

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СВОЙСТВ ТКАНЕЙ НА ОБРАЗОВАНИЕ ОБЪЕМНО-СИЛУЭТНОЙ ФОРМЫ ЖЕНСКОЙ ПЛЕЧЕВОЙ ОДЕЖДЫ

RESEARCH OF INFLUENCE OF FABRICS PROPERTIES ON FORMATION OF VOLUME-SILHOUETTE FORM OF WOMEN'S SHOULDER CLOTHING

К.Л. Пашкевич*

Киевский национальный университет технологий и дизайна

УДК 687.016.5:687.03

K.L. Pashkevich*

Kyiv National University of Technologies and Design

РЕФЕРАТ

ВОЗДУШНЫЕ ЗАЗОРЫ, КОНСТРУКТИВНАЯ ПРИБАВКА, ЛИНИЯ ТАЛИИ, ОБЪЕМНО-СИЛУЭТНАЯ ФОРМА ОДЕЖДЫ, СВОЙСТВА ТКАНЕЙ

В статье проведено исследование сечений швейных изделий из разных тканей на уровне линии талии в системе «манекен—одежда» с целью определения влияния свойств тканей на параметры образования объемно-силуэтной формы одежды. Выполнено экспериментальное исследование физико-механических показателей тканей костюмной группы. Обработка результатов исследования выполнена методами математической статистики. Для исследования системы «манекен—одежда» на уровне линии талии использован фотометрический метод. Выполнен анализ величин воздушных зазоров на разных участках горизонтального сечения системы «манекен—одежда» на уровне линии талии, а также определено процентное распределение конструктивной прибавки по талии между участками переда, проймы и спинки женской плечевой одежды прямого силуэта. В результате установлены взаимосвязи между физико-механическими свойствами тканей костюмной группы и распределением прибавки по линии талии в женской плечевой одежде прямого силуэта, что может быть использовано для визуализации швейных изделий в системах трехмерного проектирования одежды.

ABSTRACT

AIR-GAPS, STRUCTURAL INCREASE, VOLUME-SILHOUETTE FORM OF CLOTHES, PROPERTIES OF FABRICS

The paper summarizes the results of the research of sections of sewing articles from different fabrics at the level of waist line in the system «model-clothes» by a photometric method for the determination of influence of properties of fabrics on the parameters of formation of volume-silhouette form of clothes. Experimentally, according to the standardized methods, the main physical and mechanical characteristics of fabrics of the suiting group were identified. The models of women's jackets of direct silhouette are made from these fabrics. The analysis of sizes of air-gaps in the different areas of horizontal section of the system «model-clothes» at the level of waist line is executed, and the percent distributing of increase on waist line between the areas of shelf, armhole and back of women's shoulder clothing of direct silhouette is defined. Character of distributing of increase at the level of waist line in the articles of direct silhouette depending on physical and mechanical characteristics of fabrics of suit group is determined and recommendation in relation to the percent distributing of increase on the waist line is given. It can be used for visualization of sewing articles in the 3D CAD programs.

Одним из актуальных направлений развития компьютерных 3D технологий является разработка виртуальных трехмерных изображений

объектов сложных форм, при этом заданием систем трехмерного проектирования является не только решение общей концептуальной фор-

* E-mail: kalina.44@mail.ru (K.L. Pashkevich)

мы будущего объекта, но и прогнозирование свойств материалов, используемых при создании изделия. В САПР одежды эта задача усложнена наличием большого ассортимента материалов; разнообразием их физико-механических показателей, таких как драпируемость, жесткость, эластичность и т. п.

Внедрение новых компьютерных технологий в швейное производство должно обеспечить возможность создания наглядного трехмерного изображения модели одежды, которое позволит получать объективную информацию для построения чертежей деталей конструкции изделия. Актуальным является установление связей между свойствами тканей и объемно-пространственной формой одежды в системе «манекен—одежда» и формирование базы данных, достаточной для формализации объемно-силуэтной формы женской плечевой одежды.

Современные системы 3D проектирования одежды, которые предлагают модули для симуляции одевания виртуальных изделий на электронный манекен фигуры человека, дают возможность визуализировать форму изделия в трехмерном пространстве, оценить качество его посадки на манекене и баланс изделия, используя разные режимы просмотра [1]. Такие программы характеризуются достаточно большой степенью реалистичности визуализации, но есть проблемы, связанные с недостаточностью исходных данных для формообразования одежды в трехмерном пространстве, ее ориентации относительно виртуального манекена, в том числе с учетом свойств тканей. В последнее время проводятся исследования в этом направлении.

В направлении трехмерной визуализации и проектирования одежды разного ассортимента активно работают разработчики программ для проектирования одежды, зарубежные исследователи N. Magnenat-Thalmann, P. Volino, J. Wang, A. Psikuta, J. Frackiewicz-Kaczmarek и др. [6, 8, 14, 15, 16, 17]. Российскими исследователями под руководством проф. В. Е. Кузьмичева проводятся экспериментальные исследования особенностей поведения пакетов материалов одежды в трехмерной среде с использованием технологии 3D сканирования, что позволяет создать информационную базу данных, которая содержит сведения о закономерностях изменения пла-

стики поверхности одежды под воздействием конструктивных параметров изделия [2, 3, 9, 10].

Для описания пространственного расположения оболочек одежды традиционно используют величины воздушных (проекционных) зазоров в системе манекен—одежда, выбор которых в большинстве программ для визуализации пока осуществляют произвольно, то есть без согласования с конструктивными возможностями и особенностями чертежей деталей, показателями свойств материалов внешнего и внутреннего слоев, что определяют форму и состояние (степень однородности) поверхности оболочки [2].

Работа исследователей [12] посвящена анализу использования технологии трехмерного сканирования системы «человек—одежда», исследованию взаимосвязи между параметрами пододежного пространства и посадкой изделий на теле человека, расчетом величин прибавок на разных участках тела.

Статья исследователей J. Frackiewicz-Kaczmarek, A. Psikuta, M. Bueno, R. Rossi посвящена проблеме распределения прибавок и толщины воздушного зазора между одеждой и телом [11]. Авторами установлено, что драпируемость связана с величиной прибавок в одежде, с увеличением объемной формы одежды увеличивается степень влияния драпируемости на толщину воздушного зазора. Также исследователи определили влияние свойств трикотажа на распределение воздушного зазора и площади контакта одежды с поверхностью фигуры человека.

Авторами [18] рассмотрено влияние особенностей формы тела и осанки человека на распределение и величину воздушных зазоров в одежде. Величины воздушных зазоров и их распределение рассматривались в трех проекциях в статике и динамике, в отличие от подобных исследований, где воздушный зазор определялся как среднее расстояние между телом и одеждой.

В работе A. Psikuta, J. Frackiewicz-Kaczmarek и др. определялась толщина воздушной прослойки между одеждой и телом человека [14]. Метод включал трехмерное сканирование обнаженного и одетого манекена и определение расстояния между поверхностями с помощью методов обработки результатов 3D сканирования. Благодаря этому способу было определено распределение толщины воздушного зазора и площади

контакта на разных частях тела. Результаты исследований авторы рекомендуют для использования в моделях тепло- и массообменных процессов в одежде.

В статье китайских исследователей [13] также изучены величины и особенности распределение воздушных зазоров в пододежном пространстве. Ими установлено, что на распределение воздушных зазоров больше всего влияют такие свойства тканей как жесткость и драпируемость. Так, величины воздушных зазоров в одежде положительно коррелируют с длиной детали одежды, жесткостью при изгибе и линейной плотностью ткани по основе, а также отрицательно коррелируют с глубиной равномерно распределенных складок, что важно для прогнозирования поведения ткани в одежде и процесса ее проектирования.

Моделирование формы поперечных сечений женских жакетов рассмотрено в работе исследователей Текстильного института в Гонконге [17]. Ими установлено, что формы поперечных сечений одежды могут быть смоделированы распределением прибавки в одежде на разных высотах. Для исследований авторами было изготовлено двадцать жакетов: пять жакетов разного силуэта на четыре размера. К каждому из них были рассчитаны прибавки по груди, талии и бедрам. Используя 3D сканер были получены сечения основных конструктивных поясов модели и обработаны их изображения в графическом редакторе. Установлено, что контур поперечного сечения может быть описан полиномиальной моделью второго порядка в зависимости от величины обхвата на конструктивном уровне и жесткости ткани при изгибе. Данная модель позволяет прогнозировать информацию при выборе ткани для желаемого внешнего вида женских жакетов.

Таким образом, проведенный анализ существующих работ показал, что необходимым является исследование характера сечений системы «манекен—одежда» в трехмерном пространстве на основных конструктивных уровнях, определение величин воздушных зазоров и конструктивных формообразующих прибавок в зависимости от физико-механических свойств тканей, что позволит прогнозировать пластику поверхности и объемно-пространственную фор-

му проектируемой одежды.

ПОСТАНОВКА ЗАДАНИЯ

Следовательно, актуальным является установление связей между свойствами тканей и объемно-силуэтной формой одежды в системе «манекен—одежда» и формирование базы данных, достаточной для формализации объемно-пространственной формы женской плечевой одежды.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

В качестве объекта исследования выбран женский жакет. Разработан чертеж деталей базовой конструкции женского жакета р. 170-96-104 прямого силуэта с конструктивной прибавкой по линии талии $P_T = 14$ см. Для анализа поведения тканей в изделиях в зависимости от их свойств изготовлено девять макетов женских жакетов длиной до талии (рисунок 2). Величины показателей образцов тканей, из которых изготовлены макеты, толщина, поверхностная плотность, жесткость и драпируемость определены в опытной лаборатории по стандартным методиками [2, 3, 4] (таблица 1).

Параметризация форм жакетов в системе «манекен—одежда» была выполнена после их фотографирования снизу на манекене, разрезанном по линии талии, который установлен на стеклянной подставке (рисунок 1). Технология фотографирования системы «манекен—одежда» и обработки результатов была организована таким образом, чтобы можно было измерять и исследовать воздушные прослойки между манекеном и жакетом на уровне линии талии. Выбор линии талии обусловлен тем, что во многих методиках конструирования линия талии является основной при построении базовых конструкций плечевых изделий, она не принадлежит верхней опорной поверхности, потому силуэтную форму изделия задают прибавкой именно по линии талии.

В процессе обработки фотоснимков получены контурные линии горизонтальных сечений на уровне линии талии. Каждое сечение представляет собой сочетание двух контуров: манекена (внутри) и одежды (снаружи) (рисунок 2).

На рисунке 3 показаны совмещенные контуры макетов, изготовленных из тканей с разными физико-механическими свойствами. Осевые линии системы «манекен—одежда», которые

Таблица 1 – Показатели физико-механических свойств костюмных тканей

Номер образца	Сырьевой состав	Поверхностная плотность, г/м ²	Толщина, мм	Жесткость к изгибу по основе, мкН•см ²	Жесткость к изгибу по утку, мкН•см ²	Коэффициент жесткости	Коэффициент драпируемости КД, %
Образец 1	70 % шерсть, 30 % ПЕ	194	0,29	1265	1547	0,82	49
Образец 2	35 % шерсть, 62 % ПЕ, 3 % ЕА	176	0,39	1611	1292	1,24	46
Образец 3	80 % шерсть, 20 % ПЕ	294	1,4	4538	5465	0,83	31
Образец 4	60 % шерсть, 40 % ПЕ	233	0,44	1210	1189	1,01	38
Образец 5	40 % шерсть, 60 % ПЕ	274	0,63	4156	2326	1,21	34
Образец 6	60 % шерсть, 40 % ПЕ	330	1,1	5567	4847	1,15	40
Образец 7	86 % шерсть, 12 % ПЕ, 3 % ЕА	256	0,9	3173	2581	1,23	37
Образец 8	40 % шерсть, 60 % ПЕ	404	1,4	6617	4587	1,44	46
Образец 9	50 % шерсть, 50 % ПЕ	221	0,67	1978	1471	1,35	31

Примечание: ПЕ – полиэфирное волокно, ЕА – эластан.



Рисунок 1 – Макеты женских жакетов, изготовленных из тканей образцов 1, 6, 7 (вид спереди, вид снизу)

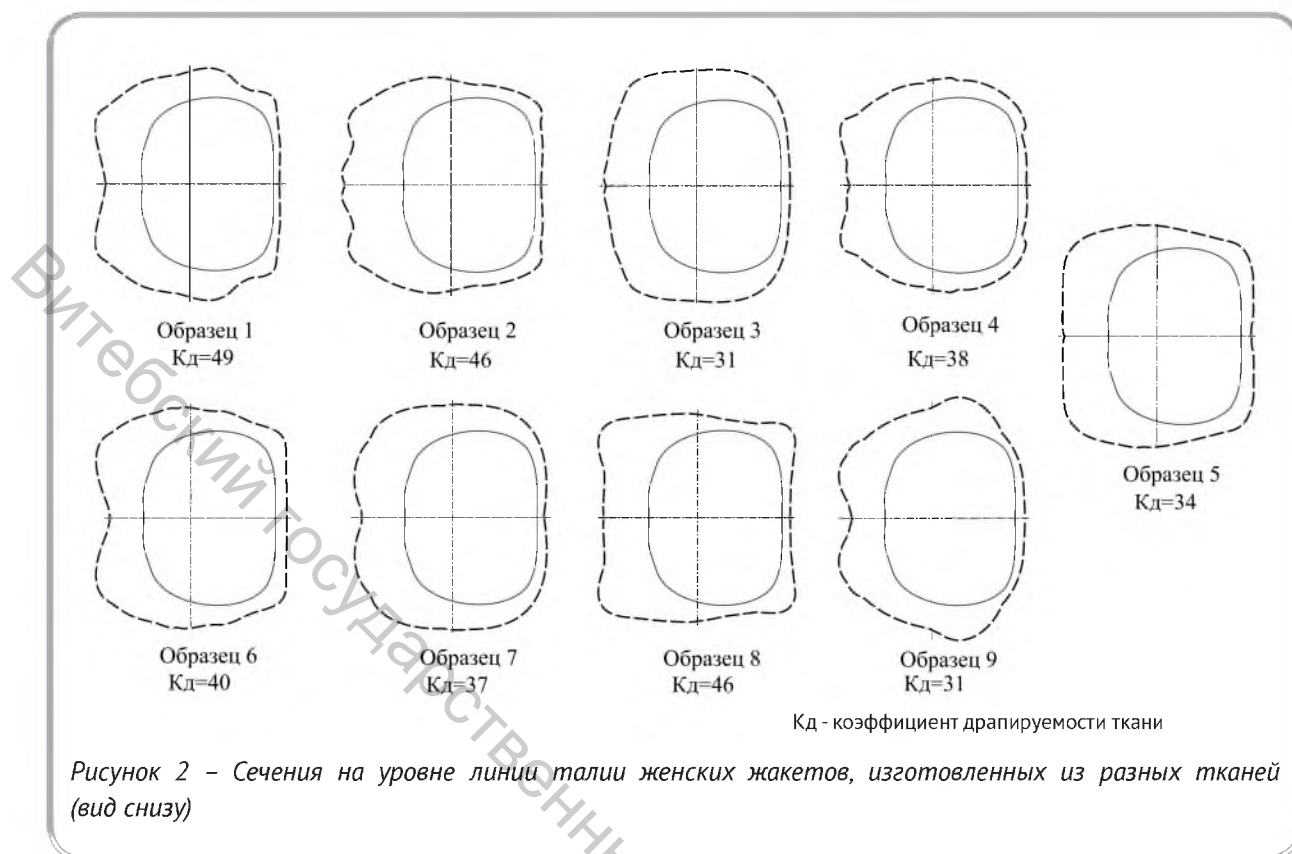


Рисунок 2 – Сечения на уровне линии талии женских жакетов, изготовленных из разных тканей (вид снизу)

проходят через условный центр системы, совмещены, что позволило получить наглядные картины изменения контуров одежды на уровне линии талии. Из точки, которая является условным центром системы (точка пересечения перед-

незаднего и поперечного диаметров системы «манекен—одежда»), против часовой стрелки проведены радиусы, которые разделили каждое горизонтальное сечение на секторы с шагом 30 градусов.

В каждом секторе измерялись максимальные и минимальные величины воздушных зазоров между манекеном и одеждой в правой половине системы (таблица 2). Для анализа полученных данных построены диаграммы (рисунки 4, 5).

Анализируя диаграммы, можно сделать вывод, что наибольшие воздушные зазоры формируются на спинке. Наиболее активно формообразование проходит в секторах 120–150° и 150–180° со стороны спинки, со стороны переда – в секторе 60–90°.

Секторы 0–60°, 60–120° и 120–180° соответствуют участкам переда, проймы и спинки готового изделия, что позволило исследовать поведение изделия на этих участках с учетом свойств тканей, определить распределение конструктивной прибавки к полуобхвату талии Π_T (таблица 3) и сравнить ее процентное отношение (рисунок 6).

Как видно из гистограммы (рисунок 6), наи-

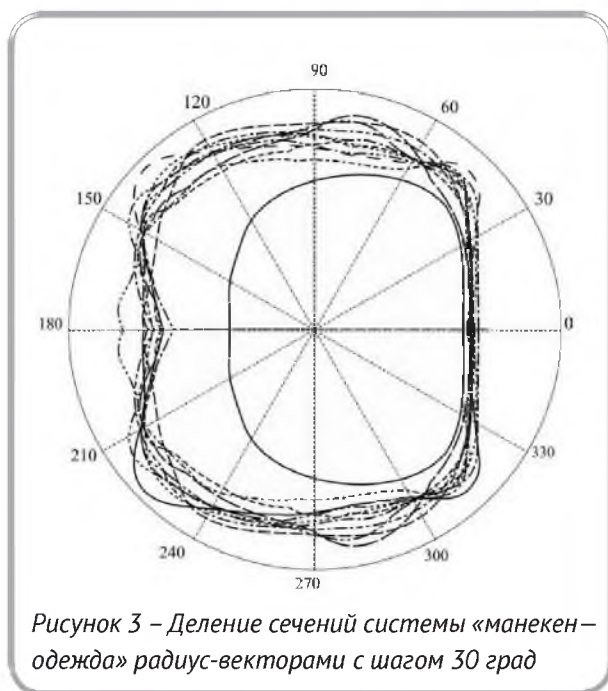


Рисунок 3 – Деление сечений системы «манекен—одежда» радиус-векторами с шагом 30 град

Таблица 2 – Величины воздушных зазоров между одеждой и манекеном на уровне линии талии

Условное обозначение макета	Величины воздушных зазоров на уровне линии талии, см											
	0° – 30°		30° – 60°		60° – 90°		90° – 120°		120° – 150°		150° – 180°	
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
Образец 1	0,5	1,0	1,0	2,6	2,0	4,6	4,3	6,2	6,2	8,6	5,5	8,2
Образец 2	0,5	1,0	1,0	2,0	1,5	2,9	2,9	6,5	6,5	9,1	7,5	9,1
Образец 3	0,5	0,7	0,7	3,4	3,4	4,6	4,6	7,7	7,0	8,0	6,5	7,0
Образец 4	0,2	0,7	0,2	2,0	2,0	3,0	3,0	4,6	4,6	8,0	5,5	8,0
Образец 5	0,5	1,4	1,4	2,4	1,9	3,4	3,6	7,0	7,0	8,6	7,0	8,2
Образец 6	1,2	1,7	1,7	2,9	1,9	3,6	3,6	6,2	6,2	8,4	4,6	8,2
Образец 7	0,2	0,7	0,7	2,6	2,6	4,1	4,1	7,0	7,0	8,6	6,0	8,6
Образец 8	0,7	1,2	1,2	3,4	1,2	2,6	2,6	6,7	6,7	10,1	7,0	8,4
Образец 9	0,2	0,5	0,2	2,4	2,4	4,8	3,8	5,0	5,0	8,0	5,3	8,0

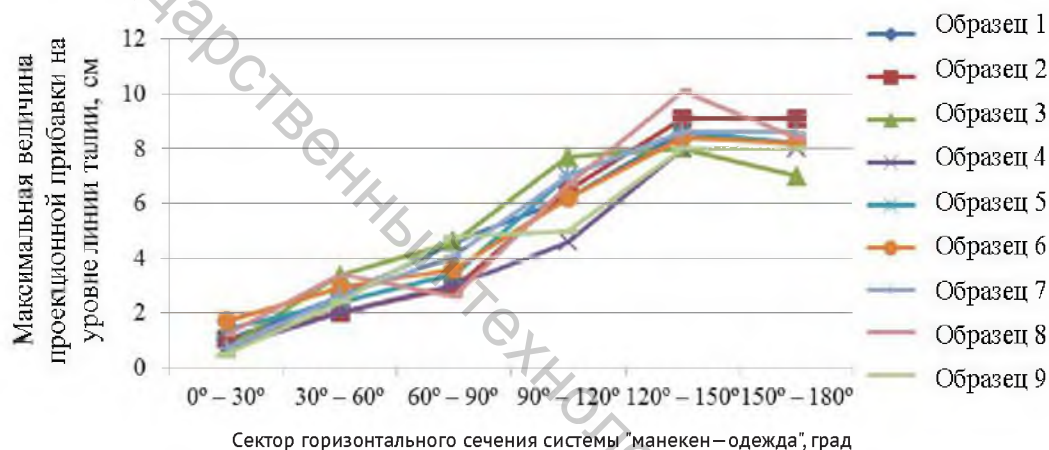


Рисунок 4 – Диаграмма изменения максимальных воздушных зазоров на уровне линии талии



Рисунок 5 – Диаграмма изменения минимальных воздушных зазоров на уровне линии талии

Таблица 3 – Процентное распределение прибавки P_T

Условное обозначение макета	Часть P_T , %		
	полочка	пройма	спинка
Образец 1	25	25	50
Образец 2	17	23	60
Образец 3	15	36	49
Образец 4	17	24	59
Образец 5	19	26	55
Образец 6	20	26	54
Образец 7	14	30	66
Образец 8	24	17	59
Образец 9	24	37	39



Рисунок 6 – Гистограмма распределения прибавки P_T между участками переда, спинки и проймы женского жакета прямого силуэта

большая часть прибавки P_T принадлежит участку спинки. Это свидетельствует о том, что наиболее активное формообразование происходит на спинке. Участку полочки принадлежит наименьшая часть прибавки.

Для всех исследуемых макетов жакетов женских, изготовленных из тканей, которые имеют разные физико-механические свойства, установлены закономерности изменения пластики поверхности и степени прилегания одежды к манекену. Установлено, что свойства материалов,

из которых изготовлена одежда, влияют на ее формообразование. Кривизна сечения системы на разных участках, ее «волнистость» зависят от свойств тканей.

Значение коэффициента драпируемости и соответствующее ему сечение образца на уровне линии талии представлено на рисунке 2. Образцы 1, 2, 8 имеют наибольшие коэффициенты драпируемости (49 % и 46 %), а образцы 3, 5 и 9 – наименьшие (от 31 % до 34 %), и соответственно ткани образцов 1, 2, 8 лучше всего драпирует-

ся, имеет большую «волнистость» сечения, а образцы 3, 5 и 9 имеют наименьшую «волнистость», характеризуются меньшим количеством фалд.

От величины коэффициента драпируемости ткани зависит, как на разных участках будет вести себя одежда относительно фигуры человека. В секторах 120–150° и 150–180° почти не прослеживается зависимость величины воздушных зазоров от коэффициента драпируемости ткани, в секторе 60–90° зависимость существует, и она больше, чем в секторе 90–120°. В секторах 0–30° и 30–60° эта зависимость имеет обратный характер.

Исследуя зависимость величин воздушных зазоров, а следовательно величин проекционных прибавок в одежде, от жесткости ткани при изгибе установлено, что обратная связь величин наблюдается во всех секторах, больше всего в секторе 90–120°, кроме сектора 60–90° относительно жесткости ткани по основе и секторов 60–90°, 150–180° – по утку. На этих участках зависимость имеет обратный характер – уменьшение жесткости материала приводит к большему отставанию одежды от поверхности манекена.

Таким образом, установлено, что на изменение величин проекционных прибавок влияют драпируемость ткани, а также жесткость ткани

при изгибе по утку, потому что пространственная ориентация изделия рассматривается на горизонтальном сечении по линии талии, что соответствует направлению нити утка ткани.

ВЫВОДЫ

В результате фотометрического исследования макетов женских жакетов из тканей с разными физико-механическими показателями в системе «манекен—одежда» установлены закономерности влияния свойств тканей на создание заданной объемно-силуэтной формы женской плечевой одежды. Выполнен анализ характера распределения прибавки по линии талии в изделиях прямого силуэта в зависимости от физико-механических свойств тканей костюмной группы, определены величины проекционных прибавок системы «фигура—одежда» на уровне линии талии, а также определено процентное распределение прибавки по линии талии P_T между участками переда, проймы и спинки. Разработанные рекомендации по учету свойств тканей при разработке женской плечевой одежды могут быть использованы при проектировании моделей одежды, в том числе для визуализации швейных изделий в системах трехмерного проектирования одежды.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Пашкевич, К.Л. (2015), Нові технології: програма візуалізації одягу в тривимірному просторі JULIVI CLO3D, *Легка промисловість*, 2015, № 1, С. 22–25.
2. Ли, Ю., Кузьмичев, В.Е. (2009), Новая технология обработки и проектирования виртуальных систем «женская фигура – куртка», *Швейная промышленность*, 2009, № 1, С. 32–35.
3. Ло, Юнь, Кузьмичев, В.Е. (2010), Конструктивное обоснование получения объемно-пространственной формы одежды, *Швейная промышленность*, 2010, № 4, С. 40–43.
4. ГОСТ 12023-2003. Материалы текстильные и

REFERENCES

1. Pashkevich, K.L. (2015), New technologies: the program of visualization of clothes is in three-dimensional space JULIVI CLO3D [Novi tehnologii: programa vizualizacii' odjagu v tryvymirnomu prostori JULIVI CLO3D], *Legka promyslovist' – Light industry*, 2015, № 1, pp. 22–25.
2. Li, Yu., Kuzmichev, V.E. (2009), New technology of treatment and designing of the virtual systems a «womanish figure - jacket» [Novaja tehnologija obrabotki i proektirovanija virtual'nyh sistem «zhenskaja figura – kurtka»], *Shvejnaja promyshlennost' – Sewing industry*, 2009, № 1, pp. 32–35.
3. Lo, Yun, Kuzmichev, V.E. (2010), Structural ground

- изделия из них. Метод определения толщины (2003), Москва, Стандартинформ, 2003, 14 с.
5. ГОСТ 3811-72. Материалы текстильные. Ткани, нетканые полотна и штучные изделия. Методы определения линейных размеров, линейной и поверхностной плотностей (1973), Москва, Издательство стандартов, 14 с.
 6. ГОСТ 10550-93. Материалы текстильные. Полотна. Методы определения жесткости при изгибе (1993), Москва, Межгосуд. совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 15 с.
 7. Volino, P., Cordier, F., Magnenat-Thalman, N. (2005), From early virtual garment simulation to interactive fashion design. *Computer-aided design*, 2005, Vol. 37, No. 6, pp. 593-608.
 8. Luible, C. (2008), Study of mechanical properties in the simulation of 3D garment, 2008, available at: http://archive-ouverte.unige.ch/files/downloads/688/unige_688_thesis.pdf (accessed at 2 February 2016).
 9. Xiaogang, W., Kuzmichev, V., et al. (2010). A garment simulating method based on scanning technology, *2nd International conference on computer and communication technologies in agriculture engineering (CCTAE)*, 2010, pp. 412-415.
 10. Guo, M., Kuzmichev, V.E. (2013), Pressure and comfort perception in the system «female bodydress», *AUTEX Research Journal*, 2013, vol. 13, № 3, pp. 71-78.
 11. Frackiewicz-Kaczmarek, J., Psikuta, A., Bueno, M., Rossi, R. (2014), Effect of garment properties on air gap thickness and the contact area distribution, *Textile Research Journal*, 2014, p. 51-69.
 12. Ji-Hong, X., Xiu-Feng, C., Zhang, W. (2009), A Study on Area Ease Distribution between Body and Garment, *Journal of Fiber Bioengineering and*
- of receipt of volume-spatial form of clothes [Konstruktivnoe obosnovanie poluchenija ob'emno-prostranstvennoj formy odezhdy], *Shvejnaja promyshlennost' – Sewing industry*, 2010, № 4, pp. 40–43.
 4. GOST (State Standard) 12023-2003. Textile materials and products from them. Method for determination of thickness [GOST 12023-2003 Materialy tekstil'nye i izdelija iz nih. Metod opredelenija tolshhiny], Standartinform, Moscow, 2003, 11 p.
 5. GOST (State Standard) 3811-72. Textiles. Fabrics, non-woven fabrics and piece wares. Methods for determination of linear dimensions, linear and surface densities [GOST 3811-72 Materialy tekstil'nye. Tkani, netkanye polotna i shtuchnye izdelija. Metody opredelenija linejnyh razmerov, linejnoj i poverhnostnoj plotnostej], Publishing House of Standards, Moscow, 1973, 14 p.
 6. GOST (State Standard) 10550-93. Textiles. Cloth. Methods for determination of flexural rigidity [GOST 10550-93 Materialy tekstil'nye. Polotna. Metody opredelenija zhestkosti pri izgibe], Interstate Council for Standardization, Metrology and Certification, Moscow, 1993, 10 p.
 7. Volino, P., Cordier, F., Magnenat-Thalman, N. (2005), From early virtual garment simulation to interactive fashion design. *Computer-aided design*, 2005, Vol. 37, № 6, pp. 593-608.
 8. Luible, C. (2008), Study of mechanical properties in the simulation of 3D garment, 2008, available at: http://archive-ouverte.unige.ch/files/downloads/688/unige_688_thesis.pdf (accessed at 2 February 2016).
 9. Xiaogang, W., Kuzmichev, V., et al. (2010). A garment simulating method based on scanning technology, *2nd International conference on computer and communication technologies in agriculture engineering (CCTAE)*, 2010, pp. 412-415.

- Informatics*, 2009, Vol. 2, № 2, P. 100-108.
13. Miao, Y., Wang, Y., Jun, L. (2013), Correlation between clothing air gap space and fabric mechanical properties, *The Journal of The Textile Institute*, 2013, Vol. 104, № 1, P. 67–77
 14. Psikuta, A., Frackiewicz-Kaczmarek, J., Frydrych, I., Rossi, R. (2012), Quantitative evaluation of air gap thickness and contact area between body and garment, *Textile Research Journal*, 2012, 82(14), p.1405–1413.
 15. Psikuta, A., Frackiewicz-Kaczmarek, J., Mert, E., Bueno, M., Rossi, R. (2015), Validation of a novel 3D scanning method for determination of the air gap in clothing, *Measurement*, 2015, 67, P. 61-70.
 16. Wang, ZH. (2004), Study on the relation between garment style and ease distribution, *Journal of Donghua University*, 2004, 6(21), p. 31-37.
 17. Wang, Z., Ng, R., Zhang, W. (2007), Modeling of cross-sectional shape for women's jacket design, *GAKKAISHI*, 2007, Vol. 63, №4, P. 87-99.
 18. Xiaohui, L., Wanga, Y., Lua, Y. (2011), Effects of Body Postures on Clothing Air Gap in Protective Clothing, *Journal of Fiber Bioengineering & Informatics*, 2011, 4:3, P. 277–283.
 10. Guo, M., Kuzmichev, V.E. (2013), Pressure and comfort perception in the system «female bodydress», *AUTEX Research Journal*, 2013, vol. 13, №. 3, pp. 71-78.
 11. Frackiewicz-Kaczmarek, J., Psikuta, A., Bueno, M., Rossi, R. (2014), Effect of garment properties on air gap thickness and the contact area distribution, *Textile Research Journal*, 2014, p. 51-69.
 12. Ji-Hong, X., Xiu-Feng, C., Zhang, W. (2009), A Study on Area Ease Distribution between Body and Garment, *Journal of Fiber Bioengineering and Informatics*, 2009, Vol. 2, № 2, P. 100-108.
 13. Miao, Y., Wang, Y., Jun, L. (2013), Correlation between clothing air gap space and fabric mechanical properties, *The Journal of The Textile Institute*, 2013, Vol. 104, № 1, P. 67–77.
 14. Psikuta, A., Frackiewicz-Kaczmarek, J., Frydrych, I., Rossi, R. (2012), Quantitative evaluation of air gap thickness and contact area between body and garment, *Textile Research Journal*, 2012, 82(14), p.1405–1413.
 15. Psikuta, A., Frackiewicz-Kaczmarek, J., Mert, E., Bueno, M., Rossi, R. (2015), Validation of a novel 3D scanning method for determination of the air gap in clothing, *Measurement*, 2015, 67, P. 61-70.
 16. Wang, ZH. (2004), Study on the relation between garment style and ease distribution, *Journal of Donghua University*, 2004, 6(21), p. 31-37.
 17. Wang, Z., Ng, R., Zhang, W. (2007), Modeling of cross-sectional shape for women's jacket design, *GAKKAISHI*, 2007, Vol. 63, №4, P. 87-99.
 18. Xiaohui, L., Wanga, Y., Lua, Y. (2011), Effects of Body Postures on Clothing Air Gap in Protective Clothing, *Journal of Fiber Bioengineering & Informatics*, 2011, 4:3, P. 277–283.

Статья поступила в редакцию 28. 04. 2016 г.