**Министерство образования и науки
Российской Федерации**

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

ТЕХНОЛОГИЯ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ОСНОВАН В ДЕКАБРЕ 1957 ГОДА, ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД

**№ 6 (327)
2010**

Издание Ивановской государственной текстильной академии
ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 6 (327) ТЕХНОЛОГИЯ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ 2010

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор *Г.И. ЧИСТОБОРОДОВ*.

Заместители главного редактора: *Н.М. АШНИН, М.Н. ГЕРАСИМОВ, Б.Н. ГУСЕВ, К.И. КОБРАКОВ, Р.В.КОРАБЕЛЬНИКОВ, В.Л. МАХОВЕР, А.К. РАСТОРГУЕВ, Б.С. САЖИН, Б.Б. СТРОГАНОВ*.

Члены редколлегии: *В.С. БЕЛГОРОДСКИЙ, В.Н. БЛИНИЧЕВ, А.П. БОЛОТНЫЙ, В.В. ВЕСЕЛОВ, В.Ф. ГЛАЗУНОВ, В.А. ГУСЕВ, В.М. ЗАРУБИН, В.В. ЗРЮКИН, В.В. ИСАЕВ, Е.Н. КАЛИНИН, С.М. КИРЮХИН, А.М. КИСЕЛЕВ, М.В. КИСЕЛЕВ, А.Б. КОЗЛОВ, В.Н. КРОТОВ, Н.А. КУЛИДА, В.В. ЛЮБИМЦЕВ, Н.И. МАКСИМОВ, Р.М. МАЛАФЕЕВ, А.Н. МОГИЛЬНЫЙ, С.Д. НИКОЛАЕВ, Ю.В. ПАВЛОВ, Е.Л. ПАШИН, К.М. ПИРОГОВ, К.Э. РАЗУМЕЕВ, А.Г. РЕПИН, Л.П. РОВИНСКАЯ, В.Е. РОМАНОВ, П.Н. РУДОВСКИЙ, В.В. САФОНОВ, А.Г. СЕВОСТЬЯНОВ, П.А. СЕВОСТЬЯНОВ, М.И. СЕМИН, Н.А. СМИРНОВА, А.П. СОРКИН, Ф.Ю. ТЕЛЕГИН, В.И. ТЕРЕНТЬЕВ, Н.Л. УШАКОВА, В.Д. ФРОЛОВ, И.Г. ЦИТОВИЧ, Л.П. ШЕРШНЕВА, Ю.С. ШУСТОВ, В.П. ЩЕРБАКОВ, С.С. ЮХИН, Ф.Н. ЯСИНСКИЙ.*

Ответственный секретарь *С.Л. ХАЛЕЗОВ*.

Адрес редакции: 153000, г. Иваново, пр. Ф. Энгельса, 21.
Тел.: (4932) 35-78-87. Факс: (4932) 41-50-88.
E-mail: ttp@igta.ru
http://www.igta.ru

Издание зарегистрировано в Министерстве печати РФ. Регистрационный №796. Сдано в набор 01.10.2010. Подписано в печать 25.10.2010. Формат 60x84 1/8. Бум. кн.-журн. Печать офсетная. 11,64 усл.-печ. л.; 11,89 усл. кр.-отт. Заказ 1201.

Тираж 450 экз.

ОАО "Ивановская областная типография"
153008, г. Иваново, ул. Типографская, 6.
E-mail: 091-018@rambler.ru

© «Известия вузов. Технология текстильной промышленности», 2010

**Ministry of Education and Science
of Russian Federation**

PROCEEDINGS OF HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS

TEXTILE INDUSTRY TECHNOLOGY

SCIENTIFIC AND TECHNICAL JOURNAL

ESTABLISHED IN DECEMBER OF 1957, 6 ISSUES PER YEAR

**№ 6 (327)
2010**

Published by Ivanovo State Textile Academy

PROCEEDINGS OF HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS

№ 6 (327) TEXTILE INDUSTRY TECHNOLOGY 2010

EDITORIAL BOARD

Chief editor *G.I. CHISTOBORODOV.*

Deputy editors: *N.M. ASHNIN, M.N. GERASIMOV, B.N. GUSEV, K.I. KOBRAKOV, R.V. KORABELNIKOV, V.L. MAKHOVER, A.K. RASTORGUEV, B.S. SAJIN, B.B. STROGANOV.*

Editorial board members: *V.S. BELGORODSKII, V.N. BLINICHEV, A.P. BOLOTNYI, V.V. VESELOV, V.F. GLASUNOV, V.A. GUSEV, V.M. ZARUBIN, V.V. ZRYUKIN, V.V. ISAEV, E.N. KALININ, S.M. KIRYUKHIN, A.M. KISELEV, M.V. KISELEV, A.B. KOZLOV, V.N. KROTOV, N.A. KULIDA, V.V. LYUBIMTSEV, N.I. MAKSIMOV, R.M. MALAFEEV, A.N. MOGILNYI, S.D. NIKOLAEV, YU.V. PAVLOV, E.L. PASHIN, K.M. PIROGOV, K.E. RAZUMEEV, A.G. REPIN, L.P. ROVINSKAYA, V.E. ROMANOV, P.N. RUDOVSKII, V.V. SAFONOV, A.G. SEVOSTYANOV, P.A. SEVOSTYANOV, M.I. SEMIN, N.A. SMIRNOVA, A.P. SORKIN, F.YU. TELEGIN, V.I. TERENT'EV, N.L. USHAKOVA, V.D. FROLOV, I.G. TSITOVICH, L.P. SHERSHNEVA, YU.S. SHUSTOV, V.P. TSHERBAKOV, S.S. YUKHIN, F.N. YASINSKII.*

Executive secretary *S.L. KHALEZOV.*

The articles are published in authors' editions.

Address: 153000, Ivanovo, F. Engels av., 21.
Tel.: +7(4932)35-78-87, fax: +7(4932)41-50-88.
E-mail: ttp@igta.ru
http://www.igta.ru

Registered with the Ministry of Printing of Russian Federation. Registration no. 796. Passed for typesetting on 01.10.2010. Signed for printing on 25.10.2010. Format 60×84 1/8. Book/journal paper. Offset printing. 11,64 conventional sheets. 11,89 conventional ... Order 1201.

Circulation of 450.

Ivanovo Regional Printing House
153008, Ivanovo, Tipografskaya, 6.
E-mail: 091-018@rambler.ru

© Proceedings of institutions of higher education. Textile Industry Technology, 2010

УДК 338

АССОРТИМЕНТНАЯ ГИБКОСТЬ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕКСТИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Е.А.ЮХИНА, А.С.ЮХИН

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)
E-mail: office@msta.ac.ru

Установлено, что для эффективного управления ассортиментной гибкостью необходимо управлять скоростью обновления ассортимента тканей с учетом влияния структуры ассортимента на показатели эффективности.

It is stated that for the efficient control of assortment flexibility it is necessary to operate the speed of fabrics assortment renewal taking into account the influence of the assortment structure on the efficiency data.

Ключевые слова: ассортиментная гибкость, конкурентоспособность предприятия, ассортиментные группы, эффективность производства.

В настоящее время многие российские экономисты обратились к проблеме гибкости как к фактору конкурентоспособности предприятия. Это связано с актуальностью этой темы вследствие необходимости поиска новых методов эффективной работы в условиях инновационной экономики.

Однако способов измерить гибкость производства до сих пор нет. Следовательно, какое производство является более гибким, можно выяснить только при сравнении нескольких производств по ряду косвенных показателей. Кроме того, весьма сложно количественно определить пределы гибкости производства, а значит – рассчитать пути и сроки обновления производства.

Существуют различные виды гибкости: гибкость управления, ценовая гибкость, ассортиментная, технологическая гибкость и др.[1]. При выборе вида гибкости следует учитывать, что различные виды гибкости в разной степени влияют на эффективность работы предприятия.

Рассмотрим ассортиментную гибкость текстильного предприятия, которая отражает способность производственной системы к обновлению продукции. Ее основные характеристики – сроки и стоимость подготовки производства новых артикулов тканей.

Кроме того, гибкость можно оценить через такие параметры, как величина и скорость адаптации. Величина адаптации – это изменение между прошлым портфелем заказов и будущим портфелем заказов, она диктуется спросом. Процессы этих изменений могут идти с различной скоростью. Скорость адаптации – это скорость переналадки оборудования или других необходимых изменений для удовлетворения требований заказчика в новом ассортимен-

те. Именно эти параметры и позволяют определить сроки и стоимость подготовки производства новых артикулов тканей. Полная адаптация – это выполнение всех требований рынка по ассортименту, количеству, срокам и другим условиям. В данной статье рассматривается только гибкость по ассортименту. Гибкость не может быть мгновенной – она имеет временной характер, то есть одна и та же величина адаптации может быть достигнута с различной скоростью. Гибкость подразумевает наличие различных способов достижения одинаковых или равнозначных результатов.

Гибкость – относительная величина. Когда спрос превышает предложение, то требуется невысокая гибкость и наоборот. Поэтому нужно стремиться не к максимальной, а к достаточной гибкости, имея при этом достаточно высокий потенциал гибкости. Для этого требуется определить величину достаточной гибкости, то есть величину достаточной адаптации и достаточной скорости адаптации. В этом случае гибкость означает по своей сути то же, что и "ноу-хау", которое в данном случае имеет смысл – умение обновлять ассортимент тканей с достаточной скоростью и с меньшими усилиями, чем это делают конкуренты.

Используя известный в экономике АВС-анализ [2], можно выделить три группы ассортимента тканей, различные по размеру и приносящие различный доход предприятию. Группа А составляет незначительную долю ассортимента, а приносит наибольшую долю выручки (или долю прибыли). Следовательно, для эффективного управления этой долей ассортимента не требуется большой гибкости, однако влияние этой доли ассортимента на выручку и прибыль максимальное. И, наоборот, для управления ассортиментом группы С требуется большая гибкость, так как эта группа самая многочисленная по количеству артикулов, однако, несмотря на высокую гибкость, если таковая будет иметь место, ее влияние на эффективность производства в целом будет весьма скромное. Поэтому при определении необходимой степени гибкости следует учитывать степень влияния изменяемых параметров на эффективность производства, так как большая гибкость в одной ассортиментной группе (С) не означает большую гибкость производства в целом. Таким образом, при управлении ассортиментной гибкостью необходимо учитывать ее различное влияние на повышение эффективности производства в различных ассортиментных группах.

Так, применительно к АВС-анализу ассортимента предприятия одинаковая гибкость может быть достигнута при обновлении одинакового числа артикулов в каждой из групп А, В и С. Однако эффективность производства во всех трех случаях будет различной. Поэтому при выборе способа повышения ассортиментной гибкости следует учитывать, что изменение ассортимента группы А окажет большее влияние на эффективность предприятия, чем изменение ассортимента групп В и С. Рассмотрим это на примере АВС-анализа ассортимента тканей ЗАО "КШФ "Передовая текстильщица". Доля продукции в ассортименте и в реализации по группам А, В и С представлена в табл.1.

Таблица 1

Группа	Доля в ассортименте, %	Число артикулов	Доля в выручке, %
А	20	11	92
В	21	11	6
С	59	33	2
Итого	100	55	100

Из табл. 1 видно, что скорость обновления ассортимента в группе С должна быть в 3 раза выше, чем в группе А для того, чтобы обновление произошло в одни и те же сроки, однако эффект от такого обновления в группе С будет незначительным, так как доля этой группы тканей в реализации составляет всего 2%, следовательно, влияние группы С на изменение выручки от обновления будет в 46 раз

меньше (92/2), чем группы А. Поэтому даже очень высокая ассортиментная гибкость группы С не окажет заметного влияния на изменение выручки предприятия в целом. В группе В скорость обновления может быть такой же, как и в группе А, но при одинаковой скорости и сроках обновления ассортимента (одинаковой ассортиментной гибкости), ее влияние на изменение выручки в группе В будет в 15,3 раза меньше (92/6). Следовательно, эффективность производства за счет обновления ассортимента в группах В и С (как отношение результата (увеличения выручки) от обновления ассортимента к затратам на обновление ассортимента) будет также незначительной.

Для рассматриваемого предприятия обновление десяти артикулов тканей в каждой группе А, В и С приведет к различному изменению выручки в этих группах. Таким образом, чтобы эффективно управлять ассортиментной гибкостью, необходимо управлять структурой и скоростью обновления ассортимента тканей с учетом их различного влияния на конечный результат.

На основе анализа портфеля заказов и товарного портфеля, проведенного авторами на ряде текстильных предприятий, таких как "ЗАО "Московский шелк", ЗАО "Королевская шелковая фабрика "Передовая текстильщица", ЗАО "Рахмановский шелковый комбинат", выявлены общие закономерности, присущие современному текстильному производству, заключающиеся в том, что число артикулов в ткацком производстве с каждым годом стремительно растет и все больше приближается к числу станков, установленных на предприятии, а размеры заказов при этом уменьшаются. Такая ситуация требует высокой гибкости производства для эффективного выполнения всех поступающих заказов. При необходимости полного обновления портфеля заказов в планируемом периоде потребуется перезаправка всех станков.

Достижение максимальной ассортиментной гибкости в ткацком цехе потребует соответствующей гибкости оборудования и организационной гибкости, позволяющих максимально сократить время на перезаправку и переналадку оборудования, на предыдущих и последующих переходах текстильного производства. Следовательно, невозможно управлять производством эффективно, используя только один вид гибкости. Все это повлияет на объемы выпуска и затраты, а следовательно, и на эффективность производства в целом.

В Ы В О Д Ы

1. Рассмотрено влияние ассортиментной гибкости на эффективность текстильного производства с помощью метода АВС-анализа.

2. Выявлено, что при выборе способа повышения ассортиментной гибкости следует учитывать, что при одинаковом изменении степени гибкости эффективность производства может быть различной.

3. Установлено, что при управлении ассортиментной гибкостью необходимо учитывать ее различное влияние на повышение эффективности производства в различных ассортиментных группах. Гибкость подразумевает наличие различных способов достижения одинаковых или равнозначных результатов.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Алексеева А.В.* Управление гибкостью функционирования микрологистической системы производства продукции на заказ: Дис.…канд. экон. наук. – Саратов, 2007.

2. Практикум по логистике: Учебное пособие / Под ред. Б.А. Аникина. – М.: ИНФРА-М, 1999.

Рекомендована кафедрой экономики. Поступила 15.04.10.

УДК 658.562:51

ПОСТРОЕНИЕ КОМПЛЕКСНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ КАЧЕСТВА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В.Д. ВАСИЛЬЕВА, В.Е. ДЕРБИШЕР, И.В. ГЕРМАШЕВ, Е.В. ДЕРБИШЕР, О.В. КОЛЯГАНОВА

**(Волгоградский государственный технический университет,
Волгоградский государственный педагогический университет)**
E-mail: vasilyevavd@yandex.ru

Рассматривается возможность применения в качестве комплексного показателя при оценке качества продукции интегрального показателя.

Possibility of application of integrated index as a complex index when making the production quality rating is considered herein.

Ключевые слова: качество текстильных материалов, комплексный показатель, единичные показатели, апробация предложенного метода.

В настоящее время известно использование в качестве комплексного показателя качества среднего арифметического, среднего геометрического, среднего гармонического, среднего экспоненциального значения и т.д. как с учетом весомости единичных показателей, так и без учета [1], [2]. Все они имеют определенные недостатки и ограниченные условия применения.

В настоящей работе рассматривается возможность применения показателя при оценке качества продукции интегрального показателя.

Предположим, что имеется n единичных показателей качества продукции (Q_i) и их базовые значения (Q_{0i}) В начало декартовой системы координат (рис. 1) помещаем начала векторов a_i соответствующих единичным показателям качества (i = 1, 2, ..., n). Длина каждого вектора равна безразмерной (относительной) величине единичного показателя качества (q_i). Углы между векторами могут быть равны (или можно рассмотреть другие варианты), а векторы располагаем в порядке возрастания значимости соответствующих единичных показателей (против часовой стрелки), что устанавливается предварительно на основе экспертных оценок или пожеланий заказчика. Концы векторов соединяем отрезками, в результате получается n-угольник. Область, ограниченную этим n-угольником, обозначим через G.

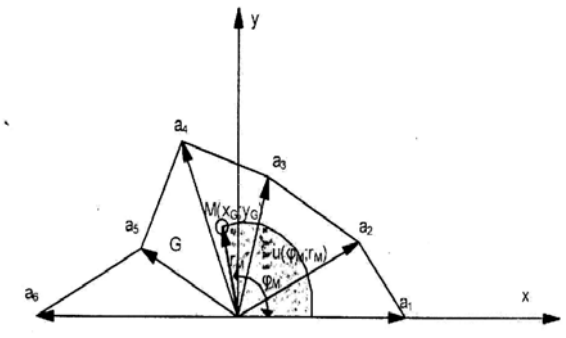


Рис. 1

В качестве комплексного показателя качества предлагается считать площадь сектора U (рис. 1), образованного вектором ($r_м$), направленным из начала координат к точке центра тяжести M(x_G, y_G) многоугольника G, и углом ($\varphi_м$), образованным данным вектором при вращении в направлении увеличения значимости единичных показателей, в данном случае, против часовой стрелки. Для этого проведем соответствующие преобразования декартовой системы координат в цилиндрическую и рассмотрим U как функцию U = u($r_м$, $\varphi_м$), где ($r_м$, $\varphi_м$, 0) – координаты центра тяжести области G в цилиндрической системе координат. При этом полагаем, что область G лежит в плоскости z = 0, а точкой начала координат, по-прежнему, является точка начала векторов a_i.

Определяем координаты центра тяжести M(x_G, y_G) построенного многоугольника [2]:

$$x_G = \frac{\sum_{i=1}^{n} S_i x_i^t}{S}, \quad y_G = \frac{\sum_{i=1}^{n} S_i y_i^t}{S}, \quad (1)$$

где S – площадь многоугольника G; S_i и (x_i^t, y_i^t) – соответственно площадь и координаты центра тяжести i-го треугольника, образованного векторами a, и a_{i+1} (рис. 2).

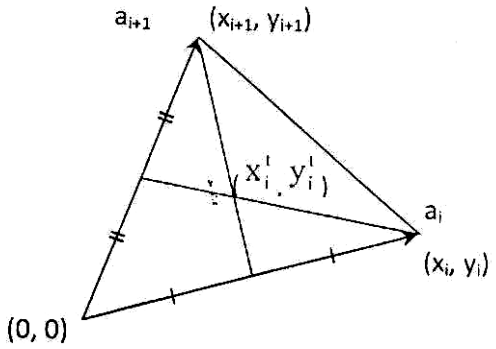


Рис. 2

Известно [2], что центром тяжести треугольника является точка пересечения его медиан. Его координаты определяются путем построения уравнения медиан и решения полученной системы уравнений.

После соответствующих преобразований получаем:

$$x_G = \frac{\sum_{i=1}^{n} q_i q_{i+1} x_i^t}{\sum_{i=1}^{n} q_i q_{i+1}}, \quad y_G = \frac{\sum_{i=1}^{n} q_i q_{i+1} y_i^t}{\sum_{i=1}^{n} q_i q_{i+1}}, \quad (2)$$

где q_i – длина вектора a_i.

Далее рассчитываются численные значения вектора $r_м$, угла $\varphi_м$ и показателя U:

$$r_м = \sqrt{x_G^2 + y_G^2}, \quad \varphi_м = \arccos \frac{x_G}{\sqrt{x_G^2 + y_G^2}}, \quad (3)$$

$$U = u(r_м, \varphi_м) = \frac{1}{2} r_м^2, \varphi_м, \quad (4)$$

С целью апробации предложенного метода произведена оценка качества нетканых полотен с различной смеской волокон вязально-прошивного способа скрепления (переплетение трико-цепочка) на предмет их пригодности для промышленной переработки в качестве основ мягких искусственных кож.

Приведем расчеты предлагаемого комплексного показателя качества при следующих данных: показатель гигроскопичности 9(10)%, показатель воздухопроницаемости 0,86 (1,15) $м^3/м^2 \cdot с$; показатель жесткости 2,8 (2,8) сН; показатель стойкости к истиранию 200 (265) циклов; разрывная нагрузка 46 (80) даН; разрывное удлинение 53 (100)%. Отмечаем, что в скобках приведены базовые значения.

Первоначально переводим в безразмерные единицы исходные данные и получаем длины векторов q_1 = 9/10 = 0,9, аналогично: q_2= 0,748, q_3 = 1,0, q_4 =0,755, q_5 = 0,530, q_6 = 0,575. Затем вычисляем координаты векторов. Угол между векторами равен 36 градусам: x_1 =$q_1$cos(0)=0,9, y_1=$q_1$sin(0) = 0; аналогично: x_2=0,605, y_2= 0,440, x_3 = 0,309, y_3= 0,951, x_4= -0,233, y_4=0,718, x_5= -0,429, y_5 = 0,311, x_6 =-0,575, y_6 = 0.

Далее вычисляем координаты центра тяжести получившихся треугольников:

$$x_1^t = \frac{(y_2 - 2y_1)(x_1 - 2x_2)x_1 - (y_1 - 2y_2)(x_2 - 2x_1)x_2 + (y_2 - y_1)(x_2 - 2x_1)(x_1 - 2x_2)}{(y_2 - y_1)(x_1 - 2x_2) - (y_1 - 2y_2)(x_2 - 2x_1)} = 0,501,$$

$$y_1^t = \frac{(y_2 - 2y_1)(x_1^t - x_1)}{x_2 - 2x_1} + y_1 = 0,147.$$

Аналогично: x^t_2=0,309, y^t_2=0,464, x^t_3=0,025, y^t_3=0,556, x^t_4 = -0,221, y^t_4 = 0,343, x^t_5 = -0,335, y^t_5 = 0,104.

По формулам (2) получаем x_G = 0,137, y_G = 0,359, а по формулам (3): $r_м$ = 0,384, $\varphi_м$ = 1,206.

В итоге вычислений по формуле (4) получим U = 0,089.

В Ы В О Д Ы

Предложена методика по свертыванию единичных показателей качества текстильной продукции в комплексный показатель.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Кирюхин С.М., Соловьев А.Н.* Оценка и прогнозирование качества текстильных материалов. – М.: Легкая индустрия, 1977.

2. *Яблонский А.А., Никифорова В.М.* Курс теоретической механики. – СПб.: Лань, 1998.

Рекомендована кафедрой технологии высокомолекулярных и волокнистых материалов Волгоградского государственного технического университета. Поступила 25.01.10.

УДК 677.038.2:004.9

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ ХЛОПКОВЫХ ВОЛОКОН РАЗЛИЧНОГО УРОВНЯ ЗРЕЛОСТИ

А.Ю. МАТРОХИН, О.А. ШАЛОМИН, А.В. КРУГЛОВ, Б.Н. ГУСЕВ

(Ивановская государственная текстильная академия)
E-mail: ttp@igta.ru

Построена модель поперечного сечения хлопковых волокон, дающая возможность интерпретировать оценки зрелости волокон с помощью объективных геометрических параметров.

The model of the cotton fibers cross section, giving the chance to interpret results of the fibers maturity estimation by means of objective geometric parametres is constructed herein.

Ключевые слова: хлопковые волокна, уровень зрелости, площадь поперечного сечения, геометрические параметры, масштабный коэффициент.

По результатам проведенных ранее исследований [1] установлено, что уменьшение погрешности косвенного определения зрелости хлопковых волокон возможно за счет использования показателя со следующей конструкцией:

$$Z = \frac{\Theta^*}{\Theta^*_s}, \qquad (1)$$

где Θ^* – фактическое значение относительного заполнения площади поперечного сече-

ния волокна целлюлозой с учетом имеющегося в волокне канала; Θ_s^* – эталонное "стандартное" значение относительного заполнения площади поперечного сечения волокна целлюлозой, определенное по выборке волокон с оптимальными параметрами зрелости ($\Theta_s^* = 0{,}777$).

Одним из условий определения зрелости хлопковых волокон с помощью предложенного показателя Z является получение формализованной модели поперечного сечения волокна, которая позволяла бы наглядно интерпретировать полученные результаты независимо от деформаций волокон, вызванных различными причинами. При моделировании поперечных сечений хлопковых волокон с различным заполнением целлюлозы за основу взята комбинированная геометрическая модель, параметры которой изображены на рис. 1.

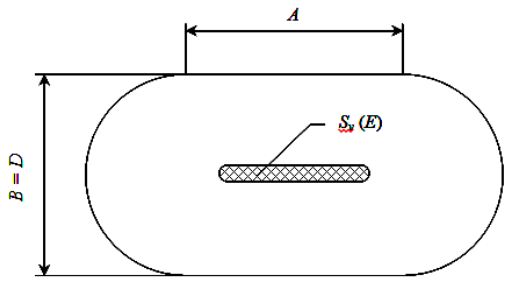


Рис. 1

Структуру модели можно определить следующим образом. Она образована прямоугольником со сторонами A и B, к боковым сторонам которого примыкают два полукруга диаметром D, равным стороне B. В центральной части модели размещена скругленная прямоугольная фигура, имитирующая канал. Существенное значение для оценки зрелости имеют не линейные размеры данной фигуры, а ее площадь S_v или доля E от площади поперечного сечения.

Таким образом, периметр поперечного сечения по внешнему контуру можно вычислить по формуле:

$$P = 2A + \pi B . \qquad (2)$$

Площадь поперечного сечения с учетом уменьшения из-за наличия канала можно рассчитать с помощью выражения:

$$S_w = \left(AB + \frac{\pi B^2}{4} \right) \left(1 - \frac{E}{100} \right). \qquad (3)$$

Доля E площади, занимаемая каналом, устанавливается на основе доверительных интервалов, полученных в ходе экспериментальных исследований поперечных сечений волокон различной зрелости. Результаты статистической оценки доли площади поперечного сечения, занимаемой каналом хлопкового волокна, представлены в табл. 1.

Таблица 1

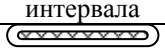
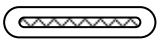
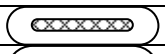
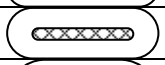
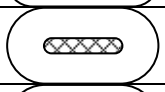
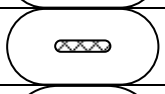
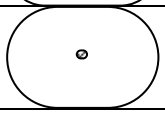
Наименование параметра	Совершенно незрелые (Z = 0,70...0,80)	Оптимально зрелые (Z = 0,95...1,05)	Предельно зрелые (Z = 1,15...1,25)
Среднее арифметическое значение $\overline{E}$, %	13,9	10,4	2,4
Минимальное выборочное значение $E_{мин}$, %	7,1	7,3	0,7
Максимальное выборочное значение $E_{макс}$, %	23,6	13,6	3,9
Среднее квадратическое отклонение σ_E, %	8,2	2,5	1,7
Абсолютная гарантийная ошибка m_E, %	11,4	2,0	2,4
Верхняя доверительная граница $E_в$, %	25,3	12,4	4,8
Нижняя доверительная граница $E_н$, %	2,5	8,4	0,0

В табл. 2 приведены нормированные значения основных параметров моделируемого поперечного сечения хлопковых волокон, а также его изображения для различных уровней коэффициента зрелости Z.

Следует отметить, что величины А и В выражены в условных единицах и отражают не реальные размеры поперечных сечений, а только пропорции между размерами поперечного сечения волокна в продольном и поперечном направлениях.

В качестве дополнения можно заметить, что масштаб между изображениями моделей разных групп зрелости не соблюдался. Для графического отражения динамики созревания отдельно взятого волокна необходимо установить масштабный коэффициент, основывающийся на постоянстве периметра поперечного сечения волокна по внешнему контуру.

Таблица 2

№ пп	Нормируемый интервал показателя Z	Изображение модели, характерное для середины нормируемого интервала	Значения параметров модели поперечного сечения					
			A, усл. ед.	B, усл. ед.	E, %	P, усл. ед.	S_w, усл. ед^2.	Θ^*
1	0,6 ... 0,7		6	1	30,5	15,14	4,72	0,51
2	0,7 ... 0,8		4	1	25,5	11,14	3,57	0,60
3	0,8 ... 0,9		3	1	20,5	9,14	3,01	0,67
4	0,9 ... 1,0		2	1	15,5	7,14	2,35	0,76
5	1,0 ... 1,1		1,5	1	10,5	6,14	2,05	0,83
6	1,1 ... 1,2		1	1	5,5	5,14	1,69	0,90
7	1,2 ... 1,3		0,5	1	0,5	4,14	1,28	0,97

ВЫВОДЫ

Построена модель поперечного сечения хлопковых волокон, дающая возможность интерпретировать результаты оценки зрелости волокон с помощью объективных геометрических параметров.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Матрохин А.Ю., Шаломин О.А., Круглов А.В., Гусев Б.Н.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, № 2. С.21…24.

Рекомендована кафедрой материаловедения и товароведения. Поступила 01.02.10.

УДК 677.021

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ЛЬНА

Н.М. ФЕДОСОВА, С.М. ВИХАРЕВ, В.А. БОЛОНКИН

(Костромской государственный технологический университет)
E-mail: fedosovanm@mail.ru

В статье предложены комплексные показатели качества и неравномерности для оценки сортообразцов льна по результатам автоматизированного анатомического анализа поперечных срезов стеблей.

Complex quality and unevenness factors for the estimation of flax grade samples by the results of the automated anatomic analysis of stalks cross cut are offered in the article.

Ключевые слова: оценка качества, сортообразцы льна, комплексные показатели, размеры пучков, степень одревеснения, длина стебля.

В качестве основных показателей автоматизированного анатомического анализа льна предложено использовать количество волокнистых веществ в стебле и площадь одревеснения волокнистых пучков, которая косвенным образом характеризует качество волокнистых веществ, залегающих в стеблях.

Количество волокнистых веществ в образце К можно определить через полезную площадь, занимаемую волокнистыми пучками:

$$K = \frac{S_{пучков}}{S_{среза}}, \qquad (1)$$

где $S_{пучков}$ – площадь, занимаемая волокнистыми пучками на фотографии поперечного среза стебля; $S_{среза}$ – площадь поперечного среза стебля на фотографии.

Степень одревеснения волокон предложено оценивать путем отнесения площади одревесневших участков $S_{одр}$ к общей площади, занимаемой на срезе волокнистыми пучками $S_{пучк}$:

$$O = \frac{S_{одр}}{S_{пучк}}. \qquad (2)$$

Количественно стабильность анатомических характеристик в разных зонах по длине стебля предложено оценивать коэффициентом вариации полезной площади и коэффициентом вариации площади одревеснения волокнистых пучков внутри сортообразца. Это вызвано тем, что коэффициент вариации позволяет давать сравни-

тельную оценку неравномерности материалов при разных средних значениях исследуемого свойства.

Для обобщения изучаемых характеристик применили комплексный метод [1], в частности, метод средней геометрической комплексной оценки. Для оценки количества и качества волокнистых веществ в сортообразце предложена комплексная оценка качества G_{1i} (3), а для оценки гетерогенности анатомических характеристик – комплексная оценка неравномерности G_{2i} (4):

$$G_{1i} = \sqrt{X_{1i}X_{3i}}\ , \qquad (3)$$

где X_{1i} – доля волокнистых веществ в стеблях i-го сортообразца; X_{3i} – степень одревеснения волокнистых пучков i-го сортообразца;

$$G_{2i} = \sqrt{X_{2i}X_{4i}}\ , \qquad (4)$$

где X_{2i} – коэффициент вариации доли волокнистых веществ i-го сортообразца; X_{4i} – коэффициент вариации площади одревеснения волокнистых пучков i-го сортообразца.

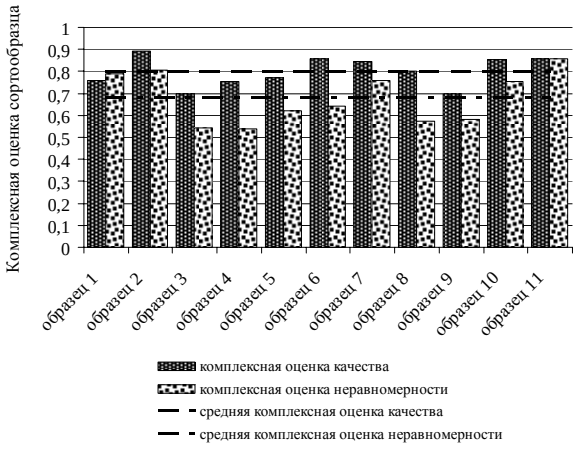


Рис. 1

Результаты комплексной оценки изучаемых сортообразцов по анатомическим признакам представлены на рис. 1. Из диаграммы видно, что комплексная оценка качества изменяется от 0,70 до 0,89, а комплексная оценка неравномерности – в диапазоне 0,54…0,86, что свидетельствует об удовлетворительном и хорошем качестве исследуемого материала (оценки, близкие к нулю, свидетельствуют о неудовлетворительном качестве материала; оценки, близкие к единице, – свидетельство высокого качества образцов). Лидерами среди изучаемых сортообразцов льна являются образцы 2, 7, 10 и 11, поскольку их комплексные оценки превышают среднюю оценку всех одиннадцати сортов. Но сорта 2 и 11, а также 7 и 10 получили практически одинаковые оценки. В такой ситуации выбор лучшего образца возможен при одновременном контроле комплексной оценки и преобладающей формы волокнистых пучков с учетом того, что предпочтительной является правильная удлиненно-овальная или тангентальная форма лубяных волокон, а нежелательными являются пучки полиморфной формы с неровными краями.

В Ы В О Д Ы

Для оценки сортообразцов льна по результатам автоматизированного анатомического анализа предложены комплексные оценки качества и неравномерности, учитывающие размеры волокнистых пучков, степень их одревеснения, а также вариацию этих характеристик в разных зонах по длине стебля.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Соловьев А.Н., Кирюхин С.М.* Оценка качества и стандартизация текстильных материалов. – М.: Легкая индустрия, 1974.

Рекомендована кафедрой технологии производства льняного волокна. Поступила 19.05.10.

УДК 677.11.620.1

ОБОСНОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ ЗУБЧАТЫХ ДИСКОВ В МАШИНЕ ДЛЯ УТОНЕНИЯ СЛОЯ СТЕБЛЕЙ ЛЬНА

С.Е. МАЯНСКИЙ, Е.Л. ПАШИН

(Костромской государственный технологический университет)
E-mail: info@kstu.edu.ru

Рассмотрено взаимодействие стеблей льна с зубьями утоняющих дисков при слоеутонении с учетом сцепленности между стеблями. Разработана модель этого взаимодействия и получены аналитические зависимости для определения рационального расположения зубчатых дисков на валах слоеутоняющего механизма.

Flax stalks interaction of with gears of thinning disks at layer thinning, taking into account adhesiveness between stalks, is considered in the article. The model of this interaction is developed and analytical dependences for determination of rationalised arrangement of the gear disks on the shafts of a layer thinning mechanism are received.

Ключевые слова: процесс слоеутонения, взаимодействие зубчатых дисков, параллельное перемещение, силы сцепления, длина стеблей.

Одной из причин разворота стеблей в слое при слоеутонении является различие механических связей (сцепленности) между стеблями в их комлевой и вершинной частях. При измерении усилий отрыва стеблей от слоя по его ширине установлено, что это различие существенно [1].

Для обеспечения перемещения стеблей параллельно друг другу в слоеутоняющем механизме необходимо соответствующим образом размещать зубчатые диски на валах, выбирая положение оси OO_1 (размер x). Кроме этого, сами диски на валах должны быть установлены на определенном расстоянии d (рис. 1 – схема утоняющего механизма).

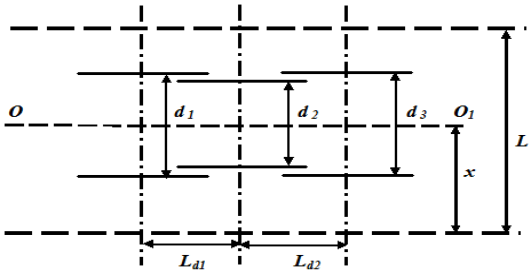


Рис. 1

Данная задача частично решена в [1]. Однако, при известном решении, вопрос о выборе расстояния между зубчатыми дисками требует дополнительного обоснования.

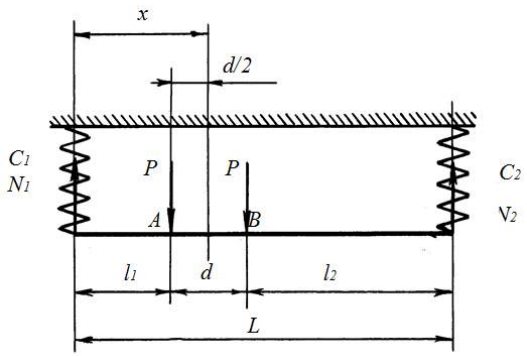


Рис. 2

Для решения задачи по расположению зубчатых дисков на валах слоеутоняющего механизма рассмотрим схему для расчета взаимодействия стебля с зубчатыми дисками с учетом сцепленности между стеблями, представленную на рис. 2, приняв следующие допущения: стебель считаем невесомым абсолютно твердым стержнем;

силы взаимосвязи между стеблями по их длине подчиняются линейной зависимости [1]; связи между стеблями изображаем в виде пружин с коэффициентами жесткости C_1 и C_2 соответственно в комлевой и вершинной частях.

На стебли действуют силы P в результате соприкосновения с зубьями дисков, размещенных на валу, который расположен перпендикулярно направлению движения слоя стеблей. Обозначим: d – расстояние между дисками; ℓ_1 – длина консольного участка стебля от комлевой части до диска; x – расстояние от края комлевой части стебля до половины расстояния между дисками; L – длина стебля.

При воздействии зубчатых дисков на стебель силами P в пружинах возникают реакции N_1 и N_2, которые равны:

$$N_1 = \frac{2P(L-x)}{L},\ N_2 = \frac{2Px}{L}. \quad (1)$$

Так как $N_1 = C_1\Delta_1$, $N_2 = C_2\Delta_2$, где Δ_1, Δ_2 – удлинения пружин, то, используя (1), получим:

$$\Delta_1 = \frac{2P(L-x)}{C_1L};\ \Delta_2 = \frac{2Px}{C_2L}. \quad (2)$$

Параллельное перемещение стебля будет обеспечиваться в том случае, когда удлинения пружин будут равны между собой:

$$\frac{2P(L-x)}{C_1L} = \frac{2Px}{C_2L}.$$

Отсюда:

$$\frac{x}{L} = \frac{C_2}{C_1+C_2}. \quad (3)$$

Это соответствует результату, указанному в [1].

Введем коэффициент отношения жесткостей $K = \frac{C_2}{C_1}$ и из (3) найдем положение оси OO_1:

$$x = L\frac{K}{K+1}. \quad (4)$$

Зависимость расстояния между дисками от коэффициента k представлена графически на рис. 3. Из нее следует, что чем больше величина отношения жесткостей, тем ближе к концам стеблей должна располагаться ось $x=OO_1$, относительно которой должны быть симметрично расположены слоеутоняющие зубчатые диски.

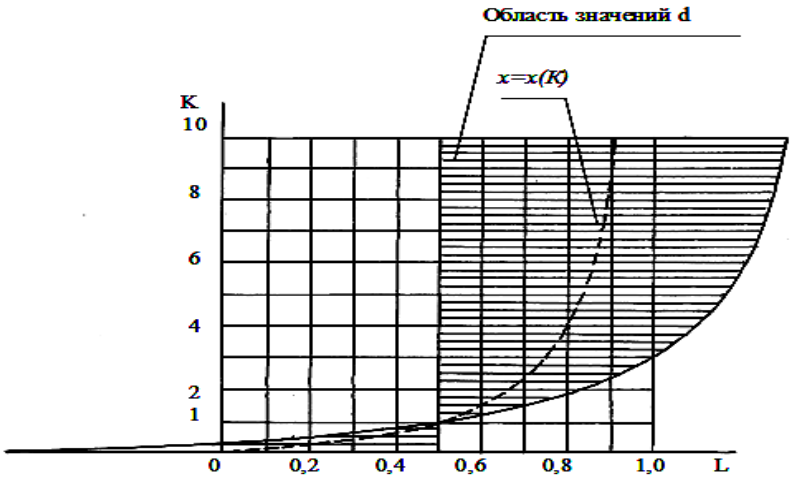


Рис. 3

Для определения расстояния d между дисками преобразуем выражения (2), учитывая, что (рис. 2) $x = \ell_1 + \frac{d}{2}$:

$$\Delta_1 = \frac{P(2L-2\ell_1-d)}{C_1L},\ \Delta_2 = \frac{P(2\ell_1+d)}{C_2L}.$$

Приравнивая Δ_1 и Δ_2, после преобразований получим формулу для определения расстояния между дисками:

$$d = \frac{2K(L-\ell_1)-2\ell_1}{K+1}. \qquad (5)$$

Зависимости (4) и (5) можно получить так же, если за критерий параллельного перемещения стебля принять равенство реакций зубьев дисков на стебель, которые находятся по формулам:

$$R_A = \frac{N_2(L-\ell_1-d)-N_1(\ell_1+d)}{d}, \qquad (6)$$

$$R_B = \frac{N_1\ell_1 - N_2(L-\ell_1)}{d}.$$

В уравнении (5) присутствует неопределенность в отношении выбора размеров d и ℓ_1, поскольку они зависят друг от друга также и геометрически. Поэтому найдем оптимальное конструктивное значение размера ℓ_1 из условия, что при К=1 расстояние d должно быть равно нулю. Подставляя эти значения в (5), получим: $0 = \frac{2\cdot 1(L-\ell_1)-2\ell_1}{1+1}$. Отсюда ℓ_1=0,5 L. Тогда оптимальное значение d, при котором будет обеспечиваться параллельное перемещение стеблей, можно определить по формуле:

$$d = L\frac{K-1}{K+1}. \qquad (7)$$

На рис. 3, с учетом того, что слоеутоняющие диски должны быть симметрично расположены, на расстоянии d друг от друга, относительно осевой линии x, определяемой формулой (4), построена область значений d при различных значениях отношения жесткостей К.

При принятии коэффициента $K = \frac{C_1}{C_2}$ формулы (4) и (5) можно записать так:

$$x = L\frac{1}{K+1},\ d = \frac{2(L-\ell_1)-2\ell_1 K}{K+1},$$

а их графики расположатся симметрично относительно ординаты $\ell_1 = \frac{L}{2}$ в сравнении с изображенными на рис. 3.

Заметим, что формула (4) получена из условия d=0, а формула (5) – из условия, что силы воздействия зубьев дисков на стебель равны между собой.

Для проверки проведенного анализа выполним численный расчет по полученным выше зависимостям. Например, при К=3:

$$x = L\frac{3}{3+1} = 0,75\,L,\ \ \ell_1 = 0,5\,L,$$

$$d = L\frac{3-1}{3+1} = 0,5\,L,$$

$$N_1 = \frac{P(2L-2\cdot 0,5\,L-0,5\,L)}{L} = 0,5P,$$

$$N_2 = \frac{P(2\cdot 0,5\,L+0,5\,L)}{L} = 1,5P.$$

Из расчетной схемы следует, что $N_1 + N_2 = P + P$. Из формул (6) также следует, что:

$$R_A = \frac{1,5P(L-0,5L-0,5L)-0,5P(0,5L+0,5L)}{0,5L} = -P,\ R_B = \frac{0,5P\cdot 0,5L-1,5P(L-0,5L)}{0,5L} = -P.$$

Таким образом, условие равенства сил взаимодействия между стеблем и зубьями каждого диска выполняется.

Анализ полученных результатов показывает, что с увеличением К расстояние d между дисками увеличивается. Это свидетельствует о том, что для обеспечения па-

раллельного перемещения стеблей в слоеутоняющем механизме необходимо либо увеличивать расстояние между дисками, либо снижать величину разброса сцепленности между стеблями по их длине.

ВЫВОДЫ

1. Различия в силах сцепленности комлевых и вершиночных участков стеблей льна в процессе слоеутонения приводят к их развороту в слое.

2. Разработана модель взаимодействия зубчатых дисков слоеформирующего механизма со слоем льняных стеблей при слоеутонении с учетом различий в значениях сцепленности между стеблями по их длине (по ширине слоя).

3. Для обеспечения параллельного перемещения стеблей необходимо снижать различие в сцепленности между ними, либо увеличивать расстояние между дисками, которое определяется длиной стеблей и соотношением сил сцепления.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Неманов В.А., Лапшин А.Б., Пашин Е.Л., Маянский С.Е.* Рациональное использование зубчатых дисков в слоеутоняющей машине // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2002, № 2. С.11…12.

Рекомендована кафедрой теоретической механики и сопротивления материалов. Поступила 24.06.09.

УДК 677.021

ОСОБЕННОСТИ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА СОРНЫЕ ЧАСТИЦЫ В ВОЛОКНИСТОЙ МАССЕ ПРИ ОБРАБОТКЕ ЕЕ В ВАЛЬЦАХ *

Р.В. КОРАБЕЛЬНИКОВ, А.Р. КОРАБЕЛЬНИКОВ, Д.А. ЛЕБЕДЕВ, А.Е. ЧИГАСОВ

(Костромской государственный технологический университет)
E-mail: tmm@kstu.edu.ru

В статье рассмотрены силы, действующие на сорную частицу в волокнистой среде при пропуске ее через вальцы, сжимающие холстик с определенной силой. Предложен метод определения напряжений внутри волокнистой массы при ее сжатии до состояния упругого тела.

The forces operating on a weedy particle in a pulp when casting it out through rollers compressing a canvas with a certain force are considered in the article. The method of the determination of pressure in a pulp at its shrinkage to the state of an elastic body is offered herein.

Ключевые слова: механика процесса, очистка волокна, миграция сора в волокнистой среде, волокноочистители, льняное волокно, хлопок.

Важность изучения процесса перемещения сорных примесей или комплексов внутри волокнистой массы определяется следующими моментами:

– перемещение (миграция) сора под действием среды, конечно, не предполагает, что частица сможет выделиться из волокнистой массы, как это происходит в сыпучей среде, но зато под действием сил

* Работа выполнена при поддержке гранта Федерального агентства по образованию РФ в рамках реализации целевой программы «Развитие научного потенциала высшей школы» (2009 – 2010 гг.) по разделу 2.1.2.

со стороны среды могут быть ослаблены связи сора или комплексов волокон с окружающими слоями и тем самым облегчить выделение частиц и дробление комплексов при разрежении слоев. Вполне очевидно следующее: для того чтобы нарушились связи частицы с волокном, необходимо, чтобы воздействие среды на частицу было равно или превосходило значения этих связей.

Анализируя многочисленные процессы по очистке волокна от сора, можно отметить, что выполнение этих условий чаще всего может осуществляться при следующих операциях:

– при значительном сжатии и сдвиге слоев волокна, например, при обработке давильными вальцами;

– при разрежении разрыхляемого потока волокна;

– при обработке волокон в зажатом состоянии (с питающим столиком).

Разработанный в КГТУ новый способ очистки волокна [1] предусматривает сжатие слоев волокна и их относительное смещение с последующим протрепыванием рабочим органом. Для этого разработано специальное устройство, в котором волокно в виде холстика подается к давильным вальцам, прижатым друг к другу и вращающимся навстречу друг другу с разными линейными скоростями. Давильные вальцы сжимают слои волокна и смещают их относительно друг друга, вызывая в них высокие напряжения, что приводит к ослаблению связей волокна с сорными частицами и комплексами и улучшает их выделение или разрушение при последующем протрепывании бородки волокна.

Ранее нами рассмотрена методика определения напряжений в слоях волокон при их сжатии от действия нормальной и касательной нагрузки [2]. С учетом наших разработок по изучению перемещений сорных примесей внутри волокнистой массы ("миграции сора") [3], [4] рассмотрим особенности воздействия на комплексы и сорные частицы применительно к описываемой схеме, то есть при обработке холстика волокон в давильных вальцах.

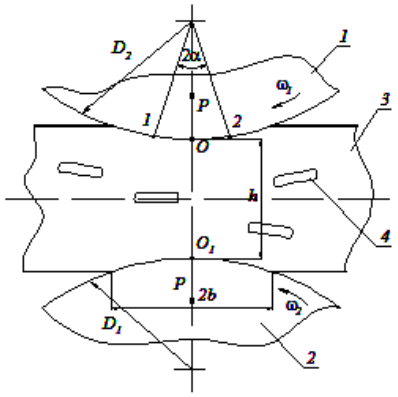


Рис. 1

На рис. 1 представлена схема взаимодействия вальцов с холстиком волокна, содержащим сорные частицы или комплексы: 1 – верхний и нижний валки; 3 – слой волокна; 4 – сорная частица. На рис. 1 показано: вальцы диаметрами D_1 и D_2 вращаются навстречу друг другу с угловыми скоростями ω_1 и ω_2, а между ними пропускается слой волокнистого материала, который содержит сорные частицы и сжимается силой P.

Выделим участок в зоне контакта верхнего вальца с волокном (1, 2) и будем считать его условно прямолинейным. Условно также заменим действие верхнего вальца на слой волокна сосредоточенными силами P и T, приложенными к границе слоя (рис. 2).

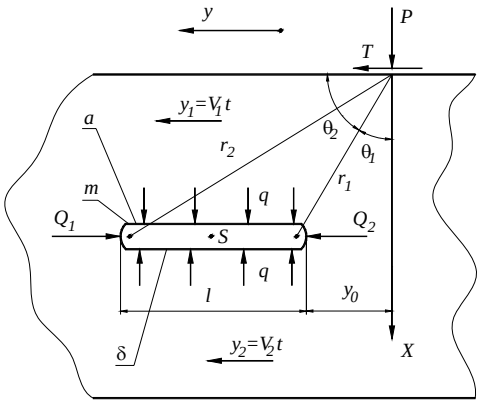


Рис. 2

При этом распределение нагрузки по оси oz (перпендикулярно чертежу) будем считать равномерным и постоянным, и рассуждения будем проводить для слоя шириной, равняющейся единице длины.

Предположим также, что материал между вальцами сжимается таким образом, что масса волокна может считаться однородным упругим телом.

На расчетной схеме (рис. 2) показана произвольно взятая частица в волокнистой массе. Частица массой "m" будет испытывать со стороны верхнего и нижнего слоев давление q на площади F, кроме того, со стороны волокнистой массы вдоль оси оу и в противоположном направлении будут действовать силы Q_1 и Q_2. Если силу Q_2 со стороны слоя волокон считать движущей, то силу Q_1 – силой сопротивления со стороны волокнистых связей. При смещении верхнего слоя между поверхностью "а" и "б" возникают силы трения. Полагаем, что коэффициент трения по оси оу – μ_1, а в обратном направлении – μ_2. При этом считаем $\mu_1 > \mu_2$, что может быть вызвано природными свойствами частицы сора.

Уравнения равновесия сил в проекциях на ось оу можно записать так:

$$\bar{Q}_1 + \bar{Q}_2 + \bar{T}_1 + \bar{T}_2 + m\bar{\ddot{y}}_S = 0, \quad (1)$$

где m – масса частицы; $\ddot{y}_S$ – ускорение сорной частицы; T_1 и T_2 – максимальные силы трения, действующие на поверхности "а" и "б" частицы.

Силы T_1 и T_2 могут иметь свои конкретные законы изменения и меняться как по величине, так и по направлению. Максимальные значения могут быть определены по следующей формуле:

$$T_{1,2} = \mu_{1,2}\int_F qdF = \mu_{1,2}N, \quad (2)$$

где N – суммарное давление на поверхность частицы.

Соотношение сил, действующих на частицу, во многом определяет условия ее перемещения. Нас интересуют условия, при которых сила давления волокнистой среды со стороны вальцов превзойдет силы сопротивления волокнистых связей. Это обеспечит разрыв или ослабление последних.

Реализация такого случая может быть осуществлена при соотношении сил, действующих на сорную частицу, показанных на рис. 3.

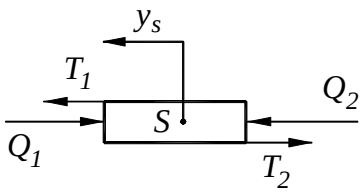


Рис. 3

Уравнение равновесия сил при этом будет:

$$Q_2 - Q_1 + T_1 - T_2 + m\ddot{y}_S = 0, \quad (3)$$

или

$$m\ddot{y}_S = (Q_2 - Q_1) + (\mu_1 - \mu_2)N. \quad (4)$$

Проинтегрируем дважды (4) при начальных условиях (при t=0: $y_S=0$ и $\dot{y}_S = 0$, то есть подразумеваем, что начальное смещение частицы относительно слоя и относительная скорость равны нулю). Тогда скорость частицы определится как

$$\dot{y}_S = \frac{(Q_2 - Q_1) + (\mu_1 - \mu_2)N}{m}t, \quad (5)$$

а перемещение будет равно:

$$y_S = \frac{(Q_2 - Q_1) + (\mu_1 - \mu_2)N}{2m}t^2, \quad (6)$$

Очевидно, что перемещение частицы относительно нижнего слоя влево будет при условии

$$Q_2 + \mu_1 N \geq Q_1 + \mu_2 N. \quad (7)$$

Отсюда

$$Q_2 = Q_1 + (\mu_2 - \mu_1)N. \quad (8)$$

Если знать напряжение в слое [2], то силу Q_2 можно определить следующим образом:

$$Q_2 = \sigma_y S, \qquad (9)$$

где σ_y – напряжение в волокнистом слое в окрестностях торца сорной частицы в направлении оси oy; S – площадь торцевой поверхности частицы.

Учитывая (9), определим требуемые напряжения в волокне со стороны валков:

$$\sigma_y = \frac{Q_1 + (\mu_2 - \mu_1)N}{S}. \qquad (10)$$

Выражение при σ_y от действия нормальной составляющей силы согласно [2], [5] будет:

$$\sigma_y = -\frac{2P}{\pi}\frac{\sin^2\theta_1 \cos\theta_1}{r_1}, \qquad (11)$$

а от силы T:

$$\sigma_y = -\frac{2T}{\pi}\frac{\cos^3\theta_2}{r_1}. \qquad (12)$$

Анализируя (11) и (12), можно отметить, что чем ближе частица находится к сечению по оси ox, тем меньше составляющая напряжения σ_y, выталкивающего частицу. Это говорит о том, что эффект нарушения связей частицы с другими слоями может происходить после прохождения частицей плоскости, соединяющей центры вальцов. В рассматриваемом сечении наибольшего значения достигает напряжение σ_x (вдоль оси x), так

$$\sigma_x = -\frac{2P}{\pi}\frac{\cos^3\theta_1}{r}. \qquad (13)$$

Эти напряжения также необходимо знать, так как под их действием будет происходить дробление комплексов, что весьма важно в процессе очистки и котонизации льняного волокна. Напряжение в слое сжимаемого волокна наибольшего значения достигает вблизи зоны контакта с вальцами. По мере удаления сечения по глубине слоя эти напряжения уменьшаются. Согласно приведенным выше аналитическим выражениям, следует отметить, что напряжение в точке приложения нагрузки теоретически велико. В действительности нагрузка распределяется по малой площадке и происходит пластическое течение [5], поэтому приведенные выражения надо применять при изучении напряжения в окрестности приложения сосредоточенной силы.

Так как силы P и T со стороны верхнего валка действуют одновременно, то можно записать выражение для определения напряжения σ_y:

$$\sigma_y = -\left(\frac{2P}{\pi}\frac{\sin^2\theta_1 \cos\theta_1}{r_1} + \frac{2T}{\pi}\frac{\cos^3\theta_2}{r_1}\right). \qquad (14)$$

В (14) силу T можно выразить следующим образом:

$$T = \mu^* P, \qquad (15)$$

где μ* – коэффициент трения вальца о волокнистый материал.

Величину Q_1 для выражения (8) следует определять специальным экспериментом или расчетом. Для создания необходимого напряженного состояния вальцы должны сжимать волокно силой (на единице длины вальца по оси oz):

$$P = -\frac{\pi r_1 \sigma_y}{2(\sin^2\theta_1 \cos\theta_1 + \mu^* \cos^3\theta_2)}, \qquad (16)$$

а полная сила прижатия вальца будет:

$$P_\Sigma = LP, \qquad (17)$$

где L – длина вальца.

Из анализа приведенных выше выражений следует также, что с увеличением расстояния от точки приложения силы напряжения существенно уменьшаются. Из теории упругости [5] известно, что точка с

максимальным касательным напряжением при контакте двух соприкасающихся тел (без учета трения между ними) лежит на глубине X=0,78b, и его величина при отсутствии трения достигает $0,3q_0$ (где q_0 – максимальное давление в зоне контакта). Это говорит о том, что толщина обрабатываемого слоя h не должна превышать, на наш взгляд, половины пятна контакта валков с обрабатываемым материалом. Величина же b зависит от диаметра валков и от упругих свойств обрабатываемого слоя.

В Ы В О Д Ы

1. Рассмотрение взаимодействия частицы с волокнистой средой при обработке в вальцах позволило определить основные условия возможного ослабления связей частицы с волокном.

2. Разработаны рекомендации по особенности выбора параметров вальцов (усилия зажатия волокна, толщины обрабатываемого материала и др.)

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Способ очистки волокна. Патент на изобретение № 2347863 Ru (Авторы: Корабельников А.Р. и др.). Опубликовано: 27.09.2009, Бюл. №6.

2. *Вихарев С.Н., Корабельников А.Р., Корабельников Р.В.* //Вестник КГТУ. – 2007, №15. С.24…26.

3. *Корабельников Р.В., Корабельников А.Р., Лебедев Д.А.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, № 2.

4. *Корабельников Р.В., Корабельников А.Р., Лебедев Д.А.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, № 3.

5. *Безухов Н.И., Лужин О.В.* Приложение методов теории упругости и пластичности к решению инженерных задач. – М.: Высшая школа, 1974.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин и проектирования текстильных машин. Поступила 20.05.10.

УДК 677.052.71

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ВЫРЕЗАНИЯ ОБРАЗЦА КРУЧЕНЫХ НИТЕЙ И ИЗМЕРЕНИЯ ИХ ПАРАМЕТРОВ

А.А.СТОЛЯРОВ

(Ивановская государственная текстильная академия)
E-mail: stolyarovanatoly@yandex.ru

В статье представлено устройство для вырезания образца текстильных нитей и измерения их параметров, позволяющее быстро, без значительных материальных затрат, непосредственно в зоне технологического оборудования, получить точные параметры вырабатываемого продукта.

The device for chiselling of the textile threads sample and measurement of their parametres is presented in the article, it allows to receive exact parametres of a manufactured product quickly, without considerable material inputs, directly in a manufacturing equipment zone.

Ключевые слова: качество пряжи, крутка пряжи, измерение параметров пряжи, вырезание образца пряжи.

Одним из основных технологических параметров, характеризующих продукт прядильного производства, является его крутка. Крутка пряжи определяет ее структуру и качество, в большой степени влияет на обрывность, а значит и на производительность оборудования [1]. Поэтому в ходе исследования работы крутильно-мотального устройства кольцевой прядильной машины возникла необходимость определения крутки пряжи в баллоне. Анализ известных лабораторных методов исследования крутки пряжи показал, что одни из них не обеспечивают достаточной точности измерения и не позволяют быстро оценить параметры вырабатываемого продукта, поскольку применяемые устройства для отбора образца пряжи не обеспечивают сохранения структуры и свойств пряжи, из которой он взят. А те методы определения крутки, которые позволяют получить точные результаты измерения, сложны и требуют использования специального, весьма дорогого, оборудования и приборов.

В процессе экспериментальных исследований нами использован простой метод определения крутки пряжи в баллоне кольцевой прядильной машины, который не требует сложного оборудования и вместе с тем позволяет получить достаточно точные результаты измерения. Сущность этого метода заключается в том, что во время выработки пряжи на кольцевой прядильной машине при помощи специального механического [2] или оптико-

механического устройства [3] для отбора образца крученых нитей и определения их параметров (рис.1 и 2), разработанного на кафедре технологии текстильных изделий ИГТА, производится отбор и исследование образца пряжи непосредственно в зоне технологического оборудования, а не в лабораторных условиях.

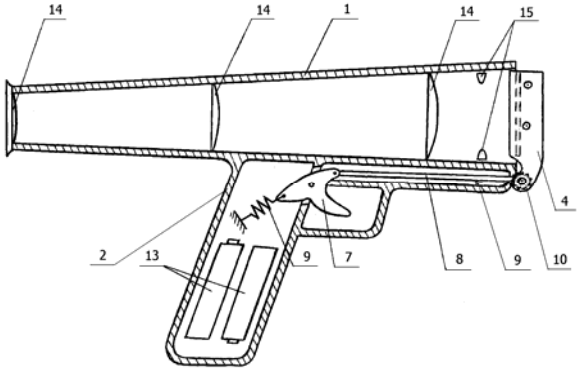


Рис.1

Устройство для вырезания образца крученых нитей и измерения их параметров содержит: корпус 1 с рукояткой 2, к корпусу 1 крепится механизм 3 привода ножей. К внутренним сторонам ножей 4 прикреплены металлические пластины 5. Ножи 4 входят в шлицы торца корпуса 1 под действием пружин 6.

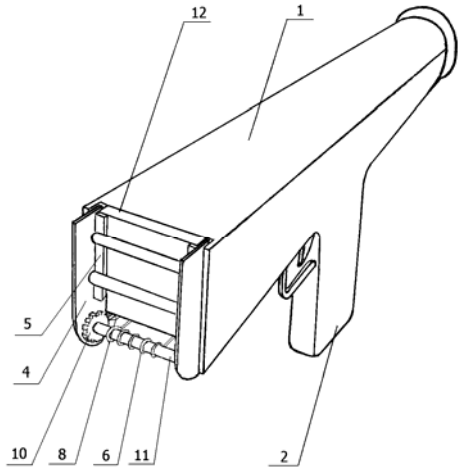


Рис. 2

Механизм 3 привода ножей (рис. 3) состоит из крючка 7, тяги 8, пружин 9 и фиксатора ножей 10, выполненного в виде храповика и установленного на вал крепления ножей 11. В торце корпуса 1 установлена прозрачная пластина 12. В рукоятке 2 установлены элементы электропитания 13. В полости корпуса 1 расположена система линз 14 и светодиоды 15.

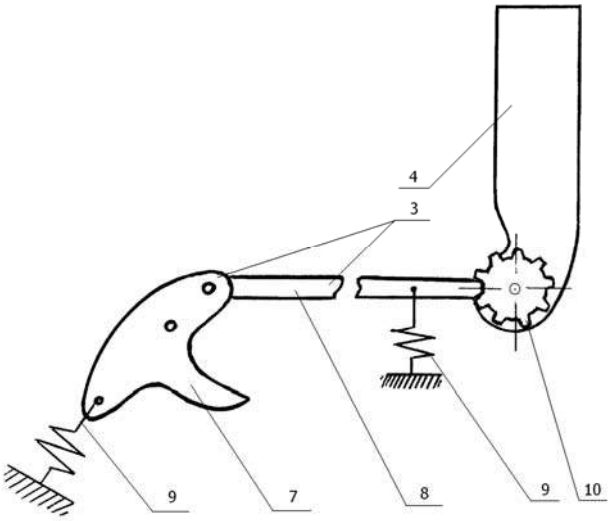


Рис. 3

Устройство для вырезания образца крученых нитей и измерения их параметров работает следующим образом: с целью вырезания образца пряжи с участка баллонирования нити механизм привода ножей 3 при нажатом крючке 7 устанавливается в рабочее положение. При опускании крючка 7 тяга 8 входит в зацепление с фиксатором ножей 10 и механизм привода ножей 3 удерживается в рабочем состоянии. При помощи рукоятки 2 устройство подводится к участку баллонирования пряжи или другого крученого материала. Нажатием на крючок 7 тяга 8 выводится из зацепления с фиксатором ножей 10 и под действием пружины 6 происходит срабатывание механизма привода ножей 3. Ножи 4 врезаются в баллонирующую нить, входят в шлицы торца основания 1, прижимая металлическими пластинами взятый образец крученой нити к прозрачной пластине 12. Одновременно включаются светодиоды 15, освещая вырезанный образец. Используя систему линз 14, определяются параметры крутки нити.

Устройство позволяет вырезать образец крученого материала, зафиксировать его концы с целью недопущения раскручивания, а затем при помощи оптической и

электронной систем, вмонтированных в корпус прибора, исследовать образец и подсчитать число кручений в пересчете на метр пряжи.

Сравнение результатов экспериментальных исследований по определению величины крутки пряжи в баллоне, проведенные при помощи лабораторного оборудования, а также с использованием разработанного устройства для вырезания образца крученого текстильного материала и измерения его параметров, доказали преимущества последнего. Это связано прежде всего с тем, что оно дает возможность быстро, без значительных материальных затрат, непосредственно в зоне технологического оборудования, получить точные параметры крутки вырабатываемого продукта. На разработанное устройство получено положительное решение Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам [3].

ВЫВОДЫ

Разработано устройство для вырезания образца крученых нитей и измерения их параметров, позволяющее быстро, без значительных материальных затрат, непосредственно в зоне технологического оборудования, получить точные параметры крутки вырабатываемого продукта.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Павлов Н.Т.* Прядение хлопка. – М.: Легкая промышленность, 1951.

2. Патент 47371 РФ, МПК ^{7} D 01 H 13/26. Приспособление для вырезания образца крученых текстильных материалов и нитей / А.А.Столяров, Ю.Б.Бархоткин (РФ). - №2005108000/22, заявл. 21.03.2005; опубл.27.08.2005, Бюл.№ 24.- 3с.: ил.)

3. Положительное решение Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам (РОСПАТЕНТ) о выдаче патента на изобретение по заявке № 2009116335/12(022416) от 28.04.2009

Рекомендована кафедрой технологии текстильных изделий. Поступила 05.06.10.

УДК 677.024

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ НИТЕЙ РУСАР ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ТКАНЕЙ

Н.В. ЕГОРОВ, В.П. ЩЕРБАКОВ

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н.Косыгина)
E-mail: nsd@msta.ac.ru

В статье определены параметры параарамидных нитей различной линейной плотности на долговечность, и рассчитаны коэффициенты их повреждаемости на основе критерия длительной прочности В. Москвитина. Доказана возможность переработки исследуемых нитей на ткацком станке.

The parametres of paraaramide threads of a various linear density for durability are defined in the article, as well as the coefficients of their damageability on the basis of the long durability criterion of V. Moskvitin are counted herein. Possibility of reprocessing of the probed threads on a loom is proved.

Ключевые слова: свойства нитей, Русар, повреждаемость, технические ткани, прочность, линейная плотность, основа.

Проблема переработки нитей Русар в ткани всегда стояла достаточно остро. Дорогая цена на нить сдерживала проведение масштабных научных исследований.

В настоящее время отечественное оборудование не позволяет вырабатывать весь необходимый ассортимент тканей, пользующийся спросом у населения. Прогнозирование поведения нитей на ткацком станке является актуальной задачей. В работе для этих целей использован критерий длительной прочности В. Москвитина.

Его использование возможно при условии знания нестандартных свойств нитей.

В данной статье приведены результаты исследования свойств нитей Русар как по стандартным методикам, так и свойств нитей, необходимых для прогнозирования их поведения на ткацком станке.

В табл. 1 представлены свойства нитей Русар, определенные по стандартным методикам.

Образец нити 1 – нить линейной плотности 29,4 текс, количество элементарных нитей 200 (ТУ 2272-036-51605609–2003).

Образец 2 – нить линейной плотности 29,4 текс для огнестойкой технической ткани, количество элементарных нитей 200, термообработанная (ТУ2272-037-51605609–2003).

Образец 3 – нить линейной плотности 29,4 текс, крутка "0" (ТУ2272-024-51605609–2001).

Образец 4 – нить линейной плотности 58,8 текс, количество элементарных нитей 300 (ТУ 2272-036-51605609–2003).

Образец 5 – нить линейной плотности 58,8 текс, термовытянутая, количество

элементарных нитей 300.

Образец 6 – нить линейной плотности 100 текс, количество элементарных нитей 600 (ТУ2272-013-51605609–2007).

Образец 7 – нить линейной плотности 14,3 текс, количество элементарных нитей 60 (ТУ2272-003-51605609–2005).

Таблица 1

Наименование показателя	Номер образца нити						
	1	2	3	4	5	6	7
Разрывная нагрузка, Н	75,12	64,21	56,23	149,91	139,82	212,34	34,45
Коэффициент вариации по разывной нагрузке,%	7,43	10,21	7,12	7,23	8,56	9,76	10,53
Разрывное удлинение, %	2,77	2,43	2,71	3,03	2,96	2,66	2,64
Модуль упругости нити, ГПа	14200	14100	14000	14500	14400	14700	14000
Число кручений на 1 метр нити, кр/м	110	100	0	55	50	50	100
Массовая доля замасливателя	094	0,83	1,11	0,91	1,10	1,08	0,97
Фактическая влажность,%	5	5	5	5	5	5	5

Указанные выше свойства характеризуют качество нитей, но не дают ответа на вопрос о том, как они будут вести себя при переработке их на ткацком станке.

Существуют различные подходы к решению проблемы прочности, что привело к значительному различию методов феменологического изучения и описания основных закономерностей разрушения и даже к различию в выборе основных параметров, характеризующих прочностные свойства твердых тел.

В этом случае используются критерии длительной прочности, которые позволяют оценить напряженно-деформированное состояние нитей на ткацком станке. Все существующие критерии длительной прочности учитывают тот факт, что задолго до окончания разрушения тела в нем начинают накапливаться микроповреждения. Это доказано многочисленными исследованиями и не требует особых доказательств. Известно также, что при скоростном нагружении кратковременное нарушение статических критериев прочности не обязательно приводит к разрушению, что можно объяснить довольно просто: время действия импульса нагрузки может быть недостаточным для накопления критического количества микроповреждений. Все это очень хорошо объясняется теориями длительной прочности или накопления повреждений, которые служат основой для предсказания времени надежности работы конструкции.

Основной характеристикой, используемой в теориях накопления повреждений, является время их разрушения.

В нашей работе использован критерий В. Москвитина.

Коэффициент повреждаемости нити основы можно рассчитать по следующей формуле:

$$\eta = (m+1)\int_0^t (t-\tau)^m \frac{dt}{t^{1+m}[\sigma(\tau)]}.$$

В работе использован степенной закон, связывающий напряжение нити и время разрушения:

$$t = B\sigma^{-b}.$$

Здесь степенную зависимость следует интерпретировать не как физическую закономерность, а лишь как удобную для расчетов аппроксимацию. При использовании критерия Москвитина приходится формулировать условия разрушения в

терминах и понятиях сплошной среды, не показывая природы разрушения. В этом случае подход к решению задачи является чисто механическим. Физический смысл величин B и b неясен, они просто являются эмпирическими коэффициентами.

С учетом степенной зависимости критерий Москвитина принимает следующий вид:

$$\eta = \frac{1+m}{B^{1+m}} \int_0^t (t-\tau)\sigma^{(1+m)b}(\tau)d\tau .$$

Коэффициент повреждаемости может быть рассчитан так:

– при постоянном напряжении

$$\eta = \frac{t^{m+1}\sigma^{(1+m)b}}{B^{1+m}} .$$

Параметры m, B и b можно определить из опытов на разрушение, на длительную прочность.

В табл. 2 представлены данные на испытания на длительную прочность.

Таблица 2

Номер образца	P_1, Н	P_2, Н	P_3, Н	t_1, с	t_2, с	t_3, с
1	120	100	80	65,5	125,7	278,7
2	70	60	50	7,44	13,50	27,45
3	50	40	30	4,70	11,88	39,30
4	150	170	200	711,51	467,83	271,41
5	150	120	100	15,24	30,64	60,32
6	200	150	120	9,09	22,24	68,02
7	20	15	10	4,47	17,53	120,28

Результаты расчета параметров представлены в табл. 3. Здесь же даны результаты расчета повреждаемости нитей основы на ткацком станке при нахождении нити под нагрузкой в течение 600 с.

Таблица 3

Номер образца	Наименование параметра				
	m	b	B	натяжение при прибое, Н	повреждаемость основы на ткацком станке
1	-0,93	3,57	$7,53\cdot10^{13}$	15	0,463
2	-0,93	3,88	$7,12\cdot10^{12}$	12,8	0,571
3	-0,93	4,16	$5,34\cdot10^{12}$	11,2	0,604
4	-0,93	3,35	$4,37\cdot10^{13}$	30	0,451
5	-0,93	3,76	$8,37\cdot10^{12}$	280	0,560
6	-0,93	3,94	$6,13\cdot10^{12}$	42,5	0,583
7	-0,93	4,75	$4,24\cdot10^{13}$	0,69	0,659

Результаты расчетов показывают, что исследуемые нити в процессе изготовления тканей возможно переработать на ткацком станке.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 05.06.10.

УДК 677.024

РАСЧЕТ ОБРЫВНОСТИ НИТЕЙ ОСНОВЫ И УТКА НА ТКАЦКОМ СТАНКЕ

Н.А.ИНОЗЕМЦЕВА, С.Д.НИКОЛАЕВ

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н.Косыгина)
E-mail: nsd@msta.ac.ru

Предложен метод расчета обрывности основы и утка на ткацком станке по заданным свойствам: по заданным выносливости нитей к многократному растяжению и стойкости нитей к истиранию – для основы, по полуцикловым характеристикам – для утка. Для исследуемых свойств определены законы распределения вероятностей.

The method of calculation of warp and weft breakages on a loom with the set properties is offered: with the inputs of the threads hardiness to the repeated stretching and threads firmness to abrasion – for a warp, under semicyclic characteristics – for a weft. For the probed properties the laws of distribution of probabilities are defined.

Ключевые слова: обрывность, основа, уток, разрывная нагрузка, разрывное удлинение, устойчивость к истиранию, выносливость к многократному растяжению, распределение вероятностей, нормальный закон.

Обрывность нитей в ткачестве может служить одним из важных показателей уровня технологии и организации производства. Большая обрывность основных и уточных нитей ухудшает качество продукции и снижает производительность труда.

Знание закона распределения обрывности необходимо для разработки рациональной методики ее контроля, основанной на положениях теории вероятностей и математической статистики.

Для разработки научно обоснованного метода контроля за обрывностью необходимо выбрать оптимальный закон распределения обрывности, который позволит определить границы между случайными и систематическими отклонениями. Это поможет перейти от пассивной констатации обрывности к активному управлению технологическим процессом.

Было проведено исследование законов распределения вероятностей обрывов нитей на ткацком станке и основных свойств нитей.

Установлено, что обрывность основных и уточных нитей подчиняется нормальному закону распределения при наблюдении за ней более 4 часов.

Среднее значение обрывности основных нитей равно:

$$m = 0{,}175 \text{ обр/м ткани.}$$

Среднее квадратическое отклонение:

$$\sigma = 0{,}027 \text{ обр/м ткани.}$$

Коэффициент К равен:

$$K = 100/1.3511 = 74{,}014.$$

Среднее значение обрывности уточных нитей:

$$m = 0{,}0925 \text{ обр/м ткани.}$$

Среднее квадратическое отклонение:

$$\sigma = 0{,}016 \text{ обр/м ткани.}$$

Проверим соответствие эмпирического распределения разрывной нагрузки (табл. 1) и разрывного удлинения (табл. 2) уточных нитей нормальному закону с использованием критерия Пирсона. Результаты расчетов приведены в табл. 1 и 2 соответственно. Полуцикловые характеристики определены при скоростях деформирования, соизмеримых со скоростью прокладывания утка на ткацком станке (около 1000 мм/мин).

Таблица 1

Границы классов величин U_i	Число случаев ω_i	Условное отклонение z	$\omega_i z$	$\omega_i z^2$	m_i	$\frac{m_i - m}{\sigma}$	Y	ω	$\frac{\omega_i - \omega}{\omega}$
860-899	0	+6	0	0	580	4,15	0	0,01	
820-859	0	+5	0	0	540	3,46	0,0010	0,07	
780-719	0	+4	0	0	500	2,77	0,0086	0,59	0,36
740-779	5 (5)	+3	15	45	460	2,08	0,0459	3,16 (3,82)	
700-739	9	+2	18	36	420	1,39	0,1518	10,47	0,21
660-699	21	+1	21	21	380	0,70	0,3123	21,55	0,01
620-659	30	0	0	0	340	0,01	0,3989	27,53	0,22
580-619	19	-1	-19	19	300	0,68	0,3166	21,85	0,37
540-579	11	-2	-22	44	260	1,37	0,1561	10,77	0
500-539	5	-3	-15	45	220	2,06	0,0694	3,30	
460-499	0	-4	0	0	180	2,75	0,0047	0,62	0,25
420-459	0 (5)	-5	0	0	140	3,44	0,0091	0,08 (4)	
380-419	0	-6	0	0	100	4,13	0,0011	0	
$\sum$	100		-2	210			1,4492	100	1,43

Таблица 2

Границы классов величин U_i	Число случаев ω_i	Условное отклонение z	$\omega_i z$	$\omega_i z^2$	m_i	$\frac{m_i - m}{\sigma}$	Y	ω	$\frac{\omega_i - \omega}{\omega}$
9,5-10,19	0	+6	0	0	9,85	4,36	0	0	
8,80-9,49	0	+5	0	0	9,15	3,63	0,0005	0,04	
8,10-8,79	0	+4	0	0	8,45	2,90	0,0060	0,43	2,37
7,40-8,09	6 (6)	+3	18	54	7,75	2,17	0,0379	2,76 (3,23)	
6,70-7,39	8	+2	16	32	7,05	1,44	0,1415	10,29	0,51
6,00-6,69	17	+1	17	17	6,35	0,72	0,3101	22,55	1,37
5,30-5,99	35	0	0	0	5,65	0,01	0,3989	29,00	1,24
4,60-5,29	22	-1	-22	22	4,95	0,74	0,3034	22,06	0
3,90-4,59	9	-2	-18	36	4,25	1,47	0,1354	9,85	0,07
3,20-3,89	3	-3	-9	27	3,55	2,20	0,0355	2,58	
2,50-3,19	0	-4	0	0	2,85	2,93	0,0055	0,40	0
1,80-2,49	0	-5	0	0	2,15	3,66	0,0005	0,04	
1,10-1,79	0 (3)	-6	0	0	1,45	4,39	0	0 (3,02)	
$\sum$	100		2	188			1,3752	100	5,57

Среднее значение разрывной нагрузки уточных нитей равно:

$$m = 640 - 40 \cdot 2/100 = 639,2.$$

Среднее квадратическое отклонение:

$$\sigma = 40\,[210/100 + (2/100)^2]^{0,5} = 57,96.$$

Так как табличный критерий Пирсона равен 9,5, то гипотеза о соответствии нормальному закону распределения обрывности, разрывных нагрузок и удлинений основных и уточных нитей не опровергается. Также не опровергается гипотеза о соответствии логарифмически нормальному распределению выносливости нитей к

многократному растяжению и стойкости нитей к истиранию.

Известно, что на обрывность нитей на ткацком станке влияют показатели физико-механических свойств нитей. Часто на практике худшие полуцикловые показатели, а они указаны в ГОСТах и в ТУ, обеспечивают меньшую обрывность в ткачестве.

Среднее значение разрывного удлинения уточных нитей равно:

$$m = 5,65 + 0,70 \cdot 2/100 = 5,66.$$

Среднее квадратическое отклонение:

$$\sigma = 0,70\ [188/100 + (2/100)^2]^{0,5} = 0,96.$$

Проверим соответствие эмпирического распределения выносливости к многократному растяжению (табл. 3) и стойкости к истиранию основных нитей (табл. 4) логарифмически нормальному закону с использованием критерия Пирсона. Результаты расчетов приведены в табл. 3 и 4 соответственно.

Таблица 3

Границы классов величин U_i	Число случаев ω_i	Условное отклонение z	$\omega_i z$	$\omega_i z^2$	m_i	$\frac{m_i - m}{\sigma}$	Y	ω	$\frac{\omega_i - \omega}{\omega}$
5,70-5,89	0	+6	0	0	5,8	4,03	0	0	
5,50-5,69	0	+5	0	0	5,6	3,35	0,0015	0,11	
5,30-5,49	1	+4	4	0	5,4	2,67	0,0113	0,77	0,03
5,10-5,29	4 (5)	+3	12	36	5,2	1,99	0,0551	3,74 (4,62)	
4,90-5,09	11	+2	22	44	5,0	1,31	0,1699	11,32	0,01
4,70-4,89	20	+1	20	20	4,8	0,66	0,3252	22,07	0,19
4,50-4,69	31	0	0	0	4,6	0,04	0,3986	27,06	0,57
4,30-4,49	19	-1	-19	19	4,4	0,72	0,3079	20,90	0,17
4,10-4,29	10	-2	-20	40	4,2	1,40	0,1497	10,16	0
3,90-4,09	3	-3	-9	27	4,0	2,07	0,0468	3,18	
3,70-3,89	1	-4	-4	16	3,8	2,75	0,0091	0,62	0
3,50-3,69	0	-5	0	0	3,6	3,43	0,0011	0,07	
3,30-3,49	0 (4)	-6	0	0	3,4	4,11	0	0 (3,87)	
$\sum$	100		6	218			1,4731	100	0,99

Таблица 4

Границы классов величин U_i	Число случаев ω_i	Условное отклонение z	$\omega_i z$	$\omega_i z^2$	m_i	$\frac{m_i - m}{\sigma}$	Y	ω	$\frac{\omega_i - \omega}{\omega}$
3,32-3,38	0	+6	0	0	3,355	3,72	0,0004	0,02	
3,25-3,31	0	+5	5	0	3,285	3,13	0,0033	0,20	
3,18-3,24	0	+4	0	0	3,215	2,48	0,0184	1,14	0,01
3,11-3,17	5 (6)	+3	15	45	3,145	1,86	0,0707	4,37 (5,73)	
3,04-3,10	12	+2	24	48	3,075	1,20	0,1849	11,43	0,03
2,97-3,03	18	+1	18	18	3,005	0,63	0,3271	20,21	0,24
2,90-2,96	28	0	0	0	2,935	0,06	0,3982	24,61	0,47
2,83-2,89	17	-1	-17	17	2,865	0,61	0,3332	20,59	0,63
2,76-2,82	14	-2	-28	56	2,795	1,23	0,1872	11,57	0,51
2,69-2,75	4	-3	-12	36	2,725	1,85	0,0721	4,46	
2,62-2,68	0	-4	-0	0	2,655	2,47	0,0189	1,17	0,13
2,55-2,61	1	-5	-5	25	2,585	3,09	0,0034	0,21	
2,48-2,54	0 (5)	-6	0	0	2,515	3,71	0,0004	0,02 (5,86)	
$\sum$	100		-1	261			1,6182	100	2,01

Расчет выполнен аналогично расчету нормального закона распределения, только вместо абсолютных значений величин подставляются значения десятичных логарифмов этих величин.

Среднее значение равно выносливости основных нитей к многократному растяжению:

$$m = 4{,}60 + 0{,}20 \cdot 6/100 = 4{,}61.$$

Среднее квадратическое отклонение:

$$\sigma = 0{,}2\,[218/100 + (6/100)^2]^{0{,}5} = 0{,}295.$$

Среднее значение стойкости основных нитей к истиранию равно:

$$m = 2{,}935 - 0{,}07/100 = 2{,}934.$$

Среднее квадратическое отклонение σ:

$$\sigma = 0{,}07\,[261/100 + (1/100)^2]^{0{,}5} = 0{,}113.$$

При обработке результатов эксперимента учитывают соотношение между интегральной функцией нормального распределения F(x) и функцией нормированного центрального нормального распределения F_o:

$$F(x) = F_o\,\frac{x - \overline{x}}{\sigma_x},$$

где x – фактическое значение параметра на ткацком станке для нормального распределения или его логарифм для логарифмически нормального распределения; σ_x – среднее квадратическое отклонение параметра для нормального распределения или среднее квадратическое отклонение логарифмов параметра для логарифмически нормального распределения.

Значения F_x можно взять из табл. 5.

Таблица 5

$x - \overline{x}$	F_x	$x - \overline{x}$	F_x	$x - \overline{x}$	F_x
3,5	$0{,}9^3767$	3,9	$0{,}9^4519$	7,0	$0{,}9^{12}\cdot850$
3,6	$0{,}9^3841$	4,0	$0{,}9^4683$	8,0	$0{,}9^{15}\cdot950$
3,7	$0{,}9^3892$	5,0	$0{,}9^6713$	9,0	$0{,}9^{18}\cdot900$
3,8	$0{,}9^3276$	6,0	$0{,}9^8900$	10,0	$0{,}9^{23}\cdot460$

Рассмотрим возможность прогнозирования обрывности основных нитей по выносливости нитей на многократное растяжение и стойкость к истиранию. Ранее было сказано о том, что эти характеристики подчиняются логарифмически нормальному закону распределения и поэтому все расчеты по формулам теории надежности необходимо вести не по абсолютным величинам, а по их логарифмам.

Количество циклов многократного растяжения на ткацком станке:

$$N = 1500 \cdot 1{,}80/(1+0{,}06) = 2862;\ \lg N = 3{,}457,$$

где уработка основы равна 6%; плотность ткани по утку – 180 нит/дм; длина основы, подвергающаяся растяжению на станке – 1,5 м; количество нитей основы в заправке – 3520;

$$(x\text{-}N)/\sigma_x = (3{,}457 - 4{,}610)/0{,}295 = -3{,}908.$$

По табл. 5 находим:

$$F(x) = 0{,}9999530;\ 1 - F(x) = 0{,}0000470;$$

$$F(r_1) = 0{,}0000470 \cdot 3520 = 0{,}165,$$
$$r_1 = 0{,}165/1{,}5 = 0{,}11 \text{ обр/м}.$$

Итак, расчет обрывности основы по многоцикловым нагрузкам на растяжение дает значения, соизмеримые с действительной обрывностью нитей на ткацком станке.

Рассмотрим расчет обрывности основы по показателю – стойкости ткани к истиранию.

В качестве примера рассчитаем обрывность для ткани арт.142.

Количество циклов многократного истирания на ткацком станке:

$$N=150\cdot1,80/(1+0,06) = 286,2;$$
$$\lg N = -2,456,$$

где уработка основы равна 6%; плотность ткани по утку – 180 нит/дм; длина основы, подвергаемая истиранию на станке, – 15 см; количество нитей основы в заправке – 3520;

$$(x-N)/\sigma_x = (2,456 – 2,934)/0,113=-4,23.$$

Далее найдем $F(x) = 0,99997$; $1 - F(x) = 0,00003$; $F(r_2) = 0,00003\cdot3520=0105$; $r_2 = 0,105/1,5=0,07$ обр/м.

Расчеты обрывности основных нитей по их стойкости к истиранию дают значения, соизмеримые с действительной обрывностью основных нитей на ткацких станках.

Обрывность уточных нитей вызывается несколько другими условиям работы нитей на ткацком станке. Видимо, обрывность утка зависит прежде всего от прочностных показателей нитей, определенных при большой скорости нагружения, соизмеримой со скоростью прокладывания нитей утка.

Проведем расчет обрывности утка по разрывной нагрузке. В качестве примера приведем результаты расчета для ткани арт.142:

$$(x-F)/\sigma_x = (180-639/2)/57,96=-7,92.$$

Найдем $1-F(x) = 10^{-15}$:

$$F(r_1)= 10^{-15}\cdot1800 \text{ нитей} = 1,8\cdot10^{-12}\text{обр/м}.$$

Проведем расчет обрывности основы по ее разрывному удлинению:

$$(\ell-x)/\sigma_x = (2,0-5,66)/0,96=-3,81.$$

Определим $1-F(x) = 0,0005$:

$$F(r_2)=0,00005\cdot1800 \text{ нитей} = 0,09 \text{ обр./м}.$$

Анализ данных, приведенных в таблицах, свидетельствует о том, что знание разрывной нагрузки и разрывного удлинения уточных нитей позволяет определять обрывность утка, прогнозировать ее величину.

В Ы В О Д Ы

1. Установлено, что обрывность основных и уточных нитей, разрывные нагрузка и удлинение подчиняются нормальному закону распределения вероятностей, а выносливость нитей к многократным нагрузкам и стойкость нитей к истиранию – логарифмически нормальному.

2. Знание выносливости нитей к многократным нагрузкам и стойкости нитей к истиранию позволяет прогнозировать обрывность основных нитей, а полуцикловые характеристики, определенные при максимально-возможных скоростях, позволяют прогнозировать обрывность уточных нитей.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 05.06.10.

УДК 677.494.674.027.622

МОДИФИКАЦИЯ ПОЛИЭФИРНОГО ВОЛОКНА В ПРОЦЕССЕ КРАШЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЛЕКСООБРАЗУЮЩИХ СОЕДИНЕНИЙ

Н.Н. ПОЧЕХОВСКАЯ, А.Е. ТРЕТЬЯКОВА, В.В. САФОНОВ

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)
E-mail: office@msta.ac.ru

Установлено, что использование катионов d-металлов в процессах крашения ткани из полиэфирного волокна позволяет повысить ее накрашиваемость. Наилучших показателей накрашиваемости удалось получить способом, предусматривающим предварительную обработку материала интенсификатором и раствором солей d-металлов.

It is installed that the use of d-metals cations in the processes of dyeing of the polyester fiber fabric allows to raise its dye-receptivity. It was possible to receive the best data of a dye-receptivity by the method providing pretreatment of a material by the intensificator and d-metals salts solution.

Ключевые слова: ткани из полиэфирного волокна, повышение накрашиваемости, предварительная обработка материала, интенсификатор, раствор солей d-металлов.

Полиэфирное волокно – одно из самых распространенных изо всех синтетических волокон на рынке потребителей. К важным свойствам полиэфирных волокон относят их устойчивость к кислотам и щелочам, высоким температурам, к действию микроорганизмов и многократным изгибам и трению [1].

Ткани из полиэфирного волокна окрашиваются преимущественно дисперсными красителями. Однако технология крашения этих волокон отличается от технологии крашения других гидрофобных термопластичных волокон и характеризуется рядом трудностей.

Как известно, ткани из полиэфирного волокна имеют высококристаллическую плотноупакованную надмолекулярную структуру. Они мало набухают в воде и водных средах, что затрудняет проникновение красителя в волокно и, следовательно, его окрашивание. В связи с этим дисперсные красители при крашении в обычно принятых условиях (имеются в виду температура и длительность процесса) окрашивают изделия из полиэфирных волокон только в светлые тона. Для получения средних и темных тонов необходимо создать условия, при которых краситель мог бы проникнуть в волокно более глубоко.

Такими условиями могут быть либо температура 120…130°С (создаваемая в автоклавах под давлением или в термокамерах), либо при сохранении температурных параметров на уровне, близком к 100°С с помощью введения в красильную ванну реагентов, способствующих переходу красителя на волокно, например, интенсификаторов – соединений ароматического характера [2].

По этой причине, с целью совершенствования существующей технологии крашения ткани из полиэфирного волокна дисперсными красителями, предлагаются комплексообразующие соединения, имеющие свободные атомные орбитали и позволяющие изменить диффузионную проницаемость и сорбционную активность полиэфирных волокон по отношению к дисперсным красителям.

Обработка ткани из полиэфирного волокна солями металлов приводит к частичному разрыхлению структуры полимера и, как следствие, к повышению гигроскопичности и накрашиваемости, к снижению статического электричества на поверхности волокон. Этот эффект устойчив благодаря образованию донорно-акцепторных связей между катионами металлов и атомами кислорода и азота, содержащимися в функциональных группах полиэфирного волокна [3], [4].

Авторами предложено использование катионов d-металлов IV периода периодической таблицы Д.И. Менделеева, имеющих большое количество вакантных атомных орбиталей на валентном уровне [5].

Перед крашением ткань из полиэфирного волокна обрабатывали в растворе неионогенного моющего вещества при 50°С в течение 20 мин, после чего промывали проточной водой.

Ткань из полиэфирного волокна окрашивали дисперсным синим К, порошок которого затирали с небольшим количеством теплой воды и половинным от требуемого по рецепту количеством диспергатора НФ.

Для выявления оптимальных параметров крашение ткани из полиэфирного волокна проводилось тремя способами.

1. Одновременное введение катионов d-металлов в красильную ванну с красителем и вспомогательными веществами.

2. Предварительная обработка раствором, содержащим катионы d-металлов ткани из полиэфирного волокна, с последующим крашением.

3. Предварительная обработка ткани из полиэфирного волокна раствором, содержащим катионы d-металлов и интенсификатор – салициловую кислоту, с последующим крашением.

После крашения проводилась восстановительная обработка с целью удаления красителя, переносчика и других компонентов красильной ванны, находящихся на поверхности волокна. Окрашенный материал обрабатывали в растворе, содержащем гидросульфит натрия, едкий натр (32,5 %-ный) и неионогенное вещество [6].

Оценку накрашиваемости полученных образцов проводили по спектрам отражения с помощью функции Гуревича–Кубелки-Мунка (ГКМ). Измерения спектров отражения окрашенных образцов осуществляли на спектрофотометре Minolta (Япония) с программным обеспечением ORINTEX (Италия).

Результаты накрашиваемости оценивали относительно эталона – образца, окрашенного по технологии НИИОПиК. Концентрационные зависимости изменения накрашиваемости выстраивали при помощи трендовых кривых полиномиального характера второго порядка, представляющих собой среднеквадратичное отклонение от экспериментальных точек.

На всех рисунках (рис. 1…3) кривые соответствуют разным способам крашения в следующем порядке: кривая 1 – крашение ткани из полиэфирного волокна дисперсным синим К одновременно с катионами d-металлов; кривая 2 – предварительная обработка ткани из полиэфирного волокна водным раствором катионов d-металлов с последующим крашением; кривая 3 – предварительная обработка ткани из полиэфирного волокна водным раствором интенсификатора и катионов d-металлов с последующим крашением.

На рис. 1 представлено крашение ткани из полиэфирного волокна дисперсным синим К в присутствии катионов Co^{2+} по трем вышеуказанным способам.

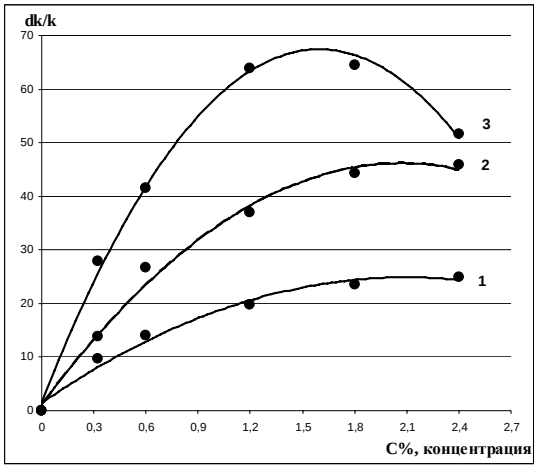


Рис. 1

Из рисунка видно, что введение катиона Co^{2+} способствует повышению накрашиваемости; при этом следует отметить, что эффективнее способ крашения, предусматривающий предварительную обработку ткани из полиэфирного волокна водным раствором интенсификатора и катионов d-металлов с последующим крашением.

На рис. 2 представлено крашение ткани из полиэфирного волокна дисперсным синим К в присутствии катионов Cu^{2+} по трем вышеуказанным технологиям.

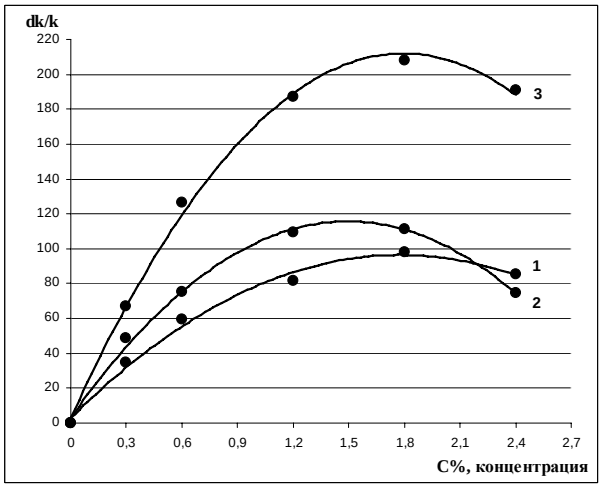


Рис. 2

Видно, что наличие ионов Cu^{2+} с повышением содержания в красильной ванне также способствует повышению накрашиваемости.

На рис. 3 представлено крашение ткани из полиэфирного волокна дисперсным синим К в присутствии катионов VO^{2+} по трем вышеуказанным технологиям.

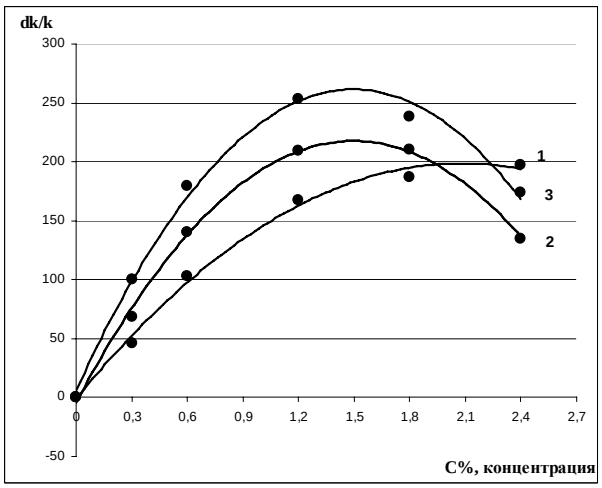


Рис. 3

Аналогичный возрастающий характер зависимостей влияния содержания ионов VO^{2+} предыдущим случаям, представленным на примере катионов Co^{2+} и Cu^{2+}.

Выдвинуто предположение, что введение небольших по своим размерам катионов d-металлов в структуру полиэфирного волокна позволяет увеличить число активных центров сорбции и, как следствие, повысить количество сорбируемого красителя. Преимущество способа предварительной обработки, по-видимому, связано с тем, что такой процесс позволяет ввести в структуру волокна большее число катионов d-металлов. Наличие интенсификатора способствует разрыхлению плотно упакованной структуры волокна и тем самым повышает сорбционные возможности полиэфирного волокна по отношению к катионам d-металлов и красителю.

При стандартном способе крашения ткани из полиэфирного волокна дисперсными красителями, содержащими ауксохромные полярные группы ($–NH_2$; –OH и $–NO_2$), краситель удерживается на волокне благодаря образованию водородных связей, полярных и неполярных сил Ван-дер-Ваальса [7]. Предполагается, что исполь-

зование катионов d-металлов в процессах крашения тканей из полиэфирного волокна дисперсными красителями может способствовать образованию более прочных координационных связей между катионами металлов и атомами кислорода и азота, содержащимися как в функциональных группах полиэфирного волокна, так и в полярных группах красителя. Таким образом, возрастает вероятность образования более прочных связей в системе краситель – металл – волокно.

ВЫВОДЫ

Использование катионов d-металлов в процессах крашения ткани из полиэфирного волокна позволяет повысить ее накрашиваемость. Наилучших показателей накрашиваемости ткани из полиэфирного волокна удалось получить способом, предусматривающим предварительную обработку материала интенсификатором и раствором солей d-металлов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Грибанов С. А., Айзенштейн Э.М. //* Химические волокна. – 1981, №3.
2. *Аврунина А.И., Зонова Е.А., Тюленев Н.В.* Технология отделки шелковых тканей. – М.: Легкая индустрия, 1972 .
3. *Павлов Н.Н., Платова Т.Е. и др.*// Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1997, № 5. С. 55.
4. *Павлов Н.Н., Баранцев В.М. и др.* // Химические волокна. – 2001, №6. С. 30…33.
5. *Ахметов Н.С.* Общая и неорганическая химия. – М.: Высшая школа, 2001.
6. *Журавлева Н.В., Куликова М.А., Трефилов В.И.* Лабораторный практикум по химической технологии волокнистых материалов. – М.: Легпромбытиздат, 1987.
7. *Кричевский Г.Е., Корчагин М.В., Сенахов А.В.* Химическая технология текстильных материалов. – М.: Легпромбытиздат. 1985.

Рекомендована кафедрой химической технологии волокнистых материалов. Поступила 15.04.10.

УДК 677.04/03

ОПТИМИЗАЦИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ПЕРОКСИДА ВОДОРОДА В ПРОЦЕССЕ БЕЛЕНИЯ ФЕРМЕНТАТИВНО ОБРАБОТАННЫХ ХЛОПЧАТОБУМАЖНЫХ ТКАНЕЙ

М.Е. БЛИНОВ, А.В. ЧЕШКОВА, Т.Н. БЕЛЯКОВА, Н.Д. КАРПЫЧЕВА

(Ивановский государственный химико - технологический университет)
E-mail: rector@isuct.ru

Установлено, что введение в ферментный состав гемицеллюлаз маннаназной и ксиланазной активности позволяет существенно интенсифицировать процесс подготовки. Оценено влияние концентрации перекиси водорода в белящем составе на технические свойства отбеленных тканей при условии статичной концентрации и состава ферментного раствора на первой стадии биохимического воздействия.

It is installed that the introduction of mannanase and xylanase activity in fermental contents of hemicellulose allows to intensify preparation process essentially. Influence of density of hydrogen peroxide in bleaching contents on technical properties of bleached cloths under condition of static density and contents of a fermental solution at the first stage of biochemical influence is estimated.

Ключевые слова: интенсификация процесса подготовки, белизна, разрывная нагрузка, капиллярность, оптимизация концентрации пероксида водорода в белящем составе.

В настоящее время потребность в повышении экономичности и экологичности процесса подготовки заставляет кардинально пересмотреть классические подходы к процессам беления. Современные технологии длительны и энергоемки, требуют больших затрат воды, особенно на процессы промывки. Решая задачу получения качественного материала, обладающего высокой капиллярностью, белизной, к сожалению, при использовании химических технологий подготовки невозможно полностью сохранить прочностные свойства тканей, что, в свою очередь, отрицательно сказывается на износоустойчивости и долговечности изделий.

Новые биохимические технологии беления, исключающие щелочную отварку особенно привлекательны для использования на линиях беления расправленным полотном, например, "Goller-220", где после первой запарной камеры предусмотрено только три промывных ванны. Следовательно, исключена возможность проведения операции кислования. Несомненно, что данные технологии можно реализовать на различном оборудовании, например, линии Бенингер-220, Вакаяма, ЛОБ-180, а также на линиях типа ЛЖО. Не менее значимо создание новых экологичных технологий для периодических режимов беления, так как на ряде предприятий используется котловое оборудование, например, на переориентированном на выпуск хлопчатобумажных тканей ОАО "Новописцовский льнокомбинат" или ОАО "Зиновьевская мануфактура". Технологии периодического действия менее производительны, но расход химических материлов при подготовке почти в 2 раза ниже, чем по непрерывным способам. Поэтому совершенствование технологий непрерывного беления и периодических способов в направлении повышения их экологичности весьма актуально и задачи оптимизации технологических параметров процесса требуют своевременного решения.

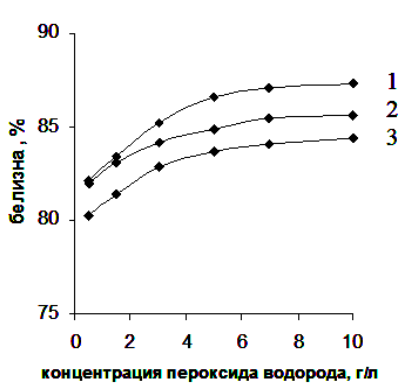
Ранее на кафедре ХТВМ разработаны технические решения, исключающие щелочную варку, в основу которых положено использование биохимических процессов. Авторами показано, что использование только амилолитических ферментов при получении требуемой белизны [1…3] при последующем белении не позволяет получить высокие капиллярные свойства тканей. С целью интенсификации процесса экстракции остаточных воскообразных веществ предложены способы, основанные на использовании композиции амилазы и пектиназы, например, 0,5 г/л аквазима со скаурзимом (1:1) фирмы "Биохим" (г. Москва) или 0,5 г/л амилазы N в сочетании с препаратом фибрезайм фирмы "Русфермент" или другие композиции с целлюлазами [2…7]. Однако максимально достигаемая капиллярность ткани, выработанной на отечественных предприятиях (после глажения), составляет не более 10…60 мм, что также уступает результатам щелочной отварки (70…80 мм). В работах РосЗИТЛП и МГУ подтверждена эффективность использования в процессах подготовки хлопчатобумажных тканей фермента целловиридина Г20Х [8], [9]. В данном случае капиллярность ткани сопоставима с результатами щелочной отварки. Но использование целлюлаз высокой активности (более 100 ед /г белка) осложнено возможностью повреждения целлюлозы волокна и, как следствие, не только тополитической эрозии волокна, но и глубокого повреждения структуры ткани, особенно при возможном останове оборудования.

Учитывая современные знания о структуре растительных целлюлозных материалов, специфику строения поверхностных структур хлопкового волокна с наличием пленки восков, аморфных межфибриллярных образований из гемицеллюлоз, предложено использовать препараты с низкой целлюлазной активностью и гемицеллюлазы сложного состава с включением тре-

буемых ферментов. В данной работе использована композиция гидролаз: амилазной, пектиназной, маннаназно-ксиланазной активности, составленная на основе промышленно выпускаемых стандартизированных препаратов (табл. 1 – каталитическая активность полиферментного препарата). Целлюлазная активность составляет не более 100 ед/г белка, что в два-три раза ниже, чем у известных ферментных композиционных препаратов, используемых и рекомендуемых для текстиля. Условия эксперимента моделировали условия обработки на линиях непрерывного действия (плюсовочно-запарной способ) и периодического действия (для котлов).

Таблица 1

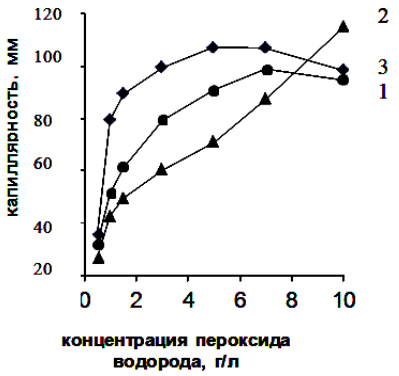
Пектинолитическая активность, ед./г белка, относ. ошибка± 5%			Гемицеллюлазная активность, ед./г белка , ±5%		Амилазная/ целлюлазная ед./г белка
пектолитическая	пектинэстеразная	полигалактуроназная	ксиланазная	маннаназа	
10	500	500	50	100	200/100



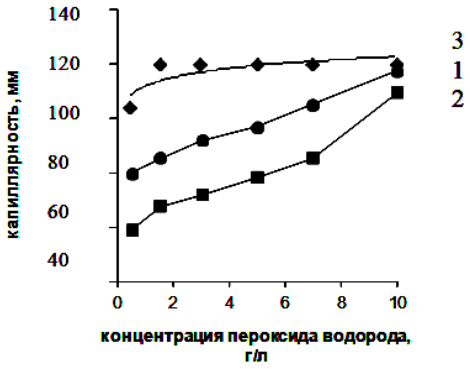
а)

б)

Рис. 1



а)

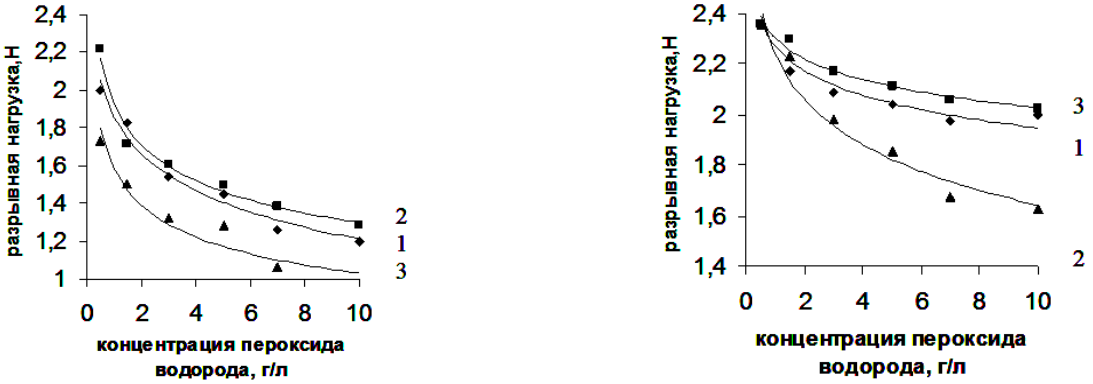


б)

Рис. 2

Первым этапом работы оценено влияние концентрации пероксида водорода в белящем составе на технические свойства отбеленных тканей при условии статичной концентрации и состава ферментного раствора на первой стадии биохимического воздействия (рис. 1 – влияние концентрации пероксида водорода в белящем составе на технические свойства ферментативно модифицированной хлопчатобумажной бязи: а – плюсовочно-запарной способ беления, б – периодический; кривая 1 – амилаза, скаурзим, гемицеллюлазно-целлюлазный комплекс, 2 – амилаза, ска-

урзим; 3 – амилаза, целлюзим; рис. 2 – влияние концентрации пероксида водорода в белящем составе на капиллярность ферментативно модифицированной хлопчатобумажной бязи: а – плюсовочно-запарной способ беления, б – периодический; кривая 1 – амилаза, скаурзим, гемицеллюлазно-целлюлазный комплекс, 2 – амилаза, скаурзим; 3 – амилаза, целлюзим). Можно видеть, что белизна тканей при повышении концентрации пероксида водорода увеличивается с 80…82 до 82…86%. Максимальный прирост этого показателя наблюдается при увеличении пероксида водорода до 4…4,5 г/л по непрерывному способу и 2 г/л по периодическому способу. Предложенная оригинальная композиция ферментов позволяет добиться значительного повышения гидрофильных свойств хлопчатобумажной ткани. Причем этот эффект проявляется в большей степени для непрерывного способа. Капиллярность после беления составляет в этом случае 140…150 мм/ч. Использование ферментного состава в периодических способах несколько уступает результатам по белизне с использованием состава пектиназа–целлюлаза (рис. 2-б, кривая 1), но капиллярность достигает 180 мм/ч. Эти результаты более чем высоки и достаточны для последующего колорирования с использованием не только пигментной печати, но и печати активными или кубовыми красителями.



а) б)

Рис. 3

Сочетание эрозийного действия целлюлазы (β-глюканазная активность 200 ед /г белка, кривая 3) на первой стадии процесса и концентрированных растворов пероксида водорода на второй негативно влияет на прочностные свойства ткани. Так, разрывная нагрузка тканей при повышении концентрации пероксида водорода с 7 до 10 г/л снижается с 208 до 165 Н, что более 10% (рис. 2) и (рис. 3 – влияние концентрации пероксида водорода в белящем составе на разрывную нагрузку ферментативно-модифицированной хлопчатобумажной бязи: а – плюсовочно-запарной способ беления; б – периодический; кривая 1 – амилаза, скаурзим, гемицеллюлазно-целлюлазный комплекс; 2 – амилаза, скаурзим; 3 – амилаза, целлюзим).

Изменение прочностных свойств ткани, обработанной составами 1 и 2, лежит в допустимых пределах.

В Ы В О Д Ы

Установлено, что введение в ферментный состав гемицеллюлаз маннаназной и ксиланазной активности позволяет существенно интенсифицировать процесс подготовки. На основе анализа наиболее значимых показателей качества подготовленных тканей (белизна, разрывная нагрузка, капиллярность) проведена оптимизация концентрации пероксида водорода в белящем составе. Учитывая результаты качества подготовки по наиболее значимым показателям (белизна более 82 %, капиллярность более 100 мм, разрывная нагруз-

ка не менее 160 Н), оптимальной концентрацией пероксида водорода при условии неизменных концентрацией в рабочих растворах ферментов и других компонентов белящего раствора можно считать:

– для плюсовочно-непревывной технологии (без кислования): 3,5…4 г/л;

– для периодического способа (без кислования): 1…1,5 г/л.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Чешкова А.В.* Теория и практика ферментативной подготовки волокнистых и текстильных материалов: Учеб. пособие. – Иваново: ИГХТУ, 2001. С.72.

2. *Чешкова А.В., Блинов М.Е., Хомякова С.Л.* Разработка унифицированных биохимических экотехнологий для подготовки целлюлозосодержащих тканей // Сб. тез. докл. III Междунар. научн.-техн. конф.: Достижения текстильной химии – в производство: "Текстильная химия-2008". – Иваново, 2008. С.133.

3. *Чешкова А.В.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2005, №1. С.67…70.

4. *Canal J.M., Navarro A., Calafell M., Vega B., Caballero G., Rodriguez C.* // 19 th IFATCC: Comparasion de diferents systemes de bioscouring. – Paris, 2002. C. 102.

5. *Csiszár E., Szakács G., Rusznák I., Eriksson K., Cavaco-Paulo A.* Bioscouring of Cotton Fabrics with Cellulase Enzyme, In Enzyme Applications for Fiber Processing // ACS Symposium Series 687, Washington, D.C. – 1998. P. 204…211.

6. *Csiszár E. Szakács G., Rusznák I.* Combining Traditional Cotton Scouring with Cellulase Enzymatic Treatment // Textile Res. J. – 1988, №68(3). P.163…167.

7. *Niels Kriebs Lange.* Biopreparation mild and environmentally friendly process for cotton / IFATS Congress. – 1999. S.408.

8. *Кричевский Г.Е. и др.* Возможность использования отечественных ферментных препаратов для удаления белковых загрязнений с хлопчатобумажных тканей // Сб.тез. докл. CD 19th IFATCC Congress, Paris,16-18 october. – 2002. P.51.

9. *Ankundimova N.V.,Becker E.G.,Baraznenok V.A., Sinitsyn A.P.* Major enzymes of cellulose complex Chaetomium cellulolycum and their properties.abstract of int.conf.Biocatalys-98, june. – 1998. P.25.

Рекомендована кафедрой химической технологии волокнистых материалов. Поступила 08.04.10.

УДК 677.027.47

ЭФФЕКТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ СОВМЕЩЕННОГО КРАШЕНИЯ И ОТДЕЛКИ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

А.С. ЗАХАРЧЕНКО, Е.В. МЕЛЕНЧУК, О.В. КОЗЛОВА

(Ивановский государственный химико-технологический университет)
E-mail: ovk-56@mail.ru

В работе описана технология совмещенного крашения пигментами и заключительной отделки тканей бытового назначения при использовании в качестве связующих новых отечественных полимеров акриловой природы. Показана эффективность технологии и возможность ее реализации на действующем текстильном оборудовании.

The technology of the combined dyeing by pigments and final finishing of the household purpose fabrics using new domestic polymers of the acrilyc nature as binding ones is described in the article. Efficiency of technology and possibility of its realisation on the operating textile machinery is shown herein.

Ключевые слова: текстильные материалы, заключительная отделка, несминаемость, пигменты, акриловые пленкообразующие полимеры.

Хлопчатобумажные ткани обладают рядом ценных потребительских свойств, главными из которых являются высокие гигиенические свойства, гигроскопичность, устойчивость к кипячению в мыльно-содовом растворе, что способствует их широкому применению для изготовления бельевых изделий. Как правило, тканям

бытового назначения таким, как бязь, придают следующие виды заключительной отделки: малоусадочная, малосмываемый аппрет, а иногда и более устойчивые отделки – малосминаемую и противоусадочную химическую.

До недавнего времени с целью придания тканям устойчивых безусадочных свойств, эффектов наполненности, добротности, мягкости, шелковистости и других предусматривали использование термореактивных смол, пленкообразующих препаратов, катализаторов, мягчителей и прочих ТВВ. Однако в силу ужесточения экологических требований по содержанию формальдегида в тканях предконденсаты практически не используются в отделке, а импортные препараты, отвечающие всем необходимым требованиям, являются дорогими и недоступными для производителей бытовых тканей. Сегодня для отделки тканей бязевой подгруппы в лучшем случае используют эмульсии и латексы на основе поливинилацетата, поливинилового спирта, а чаще проводят только крахмальное аппретирование.

Ведущие иностранные фирмы предлагают на рынок большой арсенал препаратов для заключительной отделки хлопчатобумажных тканей. В табл.1 приведены некоторые из них.

Таблица 1

Наименование препарата	Фирма	Вид отделки	Химическая природа (описание по каталогу)
Lyofix MLF,CHN	Ciba®	МС,МУ	меламиновая смола
Knittex FEL,GM	-«-	МС., (М)В.О., МУ, ЛГ, ЛУ	диметилолдигидроксиэтиленмочевина (ДМДГЭМ)
Reakitt HR, TIO	CHT®	МС, МУ	высокореакт. м-ДМДГЭМ
Tubicoat	-«-	МС, МУ, ЛГ, ЛУ	полностью модифицированная ДМДГЭМ
A17, A30, A41, S	-«-	МАПС, МУ	эфиры полиакриловой к-ты дисперсии на основе винилацетата
VA 60	-«-	жесткий гриф МУ	
Fixapret AP,GL	BASF®	МС, МУ,	м-ДМДГЭМ
CM		уст.к стирке	ДМДГЭМ
CPConC	-«-	МС, СГ	-«-
EGL	-«-	сух. сшивка	м-ДМДГМ

Как видно из табл. 1, для придания более устойчивых эффектов заключительной отделки практически все указанные фирмы предлагают использовать термореактивные смолы – модифицированные метилольные производные ДМДГЭМ, а в качестве термопластичных полимеров – препараты, представляющие собой водные дисперсии акриловых полимеров или на основе винилацетата.

С появлением на отечественном рынке тонкодисперсных эмульсий акриловых пленкообразующих полимеров нового поколения, способных не только поверхностно модифицировать текстильный материал, но и глубоко проникая в волокно, взаимодействовать с его функциональными группами [1], становится возможным создание конкурентоспособных тканей с улучшенными стабильными свойствами, в том числе и без участия формальдегидсодержащих смол и катализаторов.

Известны способы крашения тканей пигментами, предусматривающие использование в красильном составе в качестве связующих акриловых пленкообразующих полимеров, в присутствии которых создаются условия для прочного и интенсивного крашения тканей бытового назначения [2].

Целью данного исследования явилась разработка совмещенной технологии крашения пигментами и заключительной отделки тканей бытового назначения, в результате которой хлопчатобумажным тканям наряду с высокими колористическими свойствами одновременно придаются малоусадочные свойства, устойчивость к истиранию, стиркам, химчисткам, повышенная мягкость, наполненность, эластичность.

Указанные свойства достигаются при использовании новых препаратов, синтезированных на ООО "Сван", представляющих собой тонкие дисперсии сополимеров метакриловых мономеров и стирола.

Исследованиям подвергалась ткань бельевого назначения: бязь арт.262, отбеленная под гладкое крашение. В качестве отделочных препаратов выбраны сополимеры метакриловых мономеров – рузин 14и, ларус-33, рузин-14г и другие. В качестве термореактивной составляющей в композициях использовался бесформальдегидный препарат – отексид Д2, катализатором служила смесь $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ и уксусной кислоты (6:1).

Ранее в [3], где изучалось влияние различных по природе полимеров на результаты аппретирования пигментированных хлопчатобумажных тканей, было показано, что при использовании препаратов, таких как ларус-33, рузин-14и, можно добиться получения при невысоких концентрациях их в аппрете (8…20 г/л), и хорошего наполненного мягкого грифа, и высокого эффекта безусадочности.

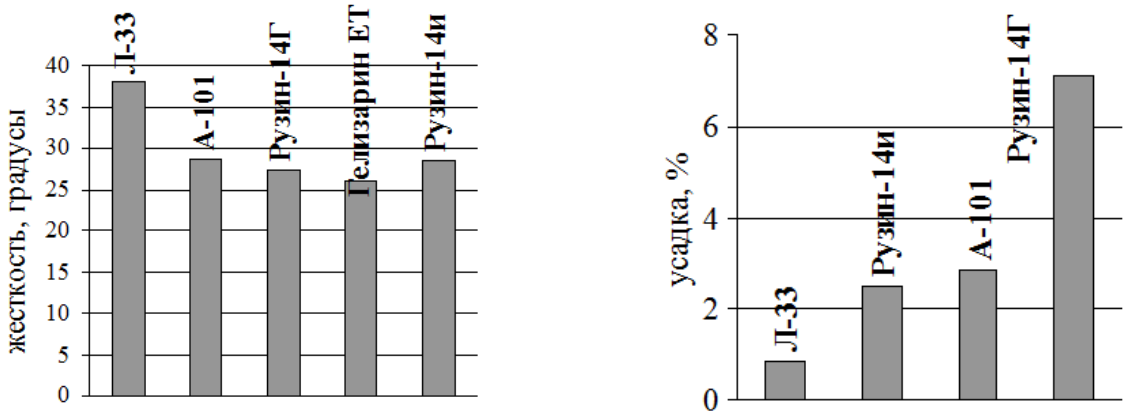


Рис. 1

На рис.1 представлены результаты отделки окрашенной пигментом бязи по показателям усадки (после 5 стирок) и жесткости (по углу отклонения образца от горизонтали). При этом отмечена высокая устойчивость окраски после стирок без видимых дефектов (полосатость, белесость и другие). Устойчивый эффект аппретирования при их использовании, в том числе и при многократных стирках, очевидно, достигается за счет образования поперечных связей, в результате чего резко снижается набухаемость пленки полимера и уменьшается ее способность к деформациям под влиянием механического воздействия [1].

Технология совмещенного крашения пигментами и заключительной отделки осуществлялась при использовании препарата рузин-14и. Для тканей бытового назначения достаточным явилось совмещение операций крашения в слабые тона и противоусадочной отделки с наполненным грифом. Состав красильной композиции включал 40…70 г/л рузина 14и, 1…10 г/л пигмента, 5…8 антимигранта акриловой природы.

Такая технология с успехом может быть осуществлена на линиях заключительной отделки тканей типа элитекс, кюстерс, текстима и другие [4], где ткань подвергается пропитке пигментированным аппретом, сушке и фиксации в сушильно-ширильной секции. Далее ткань каландрируется и наматывается в рулон.

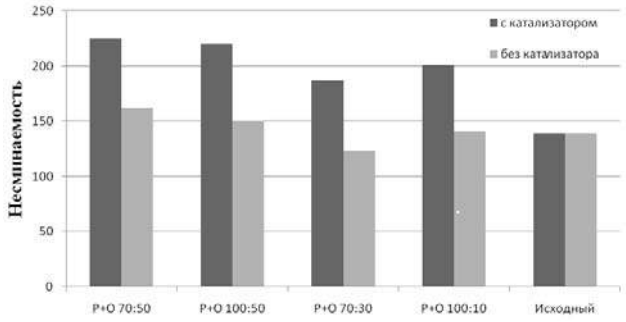


Рис. 2

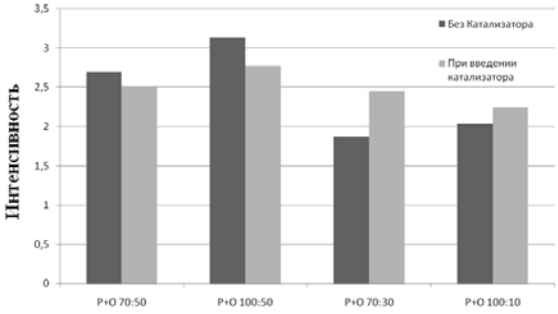


Рис. 3

Использование в красильной ванне добавок отексида-Д2 в количестве от 10 до 50 г/л изменяет показатели несминаемости в сравнении с исходной тканью незначительно – со 140 до 162 град (рис.2). Однако в присутствии катализатора эффект несминаемости повышается до требуемых по ГОСТу показателей. Интенсивность окрасок в этом случае увеличивается при небольших добавках отексида-Д2 и несколько снижается при больших его концентрациях, что показано на рис. 3. Такая технология особенно актуальна для колорирования и отделки хлопчатобумажных тканей сорочечного назначения.

Методом математической сплайн-аппроксимации по основным техническим результатам отделанной ткани (интенсивность окрасок, гриф тканей и несминаемость) выбран наиболее оптимальный состав красильно-отделочных композиций. На рис. 4 на примере имперона красного РВ приведены кривые уровня интенсивности окраски (слева), жесткости (в центре) и несминаемости в зависимости от соотношений и концентраций рузина-14и и отексида-Д2. Область максимального значения интенсивности окраски достигается при содержании рузина-14и 40 г/л, отексида-Д2 20…40 г/л. При этом наблюдается наименьшая жесткость ткани и высокая несминаемость – 200 град.

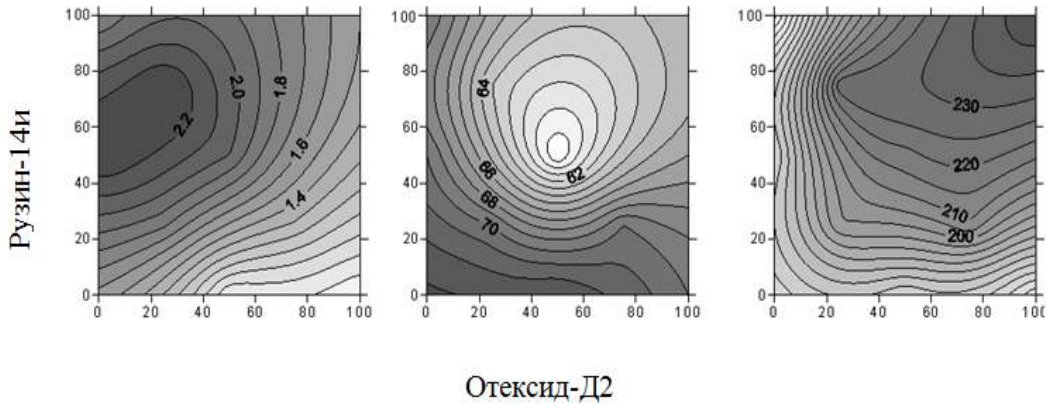


Рис. 4

Технология экономична и в настоящее время проходит стадию промышленного освоения на текстильных предприятиях. Экологические достоинства технологии заключаются в использовании безформальдегидных отделочных препаратов.

В Ы В О Д Ы

Разработана новая технология совмещенного крашения пигментами и заключительной отделки тканей бытового назначения на базе использования нового

пленкообразующего полимера акриловой природы – рузина 14и. Показана эффективность технологии и возможность ее реализации на действующем оборудовании текстильной отрасли.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Глубиш П.А.* Применение полимеров акриловой кислоты и ее производных в текстильной и легкой промышленности: Учебное пособие для вузов. – М.: Легкая индустрия, 1975.

2. *Захарченко А.С., Меленчук Е.В., Козлова О.В.* Изучение свойств пленкообразующих полимеров, используемых в отделке текстильных материалов // Сб. тезисов IV Всеросс. научн.-техн. конф. Физико-химия процессов переработки полимеров. – 2009. С.114.

3. *Козлова О.В., Телегин Ф.Ю.* Разработка новых композиционных материалов с функциональными свойствами // Сб. тез. докл. VI Междунар. научн.-практ. конф.: Исследование, разработка и применение высоких технологий в промышленности. – С-Пб, 2008.

4. *Шкробышева В.И., Быков Р.А., Щитова Н.П.* Современное оборудование для отделки текстильных материалов: Учебное пособие. – Иваново, ИГХТУ, 2008.

Рекомендована кафедрой химической технологии волокнистых материалов. Поступила 15.04.10.

УДК 677.026. 4

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ИГЛОПРОБИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ ТЕРМОСТОЙКИХ ВОЛОКОН

О.О. ЕРОФЕЕВ, Т.Е. ВОЛОЩИК, З.Ю. КОЗИНДА

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н.Косыгина, ООО ПФ "Кадотекс-2000")
E-mail: office@msta.ac.ru

Проведено сравнительное исследование свойств иглопробивных нетканых материалов из волокон номекс (фирма Du Pont (США)) и арселон-с (ОАО "Светлогорское химволокно" (Республика Беларусь)), показавшее превосходство по физико-механическим и огнезащитным свойствам материалов из волокна номекс.

Comparative research of properties of the needled nonwoven fabric from the nomex fibers (the firm "Du Pont" (the USA)) and arselon-s (Open Society «Svetlogorsk Chemical Fiber» (the Republic of Belorus)), that have shown superiority on physical and mechanical and fire-proofing properties of materials from the nomtex fiber, is conducted herein.

Ключевые слова: огнезащитные нетканые материалы, термостойкие волокна номекс и арселон-с, физико-механические свойства, технологические параметры.

Перспективным направлением в области производства огнезащитных нетканых материалов являются материалы, изготовленные из специальных термостойких волокон, вырабатываемых в основном из полиметафениленизофталамида ПМФИА). Это так называемые метаарамидные волокна номекс (США), конекс (Япония), ньюстар (Китай). Их предпочтительное развитие было обусловлено использованием относительно недорогого исходного сырья, вырабатываемого в промышленном масштабе, хотя для большинства отечественных потребителей эти волокна достаточно дороги [1].

Доступным в материальном плане является полиоксадиазольное волокно оксалон и его светостабилизированный вариант арселон-с, выпускаемые в Республике Беларусь. Основа волокна арселон-с – полипарафенилен-1,3,4 – оксадиазолы. Такое волокно сохраняет прочность и эластичность даже при температуре в 250ºС, поскольку его температура стеклования выше 330ºС. Материалы группы арселона трудногорючи и устойчивы к действию открытого пламени. Способы повышения огнезащи-

щенности арселона-с сводятся к введению брома в процессе сополимеризации с бромтелефталевой кислотой или путем бромирования полимера и к обработке фосфорсодержащими антипиренами [2], [3].

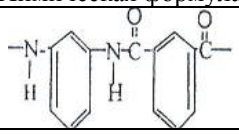
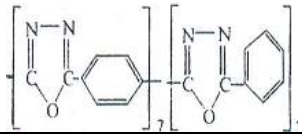
Приведем сравнительные характеристики волокон номекс и арселон-с (табл. 1). Они относятся к разным типам термостойких волокон, имеют различный химический состав (табл. 2) .

Таблица 1

Волокно	Кислородный индекс	Прочность сН/текс	Удлинение при разрыве, %	Температура начала потери массы, °С
Номекс	29	45-48	18-22	400
Арселон-с	27	25	20	300

Ниже, в табл. 2, приведены торговые и химические названия и формулы волокон номекс и оксалон (арселон-с).

Таблица 2

Торговое название волокна	Химическое название волокна	Химическая формула
Номекс (фенилон, конекс, ньюстар)	полиметафениленизофталамид	
Оксалон (арселон-с)	полипарафениленоксадиазол	

Высокая температура плавления номекса объясняется содержанием амидных групп CONH, увеличение числа которых с одновременным возрастанием связей C-N (энергия активации для разрыва связей типа амидных составляет 45…50 ккал/моль) ведет к значительному усилению межмолекулярного взаимодействия за счет возникновения водородных связей. Наличие в молекулярной цепи группировок, способствующих образованию водородных связей (OH-; NH-), увеличивает температуру плавления волокна. В молекулярной цепи волокна арселона-с такие группировки отсутствуют [4].

В волокне номекс ароматические кольца расположены с высокой концентрацией, что увеличивает жесткость макромолекулы, а следовательно, и повышает температуру плавления волокна. Макромолекула арселона-с имеет гетероцепное строение. К гетероциклическим соединениям относятся соединения, в цикл которых, кроме атомов углерода, входят и другие атомы, чаще всего кислород и азот. Присутствие двойной связи в циклах проявляется слабо, они легче вступают в реакции замещения.

В арселоне-с – 6-звенные ароматические кольца чередуются с 5-звенными диазольными кольцами, которые снижают жесткость молекулярной цепи и ведут к снижению температуры плавления волокна [4].

Для сравнения свойств иглопробивных материалов, полученных из волокон номекс и арселон-с, был проведен эксперимент по плану КОНО-2, в ходе которого были выработаны образцы материалов из волокна номекс (Du Pont, США) линейной плотности 0, 22 текс, длиной резки 51 мм и волокна арселон-с (ОАО "Светлогорское химволокно", Республика Беларусь) линейной плотности 0, 33 текс, длиной резки 66 мм. В качестве варьируемых параметров были выбраны плотность прокалывания (X_1): 50…100…150 $см^{-2}$ и содержание арселона (X_2): 40…70…100%. Перед иглопрокалыванием волокнистые холсты имели поверхностную плотность 240 $г/м^2$. Глубина прокалывания составляла 8 мм. Образцы материалов получали на иглопробивной машине модели ИМ-041.

Полученные образцы материала подвергали испытаниям по стандартным ме-

тодикам с целью определения их свойств. Обработка результатов испытаний проводилась с использованием программного обеспечения. В результате были получены уравнения регрессии, которые приняли соответственно для поверхностной плотности (г/м^2), воздухопроницаемости (дм^3/м^2·с) и скорости горения (мм/мин) следующий вид:

$$У_1 = 175{,}90+12{,}35X_1-35{,}86X_2-5{,}50X_1X_2+32{,}91X_1^2-2{,}08X_2^2, \quad (1)$$

$$У_2 = 944{,}47 + 71{,}18X_1+231{,}16X_2-37{,}18X_1X_2-19{,}64X_1^2-26{,}72X_2^2, \quad (2)$$

$$У_3 = 56{,}08+10{,}76X_1+57{,}13X_2+11{,}25X_1X_2-28{,}24X_1^2+29{,}51X_2^2. \quad (3)$$

Аналогичные зависимости были получены для разрывной нагрузки по длине и ширине, удлинения при разрыве по длине и ширине, объемной плотности.

Анализ полученных результатов проведен с помощью поверхностей отклика второго порядка в трехмерном пространстве (рис. 1…8).

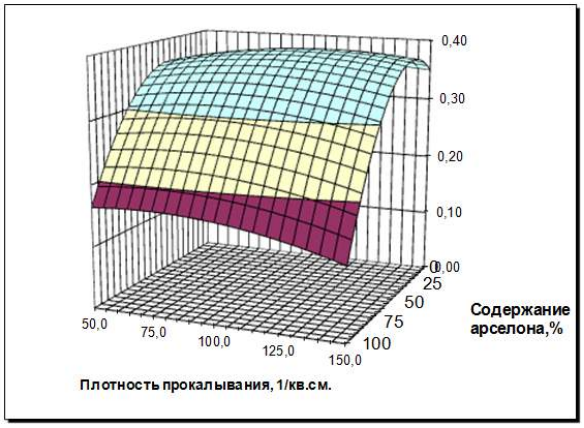


Рис. 1

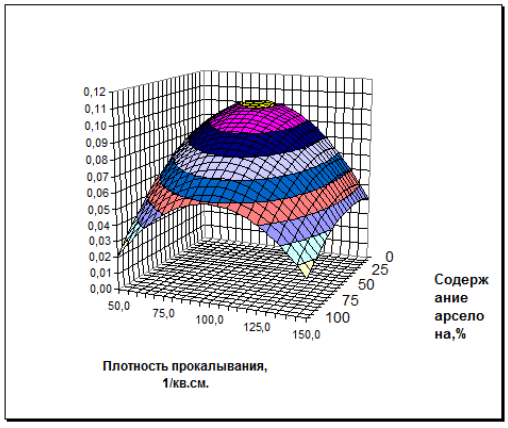


Рис. 2

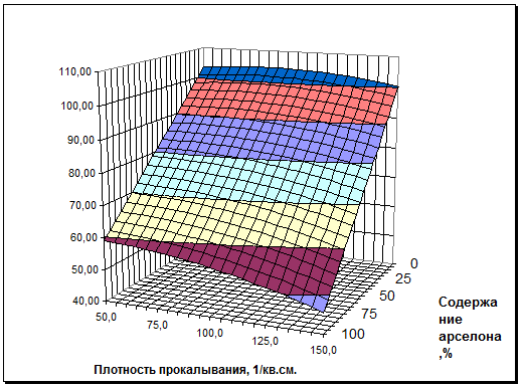


Рис. 3

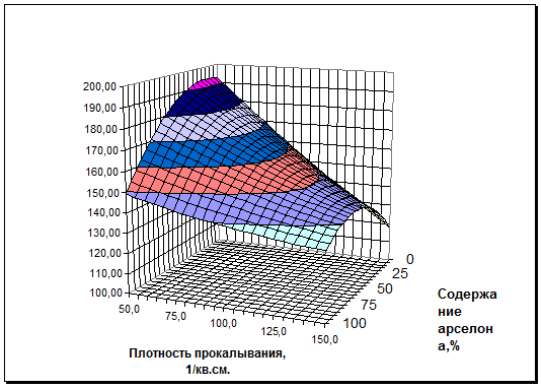


Рис. 4

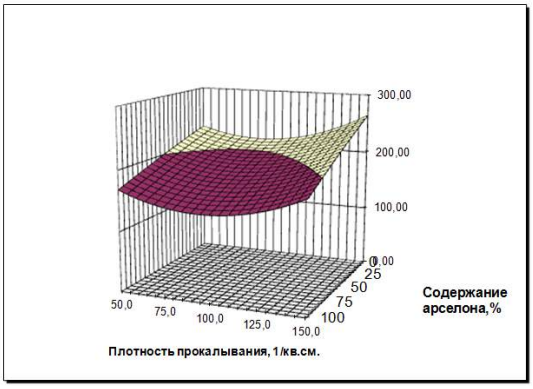


Рис. 5

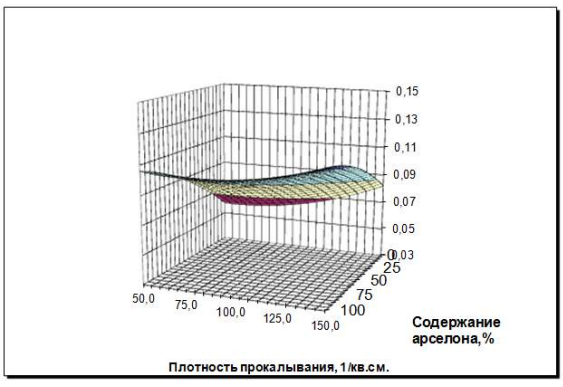


Рис. 6

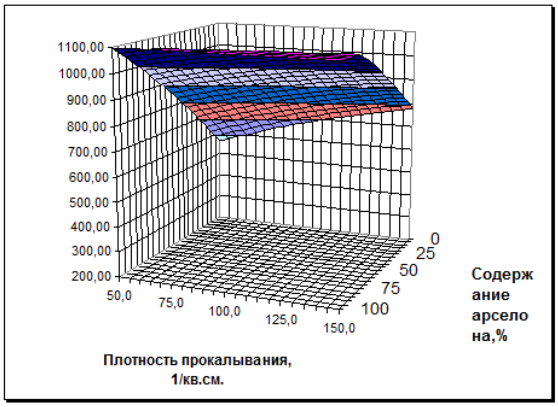


Рис. 7

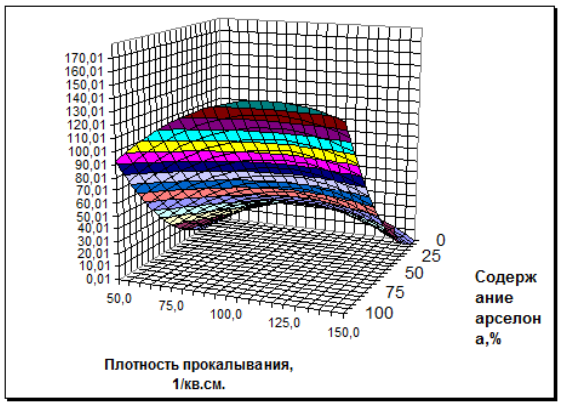


Рис. 8

Данный анализ показал, что с увеличением плотности прокалывания (X_1) разрывные нагрузки материала по длине (рис.1) и ширине (рис. 2), достигнув критического значения, начинают уменьшаться, уменьшается удлинение при разрыве по длине (рис. 3) и ширине (рис. 4), увеличиваются поверхностная (рис. 5) и объемная (рис. 6) плотности, увеличиваются воздухопроницаемость (рис. 7) и скорость горения (рис. 8).

С увеличением содержания волокна арселон-с прочность материала уменьшается, то же самое происходит с удлинением при разрыве по длине и ширине; уменьшается поверхностная плотность, объемная плотность увеличивается (материал утоняется), возрастают воздухопроницаемость и скорость горения.

Данные зависимости показывают, что материал сильно деформируется при иглопрокалывании при увеличении содержания волокна арселон-с, теряет поверхностную плотность и толщину. В результате уменьшаются его прочностные характеристики, что ведет к увеличению воздухопроницаемости и снижению огнезащитных свойств. Путем подбора режима обработки волокнистого холста из волокна арселон-с можно получить иглопробивной материал с более высокими прочностными и огнезащитными свойствами.

В Ы В О Д Ы

1. Проведены сравнительные теоретическое и экспериментальное исследования свойств иглопробивных нетканых материалов из волокон номекс и арселон-с, которые показали, что иглопробивные материалы из волокна номекс превосходят по физико-механическим и огнезащитным свойствам аналогичные материалы из волокна арселон-с.

2. На свойства иглопробивного материала из волокна арселон-с значительное влияние оказывают параметры технологического процесса (плотность, глубина прокалывания). Подбор технологических параметров позволит повысить свойства указанного материала.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Волохина А.В.* Модифицированные термостойкие волокна // Химические волокна. – 2003, №4. С. 11.

2. Арселон. Материалы НПФ ООО "Термостойкие изделия".

3. *Макарова Р.М. и др.* Доступная цена при высокой термостойкости // Технический текстиль. – 2003, №7. С. 27.

4. *Зубкова Н.С.* Полимерные материалы пониженной пожарной опасности. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2004.

Рекомендована кафедрой технологии нетканых материалов МГТУ им. А.Н. Косыгина. Поступила 04.02.10.

УДК 667.025

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СТРУКТУРЫ ТРИКОТАЖА ПРИ КОМБИНИРОВАННЫХ ЗАПРАВКАХ ТЕКСТИЛЬНЫХ НИТЕЙ

Л.П. РОВИНСКАЯ, А.А. АРБУЗОВ, О.А. ВИГЕЛИНА

(Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна)
E-mail: rector@sutd.ru

Рассмотрены особенности проектирования технологических параметров петельной структуры женских колготок – диаметр синтетических нитей, используемых в процессе вязания изделий на одноцилиндровых чулочных автоматах высокого класса, величины петельного шага и высоты петельного ряда.

Features of designing of the looping framework technological parametres of female stockings are considered herein – the diameter of the synthetic threads used in the course of knitting of articles at the one-cylinder stocking high-class automatic machines, rates of a looping step and height of a looping number.

Ключевые слова: производство чулочно-носочных изделий, петельная структура, полиамидные и эластановые нити, комбинированная заправка, проектирование технологических параметров.

В настоящее время на рынке появились новые виды химических нитей: текстурированные полиамидные, состоящие из большого числа филаментов; эластановые, обладающие высокой растяжимостью; нити, состоящие из волокон полиамидных и полиэфирных, обладающие специальными свойствами.

Особый интерес в производстве чулочно-носочных изделий представляют современные эластановые нити, созданные на основе полиуретана, Lycra и Dorlastan. Они обладают повышенной растяжимостью, достаточными упругими свойствами, хорошо красятся, долговечны в использовании. Эти нити в производстве трикотажных изделий и, в частности, чулочно-носочных, используются при совместной переработке с другими видами текстильных нитей: хлопчатобумажной и смешанной пряжей, комплексными полиамидными и текстурированными нитями, то есть при так называемой комбинированной заправке.

Известны [1] несколько способов комбинированной заправки вязальной машины в процессе изготовления трикотажа:

1 – подача в одну вязальную систему двух или нескольких однородных видов пряжи (нитей);

2 – подача в одну вязальную систему двух и более смешанных видов пряжи; при этом могут быть различные варианты комбинирования;

З – подача в различные вязальные системы однородной по составу, но различной по виду волокон пряжи (нитей).

Независимо от способа комбинированной заправки вязальной машины главной целью при проектировании технологических параметров структуры трикотажа является нахождение диаметра перерабатываемых нитей, от величины которого зависит длина нити в петле. Известна функциональная зависимость длины нити в петле, ℓ, от величины петельного шага А и высоты петельного ряда В в геометрической модели петли [2] , которые в свою очередь зависят от диаметра нити, d:

$$\ell = f(A, B,). \qquad (1)$$

Практическое значение имеет нахождение этой взаимосвязи для трикотажа, находящегося в равновесном состоянии, после релаксации в нем напряжений, то есть в готовом виде.

Толщина нити характеризуется показателем линейной плотности Т, текс. Известны два различных метода определения диаметра нити: математический (расчетный) и инструментальный (лабораторный).

Расчетный метод основан на геометрической модели петли, где нить принимается идеализированной, а толщина ее характеризуется средним диаметром нити d_c. Значения среднего диаметра нити в этом случае определяются по-разному [3]. Например, по известной формуле:

$$d_c = (d_p + d_y)/2, \qquad (2)$$

где d_p – диаметр нити, находящейся в свободном состоянии, мм; d_y – диаметр нити, находящейся в сжатом виде, в котором нить находится в точках контакта в петле, мм.

Толщина текстурированных нитей в трикотаже определяется из условия, что сечение ее имеет форму эллипса, тогда средний диаметр находится по формуле:

$$d_c = \sqrt{d_p d_y}. \qquad (3)$$

Лабораторные измерения диаметра нити в трикотаже сопряжены с некоторыми условностями из-за легкой деформируемости нити от сжатия при измерении, поэтому диаметр нити в структуре трикотажа принято находить по вышеприведенным формулам.

При вязании женских колготок в виде двух удлиненных чулок в настоящее время широко используются комбинированные заправки из текстурированных полиамидных нитей эластик и эластановых нитей при сочетании различных линейных плотностей на основе второго способа заправки чулочного автомата высоких классов (32-34). Эти особенности процесса вязания необходимо учитывать при проектировании петельной структуры этих изделий.

Широко используются различные варианты комбинированной заправки чулочных автоматов при вязании удлиненных чулок, например, текстурированная полиамидная нить эластик линейной плотности 2,2 текс в сочетании с эластановой нитью различных линейных плотностей 2,2; 3,3; 4,4 текс.

Тогда диаметр нити в комбинированной заправке находится следующим образом. Сначала определяется $T_{сум}$:

$$T_{сум} = T_1 + T_2,$$

где T_1, T_2 – линейная плотность соответственно текстурированной полиамидной нити эластик и эластановой, равных 2,2 текс.

Затем рассчитывается диаметр нити d_c по формуле (3), где

$$d_y = 0,0357\sqrt{T_1\gamma_1^{-1} + T_2\gamma_2^{-1}},$$
$$d_p = 0,0357\sqrt{T_1\delta_1^{-1} + T_2\delta_2^{-1}},$$

где $\gamma_1, \gamma_2, \delta_1, \delta_2$ – плотность и объемная масса волокон текстурированной полиамидной нити и эластановой, г/см^3.

Затем определяются технологические параметры структуры трикотажа по участкам: величина петельного шага А, мм, в свободном состоянии и максимально рас-

тянутом; высота петельного ряда В, мм, в свободном состоянии (в готовом виде).

Величины петельного шага в структуре рассматриваемого изделия на конкретном участке в свободном А и максимально растянутом состоянии A_{max} находятся по следующей формуле:

$$A = O_2 / И, \quad A_{max} = O_н / И, \qquad (4)$$

где O_2,$O_н$ – соответственно двойная ширина участка изделия и обхват ноги; И – количество игл в цилиндре чулочного автомата.

При вязании женских колготок используется комбинированная заправка и по петлеобразующим системам, например:1 и 3-я заправлены – комплексной полиамидной нитью; 2 и 4-я – текстурированной полиамидной нитью эластик в сочетании с эластановой нитью линейных плотностей 2,2 текс. Тогда среднее значение высоты петельного ряда $B_{ср}$, мм, определяется так:

$$B_{ср} = (B_1 + B_2) / 2 \ , \qquad (5)$$

где B_1 , B_2 – высота петельного ряда соответственно из комплексной полиамидной нити и из текстурированной нити эластик в сочетании с эластановой, мм, величина которых определяется по известной формуле в общем виде [3]:

$$B = \alpha_1 \ell + \alpha_2 A - \alpha_3 \sqrt{T} \ ,$$

где $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ – множители, характеризующие свойства трикотажа конкретного переплетения (глади, прессового) и используемых нитей.

Длина нити в петле ℓ, мм определяется по участкам изделия с использованием известных формул в теории вязания [2] с учетом особенностей заправки чулочного автомата по участкам изделия и особенностей проектирования технологических параметров.

В Ы В О Д Ы

1. Рассмотрены особенности проектирования технологических параметров структуры чулочного изделия при комбинированной заправке полиамидных (комплексных и текстурированных) и эластановых нитей.

2. Отмечены особенности процесса вязания на одноцилиндровых чулочных автоматах высоких классов тонких женских колготок при комбинированной заправке, которые должны учитываться при проектировании петельной структуры этих изделий с учетом достаточной растяжимости участков и комфортности изделия в целом.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Ровинская Л.П., Зыбина Н.Ф.* Проектирование технологических параметров трикотажных полотен и чулочно-носочных изделий: Учебное пособие. – СПб.: СПГУТД, 2002.

2. *Шалов И.И., Далидович А.С., Кудрявин Л.А.* Технология трикотажного производства. Основы теории вязания: Учебник для вузов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.

3. *Шалов И.И., Кудрявин Л.А.* Основы проектирования трикотажного производства с элементами САПР: Учебник для вузов. – М.: Легпромбытиздат, 1989.

Рекомендована кафедрой трикотажного производства. Поступила 14.06.10.

УДК 769.91:677

ВЫЯВЛЕНИЕ НОВЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ТРИКОТАЖНЫХ ПОЛОТЕН И ФОРМ КОСТЮМА НА ОСНОВЕ БИОНИКИ

М.В. ЛАПУТИНА, О.И. ДОКУЧАЕВА

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н.Косыгина)
E-mail: laputina83@mail.ru

Показано, что применение законов бионики для создания трикотажных изделий и процессов их проектирования открывает возможности для создания принципиально новых структур и форм костюма.

It is shown that application of the bionics laws for the creation of knitted articles and processes of their designing opens possibilities for the creation of essentially new structures and suit forms.

Ключевые слова: законы бионики, создание новых структур и форм костюма, новые возможности развития трикотажной промышленности, улучшенные потребительские свойства.

В настоящие время существует настоятельная необходимость исследования структуры трикотажного полотна на основе закономерностей бионики и формообразования трикотажных изделий с уменьшением производственных затрат. В связи с этим создание трикотажных полотен на основе бионических закономерностей представляет особую актуальность. Актуальность подчеркивается и необходимостью выявления новых возможностей технологий производства современного трикотажа, а также расширением и созданием новых видов ассортимента трикотажных изделий с учетом модных тенденций и с минимализацией производственных затрат. В настоящее время необходимо создание новых видов ассортимента с улучшенными потребительскими свойствами, возможность трансформации изделий на фигуре человека и возможностью индивидуального их использования.

Современная индустрия моды требует постоянного обновления ассортимента и создания конкурентоспособной продукции на основе использования новых дизайнерских и технологических концепций.

Мода отражает все происходящее в мире – политические кризисы, природные катастрофы и, особенно, изменение климата на планете. Жан-Поль Готье на вопрос о будущем моды говорил, что у моды нет будущего, так как температура воздуха на планете растет, и люди становятся более и более раздеты, в будущем одежда будет не нужна. Поставим под сомнение это заявление. Будущее моды в таком случае отнюдь не за купальными костюмами, просто немного изменятся функции одежды. Основной станет не защита от холода, а общий биоконтроль организма. Одежда превратится в устройство, в персонального помощника человеку. Уже сегодня есть одежда, сообщающая параметры давления и ритма сердца обладателя. А испанская

компания FV в новой коллекции нижнего белья предлагает материал со встроенными в структуру косметическими микрокапсулами. При контакте с кожей они повышают ее тонус.

Как считают специалисты, мода сегодня – это то, чем можно манипулировать, трансформировать в соответствии с нашими постоянно меняющимися потребностями. Создатели моды черпают идеи в наших корнях, традициях и модифицируют их с целью удовлетворения современных требований, а также требований будущего.

В последние годы в связи с техногенными катастрофами и обострившейся экологической обстановкой в мире все большее значение придается гигиеничности и экологической чистоте одежды, домашнего текстиля и других предметов обихода. Поэтому создание экологически чистой, удобной и модной одежды приобрело повышенную актуальность и стало перспективным направлением развития в текстильной промышленности. Современная одежда должна защищать организм от вредного влияния окружающей среды, обеспечивать нормальные функции органов саморегулирования, не вызывая при соприкосновении с кожей человека аллергических или других заболеваний.

Дизайнерское формообразование сегодня многие идеи черпает из окружающей нас природы, где все предельно рационально и лаконично. Использование природных форм в искусстве и дизайне имеет свои традиции, законы и принципы. Главное отличие человеческих инженерных конструкций от тех, что создала природа, состоит в невероятной энергоэффективности последних. Совершенствуясь и эволюционируя в течение миллионов лет, живые организмы научились жить, передвигаться и размножаться с использованием минимального количества энергии. Этот феномен основан на уникальном метаболизме животных и на оптимальном обмене энергией между разными формами жизни. Таким образом, заимствуя у природы инженерные решения, можно существенно повысить энергоэффективность современных технологий.

Применение законов бионики для создания трикотажных изделий и процессов их проектирования открывает возможность создания принципиально новых структур переплетений и форм костюма. Кроме того, активное введение в производство трикотажных изделий современных компьютерных технологий позволяет значительно ускорить процесс проектирования новых моделей.

Обращение к природе в наше время всеобщей компьютеризации определяет бионику как неисчерпаемый источник информации, что подтверждает актуальность исследования.

В структуре ассортимента трикотажной продукции особую роль занимают функциональные изделия, обеспечивающие условия комфортности, профилактические и медицинские требования. Доля применения таких изделий постоянно возрастает и охватывает практически все ассортиментные группы, включая бельевые, верхнетрикотажные, чулочно-носочные, перчаточные, медицинские изделия, изделия для спорта и отдыха, а также технический трикотаж.

Необходимо выявление новых возможностей технологий производства современного трикотажа, а также расширение и создание новых видов ассортимента трикотажных изделий с учетом модных тенденций и с минимализацией производственных затрат [1…5].

В последнее десятилетие бионика получила значительный импульс к новому развитию. Это связано с тем, что современные технологии переходят на гига- и наноуровень и позволяют копировать миниатюрные природные конструкции с небывалой ранее точностью. Современная бионика в основном связана с разработкой новых материалов, копирующих природные аналоги, робототехникой и искусственными органами.

О трикотаже в бионике ничего не сказано. До сегодняшнего дня остается загадкой существование взаимодействия между уровнями бионики и трикотажных структур. Но общее есть, только оно делает живую природу и объекты искусственной среды человека единым, органически целым, объединяющимся в систему.

Процесс художественного проектирования структуры трикотажного полотна и

формы костюма на основе закономерностей бионики происходит в несколько этапов:

1. Изучение взаимодействия между уровнями бионики и трикотажных структур.

2. Определение бионических принципов формообразования трикотажного полотна и костюма, их влияние на моду, стиль, промышленное производство.

3. Выполнение систематизации и классификации трикотажных структур, подобных бионическим аналогам.

4. Выявление специфики трансляции элементов, мотивов, ассоциаций живой природы в трикотажном костюме.

5. Выявление основополагающих факторов, определяющих тенденции развития трикотажных структур в мире моды.

6. Совершенствование методов художественного проектирования костюма и структуры в трикотаже на основе использования закономерностей бионики.

7. Создание перспективных трикотажных структур и форм костюма на основе закономерностей бионики.

8. Раскрытие специфики использования бионических закономерностей в структурах трикотажных полотен и костюме из них.

9. Комплексный анализ коллекций мировой моды с позиций структуры трикотажных полотен.

10. Освоение принципов структуры бионических объектов, их анализ и трансформация в процессе проектирования трикотажных структур.

11. Исследование формы структуры и поверхности полотна с позиции бионики:

– анализ закономерностей бионики;

– выявление бионических структур, аналогичных структурам трикотажных полотен (метод аналогий);

– трансформация структуры бионического объекта в структуру трикотажного полотна;

– разработка новых петельных структур (переплетений);

– создание коллекции на основе бионических закономерностей и полученных в результате исследования структур и форм.

ВЫВОДЫ

Применение законов бионики для создания трикотажных изделий и процессов их проектирования открывает возможности для создания принципиально новых структур и форм костюма. Активное введение современных компьютерных технологий в производство трикотажных изделий позволяет значительно ускорить процесс проектирования новых моделей. Исследование принципов бионических закономерностей, разработка теоретических методов, определяющих тенденции развития современных трикотажных структур и новых форм костюма с максимальным упрощением процесса создания изделий из трикотажа, откроет новые возможности развития современной трикотажной промышленности. Результаты работы составят научную основу художественного проектирования трикотажных изделий с использованием закономерностей бионики в промышленном производстве. Взаимосвязь бионики – структуры трикотажного полотна – формы костюма из трикотажа откроют новые пути развития и возможность повышения конкурентоспособности отечественных предприятий.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Лебедев Ю.С., Рабинович В.И., Положай Е.Д. и др.* Архитектурная бионика. – М.: Стройиздат, 1990.

2. *Шалов И.И., Далидович А.С., Кудрявин Л.А.* Технология трикотажного производства: Основы теории вязания – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.

3. *Козлова Т.В., Белько Т.В.* Костюм и бионика: Учебное пособие для вузов. – М.: МГТУ им.А.Н. Косыгина, 2007.

4. *Колесникова Е.Н., Бабинец С.В., Данилов Б.Д.* Вязальное оборудование трикотажных фабрик: Учебник. – М.: Легпромбытиздат, 1985.

5. *Безкостова С.Ф., Пригодина Н.И., Ровинская Л.П., Филипенко Т.С.* Контурное вязание: Учебное пособие. – СПб.: ИПЦ СПГУТД, 2005.

Рекомендована кафедрой художественного проектирования костюма. Поступила 20.04.10.

УДК 621.01

ИССЛЕДОВАНИЕ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ ЦЕНТРА МАСС НИТИ, РАСПОЛАГАЮЩЕЙСЯ ПО СПИРАЛИ АРХИМЕДА

А.А.КРАСНОВ

(Ивановский государственный архитектурно-строительный университет)
E-mail: kaa1954@yandex.ru

В работе исследуются свойства траектории центра масс нити, витки которой располагаются по спирали Архимеда.

The properties of the trajectory of the thread mass centre, the branches of which settle down on the Archimedes's spiral, are probed in the article.

Ключевые слова: траектория движения центра масс нити, спираль Архимеда, витки нити, шаг спирали, численные методы, окружность с постоянным радиусом.

Рассмотрим задачу о движении центра масс гибкой нерастяжимой нити, витки которой укладываются по спирали Архимеда.

Ранее [1] были получены уравнения и траектории движения центра масс нити, наматываемой на цилиндр. При этом предполагалось, что витки нити располагаются по окружностям. В результате было показано, что траектории движения центра масс нити в первом приближении описываются уравнениями окружностей, радиусы которых стремятся к нулю.

Рассмотрим траекторию движения центра масс гибкой нити, поперечные размеры которой отличны от нуля и витки которой располагаются по спирали Архимеда. Она описывается известным уравнением [2]:

$$\rho = k\,\varphi, \qquad (1)$$

где $k = \alpha/2\,\pi$ – параметр спирали Архимеда; α – шаг спирали, в данный момент равный толщине нити.

Выражая координаты центров масс элементарных отрезков нити и их длины через радиус ρ_i и угол ψ_i, получаем:

$$x_{ci} = k\psi_i \cos\psi_i, \quad y_{ci} = k\psi_i \sin\psi_i,$$

$$\Delta\ell_i = \sqrt{\frac{\Delta\rho^2}{\Delta\psi_i^2} + \rho^2}\,\Delta\psi_i, \qquad (2)$$

$$L = \int_0^{\varphi} \sqrt{\left(\frac{d\rho}{d\psi}\right)^2 + \rho^2}\,d\psi,$$

где L – длина нити; $\Delta\ell_i$ – длина элементарного отрезка нити.

Используя (1), (2) и известное выражение для центра масс протяженного тела [3] и переходя от интегральных сумм к определенным интегралам, получаем в конечном итоге следующие выражения для координат центра масс нити:

$$x_c = \frac{2k\int_0^{\varphi} \psi\sqrt{1+\psi^2}\cos\psi d\psi}{\varphi\sqrt{1+\varphi^2}+\ln\left(\varphi+\sqrt{1+\varphi^2}\right)},$$

$$y_c = \frac{2k\int_0^{\varphi} \psi\sqrt{1+\psi^2}\sin\psi d\psi}{\varphi\sqrt{1+\varphi^2}+\ln\left(\varphi+\sqrt{1+\varphi^2}\right)}. \quad (3)$$

Интегралы, стоящие в числителях выражений (3), не берутся в квадратурах. Поэтому для получения зависимостей координат центра масс нити от угла поворота φ используем численные методы, варьируя величину угла поворота в пределах от 0 до π радиан. Результаты в графическом виде представлены на рис. 1, на котором показана траектория движения центра масс нити в зависимости от угла поворота φ.

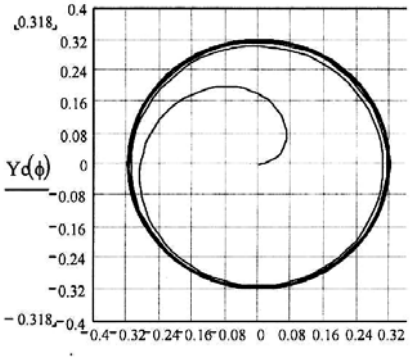


Рис. 1

Анализ рис. 1 показывает, что радиус кривизны траектории движения центра масс нити стремится к некоторой постоянной величине. Поэтому при достижении углом φ некоторого значения радиус кривизны траектории движения центра масс нити остается далее постоянным, и он (центр масс нити) движется по окружности. Назовем эту окружность предельной, а радиус этой окружности предельным радиусом кривизны траектории движения центра масс нити.

Изучим влияние шага спирали Архимеда на радиус предельной окружности. Для этого, варьируя значения шага от 1 до 8, получим графики зависимостей модуля радиус-вектора центра масс нити от угла поворота φ (рис. 2).

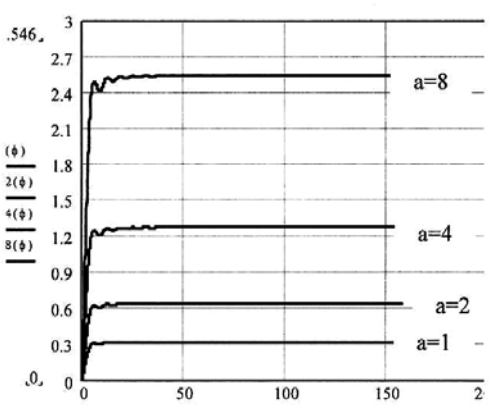


Рис. 2

Анализ полученных зависимостей показывает, что радиус предельной окружности прямо пропорционален шагу спирали и может быть описан уравнением:

$$R_{пр} = 0{,}318\ a. \quad (4)$$

Коэффициент пропорциональности уравнения (4) найден методом наименьших квадратов.

Рассматривая теперь траекторию движения центра масс нити, которая в полярной системе координат описывается функцией вида:

$$\rho = \rho_0 + k\varphi, \quad (5)$$

получаем уравнение траектории движения центра масс нити:

$$x_c = \frac{\int_0^{\varphi} (\rho_0+k\psi)\sqrt{k^2+(\rho_0+k\psi)^2}\cos\psi d\psi}{\int_0^{\varphi} \sqrt{k^2+(\rho_0+k\psi)^2}\,d\psi},$$

$$y_c = \frac{\int_0^{\varphi} (\rho_0+k\psi)\sqrt{k^2+(\rho_0+k\psi)^2}\sin\psi d\psi}{\int_0^{\varphi} \sqrt{k^2+(\rho_0+k\psi)^2}\,d\psi}. \quad (6)$$

Как и в предыдущем случае, производя расчеты численными методами, находим зависимости координат центра масс от уг-

ла поворота φ и вид траектории его движения (рис. 3).

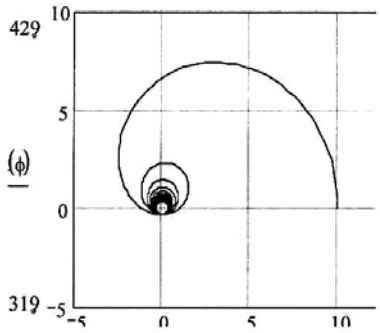


Рис. 3

На рис. 3 представлена траектория движения центра масс нити, а на рис.4 – увеличенное изображение траектории движении центра масс нити в окрестности нуля.

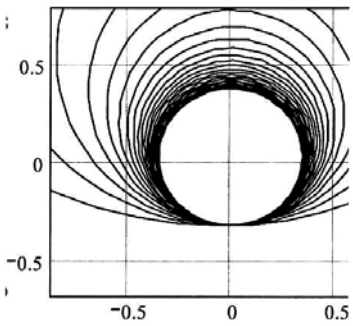


Рис. 4

Анализ полученных зависимостей показывает, что, как и при начальном радиусе спирали Архимеда, равном нулю, траектория движения центра масс наматываемой нити стремится к предельной окружности, радиус которой описывается формулой (4).

ВЫВОДЫ

Показано, что траектория движения центра масс нити, витки которой располагаются по спирали Архимеда, стремится к окружности с постоянным радиусом – предельной окружности. Показано, что радиус предельной окружности пропорционален шагу спирали Архимеда. Найден коэффициент пропорциональности.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бессонов А.П.* Основы динамики механизмов с переменной массой звеньев. – М.: Наука, 1967.

2. *Выгодский М.Я.* Справочник по высшей математике. – М.: Физматгиз, 1963.

3. *Тарг С.М.* Краткий курс теоретической механики. – М.: Высшая школа, 1986.

Рекомендована кафедрой строительной механики. Поступила 05.06.10.

УДК 677.024

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ ОПУШКИ ТКАНИ

В.А. МАКАРОВ, П.Г. РОМАНОВ, Е.Н. ХОЗИНА

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)
E-mail: office@msta.ac.ru, s4500@mail.ru

В работе исследовано влияние на величину смещения точки опушки ткани (ТОТ) конструктивных параметров и определено положение геометрического места точек опушки ткани при различных натяжениях верхней и нижней ветвей зева.

The influence on the rate of displacement of a cloth fell point (CFP) of structural parameters is probed herein, as well as the position of the cloth fell geometric points place is defined at various tension of the outer and lower branches of a shed.

Ключевые слова: процесс зевообразования, опушка ткани, вертикальное смещение, конструктивные параметры, методика расчета, критерий смещения точки θ.

На положение опушки ткани существенное влияние оказывают параметры конструкционно-заправочной схемы (КЗС) ткацкой машины (ТМ). В работе [1] было определено геометрическое место точек возможного положения опушки ткани в процессе зевообразования при равном натяжении верхней и нижней ветвей зева относительно линии заправки основы при положении последней в заступе (ЛЗО). Но в реальном технологическом процессе натяжение ветвей зева, как правило, различно. Причем нижняя ветвь зева имеет большее натяжение, чем верхняя, то есть она "перетянута" по сравнению с верхней ветвью.

Перетяжка ветвей зева улучшает условия прибоя утка к опушке ткани и обеспечивает выработку тканей повышенной плотности [2]. Ткани с саржевым, сатиновым и узорчатыми переплетениями, выполненными на их основе, имеют общее натяжение нижней ветви зева, по меньшей мере, в два раза больше, чем верхней.

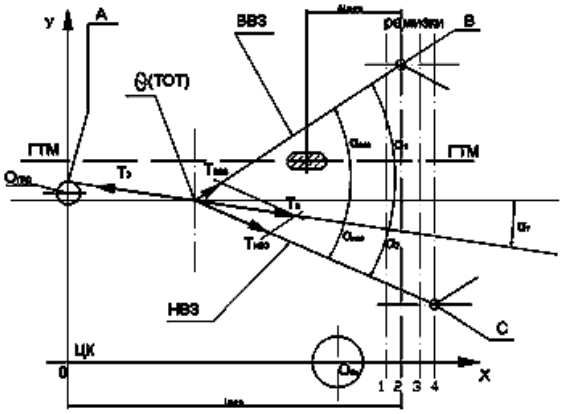


Рис. 1

Вначале исследуем влияние на величину смещения точки опушки ткани θ изменения следующих параметров КЗС (рис. 1):

– длины переднего зева $\ell_{ЗЕВ} = X_B - X_\theta$ при $0 \le X_\theta \le X_B$;

– расстояния от центра полета прокладчика (центра прокладки утка – ЦПУ) до:

– оси ведущей ремизки $\Delta\ell_{ЗЕВ} = X_B - X_{ЦПУ}$;

– угла зева $\alpha_{ЗЕВ}$ от 10 до 36°.

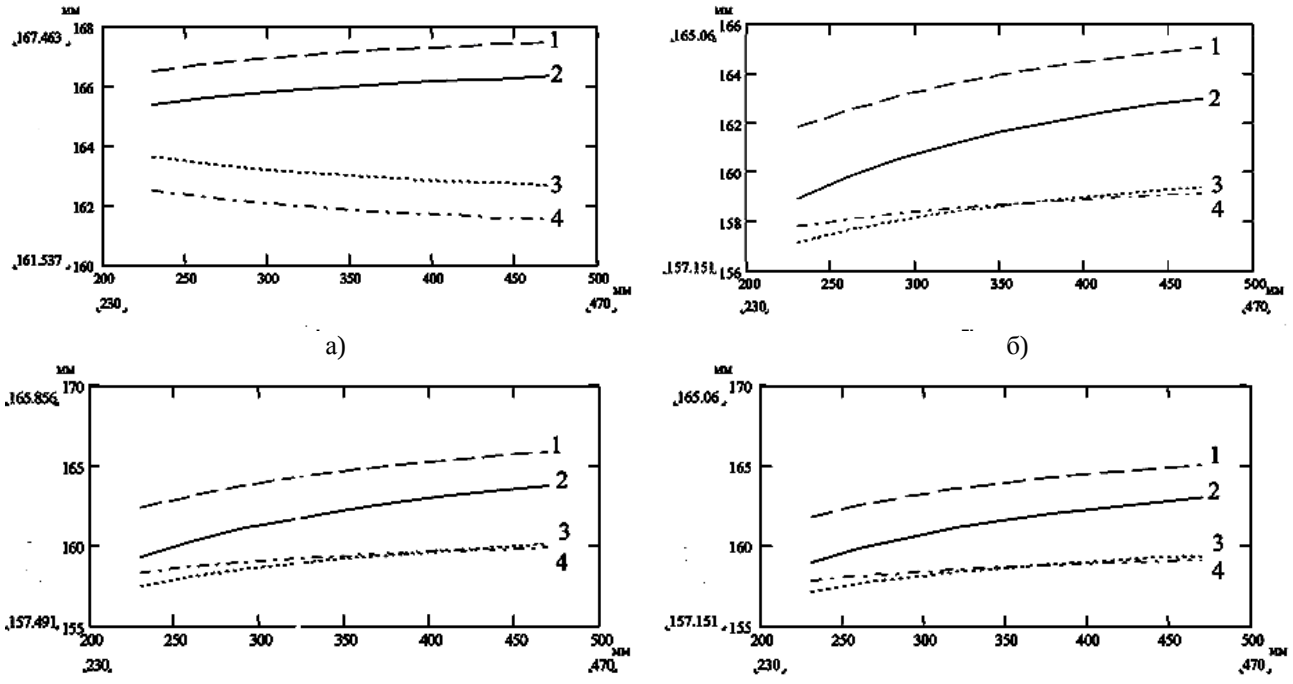


Рис. 2

Используем алгоритм, приведенный в [1]. Результаты исследования для четырех случаев значений параметров положения грудницы, линии заступа и глазков галев ремиз, изложенные в [1], представлены на рис. 2 и 3, где линиями 2 и 3 показано геометрическое место точек θ положения опушки ткани в зоне точки прибоя утка (ТПУ), а линиями 1 и 4 – в зоне центра прокладки утка (ЦПУ) и положении 1-й от грудницы ремизки вверху и внизу соответственно.

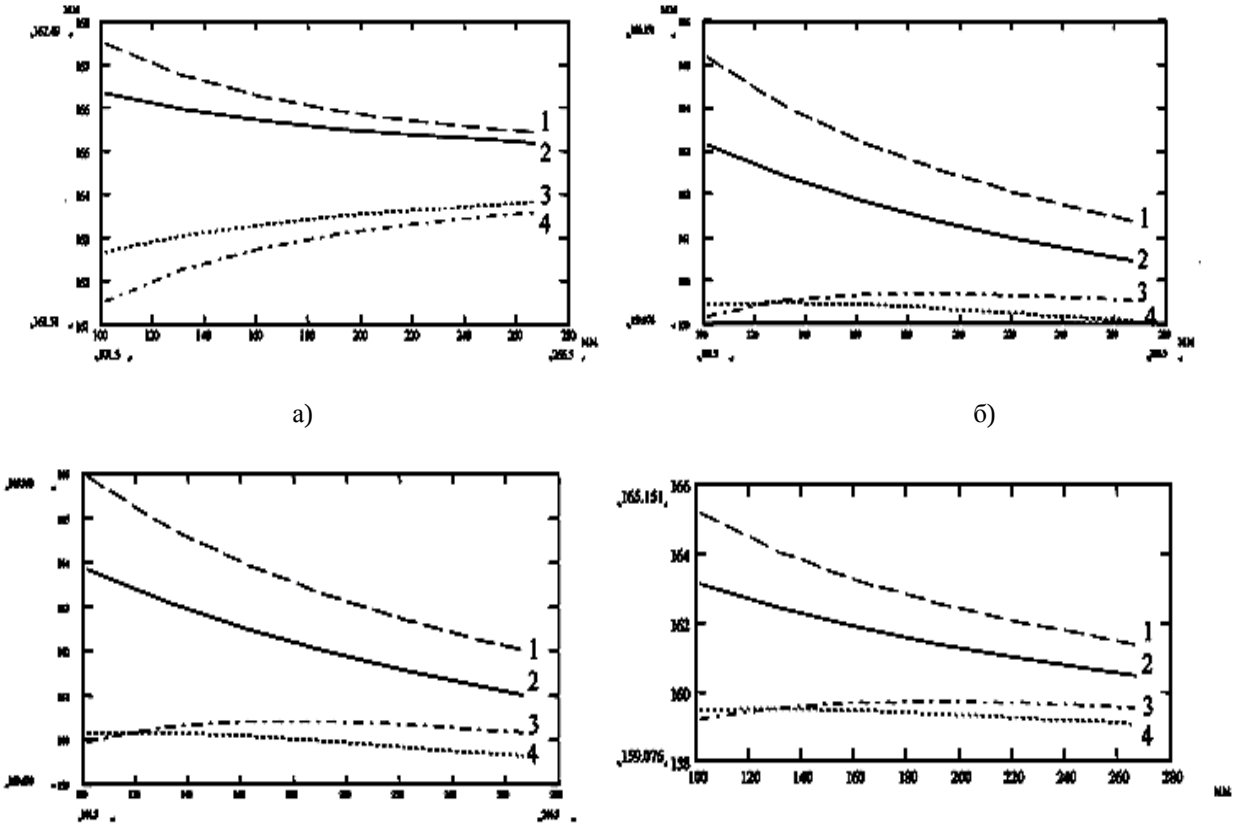


Рис. 3

Анализ графиков смещения точки θ (рис. 2-а, б, в, г) при изменении длины переднего зева показывает, что для всех четырех случаев при уменьшении расстояния от грудницы до ведущей ремизки с 470 до 230 мм смещение точки θ в зоне прибоя утка уменьшается в 2 раза, а в зоне полета прокладчика – в 1,5 раза.

Анализ графиков зависимости смещения точки θ (рис. 3-а, б, в, г) от изменения расстояния от центра полета прокладчика до первой ремизки показывает, что для всех четырех случаев при увеличении этого расстояния с 101,5 до 266,5 мм смещение точки θ в зоне полета прокладчика уменьшается в 2,66 раза, а в зоне прибоя утка – в 3,22 раза.

Расчет смещения точки θ в зависимости от изменения величины угла зева $\alpha_{ЗЕВ}$ от 10 до 36° проводился для двух случаев, когда грудница находится на линии заступа основы (ЛЗО), а последняя параллельна горизонтали ткацкой машины и когда грудница опущена, то есть ЛЗО расположена наклонно. Анализ результатов расчета показал, что при увеличении угла зева в указанных пределах смещение точки θ происходит практически линейно, увеличиваясь для 1-го случая в 3,5, а для 2-го – в 4 раза.

Далее исследуем перемещение точки θ при различном натяжении верхней и ниж-

ней ветвей зева. В качестве исходных данных для расчета используем конструктивные и технологические параметры ТМ, приведенные в [1]. Для обозначения перетяжки ветвей зева введем в расчет коэффициент C_T, определяемый как:

$$C_T = T_{НВЗ} / T_{ВВЗ}, \qquad (1)$$

где $T_{НВЗ}$ и $T_{ВВЗ}$ – натяжения нижней и верхней ветвей зева соответственно.

Определим положение геометрического места точек θ в зависимости от координат А (X_A; Y_A), В (X_B; Y_B) и С (X_C; Y_C) (рис.1).

Учитывая, что

$$X_C = X_B + (N_C — N_B)t_{РЕМ},$$

где N_B; N_C – номера ремизок, а $t_{РЕМ}$ – шаг ремиз, рассмотрим параллелограмм $T_{ВВЗ}\,\theta\,T_{НВЗ}\,T_З$. По теореме синусов из треугольника $\theta\,T_{НВЗ}\,T_З$ определим соотношения натяжения ветвей зева и их углов:

$$\frac{T_{НВЗ}}{T_{ВВЗ}} = \frac{\sin\alpha_1}{\sin\alpha_2}, \qquad (2)$$

где

$$\alpha_1 = \alpha_{ВВЗ} + \alpha_T \qquad (3)$$

и

$$\alpha_2 = \alpha_{НВЗ} - \alpha_T. \qquad (4)$$

Преобразовав выражение (2) с учетом (1), получим:

$$\frac{\sin\alpha_1}{\sin\alpha_2} = C_T. \qquad (5)$$

Подставив выражения (3) и (4) в уравнение (5), будем иметь:

$$\sin(\alpha_{ВВЗ} + \alpha_T) = C_T \sin(\alpha_{НВЗ} - \alpha_T). \qquad (6)$$

Преобразовав полученное уравнение (6), запишем:

$$\sin(\alpha_{ВВЗ} + \alpha_T) - C_T \sin(\alpha_{НВЗ} - \alpha_T) = 0. \qquad (7)$$

Значения углов $\alpha_{ВВЗ}$, $\alpha_{НВЗ}$ и α_T выразим через координаты точек А, В, С и θ (рис.1) формулами:

$$\alpha_{ВВЗ} = \operatorname{arctg}\left(\frac{Y_B - Y_\theta}{X_B - X_\theta}\right), \qquad (8)$$

$$\alpha_{НВЗ} = \operatorname{arctg}\left(\frac{Y_\theta - Y_C}{X_C - X_\theta}\right), \qquad (9)$$

$$\alpha_T = \operatorname{arctg}\left(\frac{Y_A - Y_\theta}{X_\theta - X_A}\right). \qquad (10)$$

Подставив в уравнение (7) выражения (8), (9), (10), получим трансцендентное уравнение:

$$\sin\left[\operatorname{arctg}\left(\frac{Y_B - Y_\theta}{X_B - X_\theta}\right) + \operatorname{arctg}\left(\frac{Y_A - Y_\theta}{X_\theta - X_A}\right)\right] - C_T \sin\left[\operatorname{arctg}\left(\frac{Y_\theta - Y_C}{X_C - X_\theta}\right) - \operatorname{arctg}\left(\frac{Y_A - Y_\theta}{X_\theta - X_A}\right)\right] = 0. \qquad (11)$$

Уравнение (11) выражает связь координат опушки ткани (X_θ ;Y_θ), грудницы (X_A;Y_A), глазков галев ремиз ($X_Б$;$Y_Б$ и X_C;Y_C) в случае перетяжки ветвей зевов C_T.

Подставляя значения X_θ, задаваемые на интервале от X_A до X_B с определенным шагом, методом Ньютона [3] для каждого заданного значения X_θ определяем значения ординаты Y_θ искомого положения возможной опушки ткани.

Для четырех случаев описанных в [1] и принятых там значений параметров положения грудницы, линии заступа и глазков галев ремиз, то есть параметров: X_A; Y_A; $X_Б$; $Y_Б$; X_C; Y_C и X_θ, используя также известный алгоритм, в системе MathCad была разработана программа расчета величи-

ны Y_θ при различных коэффициентах перетяжки ветвей зева C_T (C_T = 1,5 ÷ 3,5 и 4).

Результаты расчета показали, что смещение точек θ имеет одинаковый характер для всех четырех рассмотренных случаев. В табл. 1 представлены величины смещения точки θ на линиях прибоя (ТПУ) и прокладки утка (ЦПУ).

Таблица 1

C_T	1,0		1,5		2,0		2,5		3,0		3,5	
Точка опушки ткани	ТПУ (333.3)	ЦПУ (382)	ТПУ (333.3)	ЦПУ (382)	ТПУ (333.3)	ЦПУ (382)	ТПУ (333.3)	ЦПУ (382)	ТПУ (333.3)	ЦПУ (382)	ТПУ (333.3)	ЦПУ (382)
Случай 1	1.837	2.99	3.426	3.336	6.975	7.619	9.518	10.681	11.428	13.001	12.912	14.734
	1.837	2.99	6.99	9.075	10.343	12.945	12.692	15.605	14.427	17.54	15.759	19.009
Случай 2	1.726	2.808	3.539	3.524	7.081	7.799	9.618	10.847	11.52	13.12	12.997	14.875
	1.946	3.167	7.087	9.226	10.429	13.072	12.768	15.713	14.494	17.634	15.82	19.091
Случай 3	1.722	2.805	3.527	3.486	7.06	7.736	9.592	10.772	11.491	13.039	12.967	14.793
	1.964	3.194	7.119	9.287	10.466	13.147	12.806	15.792	14.533	17.712	15.857	19.166
Случай 4	1.981	1.443	7.227	7.755	10.757	12.015	13.285	15.053	15.18	17.318	16.652	19.067
	5.653	7.418	10.811	13.497	14.165	17.356	16.512	20.006	18.244	21.934	19.574	23.396

Для случая 2 с учетом C_T = 2,5 результаты расчета представлены на рис. 4, где линия 1 – линия заступа, линия 2 – геометрическое место положения точек θ для 1-й ремизки в ее верхнем положении, линия 3 – геометрическое место точек положения θ при нижнем положении 1-й ремизки.

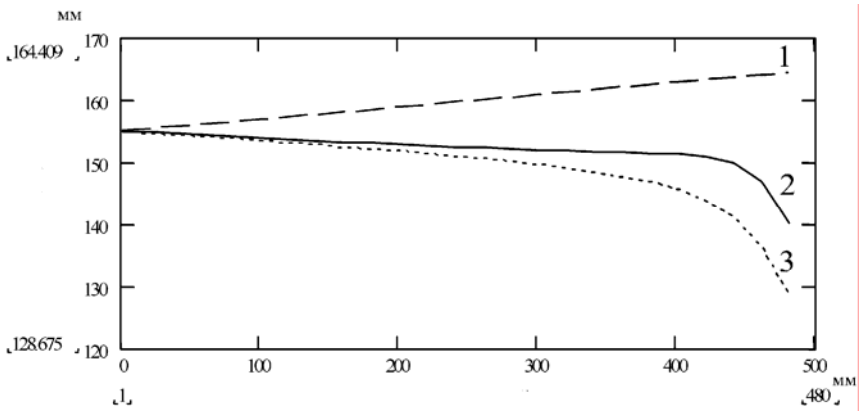


Рис. 4

Анализ табл. 1 и рис. 4 показал, что с увеличением коэффициента перетяжки нижней ветви зева вертикальное смещение точек θ относительно линии заправки увеличивается параболически. Смещение точек θ относительно этой же линии происходит несимметрично, а движение опушки ткани носит сложный колебательный характер.

Смещение точек θ в рассмотренных случаях и при перетяжке зева происходит от линии заступа в направлении перетянутой (нижней) ветви зева. Смещение опушки ткани может происходить и в прибое, так как прибой на современных ТМ происходит во время зевообразования на участке равномерного увеличения натяжения основы, но он занимает лишь малую часть времени этого процесса. Вертикальное смещение опушки ткани в процессе зевообразования может оказывать существенное влияние на процесс прибоя утка из-за нестабильности ее положения относительно движущегося берда.

Применяя изложенную методику, можно определить влияние на величину смещения точек θ по вертикали при зевообразовании и для иных случаев изменения величины расчетных параметров. Например, изменения расстояния от грудницы до точек θ, центра полета прокладчика и 1-й рабочей ремизки ТМ, формы и вида зева и типа их симметрии. По этим параметрам можно проанализировать влияние на положение опушки ткани любого элемента любой конструкционно-заправочной схемы (КЗС) любой ТМ и произвести ее оптимизацию по условию получения минимального дрейфа опушки ткани θ при зевообразовании.

Разработанная методика изучения положения и движения опушки ткани при зевообразовании и прибое применима для случаев:

– когда натяжения ветвей зева равны ($T_{ВВЗ} = T_{НВЗ}$, коэффициент перетяжки ветвей зева $C_T = 1{,}0$) и когда натяжение ветвей зева $T_{ВВЗ} \neq T_{НВЗ}$ и $C_T \neq 1{,}0$;

– когда зевы симметричны и асимметричны, имеют разный вид и форму;

– когда число ремизок в верхней и нижней ветвях зева соответствует заданному раппорту переплетения ткани.

ВЫВОДЫ

1. Процесс зевообразования оказывает существенное влияние на вертикальное смещение опушки ткани, если он не симметричен относительно горизонтали ткацкой машины и/или линии заступа основы.

2. Анализ влияния параметров переднего зева ТМ и коэффициента C_T перетяжки ветвей зева показал, что:

– вертикальное смещение опушки ткани пропорционально увеличивается при увеличении длины переднего зева $\ell_{ЗЕВ}$ и угла зева $\alpha_{ЗЕВ}$;

– вертикальное смещение опушки ткани соответственно уменьшается при увеличении расстояния от центра прокладчика утка до первой ремизки.

– вертикальное смещение опушки ткани увеличивается пропорционально коэффициенту C_T и направлено в сторону перетянутой ветви зева основы.

3. Разработана методика расчета положения опушки ткани, позволяющая проводить оптимизацию конструкционно-заправочной схемы ТМ по критерию смещения точки θ опушки ткани в процессе зевообразования и прибоя.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Макаров В.А., Романов П.Г., Хозина Е.Н.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, №4. С.84…89.

2. *Власов П.В., Розанов Ф.М.* Нормализация процесса ткачества. – М.: Гизлегпром, 1960.

3. *Бахвалов Н.С.* Численные методы. – М.: Наука, 1975.

Рекомендована кафедрой проектирования текстильных машин. Поступила 12.03.10.

УДК 677.628.023

К ВОПРОСУ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СУШКОЙ ОСНОВЫ В ПРОЦЕССЕ ПЕННОГО ШЛИХТОВАНИЯ

М.С. ИВАНОВ, С.Н. ВИНИЧЕНКО, А.Б. КОЗЛОВ

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)
E-mail: office@msta.ac.ru

Предложена структура автоматической системы управления процессом сушки основы после обработки ее вспененной шлихтой, которая является основанием для составления алгоритмической структуры системы, оценки качества ее работы и разработки программного обеспечения.

The framework of an automatic control system by the warp drying process after its processing by expanded sizing material which is the basis for drawing up the algorithmic system structure, for evaluation test of its work and software exploitation, is offered herein.

Ключевые слова: анализ процесса пенного шлихтования, сушка основы, структура автоматической системы управления процессом сушки основы.

В текстильных производствах применяется обработка волокнистых материалов (пряжа, ткань и другие) пенными составами в таких технологических операциях, как шлихтование, крашение, печатание, малосминаемая и антистатическая пропитки, которые заканчиваются сушкой материала. Для приготовления пены используется раствор с более высокой концентрацией применяемых препаратов, со значительно меньшим содержанием влаги и с большим объемом за счет вкрапления пузырьков воздуха.

Так, если при традиционном шлихтовании в 1000 л шлихты вводится в среднем 70 кг сухих порошковых, пастообразных и других компонентов, определяющих концентрацию раствора, то при пенном шлихтовании их содержание в 3…5 раз больше [1], [2], то есть в среднем на 1000 л вводится порядка 280 кг соответствующих компонентов.

В соответствии с этим при обеспечении истинного приклея, равного 3…8%, влажность основы после нанесения пены будет порядка 20…25% , что в 2…3 раза меньше, по сравнению с традиционным способом шлихтования.

Вместе с тем, разработка системы автоматического управления процессом нанесения пены и сушки материала, структуры системы и ее исследования практически не производилась. Например, на установке ШПУ-1 имеется аппаратура только для контроля и регулирования давления воздуха и расхода шлихты, подаваемых в пеногенератор [1].

Основными предпосылками для решения этих задач на примере пенного шлих-

тования основных нитей являются следующие.

1. Обеспечение выходных показателей качества ошлихтованной основы – приклея порядка 1…15% и влажности порядка 5…8% (в зависимости от вида пряжи).

2. Стабилизация приклея возможна изменением кратности пены на выходе пеногенератора или количества пены, наносимой на основу, что достигается изменением производительности пеногенератора или изменением режима работы устройства для нанесения пены (например, щелевого защитного кожуха).

3. Стабилизация влажности ошлихтованной основы может осуществляться путем изменения тепловых режимов сушилки – изменением подачи горячего воздуха или пара в сушильные барабаны.

4. При пенном шлихтовании отжимные валы выполняют преимущественно роль разрушения пены ("схлопывания" пузырьков) и существенно не влияют на отжим и влажность основы, поступающей в сушилку.

5. Изменение же времени сушки изменением скорости прохождения материала ограничено скоростными режимами текстильных машин.

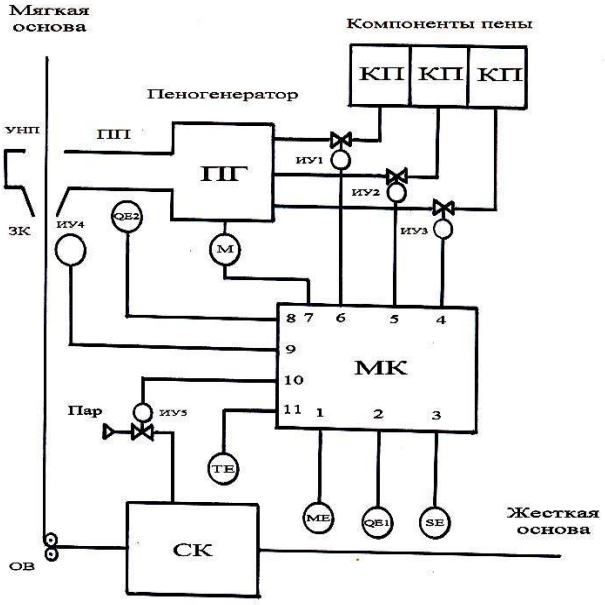


Рис. 1

На основании изложенного выше нами предложена структура автоматической системы управления процессом сушки (материала) после обработки ее вспененной шлихтой, представленная на рис.1. Система содержит сушильную барабанную или конвективную камеру СК, через которую проходит основа, обработанная пеной. Влажность, приклей и скорость движения основы после сушки измеряются датчиками соответственно ME, QE1 и SE, подключенными к входам 1, 2 и 3 микроконтроллера МК; управляющие выходы 4, 5 и 6 связаны с исполнительными устройствами ИУ1 – ИУ3, изменяющими подачу компонентов КП для получения пены требуемого качества; выход 8 – подсоединен к приводу ИУ4 перемещения створок защитного кожуха ЗК. Выход пеногенератора ПГ посредством пенопровода связан с устройством нанесения пены УНП. Качество и расход пены контролируются датчиком QE2, подключенным к входу 9 микроконтроллера МК, управляющий выход 10 которого связан с исполнительным устройством ИУ5, изменяющим подачу пара или горячего воздуха в сушильную камеру СК. Температура внутри сушильной камеры СК измеряется датчиком температуры TE, подключенным к входу 11 микроконтроллера МК. Так как в предложенной структуре отжимные валы ОВ выполняют функции плющильных валов, то регулирование их усилия прижима не предусматривается.

Система управления процессом сушки работает следующим образом. Изменение влажности М основы на выходе сушильной камеры СК может быть вызвано следующими факторами:

– изменением температурного режима сушки при изменении давления и температуры пара или горячего воздуха;

– изменением скорости транспортировки основы;

– изменением приклея в связи с изменением качества или количества пены.

Все эти параметры являются контролируемыми и измеряются с помощью датчиков ME, TE, QE1, QE2 и SE. В процессе регулирования возможны следующие ситуации.

1. Изменение только влажности М основы при постоянстве прочих: в этом случае стабилизация влажности основы может осуществляться только изменением расхода пара или горячего воздуха, подаваемых в сушильную камеру СК.

2. Изменение влажности основы, вызванное изменением приклея: в этом случае регулирование осуществляется по двум каналам:

– изменение качества (кратности) пены путем изменения режимов работы пеногенератора ПГ по скорости привода турбины и дозировке компонентов, а также в переходных режимах изменением количества наносимой на основу пены путем изменения положения створок защитного кожуха ЗК в устройстве для нанесения пены УНП;

– изменением расхода пара или горячего воздуха, подаваемых в сушильную камеру.

3. Изменение влажности основы по причине изменения скоростных режимов ее транспортировки, сопровождающееся одновременным изменением приклея: в этом случае осуществляются:

– стабилизация влажности высушенной основы изменением температурного режима сушильной камеры СК;

– стабилизация приклея изменением положения створок защитного кожуха ЗК;

– изменение производительности пеногенератора ПГ с сохранением кратности пены.

Функционирование автоматической системы в каждой из сложившихся ситуаций осуществляется микроконтроллером МК с соответствующим программным обеспечением взаимосвязанного управления.

Предложенная структура автоматической системы управления процессом сушки основы после обработки ее вспененной шлихтой является основанием для составления алгоритмической структуры системы, оценки качества ее работы и разработки программного обеспечения.

ВЫВОДЫ

На основании анализа технологического процесса пенного шлихтования разработана структура автоматической системы управления процессом сушки основы и даны рекомендации по функционированию системы в зависимости от возможных технологических ситуаций.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Власов П.В. , Безрукова Е.В.*// Шлихтование пряжи в пене. – М.: МТИ,1994.

2. *Павутницкий В.В., Павутницкая С.В., Галиуллина И.И.* Применение пен в текстильной и легкой промышленности. – Ульяновск, 1999.

3. *Виниченко С.Н.*: Дис….канд. техн. наук. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2005.

Рекомендована кафедрой автоматики и промышленной электроники. Поступила 15.04.10.

УДК 667

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГИДРОДИНАМИКИ ВИХРЕВЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ СУШКИ ВОЛОКНООБРАЗУЮЩИХ ПОЛИМЕРОВ

Б.С. САЖИН, А.С. БЕЛОУСОВ, М.Б. САЖИНА, АЛЕКСЕЙ В. ЛОПАКОВ, АЛЕКСАНДР В. ЛОПАКОВ

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)
(Российский заочный институт текстильной и легкой промышленности)
E-mail: office@msta.ac.ru, office@roszitlp.ru

В работе изложены результаты экспериментальных исследований вихревых аппаратов для сушки волокнообразующих полимеров.

The results of experimental research of the vortical apparatus for drying of fibre-forming polymers are stated in the article.

Ключевые слова: волокнообразующие полимеры, фонтанирующий слой, встречные закрученные потоки, вихревые аппараты.

Для исследования дисковых вихревых камер была создана экспериментальная установка и изучена гидродинамика комбинированного аппарата [1], [2]. В результате получены поля скоростей и давлений газа в аппарате при ступенчатом вводе материала. Выявлено также, что подача в аппарат материала приводит к снижению доли потерь полного давления, приходящегося на выходящий из камеры кольцевой вихрь с 65…70 до 55…60%.

Используя импульсный метод, изучена структура потоков в комбинированных аппаратах. Получены зависимости изменения концентрации трассера на выходе из аппарата от времени при различных режимных и конструктивных параметрах.

Определено влияние на среднее время пребывания материала ($\tau_{ср}$) в комбинированном аппарате от общего расхода газа V_o, расходной концентрации материала C_o и относительной высоты пережима (b/H), расположенного в вихревой камере. Установлено, что с увеличением b/H, вследствие роста удерживающей способности, возрастает $\tau_{ср}$.

Геометрические размеры лабораторных комбинированных вихревых сушилок представлены в табл. 1.

Таблица 1

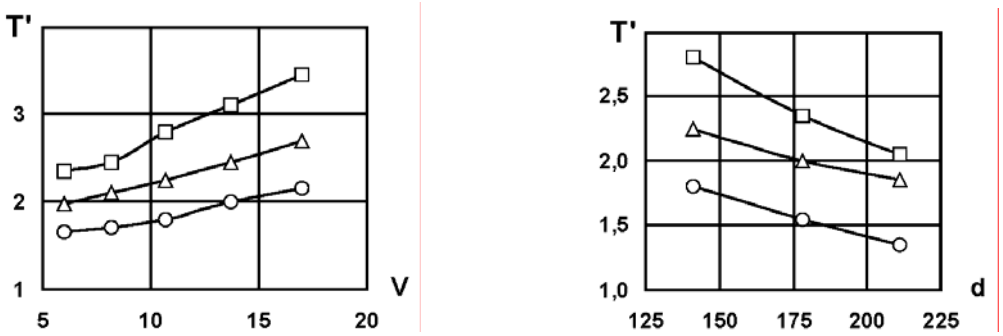
Диаметр корпуса аппарата $Д_1$, м	Диаметр вихревой камеры Д, м	Высота вихревой камеры H, м	Диаметр выхлопной трубы d_0, м	Высота ввода выхлопной трубы h_0, м	Высота пережимного кольца b, м
0,1	0,2	0,06	0,06	0,01; 0,02; 0,03; 0,04; 0,05;0,055	0,006; 0,015; 0,03
0,1	0,2	0,06	0,045 0,06 0,075	0,055	0,006; 0,015; 0,03

При исследовании гидродинамики во встречных закрученных потоках и аппарате с комбинированным фонтанирующим слоем часть экспериментальных исследований была выполнена в лабораторных условиях, а значительная их часть является результатом обработки статистических данных, полученных при обследовании работы действующих промышленных установок по сушке дисперсных материалов [3].

Исследовалось влияние высоты вихревого аппарата, расхода потока и размера частиц на распределение времени пребывания дисперсной фазы, рассчитана дисперсия функций распределения времени пребывания. Установлено, что распределение времени пребывания существенно зависит от режимов работы и конструкций аппаратов.

Для описания РВП (распределение времени пребывания) частиц предложена гидродинамическая модель ячеечного типа, в которой учитывается зависимость параметров от характеристик материала и устройства.

Обработка кривых распределения проводилась по методу моментов.



а) б)

Рис. 1

Рис. 1 отображает среднее время пребывания дисперсной фазы в аппарате T' (с): а) – в зависимости от скорости во входном патрубке аппарата V, м/с, при d=141 мкм; –О—О– L=0,55; – Δ—Δ– L=1,0 ; – □ – □ – L=1,5; б) – в зависимости от диаметра частиц d, мкм; скорость во входном патрубке V=10,7 м/с; –О—О– L=0,55; – Δ–Δ– L=1,0 ; – □ – □ – L=1,5.

На рис.1 представлены рассчитанные значения среднего времени пребывания T' в зависимости от расхода газа и диаметра частиц. Как видно, эти зависимости имеют неординарный характер. Увеличение скорости потока, которое в обычных трубных течениях вызывает уменьшение времени пребывания, в данном случае увеличивает T', причем это увеличение пропорционально высоте аппарата.

Также в результате экспериментального исследования установлено существенное влияние дополнительных боковых вводов теплоносителя на гидродинамику и тепломассообмен в аппарате с фонтанирующим слоем.

Установлено, что увеличение соотношения потоков α приводит к уменьшению максимального перепада давления в слое и скорости начала фонтанирования; вместе с тем, увеличение α приводит к увеличению рабочего перепада давления в слое и числа фонтанирования [4].

Найденная зависимость объемного числа Нуссельта Nu_V от соотношения расходов α имеет экстремальный характер, что согласуется с рациональным отношением расходов α, полученным при гидродинамическом исследовании. При значении α=0,55 конечное влагосодержание материала достигает своего минимального значения.

В результате исследований проведена разработка рекомендаций по созданию ти-

повых сушилок нового поколения для широкопористых сыпучих материалов, а также для суспензий и растворов, образующих после диспергирования и обезвоживания широкопористые дисперсные системы.

ВЫВОДЫ

1. В результате исследования удерживающей способности комбинированных безуносных сушилок установлена возможность сушки в них растворов и суспензий, образующих после диспергирования и частичного обезвоживания тонкопористые структуры с критическим размером пор 4…6 нанометров.

2. На основании результатов проведенных экспериментальных исследований вместо типовых вихревых сушилок для сушки тонкопористых дисперсных материалов с критическим размером пор 4…6 нанометров рекомендованы безуносные комбинированные аппараты, не требующие установки после себя системы улавливания высушенного продукта.

3. На основании теоретических и экспериментальных исследований предложены методы инженерного расчета и выбора оптимального режима работы сушилок для широкопористых дисперсных материалов с критическим размером пор более 6 нанометров.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Сажин В.Б., Сажина М.Б.* Сушка в закрученных потоках: теория, расчет, технические решения. – М., 2001.
2. *Белоусов А.С., Сажин Б.С., Сажин В.Б., Лопаков А.В., Сажина М.Б.* Влияние режима работы и конструкции на характеристики вихревого аппарата. Успехи в химии и химической технологии. – 2006, № 2 (60), т. XX. С. 94…97.
3. *Белоусов А.С., Сажин Б.С., Лопаков А.В., Лопаков А.В.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2006, № 6. С. 104…109.
4. *Белоусов А.С., Сажин Б.С., Лопаков А.В., Сажин В.Б.* К расчету потерь давления в вихревом аппарате. Успехи в химии и химической технологии. – 2005, № 10 (58), т. XIX. С. 62…64.

Рекомендована кафедрой процессов, аппаратов химической технологии и безопасности жизнедеятельности МГТУ им. А.Н. Косыгина. Поступила 15.06.10.

УДК 629.065

ВЕРОЯТНОСТНАЯ ОЦЕНКА ВРЕМЕНИ ДВИЖЕНИЯ РУЛОНА ТКАНИ

Е.А. РЫЖКОВА, А.Б. КОЗЛОВ

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)
E-mail: office@msta.ac.ru

Предлагаются математическая модель движения ткани, начиная с момента разбраковки и кончая отгрузкой потребителю или складированием, а также формула, в соответствии с которой можно определить время движения произвольного рулона ткани и оценить общее время формирования партии для отгрузки потребителю.

Mathematical model of a fabric movement, since the moment of grading and up to the shipment to a consumer or warehousing, are offered herein, as well as the formula according to which it is possible to define the time of any fabric roll movement and to estimate the total time of a party forming for the shipment to a consumer.

Ключевые слова: движение рулонов ткани, теория массового обслуживания, распределение Пуассона, вероятностная оценка времени движения.

Условия, в которых работают современные текстильные предприятия, заставляют решать не только задачи, связанные с производством, но и вопросы оперативной отгрузки потребителю товара, в частности, заказанных партий ткани, вопросы, связанные с содержанием складских помещений, вопросы получения оперативной информации о характеристиках готовых рулонов ткани и ткани, находящейся в производстве. Поэтому актуальным для ткацких предприятий является вопрос создания автоматизированной системы управления заключительным этапом производства ткани, начиная с момента разбраковки и кончая отгрузкой потребителю или складированием готовых тканей. Причем от оперативности составления партий часто зависит экономическая выгода предприятия. А время составления партий зависит от времени движения рулонов к пунктам формирования партий.

Анализ существующих решений показал, что сейчас нет разработок отечественного производства, решающих перечисленные вопросы, а зарубежные системы управления, либо сами имеют очень высокую стоимость, либо слишком дороги в обслуживании.

Для решения задачи управления заключительным этапом производства ткани на кафедре автоматики и промэлектроники МГТУ им. А.Н. Косыгина была разработана модель функционирования браковочно-сортировочного цеха, то есть заключительного этапа производства тканей. Эта модель представлена на рис.1.

Рис. 1

Из рисунка видно, что, несмотря на полную взаимосвязь элементов вспомогательного производства, можно выделить отдельные ветви.

Так, при прогоне на браковочных машинах поступающего на производство суровья использование экспертной системы позволит получить рекомендации по отделке данного суровья с учетом информации, полученной в результате разбраковки.

В свою очередь, процесс разбраковки готовых тканей является составной частью таких ветвей, как

– формирование партий готовой продукции для отгрузки потребителю;

– обработка лоскута;

– диагностика работы оборудования основного производства с целью уменьшения процента выхода брака.

Работа склада также зависит от работы браковочно-сортировочного цеха.

Рассмотрим цепочку прохождения рулона ткани от браковочного стола до отгрузки потребителю (рис. 2 – схема движения рулона к пункту формирования партии).

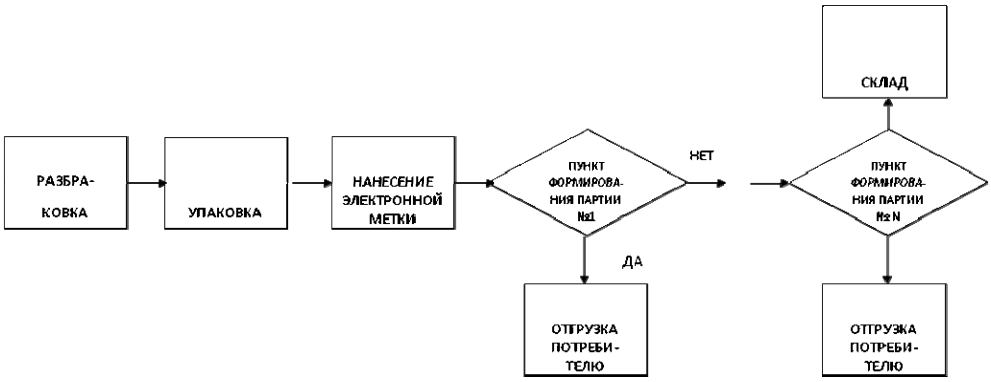


Рис. 2

После разбраковки рулон ткани упаковывается, затем на него наносится электронная метка с характеристиками данного рулона, и по транспортеру он поступает на первый пункт формирования партии. Там с электронной метки считывается информация о ткани и сравнивается с запросом, пришедшим на данный формирователь партии. Если информация совпадает, то ткань перемещается в тележку формирователя партии, если нет, то ткань движется дальше, к следующему формирователю партии, и так далее. Если запросов на данный вид ткани не было, то рулон отправляется на склад.

Предложенная цепочка может быть реализована несколькими схемами движения рулонов ткани через формирователи партий. Наиболее простая – последовательная (рис. 3).

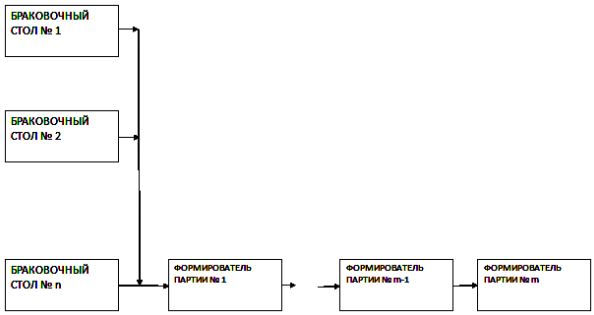


Рис.3

В этом случае рулоны со всех браковочных столов стекаются на пункты формирования партий. Транспортировка осуществляется с помощью подвесного люлечного конвеера.

Кроме последовательной может быть использована сходящаяся схема движения ткани (рис. 4).

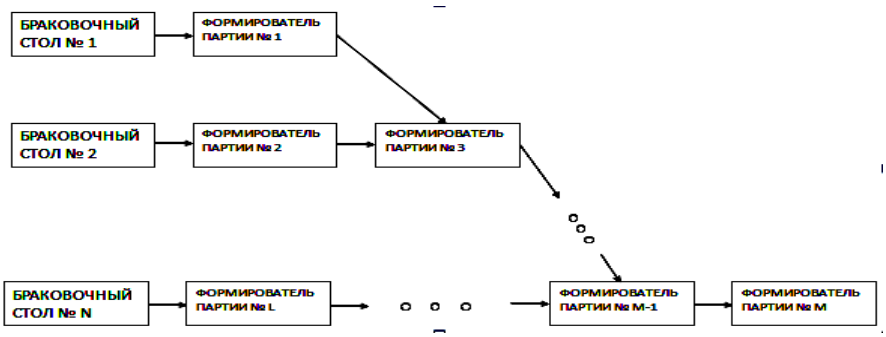


Рис. 4

В этом случае запросы одновременно должны быть направлены и на пункты формирования партий и на склад готовой продукции, поскольку есть вероятность, что рулон не попадет на тот пункт формирования партии, где находится на него запрос. Здесь мы имеем более сложную схему движения рулонов ткани.

И в первом, и во втором случаях движение ткани наиболее просто и точно можно описать с помощью теории массового обслуживания.

Наиболее интересными являются временные характеристики процесса обработки информации и принятия решения, а также время движения рулона к пунктам формирования партии.

Поскольку время, затраченное на разбраковку и упаковку, для разных рулонов различно, то при регулярном расположении люлек конвеера заполненность люлек рулонами ткани будет не полной и будет носить случайный характер. Тогда вероятность поступления требований на обслуживание в любом достаточно малом промежутке времени (T, T+h) зависит только от длины интервала h и не зависит от положения на оси времени стартовой точки T и предшествующей истории поступления требований. То есть время между двумя считываниями информации статистически независимо и описывается непрерывной функцией:

$$f(t) = \lambda e^{-\lambda T},$$

представляющей собой плотность распределения. Физический смысл λ это среднее число обрабатываемых рулонов в единицу времени. Тогда $1/\lambda$ можно определить как

среднее значение длительности временного интервала между обработкой соседних рулонов ткани.

Под обработкой понимается считывание информации о рулоне, сравнение ее с заданной и, в случае совпадения, перенос рулона в тележку формирователя партии.

Например, если единицей времени является час, то λ =20 – есть среднее количество обработанных за час рулонов, тогда $1/\lambda$ = 0,05. То есть запросы на обслуживание будут поступать каждые 3 минуты.

Учитывая плотность распределения, получаем, что вероятность поступления n заявок в интервал времени (0;T) будет описываться следующей формулой:

$$P_n(T) = \int_0^T P_{n-1}(T-x)f(x)dx = \int_0^T P_{n-1}(y)f(y)dy,$$

где n=1,2,3,…; y=T-x; x – есть время поступления первого запроса на обслуживание.

Проведя ряд преобразований, получаем:

$$P_n(T) = \frac{(\lambda T)^n e^{-\lambda T}}{n!}.$$

Это значит, что число рулонов ткани, которые формирователь партии должен опросить в интервале времени (0;T), подчиняется распределению Пуассона. Следовательно, плотность распределения времени пребывания в системе требования, поступившего в произвольный момент времени:

$$h(\tau_m) = \mu(1-\rho)e^{-e^{-\mu y}(1-\rho)\tau_m}$$

будет зависеть от средней длительности обслуживания формирователем партии одного рулона и от трафика-интенсивности, который, в свою очередь, зависит от интенсивности поступлений требований, то есть от количества рулонов, которые нужно обработать в интервал времени (0;T).

Тогда, выполнив ряд преобразований, получаем, что среднее время ожидания обслуживания произвольного m-го рулона ткани может быть определено по следующей формуле:

$$\tau_m = \frac{\lambda^m}{(m-1)!(m-\lambda)}\mu,$$

где λ – среднее число запросов на обслуживание; m – произвольный номер рулона.

Таким образом, используя полученную формулу, можно определить время, через которое заданный рулон будет помещен в тележку формирователя партии, а это, в свою очередь, позволит оценить время, которое будет затрачено на формирование партии в целом.

В Ы В О Д Ы

1. Существующие схемы движения рулонов ткани наиболее просто можно описать с помощью теории массового обслуживания.

2. Число рулонов ткани, которые формирователь партии должен опросить в интервале времени (0;T), подчиняется распределению Пуассона.

3. Используя полученные формулы, можно определить время, через которое заданный рулон будет помещен в тележку формирователя партии, а это, в свою очередь, позволит оценить время, которое будет затрачено на формирование партии в целом.

Рекомендована кафедрой автоматики и промышленной электроники. Поступила 15.04.10.

УДК 667:01

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СРЕДНЕЙ ДЛИНЫ ВОЛОКОН В ПРЯЖЕ ПО ОТСЧЕТАМ ЕЕ ЛИНЕЙНОЙ ПЛОТНОСТИ С ПОМОЩЬЮ ЭВМ

Ю.М. ВИНТЕР

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)
E-mail: retniw35@mail.ru

Доказана возможность определения средней длины волокон в пряже по положению максимума спектрограммы ее линейной плотности. Приведены источники возможных ошибок, и дан анализ их возможных погрешностей.

Possibility of determination of an average fibers length in a yarn by the position of the spectrogram maximum of its linear density is proved herein. The sources of possible errors are resulted and the analysis of their possible errors is given in the article.

Ключевые слова: определение средней длины волокон в пряже, линейная плотность пряжи, спектрограммы линейной плотности различных пряж, неровнотомер КЛА-2, компьютерная программа.

Длина волокна является одной из важнейших характеристик продуктов прядения, от величины которой зависят настройки вытяжных приборов, необходимый коэффициент кручения пряжи и т.д. Особенно важны эти характеристики в льнопрядении для продуктов, полученных после химической обработки ровницы. Дело в том, что прямые методы невозможны, так как такое волокно легко дробится – расщепляется на комплексы меньшей длины. В сухом прядении льна прямые методы возможны (хотя и здесь дробления волокон не избежать), но при отборе образцов более длинные волокна отбираются с большей вероятностью, нежели короткие. Это вызывает систематическое смещение оценки средней длины волокон в сторону ее завышения.

Идея разрабатываемого здесь метода возникла при анализе спектрограмм линейной плотности различных пряж, полученных с помощью неровнотомера КЛА-2. Спектрограмма представляет собой 67 столбцов, примыкающих друг к другу. Высота столбцов равна относительной дисперсии, созданной волнами, длины которых входят в диапазон, представленный шириной каждого столбца. Хотя на спектрограмме все столбцы имеют равную ширину, в действительности диапазон волн, охватываемых каждым последующим столбцом, в 1,1437 раза больше, чем предыдущий. Таким образом устанавливается логарифмический масштаб для длин волн, откладываемых по оси абсцисс спектрограммы. Так как волокна, составляющие продукт, ориентированы вдоль продукта, то каждое волокно входит в ряд сечений продукта. Поэтому колебания значительной амплитуды с длинами волн, меньшими средней длины волокна, невозможны. Это приводит к тому, что самые левые столбцы спектрограммы ниже своих правых собратьев. В то же время сумма высот всех столбцов спектрограммы равна квадрату коэффициента вариации продукта по линейной плотности. Поэтому рост высот столбцов спектрограммы слева направо рано или поздно прекратится и высота столбцов начнет снижаться. Таким образом, спектрограмма обязательно должна иметь максимум. Из предыдущего рассуждения ясно, что чем больше длина волокна, тем правее находится максимум, тем больше длина волны, соответствующая его абсциссе. Максимум может быть четко выражен, если число волокон в сечении

невелико, что позволяет в полной мере проявиться дискретной структуре продуктов прядения (а именно: дискретной структуре продукта мы обязаны, наблюдая описанное явление).

Таким продуктом является пряжа. Действительно, сравнивая спектрограммы шерстяных и хлопчатобумажных пряж, мы видим, что максимум спектрограммы шерстяной пряжи всегда правее хлопчатобумажной. Волокна, составляющие льняную пряжу из короткого волокна, полученную по способу сухого прядения, примерно в 3 раза длиннее волокон, составляющих гребенную хлопчатобумажную пряжу, что и проявляется в положении максимума. В приведенных примерах средние длины волокон существенно различны, однако мы практически убедились, что этим способом можно выявлять и небольшие различия в длине волокон. Для выяснения этого вопроса мы сравнили спектрограммы гребенной и кардной хлопчатобумажных пряж и даже льняные пряжи из ровницы с разной интенсивностью химической отварки.

Приведенные примеры позволяют поставить задачу разработки теоретических оснований, метода и компьютерной программы, позволяющей оценивать среднюю длину волокон в пряже. Для теоретического анализа удобнее использовать не спектрограмму, а спектральную плотность. Прежде всего необходимо было проверить, какие параметры распределения волокон по длине влияют на положение максимума спектральной плотности дисперсии (СПД) линейной плотности пряжи. Для этого были выбраны такие резко различные по форме распределения, как равномерное и нормальное, а также гамма-распределение. Гамма-распределение отличается от равномерного и нормального положительной асимметрией. Для указанных числовых распределений были найдены выражения для нормированной спектральной плотности дисперсий (СПД) пряжи по числу волокон в сечении.

Совпадение кривых для нормального и равномерного распределения настолько полно, что графическое разрешение при обычных размерах графика не позволяет их выявить (а расхождение на деле есть). СПД для гамма-распределения также достаточно близка к перечисленным выше СПД. С уменьшением коэффициента вариации CV расхождения между СПД уменьшаются. Результаты этого предварительного исследования говорят о том, что положение максимума определяется, в основном, не типом распределения волокон по длине, а его параметрами. Далее исследовалась зависимость положения максимума нормированной СПД линейной плотности пряжи от параметров распределения волокон по длине. Ось абсцисс СПД была принята безразмерной, по ней откладывались величины $\lg(\lambda/L)$, где λ – длина волны, а L – математическое ожидание длины волокна. Анализ показал, что положение максимума в основном зависит от L. При исследовании простейшего трехпараметрического распределения (в котором можно изменять асимметрию при неизменных L и CV) выяснилось, что изменение асимметрии в разумных пределах практически не влияет на положение максимума. Это позволило ограничиться в дальнейших исследованиях двухпараметрическим распределением волокон по длинам. Два параметра определяют среднюю длину и коэффициент вариации по длине. Асимметрию в этом случае менять будет нельзя. На практике все льняные и шерстяные волокна имеют положительную асимметрию (по длине), которая никогда не превышает 1 (в действительности много меньше). Хлопок имеет слабо отрицательную асимметрию, но реально всегда перерабатывается смесь нескольких марок хлопка, и асимметрия смеси может быть какой угодно, но обычно близка к нулю. Из этих соображений для аппроксимации реального распределения перерабатываемой смеси выбрано гамма-распределение волокон по длине. Его асимметрия равна $2 \cdot CV$ и для хлопковых волокон не будет превышать $2 \cdot 0{,}3 = 0{,}6$.

Для этого распределения волокон по длине была получена зависимость абсциссы глобального максимума СПД от коэффициента вариации волокон по длинам.

Эта зависимость может вызвать ошибку при определении длины волокна. Она приведена на рис. 1 – изменение отношения положения максимума СПД к средней длине волокон от коэффициента вариации волокон по длине.

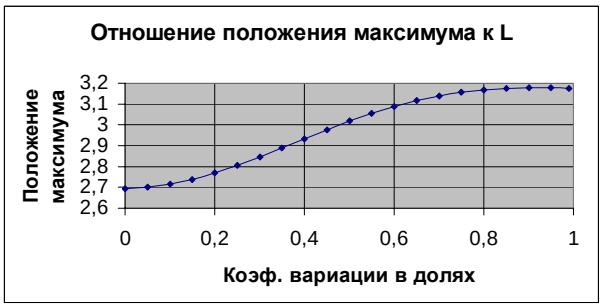


Рис. 1

При изменении CV с 0,05 до 0,95, то есть в 19 раз, положение максимума изменится с 2,7 до 3,18, в то время как такое же изменение средней длины привело бы к изменению положения максимума тоже в 19 раз.

Максимальная ошибка возникает тогда, когда оператор игнорирует любые априорные сведения о CV волокон по длине и полагает CV = 0. Можно показать, что даже в этом случае при CV = 40% ошибка составляет 8,86%. В действительности известно, например, что для хлопка CV~25%, волокон льна после химической обработки ровницы ~35%, в сухом прядении очесов и короткого льноволокна ~70…80%, то же самое с применением гребнечесания ~50…60%. Эти априорные знания позволяют существенно уменьшить величину ошибки.

Еще одним источником ошибки являются вытяжные волны, которые могут искажать СПД линейной плотности пряжи. Боллс, а затем В.Е.Зотиков описали механизм возникновения вытяжных волн. В основе этого механизма лежит смещение точки перехода внутрь вытяжного поля при увеличении числа волокон в зажиме вытяжной пары. Смещение внутрь равносильно уменьшению вытяжки, поэтому оно приводит к еще большему увеличению числа волокон в зажиме вытяжной пары. Выражаясь современным языком, в вытяжном приборе имеется положительная обратная связь. Чем меньше контроль за движением волокон, тем сильнее эта связь, тем выше неровнота продукта. Численный анализ этого явления показал, что с увеличением степени неконтролируемости движения волокон в вытяжном приборе максимум СПД смещается влево. При максимальной степени неконтролируемости, допустимой для эксплуатации вытяжного прибора, это смещение не превышает 7,4%. Таким образом, CV волокон по длине и степень неконтролируемости действуют на положение максимума спектрограммы разнонаправлено, что уменьшает их совместное влияние.

Еще одним источником ошибки является отличная от 0 протяженность датчика, измеряющего линейную плотность продукта. При этом максимум СПД смещается вправо. В условиях КЛА-2 это смещение не превышает 5% и может быть частично компенсировано расчетным способом.

Эти исследования проведены с помощью анализа СПД. Они были уточнены при переходе к спектрограммам, где возникли дополнительные источники ошибок, главной из которых является дискретность спектрограммы.

Положение максимума спектрограммы может быть использовано для определения средней длины волокна в пряже (вернее – тех комплексов, которые *двигались раздельно в процессе вытягивания*). При этом спектрограмма должна быть спектрограммой относительных дисперсий, что позволяет не только определять среднюю массовую длину волокна в пряже, но и получать значительно больше технологически важной информации, чем, например, можно получить, применяя последнюю модель неровнотомера Устер. Поскольку автор был разработчиком алгоритма получения спектрограмм на приборе КЛА-2, то ему удалось разработать и встроить в программное обеспечение прибора программу для определения длины волокна в пряже. В этой программе оператор задает предполагаемые среднюю массовую длину (L) потока волокон и CV по длине волокон пряжи и сравнивает наложенные друг на друга

на дисплее спектрограммы – расчетную и реальную, предварительно увеличив ординаты расчетной таким образом, чтобы оба максимума имели примерно одинаковые ординаты. Расчетная спектрограмма строится путем численного интегрирования функции, возвращающей значения СПД при введенных значениях CV и L. Пределами интегрирования служат границы каждого из 67 столбцов спектрограммы. Изменяя L, оператор добивается совпадения положений максимумов этих спектрограмм и фиксирует значение L . Точность метода при использовании КЛА-2 находится в пределах 5 мм. Однако она может быть увеличена, если использовать файл с отсчетами линейной плотности (а не спектрограмму) и специальным образом изменить алгоритм вычисления реальной спектрограммы. Возможно также изменить программу определения длины волокна в пряже таким образом, чтобы оператор задавал только начальные значения L и CV, а дальнейший процесс поиска величин L, при которых положения максимумов двух спектрограмм совпадают, протекал бы автоматически.

В Ы В О Д Ы

1. Доказана возможность неразрушающего определения средней длины волокна в пряже по отсчетам ее линейной плотности.

2. Разработана и может быть поставлена организациям, имеющим неровнотомер КЛА-2, компьютерная программа, определяющая среднюю массовую длину волокон в пряже.

Рекомендована кафедрой автоматизированных систем обработки информации и управления. Поступила 20.04.10.

УДК 677.024

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ НИТИ С НЕЛИНЕЙНОЙ ЖЕСТКОСТЬЮ И ЕЕ АПРОБАЦИЯ

О.А. САВВИН, П.С. БАЛАБАЕВ

(Костромской государственный технологический университет)
E-mail: info@kstu.edu.ru

В статье предложена модель с переменным коэффициентом жесткости, зависящим от величины и скорости изменения натяжения нитей основы. Модель хорошо описывает упругие и диссипативные свойства текстильных нитей, она проста и удобна при решении задач ткачества с помощью ЭВМ.

The model with the variable rigidity factor, depending on the rate and change speed of the warp threads tension, is offered in the article.

Ключевые слова: натяжение нитей основы, коэффициент жесткости нитей основы, увеличение скорости деформации, решение дифференциальных уравнений, математическая модель.

В работе [1] В.А.Гордеев установил, что коэффициент жесткости нитей в динамических условиях несколько выше, чем в условиях статики. Предложенная ранее нами модель нити с сухим трением вместо более распространенной модели с вязким трением не позволяет полностью объяснить увеличение коэффициента жесткости основных нитей с увеличением скорости деформации.

Поэтому мы предполагаем, что К – общий коэффициент жесткости нитей основы является суммой двух составляющих:

$$K = K_1(S) + K_2\left(\frac{dS}{dt}\right), \qquad (1)$$

где $K_1(S)$ – коэффициент жесткости нитей при статических испытаниях, зависящий от силы натяжения нитей, а $K_2\left(\frac{dS}{dt}\right)$ – дополнительное слагаемое, увеличивающееся с увеличением скорости изменения натяжения.

Мы рассмотрим простейший случай, когда это слагаемое пропорционально модулю $\frac{dS}{dt}$, то есть:

$$K_2\left(\frac{dS}{dt}\right) = K_V\left|\frac{dS}{dt}\right|. \qquad (2)$$

С учетом сказанного дифференциальное уравнение движения груза, подвешенного на нитях основы, можно представить так:

$$\begin{cases} \dfrac{dS}{dx} = K\left(S, \dfrac{dS}{dt}\right), \\ m\dfrac{d^2x}{dt^2} = mg - S_0 - fS_0 \operatorname{sign}\left(\dfrac{dx}{dt}\right), \end{cases} \qquad (3)$$

где S_0 – значение натяжения S к началу рассматриваемого промежутка времени Δt. Заметим, что индекс 0 служит для обозначения какой-либо величины в начале промежутка Δt. Та же величина, но без индекса обозначает ее значение в конце промежутка Δt.

Данная система дифференциальных уравнений решалась на ЭВМ по методу Эйлера, то есть бесконечно малая dt заменялась малой, но конечной величиной Δt. Так как параметры системы $\left(S, x, \dfrac{dx}{dt}\right)$ за этот промежуток меняются незначительно, то их можно считать примерно постоянными и с учетом этого найти их новые значения к концу рассматриваемого промежутка Δt, которые являются начальными для следующего промежутка и так далее. Подобным образом можно определить поведение системы за любой период времени. При этом к началу расчетов все начальные параметры системы должны быть определены.

Остановимся на решении дифференциальных уравнений более подробно. Для их решения была использована следующая схема.

1. На основании второго уравнения системы (3) определялось ускорение груза $a = \dfrac{d^2x}{dt^2}$ в предположении, что правая часть этого уравнения величина примерно постоянная.

2. По найденному значению a определялись следующие параметры: v и dv, скорость груза и ее приращение за время Δt, а затем x и Δx. Использовались зависимости: $\Delta v = a\Delta t$; $v = v_0 + \Delta v$; $\Delta x = v\Delta t$; $x = x_0 + \Delta x$.

3. На основании первого уравнения (3) находилось S и его приращение, а затем по зависимости (1) значение коэффициента жесткости K к концу промежутка Δt. При этом использовались зависимости: $\Delta S = K_0\Delta x$; $S = S_0 + \Delta S$.

Для решения полученного дифференциального уравнения и апробации предложенной модели была разработана специальная программа для ЭВМ. Значения параметров были приняты следующие: a_1=2500 Н/м; a_2=2000 Н/м; a_3=0,04 1/Н; K_v=0,5 Н·с/м^2; f=0,03. Расчеты проводились при значениях масс: 0,5; 1; 1,5 и 2 кг. Начальные условия принимались следующие; dx/dt=0; x=0; $S_н$=1,75mg; $S_н$ – начальное натяжение основы, то есть ее натяжение при t=0. За положение статического равновесия принималось значение x при S=mg.

Кажущееся увеличение коэффициента жесткости (по Гордееву коэффициент жесткости в динамических условиях) определяли по формуле:

$$K = \frac{4\pi^2 m}{T^2}, \qquad (4)$$

где T – период колебаний груза массы m.

Именно по этой формуле определялся динамический коэффициент жесткости в работе [1].

Обработка кривых свободных колебаний груза на нитях основы, полученных на ЭВМ, показала следующее.

1. По мере затухания колебательного процесса период колебаний увеличивается. Наибольшее его увеличение составляет 5…6% от периода колебаний в начале движения.

2. При заданных начальных условиях и значениях K_v и f число периодов свободных колебаний груза до остановки во всех случаях осталось неизменным и равным 6,5 циклам.

3. Изменение f – коэффициента внутреннего трения, более чем в три раза, не привело к заметным изменениям в натяжении нитей основы.

Была разработана также программа для изучения поведения нитей основы при вы-

нужденных колебаниях. Расчетная схема была разработана для случая, когда один конец нитей закреплялся, а другому концу задавалось гармоническое движение, происходящее по закону:

$$x = a_m \sin\left(\frac{2\pi}{T} t\right), \qquad (5)$$

где a_m – амплитудное значение перемещения свободного конца; T – период возмущающего воздействия.

Расчеты проводились при a_m = 0,005 м и значениях периода T, равных 0,2; 0,1; 0,05 и 0,02 секунды. При этом "полоске нитей основы" задавалось предварительное, или начальное, натяжение $S_н$=17 Н.

Определялась разница $S_д$ – натяжение основы в динамических условиях и S_c – натяжение в статических условиях нагружения, то есть определялась $\Delta S = S_д - S_c$. Разница максимальных натяжений обозначалась ΔS_{max}, а минимальных – ΔS_{min}. Определялось также отношение этих приращений к $S_н$ – начальному натяжению, которое выражалось в процентах. Результаты вычислений приведены на рис. 1 (вынужденные колебания основы) и в табл. 1.

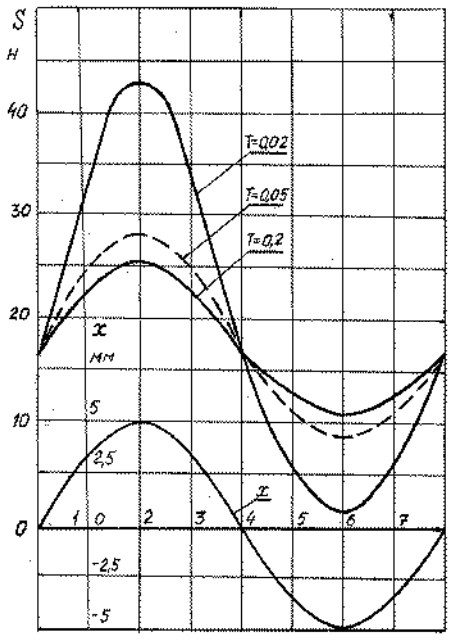


Рис. 1

Таблица 1

T, с	ΔS_{max}, Н	ΔS_{min}, Н	$\frac{\Delta S_{max}}{S_Н}$, %	$\frac{\Delta S_{min}}{S_Н}$, %
0,2	0,57	0,44	3,3	2,6
0,1	1,23	0,80	7,2	4,7
0,05	3,02	1,96	20	11,5
0,02	24,37	9,18	143	54

Анализируя данные в табл.1, можно заключить, что увеличение жесткости нитей начинает сказываться при частоте возмущающих воздействий порядка 20 Гц, а при частоте выше 50 Гц скоростная составляющая жесткости K_2 является доминирующей.

ВЫВОДЫ

Предложена нелинейная модель нити основы, ориентированная на использование ЭВМ. Данная модель позволяет объяснить резкое увеличение натяжения основы при больших скоростях деформации (прибой) и рассматривать "медленные" процессы как статические.

Таким образом, предложенная модель хорошо описывает упругие и диссипативные свойства нитей основы, является перспективной и требует дальнейшего развития и усовершенствования на базе тщательно проведенных экспериментальных исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Гордеев В.А.* Динамика механизмов отпуска и натяжения основы ткацких станков. – М.: Легкая индустрия, 1965.

Рекомендована кафедрой теоретической механики и сопротивления материалов. Поступила 25.04.10.

УДК 687.05/ 539.384/ 685.31

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗГИБА МАЛОРАСТЯЖИМОГО ЛИСТА

А.Г. УСОВ

(Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна)
E-mail: rector@sutd.ru

Исследуется изгиб листа текстильного полотна при таких условиях, когда оно может считаться упругой оболочкой, срединная поверхность которой практически не растяжима. Предлагается алгоритм построения многогранной поверхности, удобный для компьютерного моделирования чистого изгиба полотен.

The sheet bend of a textile canvas under such circumstances when it can be considered as the elastic coating, which median surface is practically non-stretchable is researched herein. The algorithm of construction of the many-sided surface, convenient for computer modelling of the canvases pure bend is offered in the article.

Ключевые слова: изгиб листа текстильного полотна, развертывающаяся поверхность, модель в виде многогранной поверхности, алгоритм построения, изгиб текстильных полосок.

По мере развития компьютерных технологий они стали активно применяться для исследования и проектирования формы текстильной оболочки [1], [2]. Построение модели оболочки производится чаще всего путем интегрирования системы дифференциальных уравнений движения массивных частиц ткани [3]. Применяется также метод минимизации потенциальной энергии деформированного текстильного материала [4].

В настоящей работе предлагается эффективная методика исследования изгиба текстильных полотен в зависимости от типа заделки листа полотна в предположении, что растяжением и сдвигом срединной поверхности листа как упругой оболочки можно пренебречь по сравнению с ее изгибными деформациями. Определение формы изгиба сводится к перемножению матриц и дает достоверную информацию о форме текстильной оболочки как механической системы при относительно малом числе ее обобщенных координат.

Пусть недеформированный лист полотна имеет вид прямоугольника R размерами $\ell_x \times \ell_y$ (рис. 1) и заполнен упругой средой. Назначаем лицевую сторону срединной плоскости недеформированного листа и связываем с ней систему координат Oxyz, развернутую относительно абсолютной системы OXYZ, связанной со стойкой.

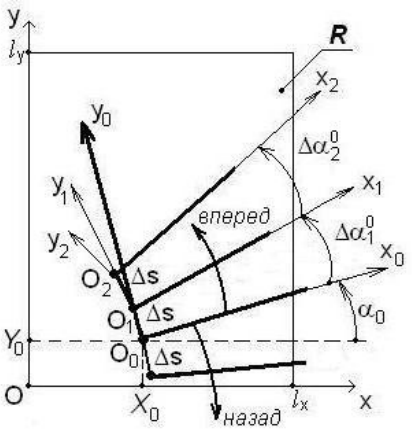


Рис. 1

Пренебрежем растяжениями и сдвигом срединной поверхности полотна при его деформации, так что гауссова кривизна срединной поверхности деформированного листа остается равной нулю. Такая поверхность, называемая развертывающейся

[5], получается из плоской развертки путем изгиба. Развертывающаяся поверхность может быть плоской, цилиндрической, конической или поверхностью касательных. Пусть область $\breve{R}$ – образ прямоугольника R на изогнутой поверхности – не включает в себя зону перелома, то есть окрестность вершины конуса, где кривизна направляющих и соответственно изгибающий момент весьма велики. Образующие и направляющие развертывающейся поверхности создают ортогональную координатную сетку на изогнутой поверхности (рис. 2) и на развертке.

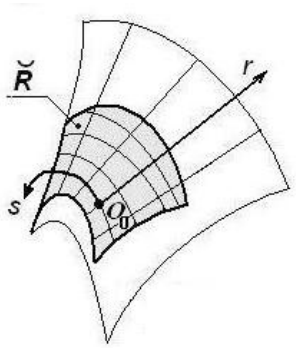


Рис. 2

Срединную поверхность изогнутого листа будем моделировать в виде многогранной поверхности, создаваемой по следующему алгоритму.

1. Тремя углами α, β, γ задаем положение трехгранника $Oxyz$ в системе координат $OXYZ$. Тремя параметрами X_0, Y_0, α_0 задаем положение базовой (начальной) образующей O_0x_0 на развертке.

2. Задавшись числом граней N и начальными значениями углов между образующими $\Delta\alpha_n^0$, $n = 0,1,\ldots,N$, строим план изгиба на развертке. Рассчитываем шаг Δs вдоль базовой направляющей, достаточный для покрытия области R. Делаем шаг Δs по оси O_0y_0 вдоль касательной к направляющей, поворачиваем образующую O_0x_0 на угол $\Delta\alpha_1^0$ и строим следующую образующую O_1x_1. Сделав далее шаг в направлении оси O_1y_1, строим образующую O_2y_2 и т. д. Гранями моделируемой поверхности служат многоугольники, ограниченные образующими и краями развертки.

3. Задавшись начальными значениями углов $\Delta\beta_n^0$ между нормалями к граням, поворачиваем последовательно грани друг относительно друга, оставляя первую (базовую) грань в плоскости xOy, и строим многогранную поверхность.

4. Оптимизируем начальную модель путем поиска значений $\Delta\alpha_n$, $\Delta\beta_n$, доставляющих минимум целевой функции – потенциальной энергии листа изогнутого полотна, сложенной с величинами, представляющими собой "штраф" за нарушение дополнительных условий изгиба. Срединная поверхность полотна будет огибающей по отношению к построенной многогранной поверхности.

В наиболее общем случае имеем поверхность, образованную касательными к ее горловой линии. Отношения значений $\Delta\alpha_n$, $\Delta\beta_n$ к длине дуги Δu горловой линии представляют средние значения ее кривизны и кручения.

План изгиба в зависимости от способа заделки (захвата) полотна может быть построен как для полуплоскости $y_0 > 0$ (направление "вперед" на рис. 1), так и для направления "назад" по оборотной стороне плоскости развертки.

Пусть $\hat{A}_n = \begin{pmatrix} \cos\Delta\alpha_n & \sin\Delta\alpha_n \\ -\sin\Delta\alpha_n & \cos\Delta\alpha_n \end{pmatrix}$, $\hat{S}_0 = \begin{pmatrix} X_0 \\ Y_0 \end{pmatrix}$, $\hat{S} = \begin{pmatrix} 0 \\ \Delta s \end{pmatrix}$. Вектор V_{n-1} координат точки, принадлежащей $n-1$ грани, преобразуется в вектор V_n координат этой точки в системе координат $O_nx_ny_n$ по формуле:

$$V_n = \hat{A}_n(V_{n-1} - \hat{S}). \qquad (1)$$

Обратное преобразование имеет вид:

$$V_{n-1} = \hat{A}_n^{-1}V_n + \hat{S}.$$

Вектор V_{n-1} преобразуется в вектор V координат рассматриваемой точки в системе Oxy по формуле:

$$V = \widehat{P}_{n-1} V_{n-1} + \widehat{C}_{n-1}, \qquad (2)$$

где $\widehat{P}_{n-1} = \prod_{k=0}^{n-1} \widehat{A}_k^{-1}$, $\widehat{C}_{n-1} = \left(\sum_{k=1}^{n-2} \widehat{P}_k + \widehat{A}_0^{-1} \right) \widehat{S} + \widehat{S}_0$.

С использованием формулы (2) определяем точки пересечения образующих с границами развертки. Применяя формулу (1), рассчитываем локальные координаты вершин развертки и определяем их принадлежность n-й грани. Строим многоугольник грани и рассчитываем его геометрические и механические параметры.

Многогранную поверхность строим с использованием трехмерных матриц. Пусть X_{n-1} – вектор координат некоторой точки трехгранника $O_{n-1}x_{n-1}y_{n-1}z_{n-1}$ в связанной с ним системе координат. Обозначив

$$S = \begin{pmatrix} 0 \\ \Delta s \\ 0 \end{pmatrix},$$

$$B_n = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\Delta\beta_n & \sin\Delta\beta_n \\ 0 & -\sin\Delta\beta_n & \cos\Delta\beta_n \end{pmatrix},$$

$$A_n = \begin{pmatrix} \cos\Delta\alpha_n & \sin\Delta\alpha_n & 0 \\ -\sin\Delta\alpha_n & \cos\Delta\alpha_n & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix},$$

находим вектор координат этой точки в системе $O_n x_n y_n z_n$:

$$X_n = B_n A_n \left(X_{n-1} - S \right).$$

Обратное преобразование имеет вид:

$$X_{n-1} = T_n X_n + S,$$

где $T_n = A_n^{-1} B_n^{-1}$.

Вектор X_{n-1} преобразуется в вектор координат точки относительно системы $O_0x_0y_0z_0$, связанной с базовой гранью, по формуле:

$$X_0 = P_{n-1} X_{n-1} + C_{n-1}, \qquad (3)$$

где $P_{n-1} = \prod_{k=1}^{n-1} T_k$, $C_{n-1} = \left(Q_{n-2} + E \right) S$,

$Q_{n-2} = \sum_{k=1}^{n-2} P_k$, E – единичная матрица 3×3.

На основе формулы (3) строятся вершины граней в пространстве, и компонуется трехмерная модель изогнутой поверхности.

Полезность предлагаемого способа моделирования поверхности полотна проявляется при обработке эксперимента, посвященного определению изгибной жесткости текстильного материала. Этот же эксперимент подтверждает и применимость способа. Рассмотрим результат обработки эксперимента по цилиндрическому изгибу полоски шинельного полугрубого драпа поверхностной плотности ρ = 790 г/м^2. Полоска длиной ℓ = 10 см зажата горизонтальным клещевым захватом и свободно свешивается вдоль направляющей, составляющей угол 45^o с нитями основы.

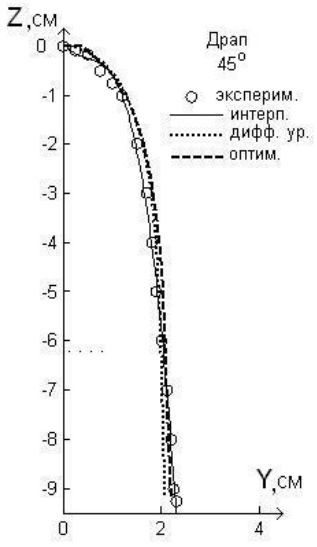


Рис. 3

На рис. 3 изображен профиль полоски. Точки замера отмечены кружками. Сплошная линия есть результат интерполирования опытных данных полиномом третьей степени. Пунктиром отмечен профиль полоски, полученный в результате оптимизационной процедуры. Жесткость на изгиб D включена в число варьируемых параметров. Штрафная составляющая целевой функции учитывает отклонение расчетной кривой от экспериментальной. Расчетное значение D =0,12 Н·см. Точечная линия есть результат расчета профиля апробированным способом: путем решения дифференциального уравнения изгиба упругой полоски [6]:

$$\frac{d^2\beta}{ds^2} = -\frac{\rho g}{D}(\ell - s)\sin\beta$$

с граничными условиями $\beta(0) = \beta_0$, $\beta'(\ell) = 0$ (β – угол, который составляет касательная к профильной линии с осью OZ). Практическое совпадение результатов теоретических расчетов позволяет сделать вывод, что предлагаемый способ вполне применим для моделирования изгиба текстильного полотна. Процесс оптимизационного расчета более устойчив и требует меньше времени, чем решение краевой задачи.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Terzopoulos D., Barr A.* Elastically deformablemodels// Computer Graphics (Proc. SIGGRAPH). – V. 21, № 4, 1987. P. 205…214.

2. *Baraff D. and Witkin A.* Large steps in cloth simulation// Proc. SIGGRAPH-98. – 1998. P. 43…54.

3. *Ландовский В. В., Фроловский В. Д.* Исследование методов интегрирования дифференциальных уравнений в задаче моделирования поведения ткани на основе метода частиц// Сиб. журн. вычисл. математики/ РАН. Сиб. отд-ние. – Новосибирск, 2006. — Т. 9, № 3. - С. 287-298.

4. *Фроловский В. Д.* Метод энергетических функций построения квазиразверток поверхностей// Сиб. журн. индустриальной математики. – Новосибирск, 2000, № 1(5), т. 3. С. 195…204.

5. *Рашевский П. К.* Курс дифференциальной геометрии. Изд. 4-е. – М.: Едиториал УРСС, 2003.

6. *Попов Е. П.* Теория и расчет гибких упругих стержней.– М.: Наука, 1986.

Рекомендована кафедрой теоретической и прикладной механики. Поступила 05.06.10.

УДК 677.024

К ТЕОРИИ ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ТКАЦКОГО ПРОИЗВОДСТВА

Ю.П. ЧЕРНОВ

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)
E-mail: office@msta.ac.ru

В статье, дополнительно к традиционному описанию ограничений на использование имеющихся производственных ресурсов и заданий на выпуск продукции, рассмотрены особенности ткацкого производства по взаимосвязи штатной численности ткачих и уровня использования имеющегося парка ткацких станков.

In addition to the traditional description of restrictions for the use of available industrial resources and tasks for an output, the features of weaving production on interrelation of regular number of weavers and the level of use of an available looms park are considered in the article.

Ключевые слова: ткацкое производство, штатная численность ткачих, уровень использования парка ткацких станков, экономико-математическое моделирование.

Важнейшим резервом улучшения эффективности работы ткацкого производства является повышение качества планирования и управления и соответствующих решений, принимаемых руководителями. Очевидно, что планирование и управление должны охватывать весь управляемый объект, все сферы деятельности предприятия, направления развития всех имеющихся ресурсов.

До недавнего времени основное внимание руководителей предприятий уделялось использованию материальных, технических и финансовых ресурсов. Для оптимального использования и развития имеющихся ресурсов разработаны соответствующие экономико-математические модели, которые позволяют свести нахождение ряда взаимосвязанных технико-экономических проблем к решению одной или нескольких оптимизационных математических задач.

Применение экономико-математических методов в различных отраслях народного хозяйства, как правило, улучшает качество планирования и управления и увеличивает рентабельность производства до 10% без дополнительных капитальных вложений.

Следует отметить, что успешному внедрению экономико-математических методов в ткацкое производство мешает, в пер-

вую очередь, недостаточный учет специфики ткацкого производства в разработанных моделях линейного программирования.

В ткацком производстве важную роль играет оптимальное использование труда ткачих. Оптимальное использование имеющегося ресурса парка ткацких станков на предприятии непосредственно связано со штатной численностью и квалификацией ткачих. Чем больше штатная численность и квалификация ткачих, тем выше уровень использования имеющегося парка ткацких станков за счет уменьшения времени простоя станков на периоды соединения порванных нитей в процессе ткачества. Однако в настоящее время затраты на труд превратились в существенную часть общих расходов предприятия, и чрезмерное увеличение численности ткачих может привести к снижению рентабельности производства. С другой стороны, чрезмерное уменьшение численности штата ткачих может также привести к снижению рентабельности производства за счет снижения уровня использования станков.

Производство разных видов ткани на различных станках с разными вариантами распределения численности ткачих для обслуживания станков обеспечат различные технологические способы производства, которые будут отличаться друг от друга уровнями использования станков, объемами затрат на труд ткачих и объемами выпуска разнообразных тканей в единицу времени. В технологические способы производства, кроме вышеперечисленных производственных факторов, можно включить учет и других факторов производства, например, затраты на труд в дневной, вечерней или ночной смене, и приведенные затраты на оборудование в единицу времени.

Различные технологические способы производства в ткачестве могут разработать соответствующие специалисты-технологи по ткачеству.

Нахождение оптимального сочетания различных технологических способов производства и времени работы предприятия по каждому способу приведут к оптимальному планированию и управлению предприятием на заданный период работы. Из всего вышесказанного ясно, что только экономико-математические модели, сформулированные на основе технологических способов ткацкого производства, могут учесть специфику ткачества.

Следует сказать также несколько слов о выборе критерия оптимальности. В период плановой советской экономики наиболее распространенным критерием оптимальности был минимум приведенных затрат за единицу времени. Он позволял свести к минимуму текущие затраты, в том числе на рабочую силу и капитальные затраты, приведенные через коэффициент эффективности капитальных вложений на период планирования, при условии выполнения планового задания при ограничениях на имеющиеся ресурсы. Использование этого критерия, как правило, приводило к решению соответствующей задачи линейного программирования (ЛП).

В период рыночной экономики, упомянутый выше критерий является недостаточным. Действительно, объемы производства продукции устанавливаются самими предприятиями с учетом спроса и предложения рынка, цены на продукцию и ресурсы с целью получения максимума прибыли на каждый вложенный рубль, то есть максимум рентабельности. Использование этого критерия оптимальности приводит к решению задач дробно-линейного программирования (ДЛП) или других, более сложных задач нелинейного программирования, исследованных в [1].

Двойственные оценки ресурсов задачи ДЛП, в отличие от двойственных оценок ЛП, показывают величину приращения рентабельности не только за счет расширения производства, но и за счет более оптимального планирования структуры выпуска продукции и использования ресурсов производства и труда ткачих [2].

С учетом вышеизложенного, предлагаем следующую экономико-математическую модель оптимизации использования ткацких станков и труда ткачих на предприятии.

Индексы:

i - индекс вида выпускаемой ткани, i = =1; 2; …; m,

j - индекс технологического способа производства, j = 1; 2; …; n,

k - индекс вида ресурса, k = 1; 2; …; ℓ.

Переменные:

t_{ij} - время работы предприятия по выпуску i-го вида ткани по j-му технологическому способу производства за рассматриваемый период планирования,

x_{ij} - объем выпуска i-го вида ткани по j-му технологическому способу производства,

x_i - суммарный объем выпуска i-го вида ткани.

Технико-экономические параметры модели:

a_{ij} - норма выпуска i-го вида ткани по j-му способу производства за единицу рабочего времени,

b_k - имеющийся объем k-го вида ресурса,

b_{ik} - норма потребления k-го вида ресурса при выпуске единицы i-го вида ткани,

T_j - максимально возможное время работы предприятия по j-му технологическому способу производства,

P_i - объем обязательного выпуска i-го вида ткани по заключенным контрактам.

c_i - отпускная цена предприятия за единицу i-го вида ткани,

k_i - приведенные затраты на выпуск единицы i-го вида ткани, включающие все текущие затраты, кроме оплаты труда ткачих, а также капитальные затраты, приведенные к периоду планирования через коэффициент эффективности капитальных вложений,

K - постоянные приведенные затраты, которые несет предприятие всегда, даже при отсутствии выпуска продукции,

d_{ij} - норма всех расходов предприятия за единицу времени труда ткачих по выпуску i-го вида ткани по j-му технологическому способу производства.

Целевая функция: Q, равная прибыли на единицу вложенных средств.

При введенных обозначениях рассматриваемой математической модели соответствует следующая задача дробно-линейного программирования.

Требуется найти такие значения переменных t_{ij}, x_{ij}, x_i, которые придают максимум целевой функции:

$$Q = \frac{\sum_{i=1}^{m} c_i x_i - \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} k_i x_{ij} - \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} d_{ij} t_{ij} - K}{\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} k_i x_{ij} + \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} d_{ij} t_{ij} + K} \quad (1)$$

при следующих ограничениях на переменные:

$$\sum_{i=1}^{m} t_{ij} \le T_j,\ j = 1,2,\ldots,n, \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} t_{ij} = x_i,\ i = 1,2,\ldots,m, \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^{m} b_{ik} x_i \le b_k,\ k = 1,2,\ldots,\ell, \quad (4)$$

$$x_i \ge P_i,\ i = 1,2,\ldots,m, \quad (5)$$

$$t_{ij} \ge 0,\ x_{ij} \ge 0,\ x_i \ge 0,\ i = 1,2,\ldots,m;\ j = 1,2,\ldots,n. \quad (6)$$

Целевая функция (1) описывает рентабельность, ее числитель - прибыль предприятия, знаменатель - приведенные суммарные затраты предприятия.

Ограничение (2) описывает возможное время работы предприятия по каждому технологическому способу производства.

Ограничение (3) описывает объем выпуска по каждому виду ткани.

Ограничение (4) описывает возможный расход каждого вида ресурса.

Ограничение (5) описывает необходимость выполнения обязательств предприятия по выпуску каждого вида ткани согласно заключенным контрактам.

Ограничения (6) описывают неотрицательность переменных задач.

Задачу (1)…(6) решают на компьютере, используя разработанные пакеты решения оптимизационных задач.

ВЫВОДЫ

1. Впервые рассмотрены особенности экономико-математического моделирования ткацкого производства, учитывающие взаимосвязь штатной численности ткачих и уровня использования парка ткацких станков в условиях рыночной экономики.

2. Предложена соответствующая экономико-математическая модель.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Чернов Ю.П., Ланге Э.Г.* Задачи нелинейного программирования с удельными экономическими показателями (методы и приложения). – Фрунзе. Изд-во "Илим", 1978.

2. *Баялинов Э.Б.* Об экономическом смысле двойственных переменных дробно-линейного программирования // Экономика и математические методы. – 1988. Т. XXIV, вып. 3.

Рекомендована кафедрой высшей математики. Поступила 20.05.10.

УДК 769.91:677

ВЫЯВЛЕНИЕ КЛАССИФИКАЦИОННЫХ ПРИЗНАКОВ ЭТИКЕТОК ДЛЯ ИЗДЕЛИЙ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Д.А. ДЕНИСОВ, Н.П. БЕСЧАСТНОВ

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)
E-mail: office@msta.ac.ru

В статье дан анализ этикеточно-ярлычных изделий для текстиля и костюма. В результате анализа впервые выделены и описаны три классификационных системы: по технологическим, по конструктивным и по образно-художественным признакам.

The analysis of label and tag articles for textiles and for a suit is given in the article. As a result of the analysis three classification systems for the first time are selected and described: by technological, by constructive and by figurative-art characteristics.

Ключевые слова: этикетки и ярлыки для изделий текстильной и легкой промышленности, классификационные признаки, технологические, конструктивные, образно-художественные.

В результате анализа различных образцов этикеток и ярлыков для изделий текстильной и легкой промышленности ведущих мировых производителей текстиля и костюма, а также с учетом [1] предложены три классификационные системы: по технологическим признакам, по конструктивным и по образно-художественным признакам.

Классификацию этикеточно-ярлычной продукции по технологическим признакам можно осуществлять по нескольким факторам: методу нанесения, материалу изготовления, способам печати (офсетная, флексографическая, высокая, цифровая и

термопечать; современные технологии позволяют выполнять отделку этикетки с тиснением фольгой, с голограммами и термоэлементами), выполняемым утилитарным функциям, форме изготовления (рулонные, нарезные), защите (если речь идет, например, об акцизной марке (которую тоже можно считать видом этикетки), то основная ее функция защита, а не привлечение внимания покупателя).

Основой этикеток и ярлыков может быть бумага (при выборе бумаги для производства этикеток и ярлыков в первую очередь учитываются визуальные характеристики: вид, цвет, глянец; определенную роль играют и такие параметры, как плотность, непрозрачность, возможность нанесения какого-либо конкретного клея, устойчивость к воздействию влаги, к химикатам; в некоторых случаях необходимо учитывать нестандартные условия хранения и реализации), ткань (тканевые этикетки и ярлыки (другие названия: печатные, полиэстровые, накатка краской, вшивки) изготавливаются методом термотиснения) и синтетические материалы. Встречаются также и деревянные, металлические или каучуковые основы.

На готовую продукцию этикетки и ярлыки могут крепиться с нанесением клея, с нанесением клеевого слоя; кроме того, существуют самоклеющиеся, термоусадочные, выдувные, вшивные и навесные виды этикеток и ярлыков.

Классификация этикеток и ярлыков по конструктивным признакам прежде всего отражает простую конструкцию (листовка, плоские наклейки); бандероль (бумажная лента, оборачивающая продолговатый продукт, например, батон хлеба или пачки денежных купюр из банка); раскладные конструкции (в виде книжечки или проспекта, на лекарственных или косметических средствах); навесные этикетки (прикрепленные к продукту с помощью веревки или цепочки); этикетка-сувенир и др.

Более сложными по конструктивным признакам являются: многослойная этикетка (peel-of) – легко отделяемая этикетка. Благодаря особому покрытию изнаночной стороны этикетки или части этикетки используется в качестве стикера, минирекламного плаката, для печати дополнительной информации на изнаночной стороне и под отделяемой частью; этикетка-книжка (peel & read), которая может состоять из нескольких страниц и раскладываться, как книжка или карта и другие.

Рассмотрим классификационную систему по образно-художественным признакам. Здесь подробно описаны: этикетка-объявление (простая шрифтовая композиция), этикетка-диплом (декоративно-шрифтовая композиция с орнаментом, виньетками, орденами, медалями и гербами), этикетка-открытка (наиболее распространенная форма представления информации, где в декоративно-шрифтовой композиции присутствует сюжет – пейзаж, натюрморт), этикетка-"орден" (характеризуется нестандартным подходом в проектировании этикетки, технологической сложностью исполнения, применения экзотических материалов и способов отделки этикетки, отказ от традиционных способов печати, получение эффективных решений), этикетка-плакат (лаконичная графическая форма, выражающая общую идею, игнорируя сам продукт), этикетка-акцизная марка, этикетка-минибуклет, этикетка-игрушка и т.д.

ВЫВОДЫ

На основании анализа различных образцов этикеток и ярлыков для изделий текстильной и легкой промышленности предложены наиболее общие классификационные признаки для их успешного распознавания, дизайнерского поиска и художественного проектирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Николаева М.А., Карташова Л.В., Положишникова М.А.* Средства информации о товарах. – М., Экономика, 1997.

Рекомендована кафедрой рисунка и живописи. Поступила 19.01.10.

УДК 677.11.075.004.12

НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ЛЬНЯНЫХ ТРИКОТАЖНЫХ ИЗДЕЛИЙ*

Л.Л. ЧАГИНА, Н.А. СМИРНОВА

(Костромской государственный технологический университет)
E-mail: info@kstu.edu.ru

В статье на основе анализа состояния вопроса обозначены проблемы, существующие при проектировании и изготовлении льняных трикотажных изделий. Предложены пути обеспечения качества выпускаемой продукции и повышения эффективности производства.

On the basis of the analysis of a question state the problems existing at designing and manufacturing of linen knitted articles are designated in the article. The ways of maintenance of the quality of manufactured production and productive efficiency increasing are offered herein.

Ключевые слова: льняной трикотаж, эластан, системный подход, информационные технологии, декоративная отделка, конкурентоспособность, качество.

Актуальность производства льняной трикотажной продукции в России обусловлена тем, что лен является единственным отечественным натуральным сырьем. Льняная пряжа довольно сложна для переработки на трикотажных машинах, что обусловлено ее повышенной жесткостью, круткой, незначительным удлинением. На сегодняшний день некоторые западноевропейские фирмы предложили смягчающие обработки. Предприятия Великобритании, Франции и Италии предлагают инновационные разработки в области проектирования изделий из льняного трикотажа. Японские фирмы выпускают превосходное льняное трикотажное полотно для нижнего белья. Российский рынок льносодержащего трикотажа недостаточно конкурентоспособен. Производители ориентируются на женщин старшей и средней возрастной группы. Чрезвычайно узок ассортимент изделий для мужчин и детей. Существуют проблемы, обусловленные свойствами льняного сырья: низкая формоустойчивость изделий, повышенная жесткость и поверхностная плотность, недостаточная эластичность и пластичность полотен.

С целью совершенствования процесса проектирования льняных трикотажных изделий предлагается использовать системный подход. В этом случае процесс проектирования представляется в виде совокупности взаимосвязанных этапов принятия проектных решений – от маркетинговых исследований, разработки модели изделия, создания льняных трикотажных полотен и исследования их свойств, конструкторско-технологической подготовки производства до расчета экономической эффективности и разработки рекомендаций по эксплуатации изделия.

Выделение этапа по разработке и исследованию свойств льняных трикотажных полотен обусловлено определяющим влиянием их свойств на качество готового изделия. Анализ литературы показал, что до настоящего времени не установлены единые показатели, которые дают возможность объективно оценить качество льняных трико-

* Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ (проект № 09-08-99060).

тажных полотен для верхних изделий. Наличие специфических свойств у льняного трикотажа обусловило необходимость решения данной задачи. С использованием экспертного метода разработана номенклатура показателей качества льняных трикотажных полотен [1]. Наиболее значимыми выделены показатели, прямо или косвенно характеризующие формоустойчивость (доли обратимой и необратимой деформации, изменение линейных размеров после мокрых обработок, жесткость при изгибе, несминаемость, формуемость), а также внешний вид полотен.

Формоустойчивость трикотажных изделий можно повысить как на стадии изготовления полотен, так и на стадии проектирования и изготовления одежды. Изучение и анализ литературных источников позволили выявить и систематизировать наиболее значимые факторы, определяющие стабильность формы и направления повышения формоустойчивости изделий из льняного трикотажа [2].

Задачей, имеющей практическое значение, является проектирование таких характеристик строения, при которых возможные отклонения состояния полотна от равновесного при носке, стирке или чистке будут минимальны [3]. Для льняных трикотажных полотен переплетений гладь, ластик, комбинированный репс определены рациональные интервалы значений модуля петли, обеспечивающие проектирование качественного трикотажа при одновременном экономичном расходе сырья.

Одним из наиболее перспективных направлений при изготовлении изделий из тканей и трикотажа является использование полиуретановых нитей. На сегодняшний день полиуретановые нити используются для производства практически любых видов текстильных изделий. Однако информация об их применении для изделий из льняного трикотажа имеет разрозненный и малодостоверный характер. Для получения трикотажа с принципиально новыми свойствами на плоскофанговых машинах выработаны льняные трикотажные полотна, содержащие полиуретановые нити (лайкра 4,4 текс). В процессе вязания получены образцы переплетений гладь, ластик, комбинированный репс. Экспериментально определены параметры настройки оборудования. Оценка основных показателей свойств льняных трикотажных полотен проводилась с применением современной измерительной техники и обработки результатов эксперимента. Анализ потребительских свойств подтвердил перспективность использования полиуретановых нитей при изготовлении льняного трикотажа.

Вид и качество исполнения отделки во многом определяют выполнение современной одеждой ее эстетических функций. Потребитель отдает предпочтение оригинальным изделиям, поэтому ставка на использование различных видов декоративной отделки оказывается заведомо беспроигрышной. Изыскание новых способов отделки изделий из трикотажа остается по-прежнему важной задачей. Для льняного трикотажа разработаны нетрадиционные способы декоративной отделки, такие как печать, роспись по полотну, тональное окрашивание, фелтинг.

Важным направлением повышения качества и конкурентоспособности одежды в современных условиях является проектирование с использованием методов информационных технологий.

С целью визуальной эстетической оценки льняных трикотажных полотен различных переплетений разработано математическое обеспечение для формирования на экране ЭВМ графического изображения моделируемого полотна [4]. Программа реализует возможность проведения многовариантных расчетов для выявления наиболее рациональных характеристик строения трикотажного полотна. Входными данными для программы выбраны характеристики строения моделируемого трикотажного полотна: линейная плотность нити, текс; петельный шаг, мм; высота петельного ряда, мм; ширина остова петли, мм; высота петли, мм. Выходными данными программного комплекса являются имитационная модель лицевой и изнаночной стороны трикотажного полотна и следующие параметры: плотность по

вертикали; плотность по горизонтали; коэффициент соотношения плотностей; диаметр нити, мм; длина нити в петле, мм; линейный модуль петли; поверхностное заполнение, %; площадь петли, мм^2, поверхностная плотность полотна, г/м^2.

Повышение эффективности и производительности работы специалистов швейного и трикотажного производства возможно за счет внедрения информационных систем, обеспечивающих автоматизированное хранение и оперативный доступ к данным, используемым в процессе проектирования изделий. Разработанная информационная система для проектирования изделий из льняного трикотажа осуществляет систематизацию и учет данных о моделях изделий, материалах и их свойствах, нормативно-технической документации, конструкциях и лекалах изделий, технологических операциях и оборудовании, обеспечивает возможность хранения и обновления информации, предоставляет возможность поиска и выбора различных вариантов, выполняет аналитические запросы пользователей. Предлагаемая система позволяет частично автоматизировать процесс конфекционирования, конструирования и технологии изготовления изделий из льняного трикотажа. Внедрение разработанной базы данных значительно сокращает затраты на проектирование.

Проведенная в условиях действующих предприятий г. Костромы ("Синий лен", "Серебро льна") производственная апробация предлагаемых направлений повышения конкурентоспособности льняных трикотажных изделий подтверждает целесообразность и эффективность их использования.

В Ы В О Д Ы

На основе обобщения и систематизации информации выявлены направления совершенствования процесса проектирования льняных трикотажных изделий, реализация которых обеспечивает выпуск высококачественной конкурентоспособной отечественной продукции.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Чагина Л.Л., Беляева О.В.* Систематизация способов повышения формоустойчивости трикотажных изделий // Сб. научн. тр. молод. ученых КГТУ. – Кострома: КГТУ, 2009, № 11.

2. *Чагина Л.Л.* Разработка номенклатуры показателей качества льняных трикотажных полотен для верхних изделий // Вестник КГТУ. – Кострома: КГТУ, 2009, №21.

3. *Шалов И.И., Кудрявин Л.А.* Основы проектирования трикотажного производства с элементами САПР. – М.: Легпромбытиздат, 1989.

4. *Землякова И.В. и др.* Разработка имитационной модели льносодержащих трикотажных полотен // Изв. вузов. Технология легкой промышленности. – Санкт-Петербург: СПГУТиД, 2010, № 1.

Рекомендована кафедрой технологии и материаловедения швейного производства. Поступила 01.06.10.

№ 6 (327) ТЕХНОЛОГИЯ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ 2010

СОДЕРЖАНИЕ

Экономика и организация производства

Юхина Е.А., Юхин А.С. Ассортиментная гибкость и эффективность текстильного производства … 5

Текстильное материаловедение

Васильева В.Д., Дербишер В.Е., Гермашев И.В., Дербишер Е.В., Коляганова О.В. Построение комплексного показателя качества текстильных материалов ……. 8

Матрохин А.Ю., Шаломин О.А., Круглов А.В., Гусев Б.Н. Моделирование поперечного сечения хлопковых волокон различного уровня зрелости …… 10

Первичная обработка. Сырье

Федосова Н.М., Вихарев С.М., Болонкин В.А. Комплексная оценка качества льна …….. 13

Маянский С.Е., Пашин Е.Л. Обоснование рационального расположения зубчатых дисков в машине для утонения слоя стеблей льна ……. 15

Корабельников Р.В., *Корабельников А.Р., Лебедев Д.А., Чигасов А.Е.* Особенности воздействия на сорные частицы в волокнистой массе при обработке ее в вальцах …….. 18

Прядение

Столяров А.А. Устройство для вырезания образца крученых нитей и измерения их параметров …. 23

Ткачество

Егоров Н.В., Щербаков В.П. Исследование свойств нитей Русар для изготовления технических тканей …….. 26

Иноземцева Н.А., Николаев С.Д. Расчет обрывности нитей основы и утка на ткацком станке …….. 29

Отделка

Почеховская Н.Н., Третьякова А.Е., Сафонов В.В. Модификация полиэфирного волокна в процессе крашения с использованием комплексообразующих соединений ……. 34

Блинов М.Е., Чешкова А.В., Белякова Т.Н., Карпычева Н.Д. Оптимизация концентрации пероксида водорода в процессе беления ферментативно обработанных хлопчатобумажных тканей …… 37

Захарченко А.С., Меленчук Е.В., Козлова О.В. Эффективная технология совмещенного крашения и отделки текстильных материалов ……. 41

Технология нетканых материалов

Ерофеев О.О., Волощик Т.Е., Козинда З.Ю. Исследование свойств иглопробивных материалов из термостойких волокон ……... 46

Трикотажное производство

Ровинская Л.П., Арбузов А.А., Вигелина О.А. Особенности проектирования технологических параметров структуры трикотажа при комбинированных заправках текстильных нитей …… 50

Швейное производство и дизайн

Лапутина М.В., Докучаева О.И. Выявление новых возможностей проектирования современных трикотажных полотен и форм костюма на основе бионики …… 53

Текстильные машины и агрегаты

Краснов А.А. Исследование траектории движения центра масс нити, располагающейся по спирали Архимеда …… 56
Макаров В.А., Романов П.Г., Хозина Е.Н. Методика определения положения опушки ткани ……... 58

Автоматизация технологических процессов

Иванов М.С., Виниченко С.Н., Козлов А.Б. К вопросу построения системы управления сушкой основы в процессе пенного шлихтования ……... 64

Экология и промтеплоэнергетика

Сажин Б.С., Белоусов А.С., Сажина М.Б., Алексей В. Лопаков, Александр В. Лопаков. Экспериментальные исследования гидродинамики вихревых аппаратов для сушки волокнообразующих полимеров ……... 67

Информационные технологии

Рыжкова Е.А., Козлов А.Б. Вероятностная оценка времени движения рулона ткани …… 70
Винтер Ю.М. Определение средней длины волокон в пряже по отсчетам ее линейной плотности с помощью ЭВМ …… 74

Механика нити и полотен

Саввин О.А., Балабаев П.С. Математическая модель нити с нелинейной жесткостью и ее апробация ……... 78
Усов А.Г. Моделирование изгиба малорастяжимого листа …… 81

Обмен опытом, критика и библиография, краткие сообщения

Чернов Ю.П. К теории экономико-математического моделирования ткацкого производства …….. 85
Денисов Д.А., Бесчастнов Н.П. Выявление классификационных признаков этикеток для изделий текстильной и легкой промышленности ……. 88
Чагина Л.Л., Смирнова Н.А. Направления повышения конкурентоспособности льняных трикотажных изделий …….. 90

CONTENTS

Economics and Production Planning

Juhina E.A., Juhin A.S. Assortment Flexibility and Efficiency of Textile Production ……. 5

Textile Materials

Vasileva V.D., Derbisher V.E., Germashev I.V., Derbisher E.V., Koljaganova O.V. Making of the Complex Quality Index of Textile Materials …… 8

Matrohin A.Ju., Shalomin O.A., Kruglov A.V., Gusev B.N. Modelling of Cross Section of the Cotton Fibers of Maturity Various Level …… 10

Preliminary Treatment. Raw Materials

Fedosova N.M., Viharev S.M., Bolonkin V.A. Flax Complex Quality Rating …….. 13

Majanskij S.E., Pashin E.L. Substantiation of the Rationalised Gear Disks Arrangement in the Machine for Thinning of a Flax Stalks Layer ……. 15

Korabelnikov R.V., *Korabelnikov A.R., Lebedev D.A., Chigasov A.E.* Features of Influence on Weedy Particles in a Pulp while Its Processing in Rollers ……... 18

Spinning

Stolyarov A.A. Device for a Chiselling of the Twisted Threads Sample and for the Measurement of Their Parametres ……..... 23

Weaving

Egorov N.V., Scherbakov V.P. Research of the Properties of the Rusar Threads for Absorption Cloths Manufacturing …….. 26

Inozemtseva N.A., Nikolayev S.D. Calculation of the Breakage of Warp and Weft Threads on a Loom ….. 29

Finishing

Pochehovskaja N.N., Tretjakova A.E., Safonov V.V. Modification of the Polyester Fiber in the Course of Dyeing with Use of Complex Forming Connections ……... 34

Blinov M.E., Cheshkova A.V., Beljakova T.N., Karpycheva N.D. Optimisation of a Hydrogen Peroxide Concentration in the Course of Bleaching of Enzymatically Treated Cotton Cloths …….. 37

Zaharchenko A.S., Melenchuk E.V., Kozlova O.V. Effective Technology of the Combined Dyeing and Finishing of Textile Materials …….. 41

Technology of Non-Wovens

Yerofeev O.O., Voloshchik T.E., Kozinda Z.Ju. Research of the Properties of the Needled Materials from Heat-Resistant Fibers …… 46

Knitting

Rovinskaja L.P., Arbuzov A.A., Vigelina O.A. Features of Designing of Technological Parametres of Jersey Framework at the Combined Fillings of Textile Threads …….. 50

Sewing and Design

Laputina M.., Dokuchayeva O.I. Revealing of New Possibilities of Designing of Modern Knitted Fabrics and Forms of a Suit on the Basis of Bionics ……. 53

Textile Machines and Aggregates

Krasnov A.A. Research of the Movement Trajectory of the Thread Mass Centre which Sets Down on the Archimedes's Spiral ……. 56

Makarov V.A., Romanov P.G., Hozina E.N. Technique of Determination of the Cloth Fell Position …….. 58

Automation of Technological Processes

Ivanov M.S., Vinichenko S.N., Kozlov A.B. To the Question of Construction of the Control System of the Warp Drying in the Course of Foamy Slashing ……... 64

Ecology and Industrial Heat Engineering

Sazhin B.S., Belousov A.S., Sazhina M.B., Lopakov Alexey V., Lopakov Alexander V. Experimental Research of Hydrodynamics of the Vortex Apparatus for Drying of Fibre-Forming Polymers …….. 67

Information Technologies

Ryzhkova E.A., Kozlov A.B. Probabilistic Estimation of the Fabric Roll Movement Time …….. 70
Vinter Ju.M. Determination of the Average Length of Yarn Fibers by the Readout of Its Linear Density by Means of a PC ……. 74

Mechanics of Threads and Fabrics

Savvin O.A., Balabaev P.S. Mathematical Model of Threads with Nonlinear Rigidity and Its Approbation 78
Usov A.G. Modelling of the Low-Stretchable Sheet Bend ……..... 81

Experience Exchange, Criticism and Bibliography. Short Items

Chernov Yu.P. To the Theory of Economic-Mathematical Modelling of Weaving Production ……... 85
Denisov D.A., Beschastnov N.P. Revealing of Classification Characteristics of the Labels for Articles of Textile and Light Industry ……..... 88
Chagina L.L., Smirnova N.A. Directions of Competitiveness Increasing of Linen Knitwork …….. 90