

УДК 681.2.002

## ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТКАНЕЙ, ЗАЩИЩАЮЩИХ ЧЕЛОВЕКА ОТ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ УСЛОВИЙ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

Назарова М.В., Фефелова Т.Л.

*Камышинский технологический институт (филиал)  
Волгоградского государственного технического университета  
Камышин, Россия*

Подробная информация об авторах размещена на сайте  
«Учёные России» - <http://www.famous-scientists.ru>

**В статье приведены результаты проведения научно-исследовательской работы по разработке алгоритма автоматизированного проектирования ткани, для защиты в неблагоприятных условиях Крайнего Севера. В ходе выполнения работы проведен анализ современных материалов, используемых для защиты человека от воздействия низких температур. Проведен анализ литературы, на основе которого выбраны параметры строения ткани для проектирования. Разработан алгоритм автоматизированного проектирования ткани по поверхностной плотности и пористости. Спроектирована ткань, защищающая от воздействия низких температур с поверхностной плотностью 230 г/м<sup>2</sup> и пористостью 14,7 %. Данная ткань получила название «Аляска».**

За годы экономических реформ произошел резкий спад производства продукции текстильных предприятий. Но именно текстильная промышленность является одной из ключевых отраслей в экономике страны, так как производит широкий спектр товаров народного потребления, и, значительные объемы продукции которой, используются во всех отраслях промышленности при выработке технических, специальных, медицинских и других изделий.

В последние годы происходит быстрое развитие рынка профессиональной одежды, или «спецодежды», включающей в себя ведомственную, защитную, корпоративную.

Из известных отечественных компаний, выпускающих спецодежду, предназначенную для защиты человека от воздействия опасных и вредных производственных факторов, наиболее крупной компанией в России является компания «Восток-Сервис». На долю данной компании приходится 20% от всего объема выпускаемой спецодежды для различных отраслей промышленности России.

По оценкам специалистов, потребность в использовании спецодежды испытывают более 10 миллионов россиян, работающих в самых разных отраслях про-

мышленности. Это – химики и металлурги, нефтяники и строители, авиаторы и рыбаки, медики и работники муниципальных служб, а также работники сферы услуг и т.д.

Особое место при пошиве спецодежды занимают ткани, защищающие от воздействия внешних факторов. Это ткани, защищающие от повышенных температур, теплового излучения, пониженных температур, рентгеновских излучений, механических воздействий, общих производственных загрязнений и другие. Но большинство из этих тканей выпускают зарубежные фирмы.

Следовательно, актуальной задачей является разработка нового ассортимента тканей, защищающих человека от внешних воздействий для возможности выпуска их российскими производителями.

Создание одежды для защиты от неблагоприятных условий Крайнего Севера является сложной научной и практической задачей, так как одежда должна удовлетворять комплексу требований, часто не совместимых друг с другом. Так, например, в одежде должны сочетаться малая масса и высокие теплозащитные свойства, малая воздухопроницаемость и достаточная влагопроницаемость, необходимая для

обеспечения влагообмена человека с окружающей средой. Одежда должна защищать человека от внешней влаги и не препятствовать удалению влаги с поверхности тела, она также должна защищать человека от охлаждения в состоянии покоя и не вызывать перегрева при выполнении интенсивной физической работы.

Для прохладного и холодного времени года рациональной считается одежда из плотных, пористых тканей с хорошими теплозащитными свойствами (шерстяных, полушерстяных, хлопчатобумажных с начесом).

На сегодняшний день предпочтение отдается смесовым тканям, изготовленным из смеси натуральных и химических волокон, так как по износоустойчивости они превосходят хлопчатобумажные и, в отличие от полностью синтетических, скажем, полиэстера, «дышат». Кроме того, смесовые ткани не теряют формы, держат цвет даже после многократных стирок. А это очень большой плюс, учитывая то, что в спецодежде сегодня ценят не только функциональность – ее всё чаще хотят видеть яркой и красивой.

К другим преимуществам смесовых тканей относится то, что многие из них могут подвергаться обработке различными пропитками и отделками. Благодаря этому одежда приобретает улучшенные эксплуатационные и защитные свойства. Таким образом, смесовые ткани в зависимости от сочетания натуральных и химических волокон приобретают положительные свойства каждой из групп и на сегодня являются основным материалом для изготовления спецодежды.

При проектировании ткани составляется проектное задание, в котором указываются условия эксплуатации, назначение ткани, показатели физико-механических свойств по которым будет осуществляться проектирование.

Существует множество методов проектирования тканей с заданными свойствами. Требования, предъявляемые к тканям различного назначения, разнообразны, поэтому и методы проектирования тканей различны. В настоящее время разработаны следующие методы проектирования тканей:

- по заданной поверхностной плотности ткани (для одно-, полутора- и двухслойных тканей);

- по заданной толщине ткани;

- по заданной пористости и линейной плотности нитей;

- по заданному коэффициенту наполнения ткани;

- по прочности ткани на раздирание;

- по прочности на разрыв и поверхностной плотности;

- по порядку фазы строения;

- по заполнению и др.

К большой группе технических и бытовых тканей предъявляются требования в отношении поверхностной плотности. Поэтому метод проектирования ткани по поверхностной плотности является одним из наиболее распространенных методов. Поверхностная плотность ткани – это вес квадратного метра ткани. Она зависит от линейной плотности нитей, используемых в ткани, плотности ткани по основе и по утку и заправочных параметров выработки ткани на ткацком станке.

Исходя из назначения ткани, защищающей от воздействия низких температур, а также анализа физико-механических свойств, данная ткань должна обладать минимальной воздухопроницаемостью, то есть предохранять организм от проникновения большого количества холодного воздуха. А так как воздухопроницаемость в наибольшей мере зависит от пористости (чем больше размер пор в ткани, то есть, чем меньше показатели заполнения, тем больше воздухопроницаемость, и наоборот), то целесообразно проектировать данную ткань по пористости. При этом пористость влияет и на паропроницаемость – еще одно физико-механическое свойство данной ткани.

Кроме того, к проектируемой ткани предъявляются дополнительные повышенные требования по прочности. Прочность позволяет косвенно оценить качественный состав сырья, используемого для выработки ткани, так как прочность основных и уточных нитей в большей степени определяет прочность ткани, а также степень повреждения материала в процессах заключительной отделки. Так как прочность ткани зависит от поверхностной плотности

ткани, поэтому в качестве второго показателя при проектировании ткани была выбрана поверхностная плотность.

Для определения основных параметров проектируемой ткани был проведен анализ работ, посвященных разработке технологических режимов выработки тканей для спецодежды, на основании которых можно сделать следующие выводы:

- на сегодняшний день при производстве тканей для спецодежды используется пряжа из смеси натуральных и химических волокон, которая обеспечивает этим тканям формоустойчивость, несминаемость, безусадочность, износостойкость, гигроскопичность (например смесь хлопкового, льняного и полиэфирного волокон);

- при производстве тканей для спецодежды рекомендуется использовать переплетение нитей в ткани – саржа 2/1, 3/1, 2/2;

- для изготовления спецодежды, в зависимости от ее функционального назначения, используются ткани со специальными пропитками, а также многослойные материалы на текстильной основе, нетканые или пленочные материалы и другие;

- на российском рынке в настоящее время отмечается расширение ассортимента и производства материалов для спецодежды.

Для проектирования ткани, защищающей от воздействия низких температур, в данной научно-исследовательской работе был разработан метод проектирования, основанный на синтезе двух методов: методе проектирования ткани по поверхностной плотности и методе проектирования по заданной пористости.

Сложность разработанного метода проектирования данной ткани заключается в большом объеме расчетов, поэтому в работе был разработан алгоритм автоматизированного проектирования ткани, обеспечивающей защиту человека от неблагоприятных условий Крайнего Севера.

Реализация разработанного алгоритма осуществлялась в среде программирования MathCad, которая обеспечивает выполнение на компьютере разнообразных математических и технических расчетов, предоставляет пользователю инструменты для работы с формулами, числами, графиками и текстами, имеет простой в освоении графический интерфейс. Чрезвычайная простота интерфейса MathCad сделала его одним из самых популярных и, безусловно, самым распространенным математическим пакетом. В MathCad, записав в привычной форме математическое выражение, можно выполнить с ним самые разнообразные символьные или численные операции: вычислить значение, выполнить алгебраические преобразования, решить уравнение, проинтегрировать функцию, построить график и т.п.

Разработанный алгоритм автоматизированного проектирования ткани, обеспечивающей защиту человека от неблагоприятных условий Крайнего Севера, включает следующие этапы:

1. Ввод исходных данных ( $R_s$  – пористость ткани, %;  $M_s$  – поверхностная плотность ткани,  $г/м^2$ , а также параметры строения ткани).

2. Определение коэффициента высоты волны изгиба нитей основы в зависимости от порядка фазы строения:

$$K_{ho} = \frac{\Phi - 1}{4} \quad (1)$$

3. Определение коэффициента высоты волны изгиба нитей утка в зависимости от порядка фазы строения:

$$K_{hy} = \frac{9 - \Phi}{4} \quad (2)$$

4. Расчет коэффициентов:

$$\xi_{so} = K_d \cdot \eta_{os} + \eta_{ys} \quad (3)$$

$$\xi_{sy} = K_d \cdot \eta_{os} + \eta_{ys} \quad (4)$$

$$\varphi = K_d \cdot \eta_{os} + \eta_{ys} \quad (5)$$

5. Определение уработки нитей основы, %:

$$a_o = \frac{100 \cdot t_{o.cp} \cdot \left[ \sqrt{\xi_y^2 \cdot (4 - K_{hy}^2) + K_{ho}^2 \cdot \varphi^2 \cdot K_{Hy}^2} - \xi_y \cdot \sqrt{4 - K_{hy}^2} \right]}{t_{o.cp} \cdot \sqrt{\xi_y^2 \cdot (4 - K_{hy}^2) + K_{ho}^2 \cdot \varphi^2 \cdot K_{Hy}^2} + 2 \cdot (R_y - t_{o.cp}) \cdot \eta_{yz}} \quad (6)$$

6. Определение уработки нитей утка, %:

$$a_y = \frac{100 \cdot t_{y.cp} \cdot \left[ \sqrt{\xi_o^2 \cdot (4 - K_{ho}^2) + K_{hy}^2 \cdot \varphi^2 \cdot K_{Ho}^2} - \xi_o \cdot \sqrt{4 - K_{ho}^2} \right]}{t_{y.cp} \cdot \sqrt{\xi_o^2 \cdot (4 - K_{ho}^2) + K_{hy}^2 \cdot \varphi^2 \cdot K_{Ho}^2} + 2 \cdot (R_o - t_{o.cp}) \cdot K_d \cdot \eta_{oz}} \quad (7)$$

7. Расчет коэффициента А, определяющего средний диаметр нитей в ткани по направлению утка:

$$A = \frac{100 \cdot R_y \cdot (K_d + 1) \cdot K_{ho}}{t_{o,max} \cdot \xi_y \cdot \sqrt{4 - K_{hy}^2} + (R_y - t_{o,max}) \cdot 2 \cdot \eta_{yz}} \quad (8)$$

8. Расчет коэффициента В, определяющего средний диаметр нитей в ткани по направлению основы:

$$B = \frac{100 \cdot R_o \cdot (K_d + 1) \cdot K_{Ho}}{t_{y,max} \cdot \xi_o \cdot \sqrt{4 - K_{ho}^2} + (R_o - t_{y,max}) \cdot 2 \cdot K_d \cdot \eta_{oz}} \quad (9)$$

9. Определение среднего диаметра нитей в ткани, мм:

$$d_{cp} = \frac{M_c \cdot (K_d + 1)^2}{4000 \cdot \left[ \frac{B \cdot K_d^2}{C_o^2 \cdot (100 - a_o)} + \frac{A}{C_y^2 \cdot (100 - a_y)} \right]} \quad (10)$$

10. Расчет линейной плотности основных и уточных нитей, текс:

$$T_{op} = \frac{4000 \cdot d_{cp}^2 \cdot K_d^2}{(K_d + 1)^2 \cdot C_o^2} \quad (11)$$

$$T_{yp} = \frac{4000 \cdot d_{cp}^2}{(K_d + 1)^2 \cdot C_y^2} \quad (12)$$

11. Корректировка линейной плотности нитей основы и утка в соответствии с ГОСТ 11970-70, текс:

$$\begin{aligned} T_{гост} &= T_o \\ T_{гост} &= T_y \end{aligned}$$

12. Определение фактических диаметров нитей основы и утка, мм:

$$d_o = 0,1 \cdot C_o \cdot \sqrt{0,1 \cdot T_o} \quad (13)$$

$$d_y = 0,1 \cdot C_y \cdot \sqrt{0,1 \cdot T_y} \quad (14)$$

13. Определение среднего диаметра нитей с учетом фактических диаметров нитей основы и утка, мм:

$$d_{cp1} = \frac{d_o + d_y}{2} \quad (15)$$

14. Определение фактической плотности ткани по утку, нит/дм:

$$P_y = \frac{100 \cdot R_y \cdot (K_d + 1) \cdot K_{Hy}}{(t_{o,max} \cdot \xi_y \cdot \sqrt{4 - K_{hy}^2} + (R_y - t_{o,max}) \cdot 2 \cdot \eta_{yz}) \cdot d_{cp1}} \quad (16)$$

15. Определение фактической плотности ткани по основе, нит/дм:

$$P_o = \frac{100 \cdot R_o \cdot (K_d + 1) \cdot K_{Ho}}{(t_{y, \max} \cdot \xi_o \cdot \sqrt{4 - K_{ho}^2} + (R_o - t_{y, \max})) \cdot 2 \cdot K_d \cdot \eta_{oz}} \cdot d_{cp1} \quad (17)$$

16. Определение пористости ткани в зависимости от фактического диаметра уточной нити, %:

$$d_{y1} = \frac{R_s - 100 + d_o \cdot P_o}{0.01 \cdot d_o \cdot P_o \cdot P_y - P_y} \quad (18)$$

17. Определение фактической поверхностной плотности ткани, г/м<sup>2</sup>:

$$M_{cф} = \frac{10 \cdot P_o \cdot T_o}{1000 \cdot \left(1 - \frac{a_o}{100}\right)} + \frac{10 \cdot P_y \cdot T_y}{1000 \cdot \left(1 - \frac{a_y}{100}\right)} \quad (19)$$

18. Сравнение расчетной поверхностной плотности суровой ткани с принятой для проектирования, %:

$$\Delta = \left| \frac{M_{cф} - M_c}{M_{cф}} \right| \cdot 100\% \quad (20)$$

Если  $\Delta$  больше 5 %, то расчет повторяют до тех пор, пока  $\Delta$  не будет превышать 5%.

19. Формирование выходного документа.

На основе разработанного автоматизированного метода проектирования ткани по заданной поверхностной плотности и пористости была спроектирована ткань,

защищающая от воздействия низких температур с поверхностной плотностью 230 г/м<sup>2</sup>, пористостью 14,7 %, переплетением нитей в ткани – саржа 2/2, переплетением нитей в кромках – основной репс 2/2. Данная ткань получила название «Аляска».

**Таблица 1.** Результаты проектирования ткани «Аляска»

Показатель	Обозначение	Значение
Наименование ткани	-	Аляска
Вид волокон		
Основа	-	хлопок – 33% полиэфир – 67%
Уток	-	хлопок – 33% полиэфир – 67%
Линейная плотность, текс	T <sub>o</sub> T <sub>y</sub>	46 46
Уработка нитей, %		
основы	a <sub>o</sub>	5,45
утка	a <sub>y</sub>	5,83
Диаметр нитей, мм		
основы	d <sub>o</sub>	0,257
утка	d <sub>y</sub>	0,257
Плотность суровой ткани, нит/дм		
основы	P <sub>oc</sub>	245
утка	P <sub>yc</sub>	235
Коэффициент отношения диаметров	K <sub>d</sub>	1
Масса 1 м <sup>2</sup> суровой ткани, г/м <sup>2</sup>	M <sub>лм</sub> <sup>2</sup>	234
Пористость ткани, %	R <sub>s</sub>	14,7

Для проектирования ткани «Аляска» использовалась пряжа, одинакового сырьевого состава по основе и по утку, состоящая из смеси хлопка (33%) и полиэфирного волокна лавсан (67%). Результаты автоматизированного проектирования ткани «Аляска» представлены в таблице 1.

Выводы:

1. Проведен анализ работ, посвященных исследованию современных материалов для спецодежды.

2. Проведен анализ сырья для производства ткани, защищающей от воздействия низких температур.

3. Проведен анализ методов проектирования тканей.

4. Разработан алгоритм проектирования ткани по поверхностной плотности и пористости.

5. Разработан автоматизированный метод проектирования ткани по поверхностной плотности и пористости.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Мартынова А.А., Слостина Г.Л., Власова Н.А. Строение и проектирование тканей. М., РИО МГТА, 1999. – 434 с.

2. Дамянов Г.Б. и др. Строение ткани и современные методы ее проектирования / Дамянов Г.Б., Бачев Ц.З., Сурнина Н.Ф. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 240 с.

3. Спецодежда. Восток – Сервис. Каталог 2002 г.

4. Текстильная промышленность. Научный альманах. Специальный выпуск журнала. 1-2 январь – февраль. 2006 г.

5. Текстильная промышленность №9. Журнал. 2006 г.

#### **DESIGNING PARTICULARITIES OF FABRIC, PROTECTING PERSON FROM DISADVANTAGE CONDITIONS OF FAR NORTH**

Nazarova M.V., Fefelova T.L.

*Kamyshin Institute of Technology, branch of Volgograd State Technical University*

In the article brought results of a research work on the development of algorithm of computer aided design fabrics, for protection in disadvantage conditions of Far north. In the course of performing a work is conducted analysis of modern material, used for person protection from the influence of low temperatures. Conducted analysis of literature, on the base which choose parameters of construction fabrics for designing. Designed algorithm of computer aided design fabrics on shallow density and porosity. Designed fabrics, protecting from the influence of low temperatures with shallow density 230 g/m<sup>2</sup> and porosity 14,7%. Fabrics has got a name "Alaska".

