

УДК 687.016:004.9

**РАЗРАБОТКА ТРЕХМЕРНОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ МОДЕЛИ ТОРСА ФИГУРЫ
ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПЛОТНООБЛЕГАЮЩИХ ИЗДЕЛИЙ***Ю.А. ШАММУТ, Н.Л. КОРНИЛОВА, Г.В. БАЛАНДИНА***(Ивановская государственная текстильная академия)**

При проектировании плотнооблегающих изделий, особенно корригирующих осанку и моделирующих мягкие ткани фигуры потребителя, необходимо иметь информацию об их влиянии на форму и размеры тела как в статике, так и в динамике. Для этих целей оправданным является использование трехмерной компьютерной модели, имеющей возможность не только воспроизведения формы и размеров поверхности торса индивидуального потребителя, но и моделирования изменения данной поверхности при выполнении различных движений, а также при надевании на нее проектируемых изделий с учетом свойств используемых материалов.

Современные САПР одежды (Optitex, Gerber, Julivi и т.д.) позволяют использовать виртуальные манекены, как типовые, так и построенные с учетом индивидуальных особенностей потребителя (осанка, тип телосложения, длина рук и ног, обхват талии и т.д.), придавать им любую позу и наглядно представлять форму швейных изделий бытового назначения и их посадку на манекене [1].

Однако использование данных электронных манекенов для проектирования корсетных изделий ограничено, так как они представлены в виде жесткой оболочки, которая не учитывает свойства одеваемой поверхности, такие как упругость кожного покрова, мышечного слоя и жировых отложений на различных участках. Поэтому такая модель манекена не позволяет моделировать изменение рельефа торса

при надевании на него проектируемых изделий (утяжка в области талии, перераспределение мягких тканей, образование кожно-жировых складок по краям изделия) и при выполнении движений (образование складок на передней поверхности и растяжение задней поверхности при наклонах вперед и в положении сидя).

Для проектирования плотнооблегающих изделий торса на участке с преобладанием мягких тканей (от уровня гребешковых точек до уровня обхвата груди четвертого) целесообразно представить упругой оболочкой в виде сеточной модели (рис. 1 – компьютерная модель торса фигуры).

На каждый узел сетки действует система сил, состоящая из:

- силы тяжести G_i элементарного участка (ячейки сетки), действующей параллельно линии общего центра масс;
- сил упругости оболочки, действующих вдоль линий, соединяющих соседние узлы сетки: N_{vi} – вдоль вертикалей, N_{hi} – по горизонталям;
- силы внутреннего гидростатического давления P_i , действующей перпендикулярно поверхности оболочки наружу.

Для моделирования биомеханических особенностей торса при изменении позы внутри оболочки предложено разместить модель позвоночника, которая может изгибаться под действием внешних сил, имитирующих действие мышц. В результате анализа существующих моделей позвоночника [2], [3] принято решение представить его в виде цепочки абсолютно жест-

ких тел – шаров, имитирующих позвонки, связанных между собой попарно в одной точке. Для изменения позы модель ограничена сверху и снизу плоскостями, которые могут жестко закрепляться. При наклонах

плоскость таза фиксируется в горизонтальном или другом исходном положении, в позе сидя плоскость грудной клетки фиксируется перпендикулярно оси позвоночника.

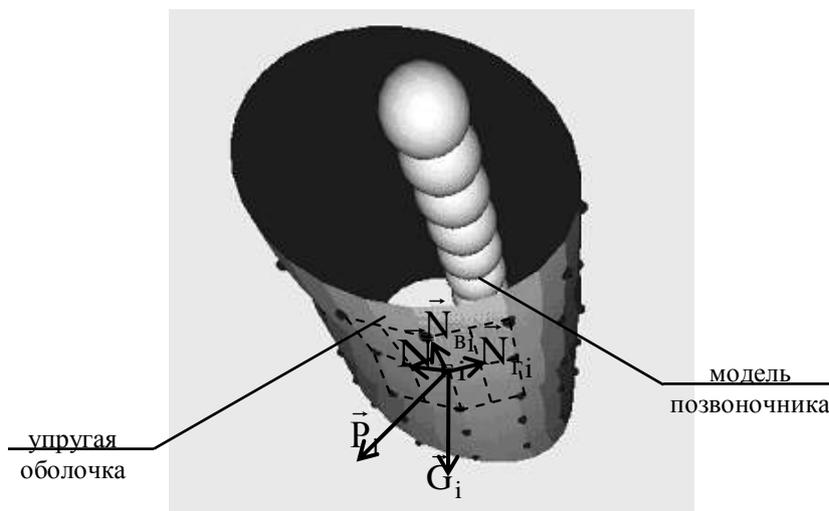


Рис.1

Создание компьютерной модели торса осуществлялось в программе Delphi 6.0, сочетающей в себе возможности 3d графики и моделирования действия сил, изменяющихся по определенным законам.

Для получения информации, необходимой для определения параметров модели, проведены антроподинамические исследования с использованием программно-аппаратного комплекса бесконтактной антропометрии «Стабилан-3D». В ходе исследований на поверхность торса, измеряемого между уровнями гребешковых точек и обхвата груди четвертого, наносили точки, сгруппированные в 7 горизонтальных и 8 вертикальных рядов. Измеряли основные размерные признаки и координаты нанесенных точек в статике (положениях стоя и сидя) и динамике (при наклонах на угол 15, 30, 45, 60, 75 и 90 градусов). В результате получена база данных приращений координат точек 85 фигур, описывающих характер изменения поверхности торса в динамике. На основании корреляционного анализа (рис.2) определены ха-

рактерные признаки фигуры, оказывающие влияние на изменение ее рельефа при наклонах вперед и в положении туловища сидя: упругость и толщина кожно-жирового слоя, количество складок, образующихся на передней поверхности торса. На рис.2 – входные параметры: Кскл – количество складок, образующихся на передней поверхности торса в динамике; Вж – выступ живота, см; Гт2 – глубина талии вторая, см; $\Delta 1 = Oг4 - Oт$; $\Delta 2 = Oб - Oг4$; где $Oг4$ – обхват груди четвертый, см, $Oт$ – обхват талии, см, $Oб$ – обхват бедер, см; $У$ – упругость кожно-жирового слоя, %; $Tср$ – толщина кожно-жирового слоя, см. Выходные параметры: d_i – величины динамических эффектов:

$$d_i = \frac{(y_i - x_i)}{x_i} \cdot 100\%,$$

y_i – длина i -го участка при выполнении заданного движения, мм; x_i – длина i -го участка в положении стоя, мм.

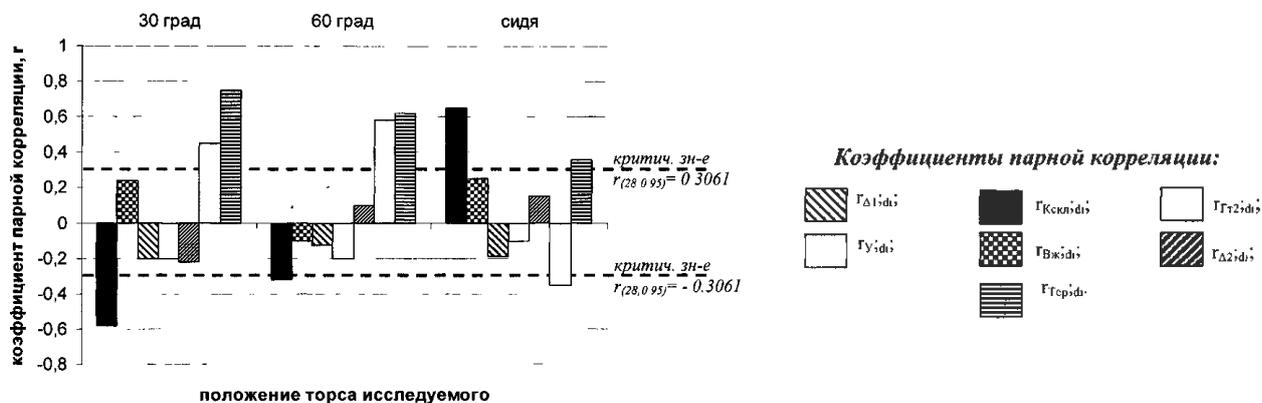


Рис.2

В итоге все многообразие форм поверхности торса объединено в пять групп по типам деформации передней поверхности торса при выполнении различных движений: три группы со складками, образующимися из-за наличия жиротложений, слабого тонуса мышц и низкой упругости кожи (от одной до трех складок) и две группы без складок, характеризующиеся высоким тонусом мышц и упругостью кожи (фигуры с плоским и с большим животом).

Моделирование выделенных групп форм поверхности выполнено путем расчета следующих параметров компьютерной модели:

- kN_{vi} , kN_{ri} – степень упругости цилиндрической оболочки на ее различных участках, зависящая от упругости кожи и упругости мышечно-жирового слоя;
- P_i – величина гидростатического давления внутри оболочки, имитирующего давление внутренних органов;
- G_i – сила тяжести элементарных участков торса.

Для моделирования процесса образования складок на передней поверхности выделены горизонтальные линии в сетке, на которых kN_{ri} меньше, чем на остальных участках.

Для расчета величины гидростатического давления, создаваемого внутренними органами брюшной полости, проведены экспериментальные исследования по моделированию процесса деформации оболочки, имеющей упругие свойства, близкие к значениям упругости кожно-жирово-

го слоя человека, под действием внутреннего давления.

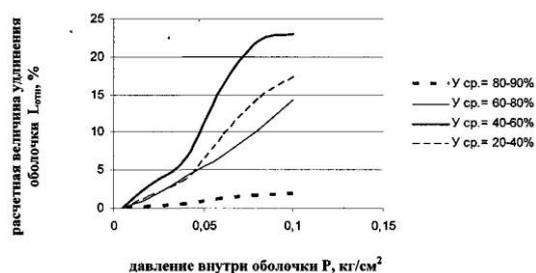
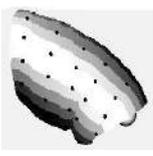
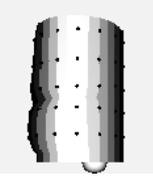
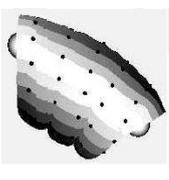
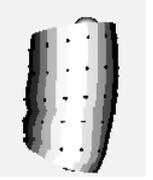
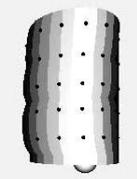
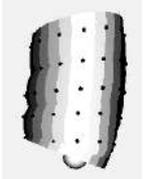
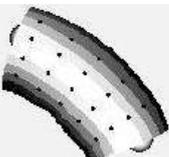
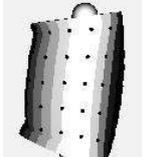
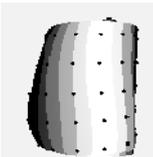
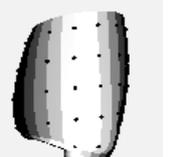


Рис.3

Для эксперимента выбраны 4 типа оболочек из латексов разной природы с величиной упругости 30, 50, 70 и 85%. По результатам исследования получены графические зависимости деформации оболочек разной упругости от изменения давления внутри них (рис.3), которые используются для определения P компьютерной модели при известной величине удлинения передней части моделируемой поверхности ($L_{отн}$). $L_{отн}$ определяется отношением длины поверхности, измеренной через выступающую точку живота, к ее высоте. Результаты компьютерного моделирования представлены в табл. 1. Проверка адекватности трехмерной модели осуществлялась путем сопоставления теоретических кривых деформации, полученных с помощью компьютерного моделирования и экспериментальным путем. Отклонение теоретических значений от экспериментальных не превышает 5%, что удовлетворяет требованиям швейного производства.

Группы форм поверхности торса модели		Вид компьютерной модели в позе		
		стоя	наклон	сидя
Со складками	с одной			
	с двумя			
	с тремя			
Без складок	плоский живот			
	большой живот			

ВЫВОДЫ

1. Разработана компьютерная модель торса, описывающая поверхность от уровня гребешковых точек до уровня обхвата груди четвертого, которая представляет собой упругую оболочку, ограниченную сверху и снизу плоскостями, с размещенной внутри моделью позвоночника, которая может изгибаться под действием внешних сил, имитирующих действие мышц.

2. В результате антроподинамических и экспериментальных исследований обоснованы параметры упругой оболочки kN_{vi} , kN_{Ti} , P_i , позволяющие моделировать поверхность торса индивидуального потребителя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горелова А.Е., Комарова А.А., Корнилова Н.Л. Методика проектирования одежды в компьютеризованном ателье // В мире оборудования. – 2006, № 02 (59), С.31.

2. Животниченко В.Д. Модельные исследования стратегии поддержания равновесия вертикальной позы человека вблизи границ зоны устойчивости // Биомеханика систем человек – машина. – М.: Наука. – 2003. С.118.

3. Козлов И.М., Клочков И.Б., Троегубов В.П. Моделирование взаимодействия мышц-антагонистов в движениях человека // Биомеханические аспекты управления движениями в спорте: Сб. научн. тр. – 2001. С 121...125.

Рекомендована кафедрой технологии швейных изделий.. Поступила 12.05.08.