

УДК 687.016.5:687.17

**ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОПИСАНИЯ  
ОПОРНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ВЕРХНЕЙ ПЛЕЧЕВОЙ ОДЕЖДЫ**

*А.Е. ГОРЕЛОВА, Н.Л. КОРНИЛОВА*

**(Ивановская государственная текстильная академия)**

При проектировании методов построения конструкций одежды возникают сложности формализации перехода от поверхности фигуры человека к развертке лекал, поскольку одежда, хотя изначально и зависит от формы тела человека, имеет свою пространственную форму. Вследствие этого математическое описание взаимосвязи плоской и пространственной форм одежды с поверхностью фигуры является актуальным при использовании систем как трехмерного, так и плоскостного конструирования.

Форма поверхности фигуры является сложной и неразвертывающейся. Однако существующие методы кроя и преобразования плоских деталей в объемные говорят о том, что поверхность одежды является все-таки развертывающейся, но при наличии следующих допущений:

- рационального количества линий членения объемной формы;
- использования способности материала к формообразованию за счет сетчатой структуры и других свойств;
- возможности принудительного изменения формы плоских деталей за счет влажно-тепловой обработки.

В процессе пошива изделия образуется гибкая оболочка, имеющая собственную пространственную форму, которая в процессе одевания несколько приближается к форме фигуры под действием изгибающих моментов. Результатом воздействия этих моментов является изометрическое преобразование гибкой оболочки, выраженное в виде образования того или иного рода складок, папороток и фалд.

При таком рассмотрении процесса формообразования поверхность гибкой оболочки получается путем деформации плоских сегментов (деталей изделия). Следовательно, для построения развертки заданного сегмента поверхности требуется найти развертывающееся тело или плоскую деталь такой формы, чтобы из нее путем деформации можно было получить исходный сегмент [1].

Искомая развертывающаяся поверхность может быть задана вектор-функцией:

$$\bar{r}_0(u, v) = \bar{p}(u) + v\bar{\ell}(u), \quad (1)$$

где  $\bar{p}(u)$  – направляющая;  $\bar{\ell}(u)$  – вектор образующей.

Задачей исследования является определение на поверхности одежды минимального набора развертывающихся тел. На первом этапе проведен поиск линий членения опорной поверхности на сегменты. Линии членения поверхности одежды на тела, подвергающиеся развертке, должны располагаться на поверхности контакта изделия и фигуры, быть едиными для описания изделий разных видов из разных материалов, проходить через легко определяемые антропометрические точки, их количество должно быть минимально.

Известно, что поверхности одежды и фигуры имеют контакт на участках опорной поверхности, на других же участках степень гомологичности поверхностей зависит от величин конструктивных прибавок, изменяющих исходную форму поверхности фигуры. Топология опорной поверхности неоднозначна для всех изделий

и зависит от формовочных свойств материалов и степени прилегания изделия к фигуре.

Но есть минимальная область опорной поверхности, которая может быть выделена в любом плечевом изделии из любого материала: область шеи, плеча, экстремальных выпуклостей (выступающей точки лопатки сзади, выступающей точки груди спереди). В изделиях с рукавами зона контакта формируется также в области заднего и переднего углов подмышечной впадины или на незначительном расстоянии от них (рис. 1).

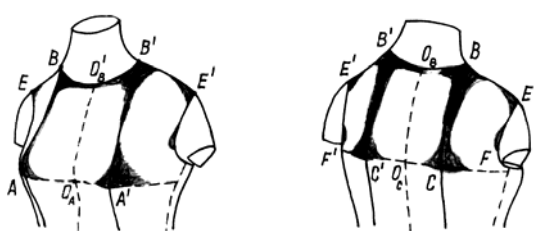


Рис. 1

Таким образом, можно выделить ограниченное число линий контакта:

1) линия, соединяющая выступающую точку груди, точку основания шеи, выступающую точку лопатки (линия А-В-С рис. 1);

2) линия, соединяющая передний и задний углы подмышечной впадины через область плеча (линия D-E-F рис. 1).

Данные линии выбраны в качестве линий членения поверхности одежды для построения разверток. Они делят опорную поверхность на центральную и боковую часть.

При твердотельном моделировании центральную поверхность принято описывать набором боковых поверхностей цилиндров или конусов [2]. Но такой подход имеет ряд недостатков: во-первых, предполагается разное количество примитивов для изделий разной степени прилегания; во-вторых, остается невозможным описать складчатую форму.

В связи с этим более рационально использовать геометрическое представление центральной части спинки в виде плоскости, состоящей из взаимно перпендику-

лярных отрезков, расположенных в соответствии с направлениями нитей основы и утка в ткани. Процесс формообразования детали осуществляется путем изгибания вертикальных отрезков в соответствии с формой линий контакта А-В-С (рис. 2).

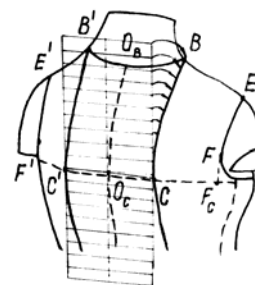


Рис. 2

Если форма одежды мягкая, то, кроме описанной деформации, изделие подвергается сжатию между линиями контакта, в результате которого нити утка изгибаются и образуется зона мелких вертикальных складок.

При таком представлении центральной части направляющая и образующая в формуле (1) – прямые линии:

$$\bar{r}_0(u, v) = (a_p \bar{u} + b_p) + v(a_\ell \bar{u} + b_\ell), \quad (2)$$

Боковая часть опорной поверхности одежды при твердотельном моделировании может быть представлена совокупностью от четырех до двадцати боковых конических и цилиндрических поверхностей в зависимости от типа фигуры, вида одежды, точности получения развертки [2].

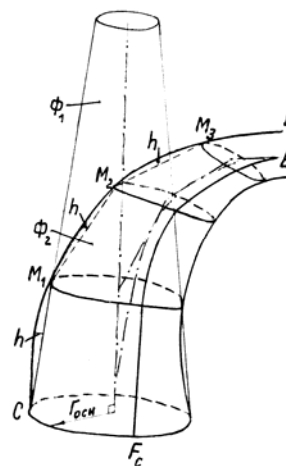


Рис. 3

Наиболее рациональным является представление боковой части поверхностью усеченного конуса, подвергнутого неизометрическому преобразованию изгиба оси конуса, сопровождающегося изменением кривизны и длины образующих (одни становятся выпуклые, другие – вогнутые) [3]. Предпочтение отдано усеченному конусу с вертикальной осью (рис. 3).

Исходный усеченный конус имеет следующие параметры: радиус основания равен радиусу кривизны бокового участка горизонтального сечения через выступающую точку лопатки длина образующей равна длине линии контакта от выступающей точки лопатки до точки основания шеи. Неизометрическое преобразование приводит к тому, что ранее разворачивающаяся фигура К1 становится неразворачивающейся К2.

Однако, как говорилось ранее, поверхность фигуры подлежит разворачиванию. Разворачивание обеспечивается способностью материала к формообразованию, которая позволяет в некоторых пределах не-

изометрическое преобразование представить изометрическим.

Тогда исходную поверхность К2 можно задать уравнением:

$$\bar{r}(u, v) = \bar{p}(u) + v\bar{l}(u) + \bar{\varphi}(u, v), \quad (3)$$

где вектор-функция  $\bar{\varphi}(u, v)$  – уклонение [4].

Пригодность к разворачиванию определяется  $\bar{\varphi}(u, v)$  – уклонением, определяемым способностью материала к формообразованию. В рассматриваемом случае формовочные свойства материала определяют критическую величину стрелы прогиба между линией контакта ( $\cup M_i M_{i-1}$ ) и образующей разворачиваемой поверхностью ( $M_i M_{i-1}$ ) –  $h$ , а также критическую разницу длин этих линий ( $\cup M_i M_{i-1} - M_i M_{i-1}$ ) (рис. 3). Поверхности  $M_i M_{i-1} N_i N_{i-1}$  являются разворачиваемыми.

Таким образом, боковая поверхность может быть представлена формулой (1), где направляющая – прямая, а образующая – окружность или эллипс:

$$\bar{r}(u, v) = (a_p \bar{u} + b_p) + v(\sqrt{r_{\text{осн}}^2 - (\bar{u} - a_\ell)^2} + b_\ell). \quad (4)$$

## ВЫВОДЫ

1. Показано, что описание поверхности одежды с использованием твердотельного моделирования нерационально.

2. Представлена возможность описания поверхности одежды деформируемыми участками гибкой оболочки, образованной разворачивающимися поверхностями.

3. Предложена геометрическая интерпретация опорной поверхности одежды в виде гибкой плоскости и конуса.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Фроловский В.Д. Математические модели и оптимизационные методы автоматизированного проектирования и подготовки производства кор-

пусных изделий // Сб. научн. тр. НГТУ. – Новосибирск, 1997, № 1(6). С. 71...78.

2. Горелова А.Е. Исследование способа задания трехмерной поверхности фигуры и одежды совокупностью примитивов // Мат. 56-й межвуз. научн.-техн. конф. молодых ученых и студентов: Студенты и молодые ученые КГТУ – производству. – Кострома, 2004. С. 188.

3. Погорелов А.В. Геометрическая теория устойчивости оболочек. – М., 1966.

4. Завьялов Ю.С., Овчиникова Т. Отображение на плоскость поверхностей, близких к разворачиваемым // Вычислительные системы. – 1986. Вып. 15. С. 116...125.

Рекомендована кафедрой технологии швейных изделий. Поступила 24.11.05.