

УДК 687. 112. 4

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМООБРАЗОВАНИЯ БРЮК
РАЗНЫХ ОБЪЕМНО-ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ФОРМ**

**MODELLING OF TROUSERS FORMING PROCESS
OF DIFFERENT THREE-DIMENSIONAL FORMS**

Ю.С. ЗВЕРЕВА, В.Е. КУЗЬМИЧЕВ, ЛИ ЦЗИ
JU.S. ZVEREVA, V.E. KUZMICHEV, LI TSZI

(Ивановская государственная текстильная академия,
Уханьский текстильный университет, КНР)
(Ivanovo State Textile Academy, Wuhan Textile University (PRC))
E-mail: julia-zve@mail.ru

Исследовано влияние конструктивных параметров плоских разверток чертежей деталей женских и мужских брюк на параметры объемно-пространственной формы реальной системы фигура–брюки. Получены уравнения зависимостей для прогнозирования параметров фронтальных и профильных абрисов брюк и вычисления значений воздушных зазоров между фигурой и брюками.

Influence of design data of the flat sweeps of drawings of female and men's trousers details on the parametre of a three-dimensional form of the real system 'body – trousers' has been researched. The equations of dependences for forecasting of the parametres of front and profile outlines of trousers and calculations of meanings of air gaps between a body and trousers have been received.

Ключевые слова: трехмерное проектирование, брюки, бодисканер, форма, чертежи, воздушные зазоры, прогнозирование.

Keywords: three-dimensional designing, trousers, a body-scanner, a form, drawings, air gaps, forecasting.

Современное компьютерное конструирование одежды, реализуемое в различных САПР одежды, совершенствуется в направлении перехода от плоскостного к объемному 3D проектированию одежды. Многие исследования в области проектирования одежды сегодня направлены на разработку информационного обеспечения

для реалистичного представления виртуальных систем фигура–одежда [1], [2]. Однако до сих пор не решена проблема трехмерного проектирования брюк, поскольку исходная информационная база данных для такого проектирования ограничена и не формализована.

Целью нашего исследования является виртуальное моделирование абрисов и горизонтальных сечений мужских и женских брюк для воспроизведения реальных систем фигура–брюки по конструктивным параметрам их чертежей конструкции.

В качестве объектов для анализа были взяты 30 типичных моделей мужских и 30 женских брюк разных объемно-пространственных форм (ОПФ), представленные чертежами конструкций и готовыми изделиями с разнообразными внешними геометрическими параметрами. Их оцифрованные модели получали после сканирования с помощью бодисканера белого света TELMAT Optifit Pro-2 (Франция). Сканирование брюк выполняли на фигурах, близких к типовой женской (164-80-92) и мужской (176-100-88). Брюки были изготовлены из костюмной полиэфирной ткани с поверхностной плотностью 280 г/м².

Значения восьми конструктивных параметров чертежей модельных конструкций, с помощью которых управляли показателями ОПФ брюк, варьировали в широких пределах (коэффициент вариабельности составил $V = 34...142\%$ для различных параметров). В номенклатуру конструктивных параметров были включены прибавки (к полуобхватам талии $P_{ст}$ и бе-

дер $P_{сб}$, обхвату бедра $P_{о.бед}$, длине сиденья $P_{дс}$), ширина шага $Ш_{ш}$, ширина брюк в колене $Ш_{к}$ и внизу $Ш_{н}$, переднезадний баланс $б_{пз}$.

После сканирования реальных объектов были смоделированы виртуальные системы фигура–брюки [3]. Для виртуальной визуализации формы брюк были выбраны два направления: первое – воспроизведение фронтального и профильного контуров брюк (вертикальных сечений), второе – воспроизведение горизонтальных сечений брюк вокруг фигуры.

В первом направлении параметризация контуров фронтальной и профильной проекций включала измерение восьми проекционных ширин брюк (индекс 1 соответствует фронтальной, а 2 – профильной проекциям): W_1, W_2 – талии; H_1, H_2 – бедер; T_1, T_2 – бедра; K_1, K_2 – колена.

После математической обработки двух массивов информации, относящихся к чертежам и визуальным образам, были получены множественные регрессионные модели для вычисления проекционных параметров ОПФ мужских и женских брюк. Например, для женских брюк установлены следующие значимые зависимости ($p=95\%$; $n=30$; $R_{кр}=0,29$; $t_{кр}=2,04$; $F_{кр}=2,99$) [4]:

$$H_1 = 0,1 P_{сб} + 0,3 P_{о.бед} - 1,1 P_{дс} + 32,4 \quad (R=0,56; F = 3,6), \quad (1)$$

$$T_1 = 0,4 P_{сб} - 0,4 P_{о.бед} + 2,8 P_{дс} + 21,2 \quad (R=0,7; F = 5,66), \quad (2)$$

$$K_1 = 0,3 P_{сб} - 0,5 P_{о.бед} - 2,7 P_{дс} + 19,5 \quad (R=0,47; F = 3,58), \quad (3)$$

$$H_2 = 0,2 P_{сб} + 0,1 P_{о.бед} - 0,1 P_{дс} + 20,9 \quad (R=0,66; F = 4,53), \quad (4)$$

$$T_2 = 0,4 P_{сб} + 0,1 P_{о.бед} + 0,3 P_{дс} + 18,2 \quad (R=0,86; F = 16,03), \quad (5)$$

$$K_2 = 0,4 P_{сб} - 0,1 P_{о.бед} - 2 P_{дс} + 16,6 \quad (R=0,82; F = 11,4). \quad (6)$$

Все полученные уравнения подтверждают совместное влияние конструктивных прибавок, проектируемых на разных уровнях, на формообразование брюк в верхней части до уровня колена. Используя полученные уравнения, можно прогнозировать координаты основных точек на фронтальных и профильных абрисах ОПФ брюк, сформированных на виртуальной фигуре, по имеющемуся чертежу конструкции.

Для проверки полученных зависимостей нами был взят чертеж женских брюк, не вошедший в сформированную обучающую выборку, и на нем измерены конструктивные прибавки, см: $P_{сб}=2,4$; $P_{дс}=1,8$; $P_{о.бед} = 13,4$. По уравнениям (1)...(6) рассчитали проекционные ширины ОПФ брюк. Далее формировали систему фигура–брюки путем откладывания на виртуальном фронтальном и профильном изображении фигуры, имеющей характерную для сканирования позу, и повторяя типо-

вое расположение контурных линий: ширину по бедрам H_1 – симметрично средней саггитальной линии, H_2 – от касательной к задней поверхности ягодиц, T_1 – от касательной к внешней поверхности бедра. T_2 , K_1 и K_2 откладывали от вспомогательных линий, соединяющих выступающую точку икроножной мышцы: на фронтальном изображении – с точкой на линии обхвата бедра, на профильном изображении – с выступающей точкой ягодиц (рис. 1).

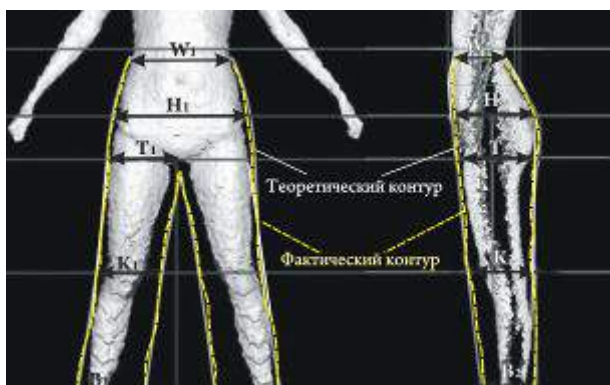


Рис. 1

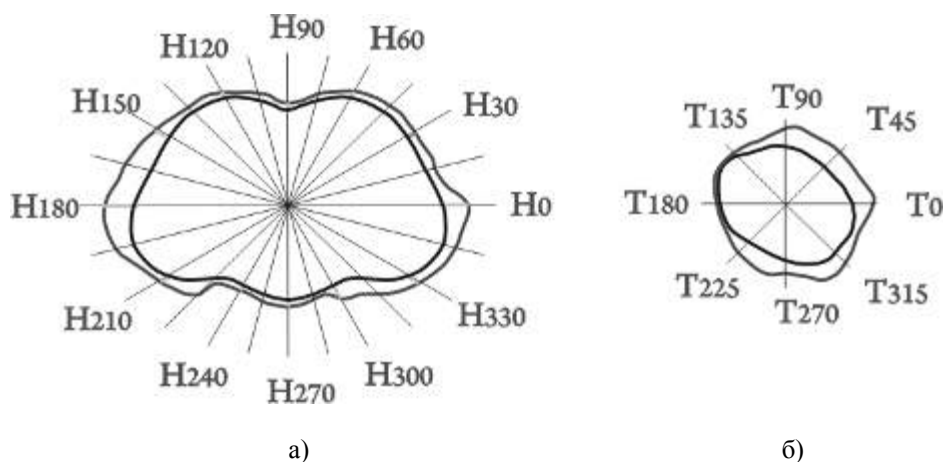


Рис. 2

Сечения на исследованных уровнях наиболее информативны, поскольку входят в зону дизайна брюк и определяют сложный характер формообразования. Для объективной оценки характера формообразования брюк исследуемые чертежи конструкций и сканированные системы были поделены на три группы по степени прилегания к фигуре: плотно прилегающие с $P_{сб} = 0,5 \dots 2,5$ см, полуприлегающие с $P_{сб} = 2,6 \dots 5$ см и свободные с $P_{сб} = 5,1 \dots 11$ см.

Как видно из рис.1, теоретические и фактические контуры абрисов (боковой, шаговый, передний и задний) брюк практически совпадают, средняя величина погрешности равна ± 4 мм (1,5%). Это подтверждает адекватность полученных уравнений (1)...(6) реальному процессу формообразованию контурных линий.

Во втором направлении для целей 3D проектирования оболочек вокруг фигуры необходимо знание пластики поверхности брюк на отдельных участках формы. Известно, что при увеличении объема брюк в верхней части прибавка $P_{сб}$ может распределяться неравномерно между передней и задней частями по поверхности формы, что невозможно проследить на фронтальной и профильной проекциях. Поэтому нами была сформирована база данных о воздушных зазорах для различных ОПФ брюк на уровне линии бедер (рис. 2-а) и бедра (рис. 2-б) для мужских и женских систем фигура-брюки.

Нами ранее было установлено, что именно эта прибавка наиболее значимо влияет на внешние параметры формы и комплексно отражает изменение всех конструктивных параметров чертежей [5].

Корреляционный анализ показал, что на исследуемых участках формы существуют тесные взаимосвязи между конструктивными параметрами чертежей и величинами воздушных зазоров для разных ОПФ брюк. В табл. 1 в качестве примера представлены полученные функциональные

зависимости для расчета воздушных зазоров между фигурой и мужскими брюками на уровне бедер. При изменении значения какого-либо параметра, входящего в урав-

нение, происходит перераспределение объема брюк и, как следствие, изменение величин воздушных зазоров между фигурой и брюками по участкам.

Т а б л и ц а 1

| Сектор сечения | Секторы, град | Уравнения для вычисления воздушных зазоров на уровне бедер между фигурой и разными ОПФ брюк | | |
|-------------------------------|---------------|---|---|---|
| | | плотно прилегающие | полуприлегающие | свободные |
| Боковой | 0 (180) | | $0,38+0,21\Pi_{сб}+0,03\Pi_{дс}$ (F=5,8; R=0,79) | |
| | 15 (165) | | | $0,16\Pi_{сб}+0,22$ (F=8,68; R=0,77) |
| | 195 (345) | $0,47\Pi_{шк}-9,28$ (F=4,38; R=0,67) | $0,14\Pi_{сб}+0,86$ (F=4,1; R=0,58) | $0,26\Pi_{дс}+0,53$ (F=7,48; R=0,75) |
| Задний боковой | 30 (150) | | | $0,1\Pi_{сб}+0,11\Pi_{дс}-0,3$ (F=5,7; R=0,83) |
| | 45 (135) | $0,04\Pi_{сб}+0,04\Pi_{о.бед}+0,11б_{пз}-0,19$ (F=5,9; R=0,97) | | $0,06\Pi_{сб}+0,23$ (F=3,7; R=0,56) |
| Задний | 60 (120) | $1,62\Pi_{шк}+21,86$ (F=4,3; R=0,69) | | |
| | 75 (105) | $0,17\Pi_{о.бед}+0,48\Pi_{шк}-11,35$ (F=6,7; R=0,93) | $0,04\Pi_{сб}-0,15\Pi_{дс}-0,03\Pi_{о.бед}-0,06б_{пз}+3,34$ (F=3,53; R=0,9) | $0,5-0,08б_{пз}$ (F=3,99; R=0,58) |
| | 90 | $1,13\Pi_{шк}-24,1$ (F=5,4; R=0,8) | $1,16-0,18\Pi_{дс}-0,05\Pi_{о.бед}$ (F=3,7; R=0,86) | $9,6-0,33\Pi_{шк}$ (F=4,56; R=0,61) |
| Передний боковой | 210 (330) | | | $0,42\Pi_{дс}+0,24$ (F=5,46; R=0,69) |
| | 225 (315) | | | $0,13\Pi_{сб}-0,54\Pi_{о.бед}+9,5$ (F=5,46; R=0,69) |
| Передний | 240 (300) | $0,15\Pi_{сб}+0,37$ (F=5,8; R=0,82) | $0,26\Pi_{шк}+0,4б_{пз}-6,05$ (F=3,79; R=0,72) | $0,19\Pi_{сб}+0,33б_{пз}-0,17$ (F=4,4; R=0,8) |
| | 255 (285) | | | $0,09\Pi_{сб}+0,38б_{пз}-0,19$ (F=4,6; R=0,8) |
| | 270 | | | $0,27б_{пз}-0,04\Pi_{сб}+0,19$ $\Pi_{дс}+0,09\Pi_{о.бед}$ (F=3,7; R=0,97) |
| Статистические характеристики | | $p = 95\%; n = 9; R_{кр} = 0,52;$ $t_{кр} = 2,3; F_{кр} = 3,84$ | $p = 95\%; n = 11; R_{кр} = 0,47;$ $t_{кр} = 2,22; F_{кр} = 3,48$ | $p = 95\%; n = 10;$ $R_{кр} = 0,49; t_{кр} = 2,26;$ $F_{кр} = 3,63$ |



Рис. 3

На рис.3 воспроизведены теоретические сечения мужских брюк на линии бедер в системе фигура–брюки. Поверхность формы условно разделена на передний, задний, боковой, передний боковой и задний боковой секторы.

Сравнение структуры функциональных зависимостей для ОПФ брюк с разной степенью прилегания в верхней части показало различия в характере формирования оболочки вокруг фигуры. Для плотно прилегающих брюк увеличение значений $\Pi_{сб}$, $\Pi_{о.бед}$ и $б_{пз}$ приводит к увеличению воздушных зазоров в заднем и заднем боковом секторе, то есть накопление объема идет со стороны задней части брюк. В полуприлегающих брюках увеличение зна-

чений $P_{сб}$, $P_{обед}$, $P_{дс}$ и $b_{пз}$ приводит к увеличению объема не только в переднезаднем, но и в поперечном направлении со стороны бокового сектора. Для свободных брюк характерно перераспределение объема в сторону передней части брюк. В заднем и боковом секторе увеличение прибавок для них незначительно влияет на воздушные зазоры. Увеличение воздушных зазоров для свободных брюк наиболее интенсивно идет со стороны переднего и переднего бокового секторов. Это подтверждает выявленную нами ранее тенденцию к интенсивному складкообразованию в брюках больших объемов на участке $210...330^\circ$.

Аналогично были сформированы функциональные зависимости и получены множественные регрессионные модели для вычисления воздушных зазоров на уровне обхвата бедра для разных ОПФ. Уравнения позволяют моделировать процесс формообразования брюк на фигуре и переходить от двумерного к трехмерному конструированию с адекватным воссозданием пластики поверхности разных ОПФ через величины воздушных зазоров.

Для проверки были взяты две конструкции мужских брюк, не вошедшие в обучающую выборку: первая – для плотно прилегающих брюк с $P_{сб}=2,2$ см; $P_{дс}=1,3$ см; $P_{о.бед} = 9,8$ см; вторая – для свободных брюк с $P_{сб}=9,3$ см; $P_{дс}=4,4$ см; $P_{о.бед} = 16,6$ см. Далее были вычислены значения воздушных зазоров и воссозданы сечения системы фигура–брюки.

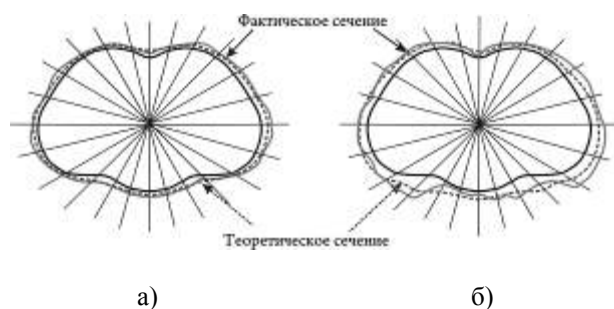


Рис. 4

На рис. 4 для плотно прилегающей (рис. 4-а) и свободной формы (рис. 4-б) приведены совмещенные сечения брюк на уровне линии бедер: фактические, полу-

ченные после сканирования, и теоретические, рассчитанные с помощью уравнений. Результаты сравнения теоретических и фактических значений воздушных зазоров показали, что среднее значение разности между величинами зазоров в плотно прилегающих брюках составляют 0,01 см (8,93%), а в свободных брюках 0,03 см (24,78%). В малообъемных формах разность намного меньше, и контуры сечений практически совпадают. В объемных брюках поверхность формы имеет складчатую структуру, которая неоднородна и сложнее поддается формализации.

Проведенный сравнительный анализ подтверждает отличия в механизмах формообразования брюк с разной ОПФ. В целом сравнение теоретических и фактических сечений брюк показало их близость в основных точках и, следовательно, адекватность полученных зависимостей.

ВЫВОДЫ

1. Сформирована информационная база данных о параметрах объемно-пространственной формы мужских и женских брюк и получены функциональные зависимости между конструктивными прибавками чертежей, проекционными параметрами формы и воздушными зазорами в системе фигура–брюки.

2. Математические уравнения позволяют прогнозировать значения проекционных ширин системы фигура–брюки и контуры фронтальной и профильной проекций формы брюк, а в трехмерном пространстве – моделировать конфигурацию сечений брюк вокруг фигуры на участках обхватов бедер и бедра.

ЛИТЕРАТУРА

1. Юнь Ло., Кузьмичев В.Е. Конструктивное обоснование получения объемно-пространственной формы одежды // Швейная промышленность. – 2010, № 4. С.40...43.
2. Petrova A., Susan P. Ashdown. Three-Dimensional Body Scan Data Analysis. Body size and shape dependence of ease values for pant's fit // Clothing and Textile Research Journal, 2008. - № 3.
3. Кузьмичев В.Е., Жукова И.В., Гниденко А.В., Ли Юэ. Методика обработки оцифрованных изо-

бражений фигур и одежды // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007, № 1. С. 90...93.

4. *Львовский Е.Н.* Статистические методы построения эмпирических формул: Учебное пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 1982.

5. *Кузьмичев В.Е., Зверева Ю.С., Чжу Юй-цин, Цзэн Суо.* Пропорционирование модных

брюк // Швейная промышленность. – 2009, № 4. С.46...39.

Рекомендована кафедрой конструирования швейных изделий ИГТА. Поступила 12.05.11.
