

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОЦЕССА ТРЕХМЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВЕРХНИХ ТРИКОТАЖНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Т.Г. Людвиченко

Броварская трикотажная фирма “София”

Abstract

В результате проведенных исследований определены величины основных конструктивных параметров верхних трикотажных изделий (ВТИ), вырабатываемых регулярным способом на современном плосковязальном оборудовании, что позволило усовершенствовать существующие и разработать новые классификации базовых конструкций изделий, а также систематизировать величины этих параметров; установлены аналитические зависимости продольной деформации трикотажа от поверхностной плотности, а также корреляционные связи между величинами деформации трикотажного полотна и параметрами конструкции изделия из трикотажа. Разработан метод технологического обеспечения процесса проектирования ВТИ, позволяющий формализовать его и реализовать в автоматизированном трехмерном режиме.

Keywords: трикотаж, САПР трикотажа, трёхмерное проектирование трикотажных изделий регулярного способа изготовления.

INTRODUCTION

В период информационного взрыва, особое значение приобретают разные тенетические и технологические средства предоставления человеку больших потоков визуальной информации. На данное время одним из приоритетных направлений научных исследований в текстильном производстве является разработка нового современного технологического оснащения методов проектирования изделий из трикотажа. Недостаточная формализация проектирования изделий из трикотажа с помощью автоматизированного метода конструирования в САПР одежды - является причиной торможения эффективного использования возможностей автоматизированных систем для разработки современных моделей изделий из трикотажа.

EXPOSITION

Приоритетным направлением научных исследований в трикотажной области является усовершенствование технологического оснащения автоматизированного метода проектирования новых моделей трикотажной одежды на основе трехмерной ба-

зы данных в виде виртуальных изображений, и решение проблемы получения высокой точности соответствия геометрии поверхности одежды из трикотажа.

В трехмерном кластере САПР одежды можно подобрать такую поверхность трикотажа, который после одевания соответствующего изделия из него, изделие приобретает нужную заведомо заданную форму.

Моделирование выполнено для одной из наиболее сложных частей верхнего трикотажного изделия - рукавно-плечевой части.

Будем считать, что желательная поверхность плеча задается параметрически

$$\text{в виде } \begin{cases} x = f_1(t, s), \\ y = f_2(t, s), \\ z = f_3(t, s), \end{cases}$$

где параметры (t, s) пробегает некоторую плоскую фигуру.

Для того чтобы получить из этой поверхности ту поверхность, которая была до провисания трикотажного изделия, необходимо выполнить сжатие приведенной поверхности. Вообразим себе, что поверхность состоит из большого количества параллель-

ных полосок, которые идут вдоль плеча. К каждой из них применим закон Гука связи между силой, которая растягивает полоски и величиной растяжения:

$$F = k \Delta x \quad (1)$$

Здесь k - коэффициент растяжимости. Данный коэффициент определяется экспериментально. Его можно принимать равным $k = \frac{F_0}{\varepsilon_1}$, где F_0 - сила, которая прикла-

дывалась к полоске в экспериментах, ε_1 - соответствующая упругая деформация. Если необходимо моделировать форму изделия после длительной эксплуатации, необходимо также учитывать пластическую составляющую остаточной деформации. В этом случае необходимо положить $k = \frac{F_0}{\varepsilon_1 + \varepsilon_3}$, где ε_3 - пластическая деформация.

Поскольку вес распределяется по плечу неравномерно, то относительное растяжение $\frac{\Delta l}{l}$ в окрестности разных точек плеча будет разный. Для его вычисления разобьем полоску по вертикали на n равных частей. Тогда каждая из них будет растягиваться лишь под действием тех частей, которые находятся ниже. Учитывая, что каждая часть создает силу веса $F = \frac{M_0 g}{n}$, где M_0 - вес всей полоски, на m -тую снизу часть действует сила $\sum_{p=1}^{m-1} \frac{F}{n-p}$, которая вызывает растяжение этой части на $\sum_{p=1}^{m-1} \frac{F}{k(n-p)}$ и относительное растяжение $\frac{n}{L} \sum_{p=1}^{m-1} \frac{F}{k(n-p)}$, где L - длина полоски. Полученная сумма есть интегральной и при переходе к границе, когда количество частей n приближается к бесконечности, совпадает с интегралом:

$$\frac{M_0 g}{kL} \int_0^1 \frac{dt}{\frac{L}{x} - t} = \frac{M_0 g}{kL} \ln \frac{L}{L-x},$$

где x - расстояние от заданной точки к нижнему краю полоски.

Таким образом, относительное растяжение на высоте x , вызванный действием частей плеча, равный $\frac{M_0 g}{kL} \ln \frac{L}{L-x}$. К нему необходимо прибавить растяжение, вызванное взаимодействием плеча с рукавом $\frac{l_0 \Delta l \rho g}{kL}$, где l_0 - длина рукава, Δl - ширина полоски. Учитывая, что коэффициент k был рассчитан для полосок шириной L_0 , то коэффициент растяжения на высоте x от нижнего края плеча будет Равен $\frac{gL_0 \rho}{kL} \left(l_0 + L \ln \frac{L}{L-x} \right)$. Обратный к нему коэффициент сжатия соответственно равный:

$$G(x) = \frac{kL}{gL_0 \rho} \left(l_0 + L \ln \frac{L}{L-x} \right)^{-1} \quad (2)$$

Для конкретной поверхности можно найти это выражение для каждой точки. Зная эту функцию, можно построить векторное отображение $\vec{F}$, которое каждой точке желательной поверхности ставит в соответствие точку начальной (нерастянутой) поверхности. Зная коэффициент сжатия, для компонентов u_1, u_2, u_3 отображения $\vec{F}$ можно составить систему уравнений в частных производных:

$$\begin{cases} \frac{\partial u_k}{\partial s} = (G(s,t) - 1) n_k(s,t) \sum_{j=1}^3 n_j(s,t) \frac{\partial f_j}{\partial s}(s,t) = H_{1k}(s,t), \\ \frac{\partial u_k}{\partial t} = (G(s,t) - 1) n_k(s,t) \sum_{j=1}^3 n_j(s,t) \frac{\partial f_j}{\partial t}(s,t) = H_{2k}(s,t), \end{cases} \quad (3)$$

где k принимает значения 1,2,3, $\vec{n}(s,t) = (n_1(s,t), n_2(s,t), n_3(s,t))$ - вектор единичной длины, который выходит из точки, который задается параметрами (s,t) и направленный в направлении растяжения трикотажа.

Решая эту систему, получим, что нерастянутая поверхность трикотажа имеет параметрический вид:

$$\begin{cases} x = f_1(t, s) + \int_0^s H_{11}(\tau, t) d\tau + \int_0^t H_{21}(0, \tau) d\tau, \\ y = f_2(t, s) + \int_0^s H_{12}(\tau, t) d\tau + \int_0^t H_{22}(0, \tau) d\tau, \\ z = f_3(t, s) + \int_0^s H_{13}(\tau, t) d\tau + \int_0^t H_{23}(0, \tau) d\tau. \end{cases}$$

Имея уравнение этой поверхности, можно, взяв ее сечения, перпендикулярные оси ординат, получить команды для вязальной машины. Можно также применить к полученной поверхности программу по устранению складок, созданную для трикотажа, после чего получить лекала.

Примером конкретной поверхности, которая достаточно адекватно моделирует рукав, можно считать часть обобщенного тора и фотография изменения структуры трикотажа в трехмерном пространстве (рис.1). Ее параметрическое представление имеет следующий вид:

$$\begin{cases} x = (R + r \cos t) \cos^\alpha s, \\ y = (R + r \cos t) \sin^\alpha s, \\ z = r \sin t, \\ s \in [0, \varphi], t \in [0, 2\pi]. \end{cases} \quad (4)$$

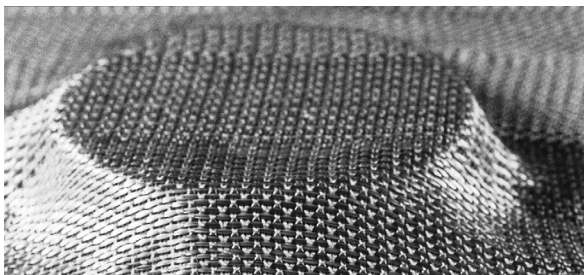
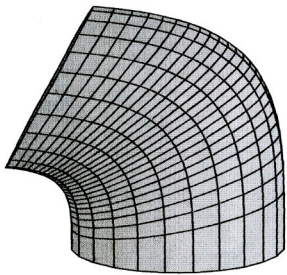


Рис. 1. Часть обобщенного тора, и фотография пространственных изменений образца полотна из трикотажа комбинированного переплетения

Здесь присутствуют параметры $R, r > 0, \alpha \in (0, 1), \varphi \in (0, \frac{\pi}{2})$, которые подбираются в зависимости от формы и размера конкретного плеча, соответствующего размера-роста.

Применив к этой поверхности трикотажа приведенную выше общую теорию, получим, что:

$$\begin{aligned} \vec{n}(s, t) &= \frac{1}{\sqrt{\cos^{2\alpha-4} s + \sin^{2\alpha-4} s}} (-\cos^{\alpha-2} s, \sin^{\alpha-2} s, 0) \\ G(s, t) &= \frac{\sqrt{k}}{gL_0 \rho} \frac{1}{l_0 + l(\varphi) \ln \frac{l(\varphi)}{l(\varphi) - l(s)}}, \end{aligned} \quad (5)$$

где

$$l(s) = (R + r \cos t) \int_0^s \sin \tau \cos \tau \sqrt{\cos^{2\alpha-4} \tau + \sin^{2\alpha-4} \tau} d\tau$$

- длина дуги кривой, заданной уравнениями $x = (R + r \cos t) \cos^\alpha \tau, y = (R + r \cos t) \sin^\alpha \tau$ при $\tau \in [0, s]$.

Если рассмотреть случай, когда вес плеча значительно меньше веса рукава, можно получить приближенные формулы для искомой нерастянутой поверхности трикотажа:

$$\begin{cases} u_1(s, t) = \left(1 - \frac{Lk}{gL_0 \rho l_0}\right) \left((1 - \cos^\alpha s)(R + r \cos t) + r(1 - \cos t) \right) + (R + r \cos t) \cos^\alpha t, \\ u_2(s, t) = \frac{Lk}{gL_0 \rho l_0} (R + r \cos t) \sin^\alpha s, \\ u_3(s, t) = r \sin t. \end{cases} \quad (6)$$

CONCLUSION

Общеизвестно, что в САПР при геометрическом трёхмерном преобразовании контуров лекал предполагается изменение угловых конструктивных точек на определенные величины и соответствующее преобразование контурных линий, которые соединяют эти точки поверхности. Чтобы описать контур лекала, используют кусочно-аналитическую модель, так как лекала для ВТИ имеют достаточно сложную конфигурацию и описать весь контур одним уравнениям невозможно. Но кусочно-аналитическая модель это совокупность аналитических описаний отдельных простых участков конструкции ВТИ и структуры соединений этих участков. Нами же предложено новейший математически обоснованный подход

к процессу итерации (подбора исходных данных) для визуализации процесса проектирования ВТВ в современных САПР одежды.

REFERENCE

- [1] Prof.Ing.RadkoKovac, Material preparation for knitting. – “Knitting Technology”, №2, 2002. – 7с.
- [2] Братковская О. Е. Разработка структуры процесса конструктивного моделирования при автоматизированном проектировании одежды: Автореф. дис.канд. техн. наук. – М., 1988.
- [3] Рябуха В. Н., Морозов И. Ю. и др.. “JULIVI” – система, созданная профессионалами фирмы “САПРЛЕГПРОМ” // Легка промисловість. – 2002. – №2. – С. 20 – 22.