

## ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ОБРАЗОВАНИЯ НИСПАДАЮЩИХ СКЛАДОК

Н.А. СМИРНОВА, В.А. МАРТЫШЕНКО, О.В. ИВАНОВА

(Костромской государственной технологической университет)

В современных швейных изделиях применяются драпировки различных форм и размеров: вертикальные, радиальные, ниспадающие, инертные и комбинированные [1], [2]. Особую популярность завоевали ниспадающие складки, образующиеся при свободном свисании текстильного материала с двух точек опоры (в портьерах – сваги, перекиды; в одежде – драпировки плечевого пояса, воротники и т.д.). Расчетные методы проектирования ниспадающих элементов в литературных источниках не рассмотрены.

Основной задачей проектирования ниспадающих складок (свагов) в портьерах является прогнозирование величины прогиба внутренней или внешней линии

(высоты свага большой  $V_б$  или малой  $V_м$ ) с учетом различной способности текстильных материалов к складкообразованию, либо определение длины внешней или внутренней линии ( $S_б$ ,  $S_м$ ) по заданной на эскизе высоте {рис.1-а,б: а) – симметричный сваг; б) – асимметричный одноуровневый сваг; в) – гибкая нить, закрепленная в двух точках;  $D$  – ширина свага,  $V_б$  – высота свага большая,  $V_м$  – высота свага малая,  $Ш_{лк}$  – ширина левого крыла,  $Ш_{пк}$  – ширина правого крыла,  $\Pi$  – перепад крыльев,  $S_б$  – длина внешней линии свага,  $S_м$  – длина внутренней линии свага}.

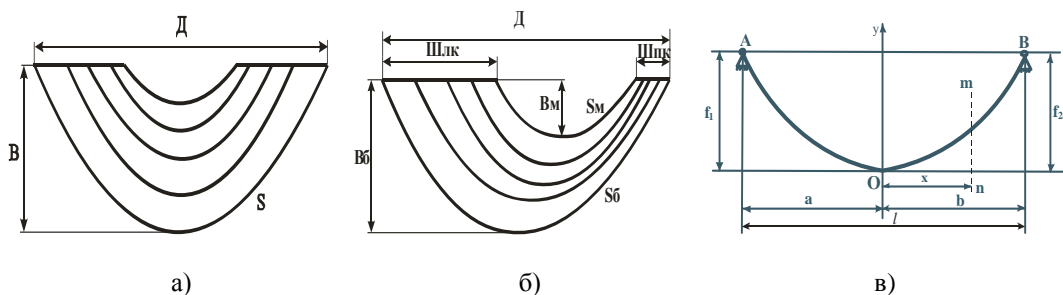


Рис. 1

Актуально изучение взаимосвязи способности тканей к образованию ниспадающих складок с величиной прогиба на основании законов механики. Ткань при рассмотрении в данном аспекте является сложным анизотропным объектом.

В работе сделана попытка определения величины прогиба (высоты) ниспадающей складки на основе теории гибких нитей [3], [4]. Гибкие нити – это растянутые одномерные элементы, при определении прочности которых значение имеет собственный вес [3]. Основное их свойство – нить работает только на растяжение; сечение нити не передает изгибающий момент; участок нити не выдерживает сжатие – он

искривляется [4]. Условно принимаем нить из структуры ткани как гибкую нить постоянного сечения (рис.1-в), нагруженную собственным весом и закрепленную в двух точках. Под действием собственного веса нить провисает по некоторой кривой АОВ. Горизонтальная проекция нити между двумя опорами (точками ее закрепления)  $l$  в рассматриваемом случае является расстоянием между зажимами. Нить имеет постоянное сечение, следовательно, вес ее распределен равномерно по длине. Примем интенсивность нагрузки равномерно распределенной по пролету нити равной  $q$ . Эта нагрузка, имеющая размерность сила/длина, может быть собственным весом

нити, приходющимся на единицу длины пролета (расстояния между зажимами), или весом любой другой равномерно распределенной нагрузки. В рассматриваемом случае – весом всех остальных нитей в структуре ткани. Начало координат выберем в самой низшей точке провисания нити О, положение которой неизвестно. Оно зависит от величины нагрузки  $q$ , от соотношения между длиной нити и расстояния между зажимами, а также от относительного положения опорных точек.

Когда обе точки закрепления нити находятся на одном уровне (рис.1-в) –  $f_1=f_2=f$ . Величина  $f=A$  (диагональная проекция ниспадающей складки) в рассматриваемом случае будет стрелой провисания нити ( $B_{\delta}$  или  $B_m$ ).

Используя уравнения для гибких нитей [3], [4] приходим к формуле (1) длины нити  $s$  (длина внешней  $S_{\delta}$  или внутренней  $S_m$  линии свага):

$$s \approx \ell \left( 1 + \frac{8f^2}{3\ell^2} \right) = D \left( 1 + \frac{8B_{\delta,m}^2}{3D^2} \right), \quad (1)$$

где  $\ell=D$  – горизонтальная проекция расстояния между двумя опорами (ширина свага), мм;  $f=B_{\delta,m}$  – стрела прогиба нити (высота свага большая или малая), мм.

Формула (1) преобразуется в формулу для стрелы прогиба  $f(B_{\delta,m})$ :

$$f(B_{\delta,m}) = \sqrt{\frac{3}{8} \ell (s - \ell)} = \sqrt{\frac{3}{8} D (S_{\delta,m} - D)}. \quad (2)$$

Коэффициент изогнутости рассчитан для льняных тканей №1,2 мелкоузорчатого переплетения и полиэфирных тканей № 3,4 полотняного переплетения. По формуле (4) определена величина прогиба  $f=B_m$  для

Для проверки работоспособности формулы (2) проведен расчет стрелы прогиба (высоты малой свага  $B_m$ ). Используя параметры метода определения способности текстильных материалов к образованию ниспадающих складок ( $s=400$  мм,  $\ell=360$  мм):

$$f(B_m) = \sqrt{\frac{3 \cdot 360(400 - 360)}{8}} = 73,48 \text{ мм.}$$

Из формулы следует, что для всех тканей значение  $f$  будет одинаково во всех направлениях, так как  $s$  и  $\ell$  – величины постоянные. На практике величина прогиба зависит как от направления раскроя, так и от структурных характеристик ткани. Реальная нить, вынутая из структуры образца 400 мм, имеет большую длину, так как нити в ткани изогнуты. При образовании ниспадающей складки под действием массы ткани нить распрямляется и ее фактическая длина увеличивается.

Используем коэффициент изогнутости ( $K_{из}, \%$ ), который учитывает деформацию нити в структуре ткани и вычисляется по формуле (3):

$$K_{из} = \frac{L_0 - L_1}{L_1} \cdot 100\%, \quad (3)$$

где  $L_0$  – длина нити, извлеченной из структуры ткани, мм;  $L_1$  – длина нити в структуре ткани, мм.

С учетом коэффициента изогнутости формула (2) будет иметь следующий вид:

$$f(B_m) = \sqrt{\frac{3}{8} \ell \left( s \left( 1 + \frac{K_{из}}{100} \right) - \ell \right)} = \sqrt{\frac{3}{8} D \left( S_m \left( 1 + \frac{K_{из}}{100} \right) - D \right)}. \quad (4)$$

исследуемых тканей, с учетом введенного коэффициента (табл. 1 – экспериментальные и расчетные значения величины прогиба ниспадающей складки ( $f=B_m=A^{\alpha}$ ) с учетом коэффициента изогнутости  $K_{из}$ ).

Таблица 1

Номер ткани	Коэффициент изогнутости нити в ткани $K_{из}$ , %		Экспериментальное / расчетное значение	Значение стрелы прогиба $f=B_M=A^\alpha$ , мм			
	основа	уток		основа	отклонение, %	уток	отклонение, %
1	8	4	экспериментальное расчетное	79,2 80,9	2,1	70,7 67,7	4,4
2	4	8	экспериментальное расчетное	84,9 81,4	4,1	92,0 93,3	1,4
3	3	3	экспериментальное расчетное	74,3 78,1	5,1	75,6 78,1	3,3
4	7	6	экспериментальное расчетное	81,0 82,1	1,4	79,3 79,0	0,4

Из табл. 1 следует, что расчетные значения стрелы прогиба отличаются от экспериментальных не более чем на 4,4%. Следовательно, формулу (4) можно использовать для определения параметров свага.

Для направлений 15...75° не представляется возможным определить фактический коэффициент изогнутости. Примем

$$K_{из.усл}^\alpha = \left( \frac{8f^2}{3ls} + \frac{l}{s} - 1 \right) \cdot 100 = \left( \frac{8A^{\alpha 2}}{3DS} + \frac{D}{S} - 1 \right) \cdot 100. \quad (5)$$

Рассчитаем по формуле (5)  $K_{из.усл}^\alpha$  для вышеуказанных тканей (табл. 2 – коэффициенты изогнутости нити в льняных и полиэфирных тканях).

направления 15...75° как условные гибкие нити и найдем для них условный коэффициент изогнутости  $K_{из.усл}^\alpha$ . Из формулы (4) для данных направлений по экспериментальным значениям диагональной проекции складки  $A^\alpha$  (стрелы прогиба  $f$ ) выразим коэффициент изогнутости и получим формулу:

циенты изогнутости нити в льняных и полиэфирных тканях).

Таблица 2

Номер ткани	Коэффициент изогнутости нити в ткани, %						
	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°
1	8,0	7,4	6,9	6,3	5,3	4,9	4,0
2	4,0	6,4	7,3	8,8	7,4	6,8	8,0
3	3,0	3,2	5,2	8,3	8,8	5,6	3,0
4	7,0	8,1	8,8	9,6	8,2	7,3	6,0

Таким образом, по уравнениям зависимости диагональной проекции складки  $A^\alpha$  от угла раскроя  $\alpha^\circ$  можно определить  $K_{из}$  в любом радиальном направлении и прогнозировать параметры ниспадающих складок ( $B_6$  или  $B_M$ ).

## ВЫВОДЫ

1. На основе теории гибких нитей предложено теоретическое объяснение механизма образования ниспадающих складок в текстильных материалах, учиты-

вающее анизотропию их структуры и свойств.

2. Полученные аналитические зависимости позволяют прогнозировать параметры ниспадающих складок.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гусейнов Г.М., Ермилова В.В., Ермилова Д.Ю. и др. Композиция костюма: учеб. пособие для вузов. – 2-е изд. – М.: "Академия", 2004.
2. Учимся рисовать людей вместе с Ли Хэммонд.. – Минск.: Изд-во Попурри, 1999.

3. *Беляев Н.М.* Сопротивление материалов. – М.: Главная редакция физико-математической литературы изд-ва Наука, 1976.

4. Биргер И.А., Мавлютов Р.Р. Сопротивление материалов: Учебное пособие. – М.: Главная редакция физико-математической литературы изд-ва Наука, 1986.

5. Льноткачество: Справочник. – 3-е изд., переработ. и доп./Под ред. Р.Д. Дружининой. – М.: Легпромбытиздат, 1985.

Рекомендована кафедрой технологии и материаловедения швейного производства. Поступила 13.05.08.

---