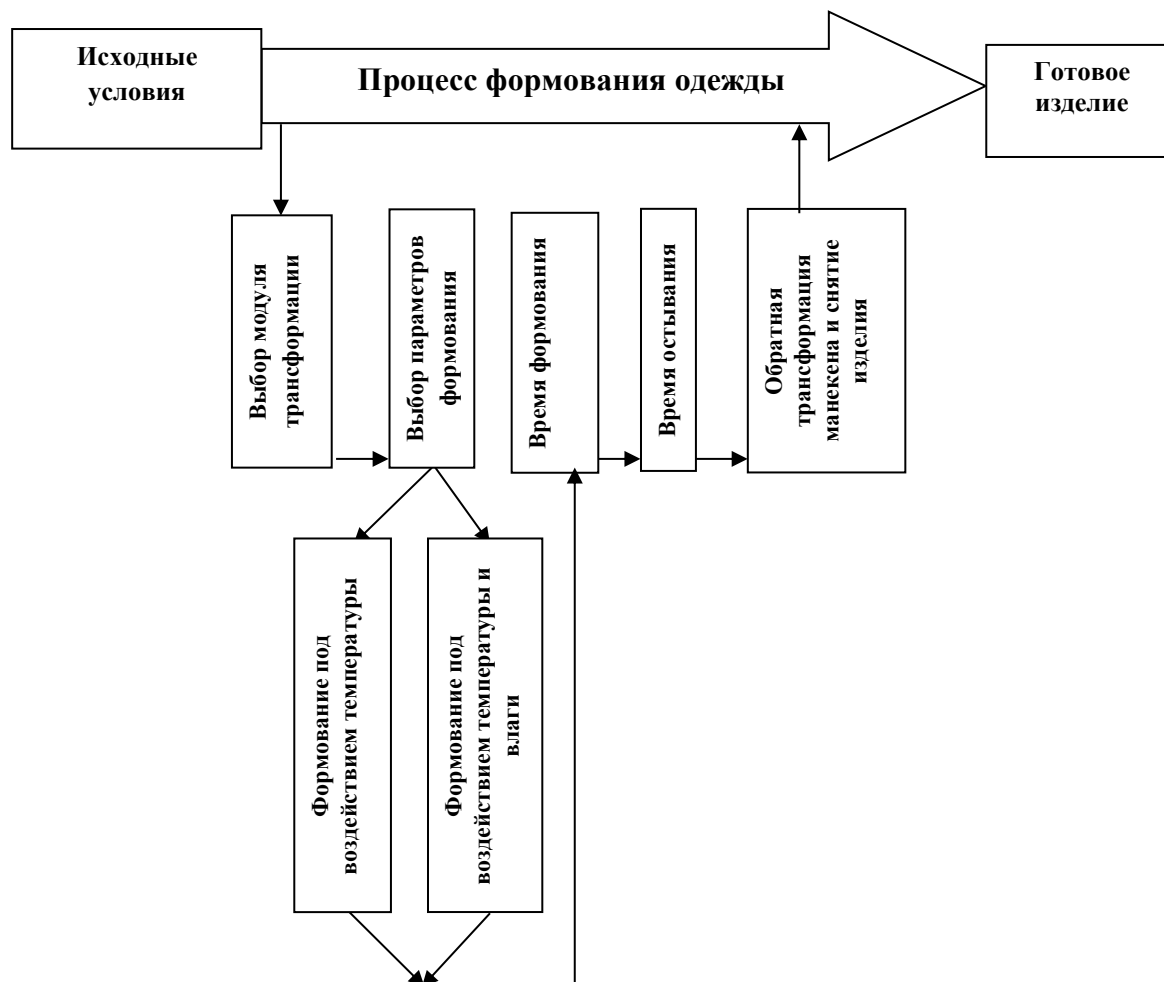


Рисунок 2. Схема процесса формования одежды

Сам манекен при этом трансформируется из начальной формы, перемещая отдельные пластины поверхности на требуемую величину, создавая условия для объемного формования. Нагревание пластин и подача пара воздействует на структуру материала, закрепляющие форму средства обеспечивают сохранение полученной объемной формы одежды.

Получение частично или цельноформованной оболочки одежды требует анализа поверхности тела человека и определения наиболее сложных участков для формования. К ним относятся участки наиболее выпуклые или вогнутые, такие как область груди, талии, ягодиц, бедер и т. д. Каждый из таких участков формуется с разной степенью деформации исходно плоского материала. На рисунке 3 показана поверхность тела человека с выделением проблемных зон формования, где:

1. шейная зона;
2. плечевая зона;
3. грудная зона;
4. зона боковых участков талии;
5. зона выступа бедер;
6. зона выступа ягодиц;
7. зона лопаток;
8. зона прогиба позвоночника на уровне талии.

Выделенные зоны требуют дополнительных исследований для получения параметров их трансформации.

С целью разработки принципов задания поверхности одежды в качестве объекта исследования выбраны женские поясные изделия (юбки), включающие зоны 5, 6 и частично 4 и 8 (рисунок 3).

Поверхность фигуры задавалась в виде набора горизонтальных и вертикальных сечений. Вертикальные сечения (фронтальная и профильная проекции фигуры) строились с использованием проекционных измерений, а горизонтальные получены методом прямоугольного проектирования с корректировкой их по основным обхватным измерениям. Количество и расположение горизонтальных сечений определялось на основе анализа формы поверхности фигуры. Были выбраны четыре основных и два дополнительных горизонтальных сечения: первое – на уровне талии, второе – на уровне выступающей точки живота, четвертое на уровне выступающих точек ягодиц, шестое – на уровне подъягодичной складки, третье – посередине между вторым и четвертым, пятое – посередине между четвертым и шестым.

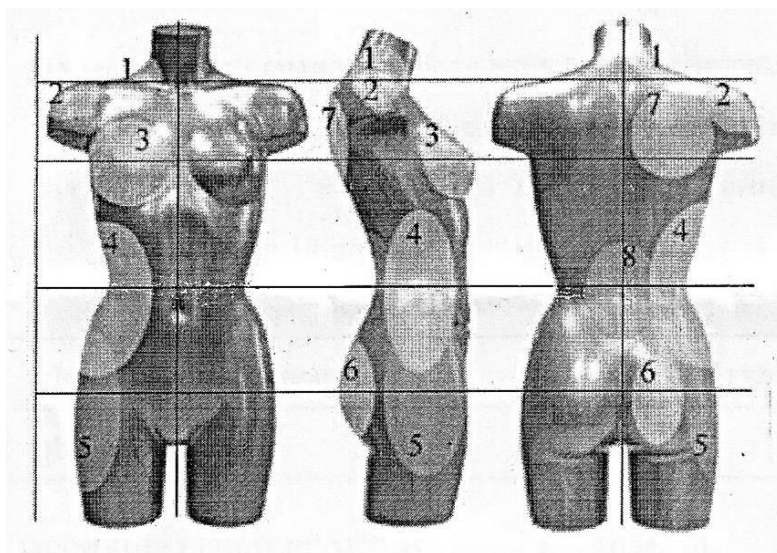


Рисунок 3. Проблемные зоны формирования оболочки

Поверхность фигуры задавалась в виде набора горизонтальных и вертикальных сечений. Вертикальные сечения (фронтальная и профильная проекции фигуры) строились с использованием проекционных измерений, а горизонтальные получены методом прямоугольного проектирования с корректировкой их по основным обхватным измерениям. Количество и расположение горизонтальных сечений определялось на основе анализа формы поверхности фигуры.

Для определения координат точек поверхности манекена использовалась полярная система координат с общей для всех горизонтальных сечений осью OZ , проходящей через условный центр тяжести фигуры. По полученным координатам узловых точек строили каркас манекена в программе AutoCAD. Переход к линейному каркасу осуществлялся путем аппроксимации проекций и сечений методом кубических сплайнов.

Для определения межразмерных и межполнотных переходов контуров линейного каркаса была произведена градация сечений по схеме, составленной на основе данных об изменчивости размеров типовых фигур. Графоаналитическое исследование контуров линейного каркаса выявило два различных типа трансформации криволинейных контуров в переднезаднем и поперечном направлениях:

- параллельное перемещение сегментов кривых, характеризующееся изменением координаты y на величину Δy при сохранении длины и радиусов кривизны;
- коническое перемещение сегментов кривых, характеризующееся изменением угла относительно оси OZ при сохранении длин и радиусов кривизны.

В трансформируемом манекене межразмерные и межполнотные переходы могут быть учтены при членении манекена на отдельные сектора. Деление поверхности должно осуществляться по принципу выявления необходимого и достаточного количества сегментов.

Выводы

В настоящее время швейная отрасль не располагает манекенами для одежды, которые обеспечивали бы на заключительной стадии производства формирование и закрепления изделий из различных материалов в соответствии с требуемым объемом и формой поверхности тела человека.

В работе для формования одежды предложен автоматически изменяющий размеры манекен внутренней формы одежды, способный воздействовать на одежду при помощи тепла, влаги и стабилизирующих средств, что помогло бы решить поставленную проблему.

Дальнейшие исследования по разработке манекена связаны с оптимизацией показателей перемещений трансформируемых участков манекена в местах расположения выпуклостей с учетом возможности обеспечения градации поверхности одежды в соответствии с коэффициентами стандартных размерных приращений наиболее сложных участков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Rajkishore Nayak. Introduction to manikins / Rajkishore Nayak Manikins for Textile Evaluation. Woodhead Publishing Series in Textiles. – 2017 – Pages 3–24.
2. Кузнецова, А.В. Совершенствование основ проектирования реалистичных манекенов фигур типового телосложения / А.В. Кузнецова, В.Е. Кузьмичев // Известия ВУЗов. Технология швейной промышленности. – 2012. – № 1. – С. 99–104.
3. Тутова, А.А. Проектирование трехмерных манекенов фигуры человека / А.А. Тутова, И.А. Петросов, Е.Г. Андреева, М.А. Гусева, В.С. Белгородский // Известия ВУЗов. Технология легкой промышленности. – 2019. – Т. 43. – № 1. – С. 65–70.

4. Корячихина М.А., Калинина Л.М., Рогожина Ю.В. Анализ ассортиментного ряда манекенов фигур человека // Международный студенческий научный вестник. – 2017. – № 6.; URL: <http://eduherald.ru/ru/article/view?id=17876> (дата обращения: 12.08.2020).
5. Norsaadah Zakaria. Evaluation of fit and size / Norsaadah Zakaria // *Manikins for Textile Evaluation*. Woodhead Publishing Series in Textiles. – 2017 – Pages 89–113.
6. Shih-Wen Hsiao. A study of surface reconstruction for 3D mannequins based on feature curves / Shih-Wen Hsiao, Rong-Qi Chen // *Computer-Aided Design*. – 2013. – Volume 45, Issue 11 November. – Pages 1426–1441. <https://doi.org/10.1016/j.cad.2013.06.012>.
7. Annika Lindström. Does the presence of a mannequin head change shopping behavior? / Hanna Berg, Jens Nordfält, Anne L. Roggeveen, Dhruv Grewal // *Journal of Business Research* – 2016 – Volume 69, Issue 2 – Pages 517–524. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2015.04.011>.
8. Jituo Li. Fitting 3D garment models onto individual human models / Jituo Li, Juntao Ye, Yangsheng Wang, Li Bai, Guodong Lu // *Computers & Graphics*. – 2010. – Volume 34, Issue 6. – Pages 742–755.
9. Dominique Paret. Examples of Smart Apparel / Dominique Paret, Pierre Crégo. // *Wearables, Smart Textiles and Smart Apparel*. – 2019. – Pages 169–198.
10. Yong-Rong Wang. Manikins for evaluation of pressure performance / Yong-Rong Wang // *Manikins for Textile Evaluation*. Woodhead Publishing Series in Textiles. – 2017 – Pages 241–258.
11. Jituo Li. Design of robotic mannequin formed by flexible belt net / Jituo Li, Jiawei Weng Haocan Xu, Chengdi Zhou, Dongliang Zhang, Guodong Lu // *Computer-Aided Design*. – 2019. – Volume 110. – Pages 1–10.

Shalmina Irina Ivanovna

Omsk state technical university, Omsk, Russia
E-mail: i.shalmina@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7569-1921>
РИИЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=477032

Kartseva Irina Vladimirovna

Katanov Khakass state university, Abakan, Russia
E-mail: irina@kartseva.org
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4157-0782>
РИИЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=630546

Creating a voluminous form of clothing on a shape-changing mannequin

Abstract. The article explores how to mold a clothing item using a three-dimensional modeling technology on a shape-changing robotic mannequin. This idea stems from the fact that a vast number of fabrics utilized in the clothing industry can be molded into three-dimensional shapes using structural characteristics of the fabric and physicochemical properties of fibers. The required three-dimensional shape of a garment item can be achieved by polyaxial retraction and extruding of the fabric on the shaping mannequin. It provides an alternative to traditional ways of making a clothing silhouette via stitching. The resulting three-dimensional shape of a garment is then subject to "stabilizing" – a combination of applying heat and steam to the fabric in order to fix its form permanently. Different types of fabric can have varying steaming and cooling time to fix the effect of form-fixing. The existing variety of shape-changing mannequins is utilized to construct three-dimensional human body models that account for specifics of real human bodies. They are primarily deployed to customize clothing design, making virtual reality clothes fitting, and select clothes for non-common human shapes and silhouettes.

Those mannequins, however, are not designed to be used for garment shaping during the production stage. In this article, we discuss how to employ a robotic mannequin during the clothes production process. The device in question can shape a garment by adjusting itself according to the shape of reference, and stabilize the result by automatically heating its surface and blow-steaming the garment. Authors concentrate on three-dimensional modeling of the human torso, as its shape is especially geometrically complex when it comes to human clothing design and production. This article proposes a shape-changing mannequin designed to ease the shaping, form-fixing, and shape-adjustment of garments during their production stage.

Keywords: apparel; 3D apparel modelling technology; shape-fixing of clothing items; human shape; shape-adjusting mannequin; robotic mannequin

REFERENCES

1. Rajkishore Nayak. Introduction to manikins / Rajkishore Nayak // Manikins for Textile Evaluation. Woodhead Publishing Series in Textiles. – 2017 – Pages 3–24.
2. Kuznetsova, A.V. Improving the basics of designing realistic mannequins of figures of typical physique / A.V. Kuznetsova, V.E. Kuzmichev // University News. Technology of the garment industry, 2012, no. 1, Pp. 99–104.

3. Tutova, A.A. DESIGN of three-dimensional mannequins of the human figure / A.A. Tutova, I.A. Petrosov, E.G. Andreeva, M.A. Guseva, V.S. Belgorod // *Izvestiya Vuzov. Technology of light industry*, 2019, Vol. 43, No. 1, Pp. 65–70.
4. Koryachikhina M.A., Kalinina L.M., Rogozhina Yu.V. Analysis of the assortment of mannequins of human figures // *international student scientific Bulletin*. – 2017. – no. 6.; URL: <http://eduherald.ru/ru/article/view?id=17876> (accessed: 12.08.2020).
5. Norsaadah Zakaria. Evaluation of fit and size / Norsaadah Zakaria // *Manikins for Textile Evaluation. Woodhead Publishing Series in Textiles*. – 2017 – Pages 89–113.
6. Shih-Wen Hsiao. A study of surface reconstruction for 3D mannequins based on feature curves / Shih-Wen Hsiao, Rong-Qi Chen // *Computer-Aided Design*. – 2013. – Volume 45, Issue 11 November. – Pages 1426–1441. <https://doi.org/10.1016/j.cad.2013.06.012>.
7. Annika Lindström. Does the presence of a *mannequin head change shopping behavior?* / Hanna Berg, Jens Nordfält, Anne L. Roggeveen, Dhruv Grewal // *Journal of Business Research* – 2016 – Volume 69, Issue 2 – Pages 517–524. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2015.04.011>.
8. Jituo Li. Fitting 3D garment models onto individual human models / Jituo Li, Juntao Ye, Yangsheng Wang, Li Bai, Guodong Lu // *Computers & Graphics*. – 2010. – Volume 34, Issue 6. – Pages 742–755.
9. Dominique Paret. Examples of Smart Apparel / Dominique Paret, Pierre Crégo. // *Wearables, Smart Textiles and Smart Apparel*. – 2019. – Pages 169–198.
10. Yong-Rong Wang. Manikins for evaluation of pressure performance / Yong-Rong Wang // *Manikins for Textile Evaluation. Woodhead Publishing Series in Textiles*. – 2017 – Pages 241–258.
11. Jituo Li. Design of robotic mannequin formed by flexible belt net / Jituo Li, Jiawei Weng Haocan Xu, Chengdi Zhou, Dongliang Zhang, Guodong Lu // *Computer-Aided Design*. – 2019. – Volume 110. – Pages 1–10.