

Министерство образования
Российской Федерации

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

ТЕХНОЛОГИЯ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ОСНОВАН В ДЕКАБРЕ 1957 ГОДА, ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД

№ 5 (263)
2001

Издание Ивановской государственной текстильной академии

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор *В.В. ЗРЮКИН.*

Заместители главного редактора: *Д.Н. АКБАРОВ, Ф.Ф. БЕЗДУДНЫЙ, М.Н. ГЕРАСИМОВ, Б.Н. ГУСЕВ, Р.В. КОРАБЕЛЬНИКОВ, В.Л. МАХОВЕР, С.Д. НИКОЛАЕВ, А.К. РАСТОРГУЕВ, Б.С. САЖИН, Г.И. ЧИСТОБОРОДОВ.*

Члены редколлегии: *Х.А. АЛИМОВА, Н.М. АШНИН, В.Н. БЛИНИЧЕВ, Р.З. БУРНАШЕВ, В.В. ВЕСЕЛОВ, В.Ф. ГЛАЗУНОВ, А.Ф. ДАВЫДОВ, В.М. ЗАРУБИН, С.М. КИРЮХИН, А.Б. КОЗЛОВ, В.Н. КРОТОВ, Г.К. КУЗНЕЦОВ, Н.В. ЛУСТГАРТЕН, В.В. ЛЮБИМЦЕВ, И.А. МАРТЫНОВ, Р.Г. МАХКАМОВ, Б.Н. МЕЛЬНИКОВ, Ю.В. ПАВЛОВ, Е.Л. ПАШИН, К.М. ПИРОГОВ, Л.П. РОВИНСКАЯ, В.Е. РОМАНОВ, А.Г. СЕВОСТЬЯНОВ, А.В. СЕНАХОВ, В.И. ТЕРЕНТЬЕВ, Н.Н. ТРУЕВЦЕВ, В.А. УГЛОВ, В.Д. ФРОЛОВ, И.Г. ЦИТОВИЧ, Л.П. ШЕРШНЕВА, В.П. ЩЕРБАКОВ, Ф.Н. ЯСИНСКИЙ.*

Ответственный секретарь *С.Л. ХАЛЕЗОВ.*

Адрес редакции: 153000, г. Иваново, пр. Ф. Энгельса, 21.

Тел.: (0932) 35-78-87. Факс: (0932) 415088.

E-mail: root@igta.asinet.ivanovo.su

http://education.ivanovo.ru/IGTA

Издание зарегистрировано в Министерстве печати РФ. Регистрационный №796. Сдано в набор 01.12.2001. Подписано в печать 03.01.2002. Формат 60x84 1/8. Бум. кн.-журн. Печать офсетная. 16,74 усл.-печ. л.; 16,99 усл. кр.-отт.: 24,61 уч.-изд. л. Заказ 3131.

Тираж 450 экз.

Ивановская областная типография Министерства Российской Федерации по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций.

153008, г. Иваново, ул. Типографская, 6.

E-mail: 091-018@adminet.ivanovo.ru

УДК 677.022.001.5

**О ВОЗМОЖНОСТИ УНИФИКАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ПРИБОРА
В МЕТОДЕ ЛИНДСЛЕЯ-ЛЕОНТЬЕВОЙ
ДЛЯ ПРОДУКТОВ ИЗ ВОЛОКОН ЛЮБОЙ ДЛИНЫ**

В.Г.КАРЯКИН

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)

Перепрофилирование фабрик для переработки других видов волокон, постоянные природные изменения физико-механических свойств натуральных волокон, смена составов смесей усложняют контроль качества продукции в испытательных лабораториях, оснащенных не соответствующими меняющимся условиям приборами и методиками, в частности, при необходимости оценки структурных свойств волокнистых продуктов методом Линдслея-Леонтьевой, предполагающим использование механического прибора.

Известные четыре (1...4) варианта прибора И.С. Леонтьевой и три (5...7) варианта А.Г. Севостьянова, а также предложенные нами в [1] дополнительно к ним четыре (8...11) варианта позволяют в совокупности применять их к продуктам из волокон со средней длиной $l_b=29...123,6$ мм. Однако в каждом конкретном случае требуется наличие прибора с необходимой шириной В пластин или (Н+В) их наборов, обеспечивающей выполнение требуемого соотношения Линдслея $L=l_b/V=2,28$ или $L=l_b/(H+B)=2,28$ и возможность использования в расчетах для более точной оценки структурных свойств полученной в [2] сопряженной пары долевых коэффициентов $K_{30}=K_{пт}=0,6402$ и $K_{10}=K_{зп}=0,3598$ противоположных концов волокон соответственно в заднем и переднем участках продукта.

Для выявления возможности унификации одного варианта прибора с данной шириной пластин с целью его применения к продуктам из волокон любой средней длины (то есть в условиях $L \neq 2,28$) проведен эксперимент с использованием ленты из штапелированных лавсановых волокон длиной 65мм, которая анализировалась во всех 11 вариантах прибора. Для всех вариантов предварительно рассчитаны величины соотношения Линдслея L и индивидуальные значения сопряженных пар долевых коэффициентов, причем для 1...6 вариантов (при $L > 2$) долевые коэффициенты определены после предварительных решений системы уравнений из [2], а для 7...11 вариантов (при $L < 2$) – с использованием другой системы уравнений:

$$\begin{cases} l_b/[0,5(l_b + H + B)] = 1/(X - Y + Z) , \\ l_b/(H + B) = 1 + (X - Y)/X , \\ 2X - 2Y + Z = 1, \end{cases} \quad (1)$$

формируемой согласно рис.1, где представлено совмещение модели АСFD продукта из волокон длиной $l_b < 2(H+B)$ с набором пластин шириной (H+B) прибора.

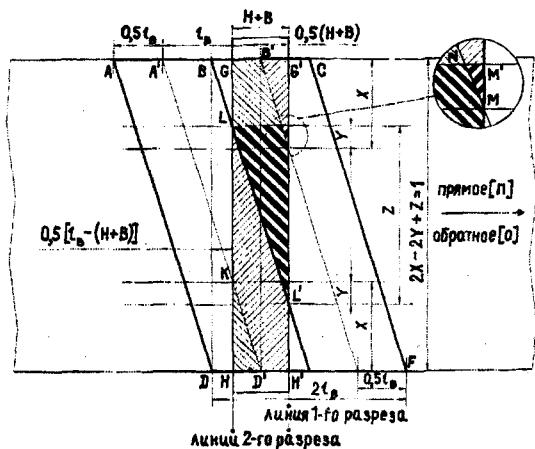


Рис. 1

Первое уравнение системы (1) вытекает из подобия треугольников $A'B'D'$ и BGL' , второе – из подобия треугольников BGL и $B'G'M'$, а третье есть условие целостности продукта по ширине. Подход к последующему определению величин долевых ко-

эффициентов после решений системы (1) относительно X , Y и Z аналогичен примененному нами ранее в [1] и [2] при условии, что фигура $LM'L'$ – часть продукта под набором пластин, вычесываемая после 1-го разреза в долю C ; фигуры $B'G'M'N$ и $KLL'H'D'$ – в совокупности передние концы волокон, а фигуры $LGB'N$ и HKD' – в совокупности задние концы волокон.

После испытаний ленты в каждом варианте прибора определены оценки всех известных и перечисленных в [3] показателей структурных свойств путем их расчета по первоначальным и видоизмененным нами в той же работе формулам, причем для каждого варианта оценки получены с использованием «своей» пары долевых коэффициентов, а также пары коэффициентов для варианта 6, в котором $L=65/30=2,17$ и наиболее близко из всех остальных к константе Линдслея $L=2,28$, при соблюдении которой оценки следует считать наиболее близкими к истинным.

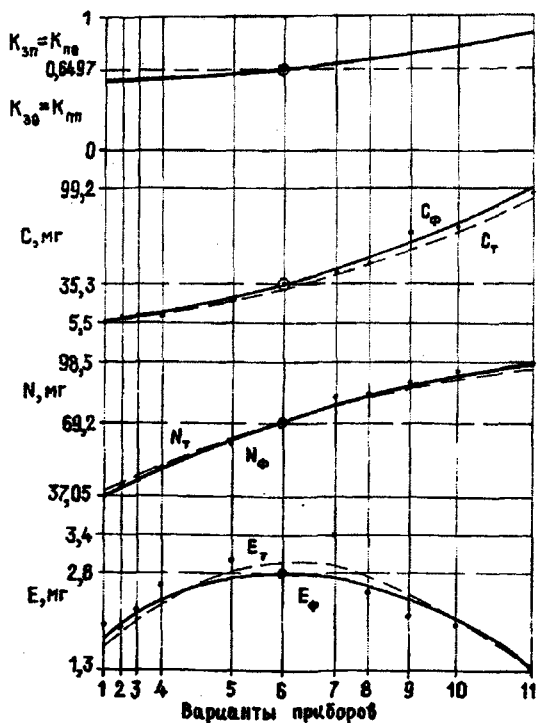


Рис. 2

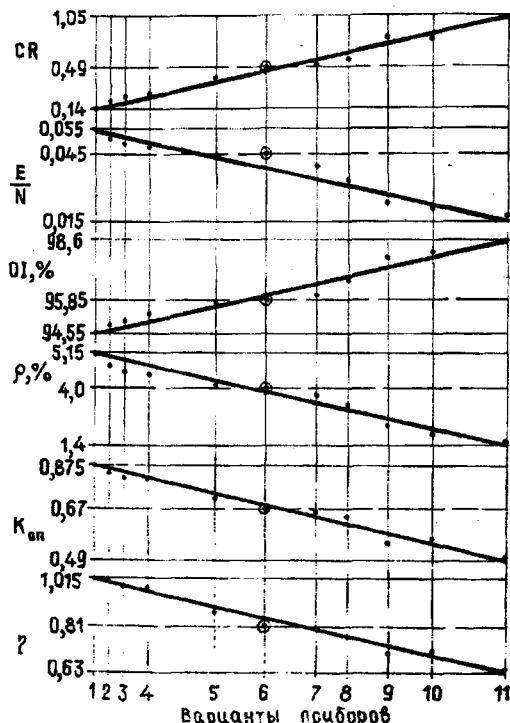


Рис. 3

Для наглядного представления и возможности сопоставления взаимосвязей на рис.2 сгруппированы тенденции повариантного изменения долевого распределения противоположных концов волокон в участках различной протяженности одного продукта и аппроксимированных опытных данных по фактическим массам образованных в приборах долей C_{ϕ} , N_{ϕ} и E_{ϕ} , а на рис.3— полученных в результате расчетов оценок показателей структурных свойств продукта. Все графики для упрощения получения обобщающих выводов построены в соответствии с введенной ранее ранжировкой вариантов прибора (1...11), характеризующейся увеличением ширины B пластин или $(H+B)$ их комплектов и уменьшением соотношения L , то есть по осям абсцисс отложены номера вариантов прибора, масштабированные в соответствии с величинами соответствующих им B или $(H+B)$ и L .

Анализ зависимостей на рис.2 и 3 позволил выявить, что доленое распределение противоположных концов волокон одной длины в участках продукта различной протяженности от B_{\min} до $(H+B)_{\max}$ закономерно изменяется. Эту закономерность можно распространить и на группы волокон с любой другой длиной. Попытка определения оценок структурных свойств противоположных концов волокон в продукте из волокон с известной средней длиной после испытаний в приборах с несоответствующей по соотношению Линдслея этой длине шириной крайних пластин или наборов по видоизмененным в [3] формулам с использованием индивидуальной для каждого случая сопряженной пары долевого коэффициентов свидетельствовала о значительных (в несколько раз) расхождениях получаемых таким образом оценок с оценками, полученными для случая $L=2,17$ (наиболее близкого из всех к $L=2,28$) в 6-м варианте прибора, причем налицо (рис.3) наличие определенных закономерных тенденций изменения оценок в зависимости от величины L .

Вследствие этого оценки показателей, рассчитываемые в случаях несоответствия ширины крайней пластины прибора средней длине волокон продукта (при $L \neq 2,28$) нельзя считать близкими к истинным, что также подтвердилось результатом определения усредненной для противоположных концов волокон степени их распрямленности в продукте, равной 1,015 (1,02— для задних концов и 1,01— для передних) при использовании 1-го варианта прибора и чего в действительности не может быть.

Помимо вышеуказанного полученные данные свидетельствуют о том, что усредненные для противоположных концов волокон продукта величины оценок показателей, рассчитанные отдельно по первоначально предложенным формулам, затем по видоизмененным с использованием «своих» сопряженных пар долевого коэффициентов, а также одной пары из случая $L=2,17$ — совпадают.

Следовательно, средние величины оценок показателей структурных свойств продуктов можно рассчитывать по первоначально предложенным ранее формулам без учета долевого распределения противоположных концов волокон в продуктах, но при анализе необходимо пользоваться прибором с соответствующей средней длине волокон продукта шириной крайней пластины $B=l_p/2,28$.

Сравнение закономерностей изменения рассчитанных оценок показателей (рис.3) с закономерностями изменения фактических масс долей C_{ϕ} , N_{ϕ} и E_{ϕ} из-под пластин приборов (рис.2) выявило определенную прямую или обратную взаимосвязь оценок с долями C_{ϕ} и N_{ϕ} и ее отсутствие с долей E_{ϕ} , которая в отличие от C_{ϕ} и N_{ϕ} изменяется более сложным образом, что требует дальнейшего анализа и объяснения.

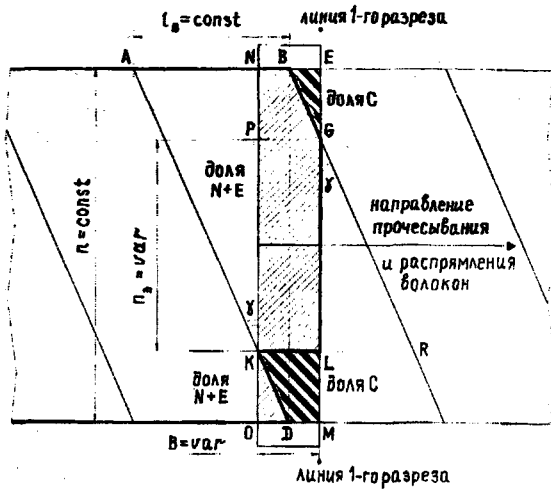


Рис. 4

На рис.4 показана схема совмещения модели ABCD продукта из волокон длиной $l_b = \text{const}$ с крайней пластиной переменной ширины $B = \text{var}$ прибора после вычесывания в указанном на рисунке направлении доли С (фигуры BEG и KLMD) из, например, правой обрезанной по линии EM части продукта NEMO, находившейся под пластиной. При вычесывании из NEMO доли С остающиеся части волокон (фигура NBGLKDO) распрямляются, выступают вправо от линии 1-го разреза EM и образуют за ней долю волокон E, участвующую в дальнейшем вместе с долями С и N в расчете оценок структурных свойств исследуемого продукта.

Но, как видно из рис.4, не все из общего количества n волокон в сечении EM продукта вносят одинаковый вклад в образование доли E. Основное, эффективное участие в этом принимают волокна участка PGLK бородки NBGLKDO. Очевидно, что с увеличением протяженности участка продукта B прирост протяженности волокон в результате их распрямления от прочесывания увеличивается, увеличивая массу доли E, однако число волокон n_3 в участке PGLK бородки с увеличением B уменьшается, оказывая обратное влияние на массу доли E. Совместное влияние этих двух обратно взаимосвязанных факторов на массу доли E можно оценить изменением площади фигуры PGLK, которая есть их произведение:

$$S_{PGLK} = n_3 B. \quad (2)$$

С другой стороны, для модели продукта ABCD из треугольника LGR $\text{tg}\gamma = (l_b - B)/n_3$, а из треугольника ABD $\text{tg}\gamma = l_b/n$, откуда $(l_b - B)/n_3 = l_b/n$. Тогда

$$n_3 = n(l_b - B)/l_b. \quad (3)$$

Подставляя (3) в (2), после преобразований получаем новое, удобное для проведения расчетов выражение для площади эффективной части PGLK бородки:

$$S_{PGLK} = n(B - B^2/l_b). \quad (4)$$

Изменения этой площади, выраженной для одного и того же продукта с $n = \text{const}$ и $l_b = \text{const}$ через переменную B , пропорциональны количеству волокон n_3 , их протяженности B и массе образуемой из этих волокон доли E. Результаты расчетов по зависимости (4) в условных единицах при $n=1$ и для всех B и $(N+B)$ представлены на рис.2 в виде тенденции изменения теоретических величин массы доли E_T , практически совпадающей с тенденцией изменения фактической массы доли E_F из наших опытов.

В участке продукта NEMO масса вычесываемой доли С пропорциональна сумме площадей фигур BEG и KLMD, которая равна

$$S_{BEG} + S_{KLMD} = 0,5[B(n - n_3)]. \quad (5)$$

Подставляя (3) в (5), получаем новое, удобное для проведения расчетов, выражение для этой суммы площадей, которое после преобразований принимает вид

$$S_{BEG} + S_{KLMD} = (nB^2)/2l_b. \quad (6)$$

Изменения этой площади, выраженной для одного и того же продукта с $n = \text{const}$ и $l_b = \text{const}$ через переменную B , пропорциональны количеству волокон $(n - n_3)$, их протяженности в участке продукта NEMO и массе вычесываемой доли С. Результаты расчетов по зависимости (6) в условных

единицах при $n=1$ и для всех B и $(H+B)$ представлены на рис.2 в виде тенденции изменения теоретических величин массы доли C_T , практически совпадающей с тенденцией изменения фактической массы доли C_F .

После вычесывания из участка продукта NEMO доли C и образования за пределами линии EM доли E оставшаяся в пределах NEMO часть бородки образует долю N , масса которой пропорциональна площади фигуры NBGLKDO, выражаемой как $S_{NEMO} - S_{BEG} - S_{KLM}$, то есть имеющей вид

$$S_{NBGLKDO} = nB - (nB^2)/2l_B \quad (7)$$

Результаты расчетов по зависимости (7) в условных единицах при $n=1$ и для всех B и $(H+B)$ представлены на рис.2 в виде тенденции изменения теоретических величин массы доли N_T , которая практически совпадает с тенденцией изменения фактических масс доли N_F из наших опытов. Причина замедления прироста массы доли N состоит в том, что при увеличении B возрастает протяженность отрезков волокон (особенно в фигуре PNBG), которые в результате распрямления от прочесывания дают все большую прибавку в массу доли E , «отнимая» все большую массу от доли N .

Из проведенного анализа следует, что с изменением протяженности исследуемого участка продукта из волокон длиной $l_B = \text{const}$, то есть с изменением соотношения $L=l_B/V$ или $L=l_B/(H+B)$, закономерно изменяется баланс между массами образуемых в приборе долей C , N и E . При этом рассчитываемые по массам этих долей оценки показателей структурных свойств продукта также закономерно изменяются вместе с долями C и N , но независимо от E . Это означает, что в локальном участке продукта переменной протяженности и состоящего из волокон длиной $l_B \neq \text{const}$ волокна различных длин по-разному участвуют в образовании масс долей C , N и E . Данное обстоятельство подтверждается результатами теоретического исследования [4], где констатируется зависимость оценок показателей структурных свойств продукта от дли-

ны его волокон, ширины пластин прибора и функции распределения волокон по длине, однако авторы на основании этого характеризуют метод как «имеющий систематическую методическую погрешность» и «высокую ошибку» несмотря на то, что в [5] опытным путем доказана высокая степень сходимости результатов с данными прямых методов определения оценок структурных свойств продуктов.

Вследствие вышесказанного известные расчетные формулы для получения оценок показателей структурных свойств и величины долевых коэффициентов к ним должны быть скорректированы с учетом наличия того или иного распределения волокон по длине в исследуемом продукте и взаимосвязей, учитывающих влияние соотношения l_B/V или $l_B/(H+B)$ на величины масс образуемых в приборе долей C , N и E . Для осуществления этого необходимо воспользоваться геометрической моделью из [6] продукта с известным распределением волокон по длине, единственной удобной формой которого в данном случае является штапельная диаграмма в виде гистограммы, представляющей геометрический образ продукта, без затруднений трансформируемый в наборы структурных параллелограммов. Из анализа такой штапель-модели, совмещенной с пластинами прибора, необходимо аналитически выявить степень участия групп волокон данной длины в образовании масс долей C , N и E и получить новые формулы для расчета достоверных оценок показателей структурных свойств продукта при применении прибора с одной шириной пластин.

ВЫВОДЫ

1. Известные величины долевых коэффициентов не являются средством унификации одного прибора для исследования продуктов из волокон любой длины, но дают точное представление о долевом распределении противоположных концов волокон данной длины в очесанном участке продукта известной протяженности и позволяют выявить разницу в их структурных свойствах в продукте.

2. Средние достоверные величины оценок структурных свойств продуктов можно получать по первоначально предложенным формулам без учета долевого распределения противоположных концов волокон, но при точном соблюдении константы Линдслея 2,28.

3. Волокна разной длины вносят различный вклад в образование масс долей С, N и E исследуемого в приборе участка продукта и характеризуются различным долевым участием в нем их противоположных концов, поэтому следует развивать расчетную часть метода Линдслея-Леонтьевой с учетом закона распределения волокон по длине в продукте, введенного в его геометрическую модель.

1. *Карякин В.Г.* // Химические волокна. –1999, №4. С.52...54.
2. *Карякин В.Г.* // Изв.вузов. Технология текстильной промышленности. –1999, №1. С.43...46.
3. *Карякин В.Г.* // Изв.вузов. Технология текстильной промышленности. –1997, №3. С.26...29.
4. *Воронина Е.Р., Ларин И.Ю., Субочева Е.А.* // Изв.вузов. Технология текстильной промышленности. –1999, №5. С.31...34.
5. *Леонтьева И.С.* Исследование распрямленности волокон при вытягивании в связи с поточными и сокращенными способами в хлопкопрядении: Дис. ... канд. техн. наук. – М., 1965.
6. *Frenzel B.* // *Leipzigermonatschrift fur Textile Yndustrie.* –1924, №5.

Рекомендована кафедрой механической технологии волокнистых материалов. Поступила 17.05.01.

УДК 677.025.1.687.1

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОПОРНОЙ ПОВЕРХНОСТИ НА ВЛАГОПОГЛОЩЕНИЕ ТРИКОТАЖНОГО ПОЛОТНА

О.Ю. ГОРОХОВА

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)

С целью определения, какая из сторон трикотажа переплетения гладь имеет большую опорную поверхность, рассмотрим геометрическую модель глади, представленную на рис.1, где а – лицевая сторона; б – изнаночная сторона.

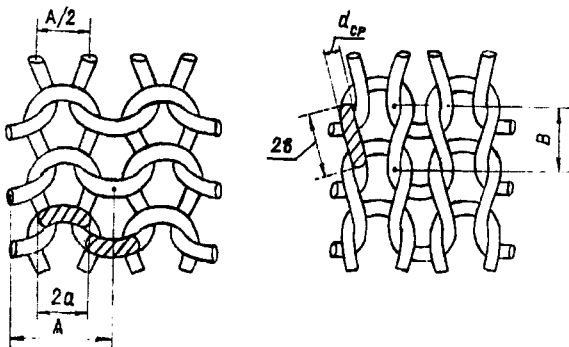


Рис. 1

Поскольку в эксперименте по определению влагопоглощения, описанному в [1], образцы трикотажа находятся под давлением оргстекла, обеспечивающего лучший контакт с увлажненным образцом, можно предположить, что в этом случае с ровной поверхностью будут контактировать отрезки нити в петле до точки огибания нити предыдущей петли (палочки петель с лицевой стороны и игольные, и платинные дуги с изнаночной). Замечено, что опорная поверхность участка нити представляет собой геометрическую фигуру, близкую к эллипсу. На рис.1 эти участки показаны штриховкой.

На основании этого предположим, что трикотаж переплетения кулирная гладь имеет следующую опорную поверхность: с лицевой стороны (рис.1-а) две палочки петли образуют два эллипса с осями $2a=B$ и $2b=d_{ср}$ (полуоси $a=B/2$ и $b=d_{ср}/2$), а с из-

наночной стороны (рис.1-б) игольная и платинная дуги образуют два эллипса с осями $2a=A/2$ и $2b=d_{cp}$ (полуоси $a=A/4$ и $b=d_{cp}/2$). Площадь эллипса рассчитывается как произведение его полуосей.

Для лицевой стороны опорная поверхность одной петли трикотажа переплетения кулирная гладь

$$S_{оп}^л = 2(B/2)(d_{cp}/2) = 0,5Bd_{cp}, \quad (1)$$

для изнаночной стороны опорная поверхность одной петли

$$S_{оп}^и = 2(A/4)(d_{cp}/2) = 0,25Ad_{cp}. \quad (2)$$

Учитывая, что

$$B=CA, \quad (3)$$

где C – коэффициент соотношения плотностей (для глади с учетом гипотез, принятых при выводе формулы длины нити в петле, принимается равным $C=0,785$) [2]:

$$S_{оп}^л = 0,5CA d_{cp} =$$

$$= 0,5 \cdot 0,785Ad_{cp} = 0,39Ad_{cp}. \quad (4)$$

Таким образом, опорная поверхность лицевой стороны трикотажного полотна переплетения кулирная гладь немного больше, чем опорная поверхность изнаночной.

Для того, чтобы выяснить, как влияет величина опорной поверхности и ее характер на влагопоглощение трикотажного полотна, проведен следующий эксперимент. Брали образцы переплетений кулирная гладь из хлопчатобумажной пряжи линейной плотности $T=18,5$ текс $\times 2$ и футерованного одинарного переплетения 1+3 на базе кулирной глади с начесом из хлопчатобумажной пряжи линейной плотности $T=11,8$ текс $\times 2$ (грунтовая нить) и $T=56$ текс $\times 1$ (футерная нить), характеристики которых даны в табл.1.

Таблица 1

Вид переплетения	Сырье	Плотность P_r по горизонтали	Плотность P_n по вертикали	$C = P_r / P_n$	Поверхностная ρ плотность, $г/м^2$	Отношение опорной поверхности петли к площади петли, %	
						1	2
Кулирная гладь	х/б пряжа $T=18,5$ текс $\times 2$	110	120	0,916	192	12,7	6,9
Футерованное одинарное на базе кулирной глади	х/б пряжа $T=11,8$ текс $\times 2$ (грунт) $T=56$ текс (футер)	100	140	0,714	288	11,5	-

Примечание. 1 – лицевая; 2 – изнаночная сторона.

Исследования по оценке влияния опорной поверхности на влагопоглощение три-

котажного полотна осуществляли на монокомпонентных образцах различных пере-

плетений, полностью выработанных из хлопчатобумажной пряжи.

Таким образом, имеем три разновидности опорной поверхности: контакт палочками петли (лицевая сторона обоих переплетений), контакт игольными и платиновыми дугами (изнаночная сторона глади) и контакт отдельными выступающими на поверхность волокнами (изнаночная сторона футерованного переплетения – начес).

Эксперимент проводили по методике, описанной в [1]. По результатам эксперимента построены кривые зависимости увеличения массы влаги V (%) образцов от времени τ (мин).

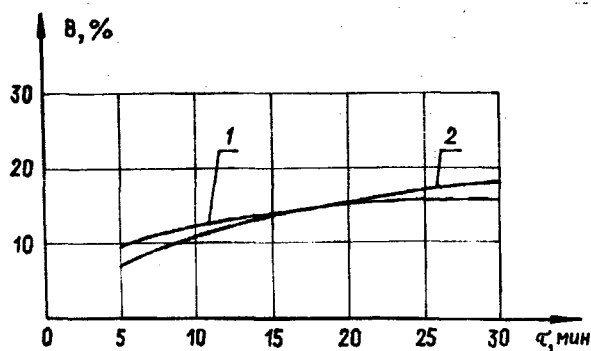


Рис. 2

На рис.2 изображены графики зависимости увеличения массы влаги от времени для образца трикотажа переплетения кулирная гладь: кривая 1 – контакт с увлажненным образцом лицевой стороной (палочками петель); кривая 2 – контакт с увлажненным образцом изнаночной стороной (игольными и платиновыми дугами). Из графиков видно, что на влагопоглощение трикотажа переплетения кулирная гладь не оказывает существенного влияния то, какой (лицевой или изнаночной) стороной контактирует полотно с увлажненным образцом.

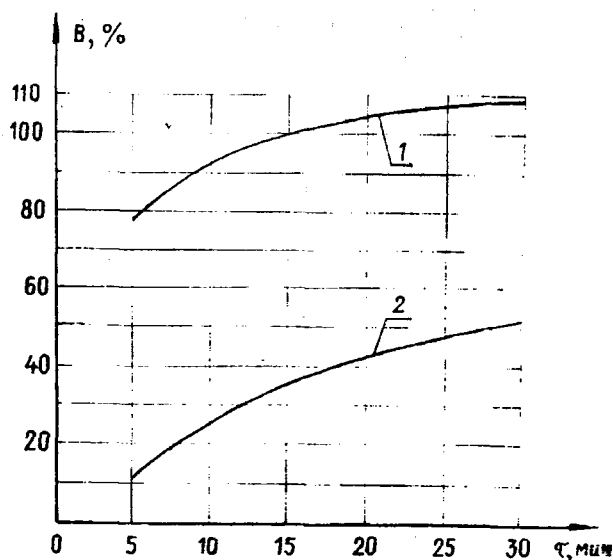


Рис. 3

На рис.3 представлены графики зависимости увеличения массы влаги от времени для образца трикотажа футерованного переплетения с начесом: кривая 1 – контакт с увлажненным образцом лицевой стороной (палочками петель); кривая 2 – контакт с увлажненным образцом изнаночной стороной (начесом). Здесь наблюдается иная картина. Если исследуемый образец контактирует с увлажненным образцом изнаночной стороной с начесом (то есть так, как обычно используются подобные полотна), увеличение массы влаги за 30 мин составляет примерно 50 % от веса сухого образца. Однако если контакт с увлажненным образцом осуществляется лицевой стороной, масса влаги увеличивается почти вдвое. Можно предположить, что причиной этому – значительно меньшая, чем с лицевой стороны, ориентированность волокон в полотне на изнаночной стороне трикотажа и, как следствие, меньшее количество капилляров.

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что на влагопоглощение трикотажных полотен влияют величина и характер опорной поверхности полотна.

2. Выявлено, что на влагопоглощение трикотажа переплетением кулирная гладь существенно не влияет, какой (лицевой или изнаночной) стороной контактирует полотно с увлажненным образцом, а для полотна футерованного переплетения с начесом увеличение массы влаги при контакте лицевой стороной (палочками петель) почти вдвое больше, чем при контакте изнаночной стороной с начесом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кудрявин Л.А. и др. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1997, №4. С.73...76.

2. Кудрявин Л.А., Шалов И.И. Основы технологии трикотажного производства. – М.: Легпромбытиздат, 1991.

Рекомендована кафедрой технологии трикотажного производства. Поступила 19.04.01.

УДК 677.017.7:677.025

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИАМЕТРА КЛАССИЧЕСКОЙ ХЛОПКОВОЙ ПРЯЖИ И НИТИ С ХЛОПКООБРАЗНЫМ ЯДРОМ ДЛЯ ТРИКОТАЖНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Л. МАНЯ, В. ГРИБИНЧА, П. СУФИЦКИЙ

(Ясский технический университет им. Г.Асаки, Румыния)

При функциональном и технологическом проектировании трикотажа необходимо знание поперечных размеров выработанной пряжи, которые обычно обозначаются диаметром.

Целью работы явилось определение расчетного отношения для диаметров классической хлопковой пряжи и нитей с хлопкообразным ядром в зависимости от степени крутки, тонины и доли хлопковых волокон в компоненте сложных нитей.

В литературе отсутствуют особые расчетные отношения диаметров нитей, полученных различными классическими и нестандартными методами.

Исследование диаметров нитей с хлопкообразным ядром проводили в сравнении с диаметрами хлопковой пряжи одинаковой линейной плотности.

Точное знание значений диаметров нити в свободном и растянутом состоянии обеспечивает:

– рациональную эксплуатацию оборудования и сохранение в большой степени качества нити путем установления соотношения между линейной плотностью нити и возможностями наладки машины;

– сокращение ошибок в расчетах при функциональном и технологическом проектировании;

– уменьшение расхождений расчетных и реальных значений структурных и технологических параметров.

Диаметр нити определяется комплексом факторов, касающихся:

– природы и свойств сырья (тонины, жесткости при изгибе, удельной массы);

– способа прядения (классического, нестандартного), определяющего способ расположения волокон в поперечном сечении нити;

– системы прядения (кардной, гребенной);

– характеристик нити (тонины, степени кручения, степени компактности, удельной массы, объемности, жесткости при изгибе).

Расчет диаметра нити обычно проводят на основе упрощающей гипотезы: нить рассматривается как цилиндрическое однородное тело, с плотностью ρ , г/см³. Таким образом, можно рассчитать диаметр \varnothing [mm] нити в свободном и в растянутом состоянии на основе отношений определения

показателей тонины: $F = \frac{C_1}{\sqrt{N_m}}$ (mm);
 $f = \frac{C_2}{\sqrt{N_m}}$ (mm), где $C_{1,2} = \frac{2}{\sqrt{\rho \alpha_{1,2}}}$ – ко-

эффициент, значения которого зависят от удельной массы, природы сырья.

Разработаны образцы классических пряж и нитей с ядром одинаковой линейной плотности, степени кручения и из того же типа волокон. У бикомпонентных нитей для ядра использовали текстурированные полиамидные элементарные нити линейной плотности 44 дтекс/12f, а для оболочки – хлопковые волокна кардной и гребенной систем прядения.

Нити с ядром получены на прядильной кольцевой машине путем одновременной подачи монопити и хлопковой ровницы в вытяжной прибор.

Таблица 1

№	Линейная плотность нитей	Кoeffици-ент крутки	Тип структуры нити*	Сырье	Доля, %	
					ядра	оболоч-ки
1-5	40	70	1	100%-ный хлопок кардное прядение	-	100
6-10		85				
11-15	50	100	2	ядро – полиамидная монопить 44 дтекс/12f оболочка – 100%-ный хлопок кардное прядение	16,6	83,4
		115				
16-20		130				
21-25	60	70	1	100%-ный хлопок кардное прядение	-	100
26-30		85				
31-35	70	100	2	ядро – полиамидная монопить 44 дтекс/12f оболочка – 100%-ный хлопок кардное прядение	27,1	72,9
		115				
36-40		130				
31-35	70	70	1	гребенное прядение 100%-ный хлопок	-	100
36-40		85				
31-35	70	100	2	ядро – полиамидная монопить 44 дтекс/12f оболочка – 100%-ный хлопок гребенное прядение	31,1	68,9
		115				
36-40		130				

Примечание. *1 – классическая; 2 – с ядром.

Вырабатывали нити в диапазоне N_m тонины 40...70 с коэффициентами α_m крутки 70...130 (табл.1), для которых изучали зна-

чения диаметров в свободном F (mm) и растянутом f (mm) состояниях.

С целью практического определения применяли методы микроскопии с исполь-

зованием предварительного натяжения 0,5 сН/текс – для диаметра нити в свободном F (mm) состоянии и 15 % от N_p – разрывной нагрузки – для диаметра нити в растянутом f (mm) состоянии.

Цели исследования заключались в следующем:

изучить влияние линейной плотности и степени кручения на значения диаметров классической пряжи из 100 %-ного хлопка и нитей с хлопкообразным ядром;

определить границы вариации коэффициентов C_1 и C_2 для анализируемых нитей;

разработать номограммы, дающие возможность определения значений диаметров нитей из 100 %-ного хлопка и из хлопка с ядром;

установить расчетные соотношения для диаметра нити в свободном и растянутом состояниях, которые должны содержать показатель влияния коэффициента крутки и линейной плотности для 100%-ных хлопковых нитей и долей хлопкового компонента для нитей с ядром.

Из ряда значений диаметров в свободном и растянутом состояниях, соответствующих одному варианту нити, исключались ложные значения; проводился тест Grubbs.

Тестировался случайный характер данных, полученных в результате выборочного анализа, и проверялось соответствие распределений норме.

На основе измеренных значений диаметров и тонины нитей получены коэффициенты C_1 и C_2 .

Изучено влияние линейной плотности нитей ($N_m = x_1$), коэффициента крутки ($\alpha_m = x_2$) и доли хлопковых волокон ($\pi^0 = x_3$) на значения коэффициентов C_1 и C_2 и на значения диаметров в свободном и растянутом состояниях.

Установлены уравнения регрессии, представляющие связь между учитываемыми параметрами:

для 100%-ных хлопковых волокон

$$C_1 = f(x_1, x_2); C_2 = f(x_1, x_2),$$

$$F(\text{mm}) = f(x_1, x_2); f(\text{mm}) = f(x_1, x_2)$$

и для нитей с ядром типа хлопка

$$C_1 = f(x_1, x_2, x_3); C_2 = f(x_1, x_2, x_3),$$

$$F(\text{mm}) = f(x_1, x_2, x_3),$$

$$f(\text{mm}) = f(x_1, x_2, x_3).$$

В случае новой структуры нитей с ядром типа хлопка, для которой в литературе нет специальных расчетных соотношений, при том же коэффициенте крутки значения коэффициентов C_1 и C_2 увеличиваются по мере роста доли ядра в структуре сложной нити соответственно росту линейной плотности нити, что подобно эволюции классических хлопковых нитей.

При одинаковой линейной плотности, соответственно той же доле ядра нити, увеличение степени крутки определяет рост удельной плотности нитей (соответственно уменьшение значений коэффициентов C_1 и C_2).

По экспериментальным данным построены номограммы, дающие возможность точного определения значений диаметров 100%-ных хлопковых нитей (рис.1) и нитей с ядром хлопкового типа (рис.2), в диапазоне N_m тонины 40...70 и коэффициента крутки α_m в пределах 70...130.

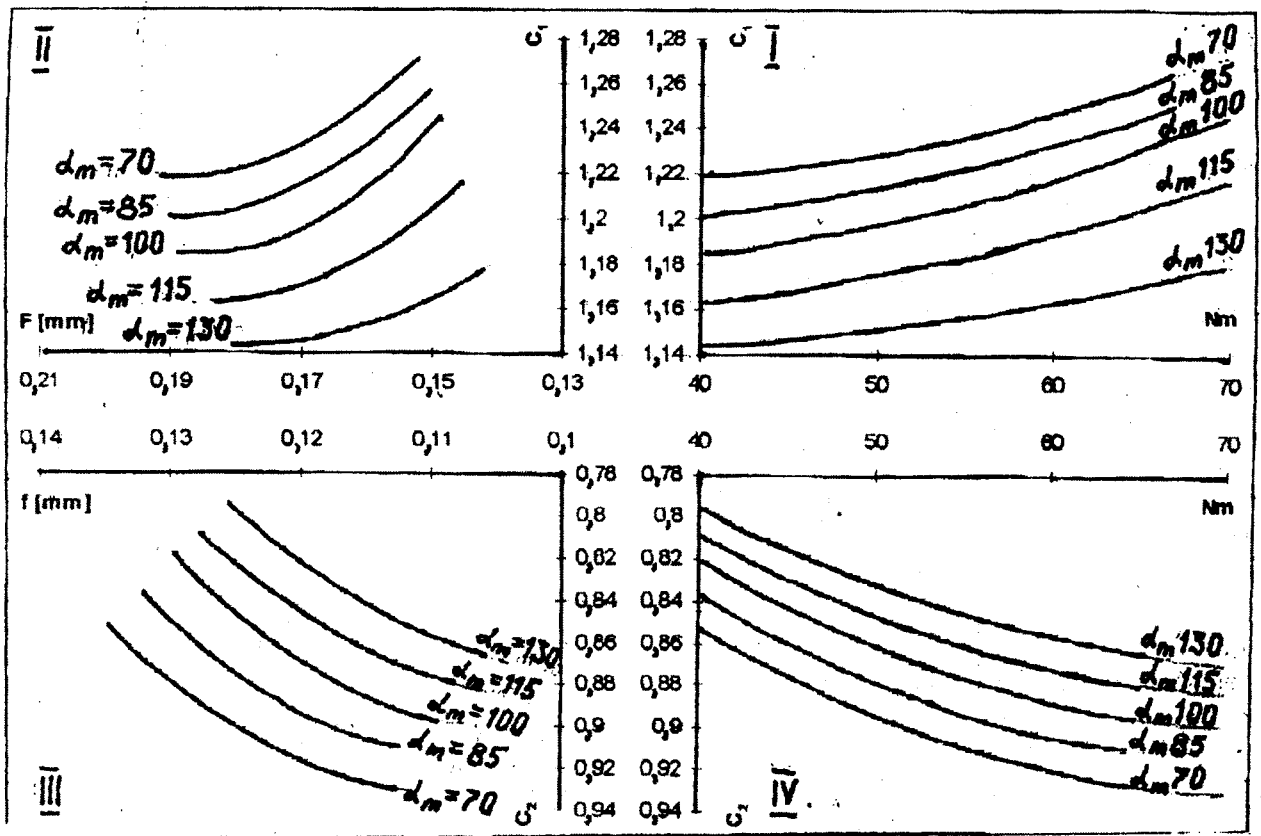


Рис. 1

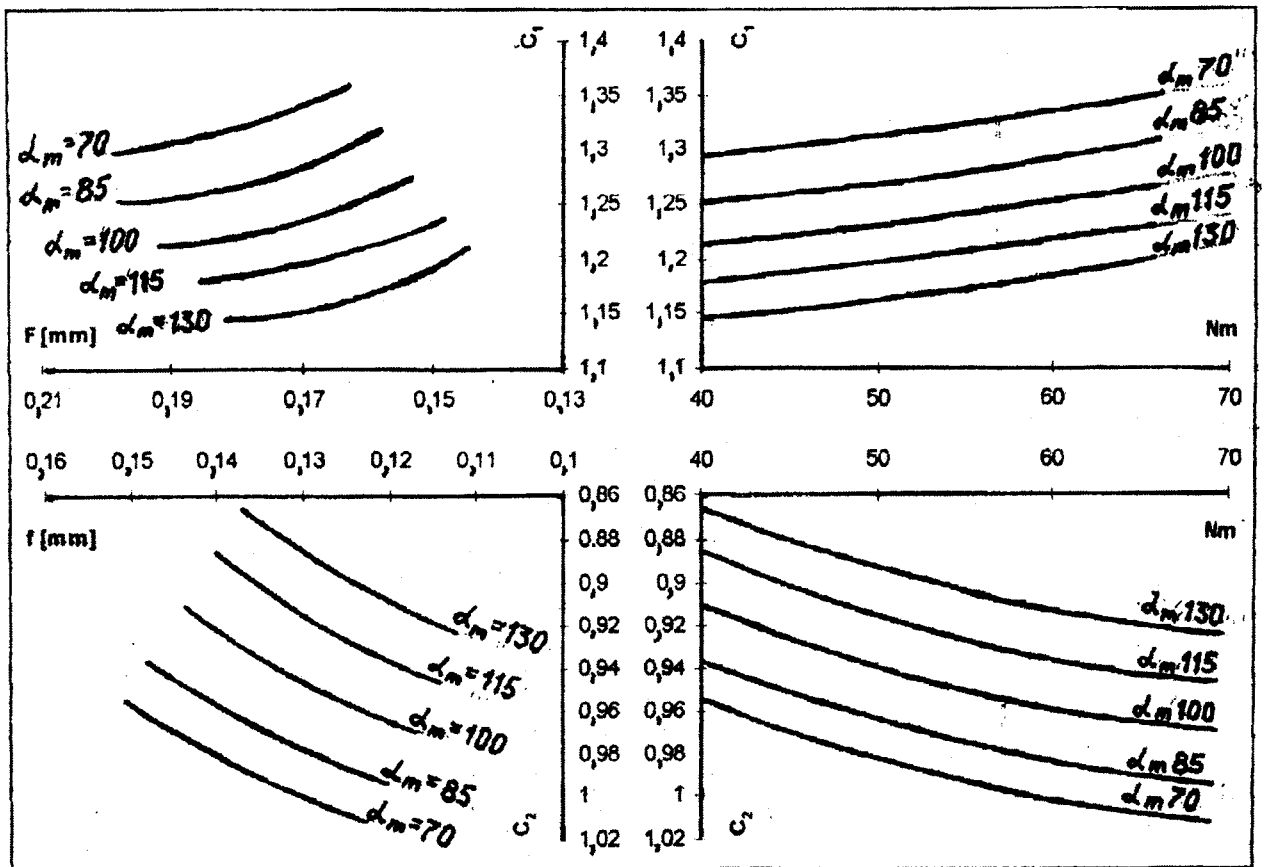


Рис. 2

Для облегчения применения приведенной номограммы необходимы следующие уточнения:

для 100%-ной хлопковой пряжи или хлопкообразной нити с ядром, для которых известны значения линейной плотности N_m , коэффициенты α_m крутки, от указанной линейной плотности по абсциссе поднимается параллель к ординате до пересечения параболы, соответствующей коэффициенту крутки; определяются значения C_1 и C_2 , соответствующие данному пересечению;

зная значения C_1 и C_2 для анализируемой нити, продлением параллелей к оси абсцисс (в квадрантах I и IV) и их пересечением с параболой, которые описывают соотношение $C_1 = f[F(\text{mm})]$ и $C_2 = f(f(\text{mm}))$, определяются значения диаметров в свободном и растянутом состояниях на оси абсцисс в квадрантах II и III.

Для 100%-ных хлопковых пряж изучены соотношения:

$$y_1 = f(x_1, x_2); \quad y_2 = f(x_1, x_2);$$

$$y_3 = f(x_1, x_2); \quad y_4 = f(x_1, x_2),$$

где y_1 – диаметр классической пряжи в свободном состоянии F (mm); y_2 – диаметр классической пряжи в растянутом состоянии f (mm); y_3 – коэффициент C_1 для расчета значения диаметра в свободном состоянии; y_4 – коэффициент C_2 для расчета значения диаметра нити в растянутом состоянии; x_1 – коэффициент α_m крутки; x_2 – линейная плотность N_m нити.

Значения параметров y_1, y_2, y_3, y_4 определяли с помощью уравнений вида

$$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2, \quad (1)$$

где a_0, a_1, a_2 – коэффициенты уравнений регрессии.

Т а б л и ц а 2

Коэффициент	Независимая переменная			
	$y_1=F[\text{mm}]$	$y_2=f[\text{mm}]$	$y_3=C_1$	$y_4=C_2$
a_0	0.2559381	0.1743433	1.254913	0.8305433
a_1	-0.000205294	-0.000150747	-0.001503802	-0.001114174
a_2	-0.01282142	-0.000741438	0.001830687	0.002639757
$r, \%$	99,82	99,58	99,74	99,77
R	0,8956	0,9013	0,9235	0,9852

П р и м е ч а н и е. R – значения коэффициентов соотношения учитываемых параметров.

В табл.2 представлены значения коэффициентов уравнений регрессии для классической пряжи.

Математические модели, приводящие к определению диаметров 100%-ных хлопковых нитей при известных линейной

плотности и коэффициенте крутки нити, имеют форму

$$y_1 = 0,2559381 - 0,000205294x_1 - 0,001282142x_2, \quad (2)$$

$$y_2 = 0,1743433 - 0,000150747x_1 - 0,000741439x_2, \quad (3)$$

$$y_3 = 1,254913 - 0,001503802x_1 + 0,001830687x_2, \quad (4)$$

$$y_4 = 0,8305433 - 0,001114174x_1 + 0,002639757x_2. \quad (5)$$

$$y_1 = f(x_1, x_2, x_3); \quad y_2 = f(x_1, x_2, x_3);$$

$$y_3 = f(x_1, x_2, x_3); \quad y_4 = f(x_1, x_2, x_3),$$

где $y_1, y_2, y_3, y_4, x_1, x_2$ имеют те же значения, что и для классических анализируемых нитей, а x_3 – доля хлопковых волокон в составе сложной нити.

Значения параметров y_1, y_2, y_3, y_4 определяли с помощью уравнений вида

$$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3, \quad (6)$$

где a_0, a_1, a_2, a_3 – коэффициенты уравнений регрессии.

Для нити с ядром, изготовленной при тех же значениях линейной плотности и коэффициента крутки, исследовались соотношения

Таблица 3

Коэффициент	Независимая переменная			
	$y_1=F[\text{mm}]$	$y_2=f[\text{mm}]$	$y_3=C_1$	$y_4=C_2$
a_0	0,2102889	0,1780401	1,984151	1,611603
a_1	-0,000340857	-0,000208482	-0,002423561	-0,001473915
a_2	-0,001001472	-0,00083366	-0,000866998	-0,001094664
a_3	0,000637197	0,00022612	-0,005989139	-0,006112492
$p, \%$	99,77	99,58	99,46	98,96
R	0,9218	0,9107	0,8792	0,9752

Примечание. R – значения коэффициентов соотношения учитываемых параметров.

В табл.3 представлены значения коэффициентов уравнений регрессии для нитей с ядром.

Математические модели для определения диаметров нитей при известных линейной плотности и коэффициенте крутки имеют вид

$$y_1 = 0,2102889 - 0,000340857x_1 - 0,001001472x_2 + 0,000637197x_3, \quad (7)$$

$$y_2 = 0,1780401 - 0,000208482x_1 - 0,00083366x_2 + 0,00022612x_3, \quad (8)$$

ВЫВОДЫ

$$y_3 = 1,984151 - 0,002423561x_1 - \\ - 0,000866998x_2 - 0,005989139x_3, \quad (9)$$

$$y_4 = 1,611603 - 0,001473915x_1 - \\ - 0,001094664x_2 - 0,006112492x_3. \quad (10)$$

Сравнение значений коэффициентов со значениями, соответствующими доверительной вероятности 95%, подтверждает правильность экспериментальной программы.

Точное знание значений диаметров нитей обеспечивает предпосылки составления полной и правильной технической документации, а также улучшение качества контрольных норм для характеристик трикотажных изделий.

1. Установлено, что при одинаковой номинальной линейной плотности значения видимых диаметров в свободном и растянутом состояниях для нитей с ядром на 4...6% больше, чем у классических пряж.

2. В зависимости от учитываемых параметров для классических пряж значения коэффициентов C_1 и C_2 находятся в интервалах: $C_1 \in (1,1508; 1,2832)$; $C_2 \in (0,799; 0,9388)$.

Для нитей с текстурированным полиамидным ядром 44 дтекс, в которых его доля составляет от 18 до 31 %, интервалы значений коэффициентов вариации C_1 и C_2 следующие: $C_1 \in (1,1463; 1,3501)$; $C_2 \in (0,8663; 1,0053)$.

Рекомендована кафедрой химии ИГТА. Поступила 25.05.01.

УДК 677.11.620.1

ВЛИЯНИЕ ВАРИАЦИИ НЕКОТОРЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПРЯДИ ЛЬНЯНОГО СЫРЦА НА НЕРОВНОТУ СИЛЫ ЕГО НАТЯЖЕНИЯ ПРИ ТРЕПАНИИ

А.Б. ЛАПШИН, Е.Л. ПАШИН

(Всероссийский НИИ по переработке лубяных культур)

Известно, что вариация технологических свойств сырца формирует неровноту силы натяжения при взаимодействии пряжи с рабочей кромкой в процессе трепания. Изменение сил натяжения пряжи, в свою очередь, влияет на эффект обработки, поэтому целью работы является разработка модели формирования вариации сил натяжения пряжи в зависимости от гетерогенности ее свойств.

Рассмотрим для простоты следующую формулу [1] для расчета силы натяжения в ведущей ветви при взаимодействии текстильного материала с неподвижной цилиндрической поверхностью:

$$T = T_0 \exp(k\alpha r / (r + h)) - mV^2 (\exp(k\alpha r / (r + h)) - 1), \quad (1)$$

где T_0 , T – сила натяжения в ведомой и ведущей ветвях; k – коэффициент трения; α – угол охвата; r – радиус шероховатой поверхности; $2h$, m – соответственно толщина и линейная плотность материала; V – скорость материала на участке соприкосновения с поверхностью.

Итак, по формуле (1) сила натяжения T есть функция ряда технологических параметров и свойств:

$$T = F(T_0, k, h, m, V, r, \alpha).$$

К технологическим свойствам льняного сырца отнесем T_0 , k , h , m . Если эти свойства рассматривать в качестве случайных величин, то их вариация будет характеризоваться определенной дисперсией. При такой трактовке выражение (1) определяет соотношение между средними значениями случайных величин T , T_0 , k , h , m . Поэтому в качестве исходных примем неровноту h по толщине и m по массе; неровноту k фрикционных свойств пряжи; разнородность T_0 волокон в пряжи (хотя T_0 неявно учитывает и другие упомянутые свойства, и их вариацию).

Пусть X , Y – непрерывные случайные величины. Необходимо найти распределение функции $Y = \varphi(X)$, зная дифференциальную функцию $f(x)$ случайного аргумента X . Доказано [2]: если $y = \varphi(x)$ дифференцируемая строго возрастающая или строго убывающая функция, обратная функция которой $x = \psi(y)$, то дифференциальная функция $g(y)$ случайной величины Y находится по равенству

$$g(y) = |\psi'(y)| f(\psi(y)). \quad (2)$$

Из (1) и (2) следуют зависимости

$$f_{TT}(T) = (1/A)f_{T_0} \cdot (T/A + mV^2(1-1/A)), \quad (3)$$

$$f_{TK}(T) = \frac{r+h}{r\alpha|T-mV^2|} f_k\left(\frac{B(r+h)}{r\alpha}\right), \quad (4)$$

$$f_{TH}(T) = \frac{k\alpha r}{B^2|T-mV^2|} f_h\left(r\left(\frac{k\alpha}{B}-1\right)\right), \quad (5)$$

$$f_{TM}(T) = (1/(V^2(A-1))) \cdot f_m((T_0A-T)/(V^2(A-1))), \quad (6)$$

где

$$A = \exp(k\alpha r/(r+h)),$$

$$B = \ln|(T-mV^2)/(T_0-mV^2)|,$$

нижние индексы в (3...6) означают дифференциальные функции распределения соответствующих величин. Заметим, что формулы (3...6) справедливы для любых типов распределений.

Если допустить, что случайные величины T_0, k, h, m распределены по нормальному закону, то из (3...6) следуют соотношения между соответствующими средними квадратическими отклонениями (СКО):

$$\sigma_{TT} = \sigma_{T_0} A, \quad (7)$$

$$\sigma_{TK} = \sigma_k \alpha r |T-mV^2|/(r+h), \quad (8)$$

$$\sigma_{TH} = \sigma_h B^2 |T-mV^2|/(k\alpha r), \quad (9)$$

$$\sigma_{TM} = \sigma_m V^2 (A-1). \quad (10)$$

В качестве примера для дальнейших расчетов по формулам (3...10) примем следующие исходные данные: $\alpha = \pi/2$; $r = 0,002$ м; $V = 10$ м/с; средние значения (математические ожидания) случайных величин – $T_0 = 4$ Н; $k = 0,3$; $h = 0,002$ м; $m = 0,005$ кг/м; СКО – $\sigma_{T_0} = 0,5$ Н; $\sigma_k = 0,05$; $\sigma_h = 0,0006$ м; $\sigma_m = 0,001$ кг/м.

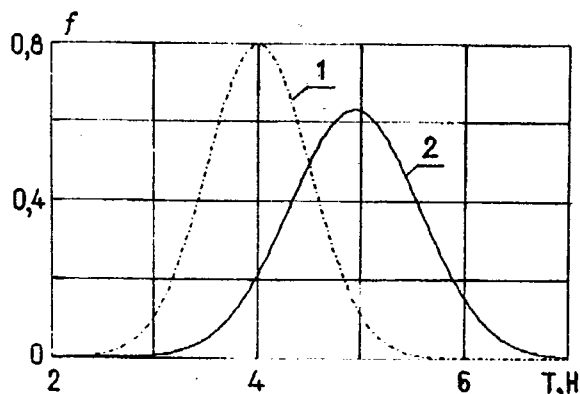


Рис. 1

На рис.1 изображены графики $f_{T_0}(T_0)$ (кривая 1) и $f_{TT}(T)$ (кривая 2), причем среднее значение силы натяжения в ведущей ветви (кривая 2): $T_C = 4,93$ Н; СКО: $\sigma_{TT} = 0,63$ Н, то есть неровнота силы натяжения T за счет вариации T_0 увеличивается на 26%.

Если допустить, что случайные величины T_0, k, h, m являются независимыми, то по свойству дисперсии суммы взаимно независимых случайных величин [1]:

$$\sigma_0^2 = \sigma_{TT}^2 + \sigma_{TK}^2 + \sigma_{TH}^2 + \sigma_{TM}^2,$$

где σ_0 характеризует суммарную неровноту силы натяжения, формируемую совокупным действием величин T_0, k, h, m . Если в (1) рассматривать суммарное влияние величин T_0, k, h, m , то параметрами нормального закона распределения силы натяжения пряжи в ведущей ветви будут: среднее значение $T_C = 4,93$ Н; СКО:

$\sigma_0 = 0,68\text{Н}$. Таким образом, наибольший вклад в неровноту силы натяжения T вносит вариация T_0 (для принятых диапазонов изменения параметров).

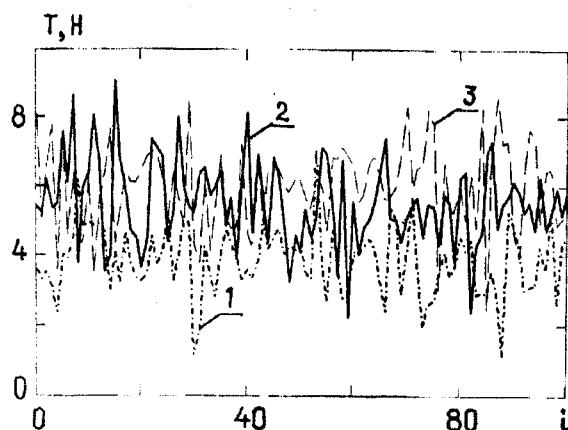


Рис. 2

На рис. 2 представлены массивы с нормальными законами распределения случайных значений их элементов: кривая 1 – $T_0 = 4\text{Н}$, $\sigma_{T_0} = 0,5\text{Н}$; 2 – $T_C = 4,93\text{Н}$, $\sigma_{TT} = 0,63\text{Н}$; 3 – $T_C = 4,93\text{Н}$, $\sigma_0 = 0,68\text{Н}$. Моделирование проводили с помощью компьютерной системы MathCad-2000. Интерпретация рис.2 состоит в следующем. По оси абсцисс отложены i -е моменты времени, в каждом из которых по оси ординат отмечены случайные значения соответствующих сил натяжения: силы натяжения ведомой ветви (кривая 1); силы натяжения ведущей ветви, если в (1) рассматривается влияние неровноты только T_0 (кривая 2); силы натяжения ведущей ветви при влиянии совокупной неровноты величин T_0, k, h, m (кривая 3).

Данная методика компьютерного моделирования может использоваться для получения расчетных тензограмм, что актуально и для иных процессов текстильной технологии.

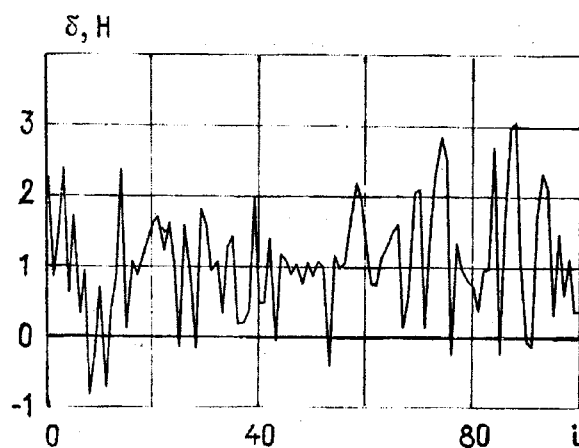


Рис. 3

На рис.3 приведена случайная кривая δ , полученная как разность кривых 2 и 1 из рис.2. Отрицательные значения натяжения δ (рис.3) означают, что в некоторые моменты времени материал, взаимодействующий с кромкой, может оказаться ненагруженным – это принципиально новый результат при исследовании формулы (1) методами теории вероятностей. При детерминированной трактовке формулы (1) силы трения всегда увеличивают натяжение, то есть $T > T_0$. Отметим, что данное условие будет выполняться и в рамках вероятностной модели, если кривые распределения плотностей вероятностей (рис.1) не будут пересекаться.

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что неровнота силы натяжения ведомой ветви, вариации по толщине и линейной плотности материала, неровнота коэффициента трения определяют неровноту силы натяжения ведущей ветви.

2. Вариация технологических свойств льняного сырца может приводить при определенных условиях к ненагруженности ведущей ветви пряжи. Этот эффект указывает на наличие новых причин образования волокнистых отходов и удаления кустры при трепании.

ЛИТЕРАТУРА

1. Севостьянов А.Г., Севостьянов П.А. Моделирование технологических процессов (в текстильной промышленности). –М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.

2. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. –М.: Высшая школа, 1972.

Рекомендована Всероссийским НИИ по переработке лубяных культур. Поступила 20.06.01.

УДК 677.21.021.152

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УСТРОЙСТВА ВЫГРУЗКИ КАМНЕУЛОВИТЕЛЯ

Р. МУРАДОВ

(Наманганский инженерно-экономический институт)

Все уловители тяжелых примесей, используемые в настоящее время на хлопкоочистительных заводах, имеют существенный недостаток – в процессе работы вместе с улавливаемыми примесями в камнеуловителе выпадает значительное количество хлопка-сырца, о чем свидетельствуют исследования фракционного состава массы, уловленной тремя линейными камнеуловителями, установленными последовательно в линии пневмотранспорта: первый камнеуловитель установлен до сушильного барабана; второй – в очистительном цехе; третий – между очистительными и джиново-линтерными цехами.

Опыты проводили в производственных условиях на хлопке-сырце селекции АН-Уз-3 машинного сбора, II сорта со средней исходной засоренностью 13,35% и влажностью 9,7 %.

Выпавший вместе с тяжелыми примесями хлопок-сырец рекомендуется вру-

чить отобрать из уловленной массы и вновь подать в пневмотранспорт. Однако зачастую хлопок-сырец, выпавший в камнеуловителе, бывает сильно засорен посторонними примесями и имеет с ними довольно прочную связь, в результате чего отобрать его из уловленной массы достаточно сложно. Поэтому перечисленные рекомендации на многих хлопкоочистительных заводах не соблюдаются и хлопок-сырец направляется в отходы вместе с уловленной массой.

Изучение фракционного состава отходов уловленной массы показало, что во втором камнеуловителе хлопка-сырца почти вдвое меньше, чем в первом. Кроме тяжелых примесей и хлопка-сырца в бункере камнеуловителя содержится также значительное количество крупных сорных примесей (нераскрывшиеся коробочки, стебли и т.д.) [1].

Вес хлопка-сырца, г	Скорость витания хлопка-сырца, м/с	Размер камней, мм	Скорость витания камней, м/с
1	3,5	до 5	12,8
10	6,7	5:10	14,4
100	8,5	10:20	20,5
200	11,7	20:30	25

Известно (табл.1), что скорость витания камней больше, чем хлопка-сырца, однако при подаче неразрыхленных комков скорость, необходимая для транспортирования хлопка-сырца, приближается к величине скорости витания мелких камней. Поэтому ввиду трудностей, связанных с обеспечением достаточного разрыхления хлопка-сырца при подаче в трубопровод, выпадение отдельных долек хлопка-сырца в отходы в камнеборник неизбежно.

Во внелинейных камнеуловителях также имеет место выделение хлопка-сырца вместе с уловленными примесями в отходы.

Для устранения указанного недостатка во внелинейных уловителях предусмотрено установление колкового барабана с целью дополнительного разрыхления хлопка. Это позволяет несколько улучшить работу камнеуловителя. Однако в связи с рядом технических сложностей подобное решение в линейных камнеуловителях нецелесообразно и трудноосуществимо. Кроме того, как было указано ранее, стремление исключить возможность выпадения долек и летучек хлопка-сырца в камнеборник путем уменьшения размера карманов приводит к снижению улавливающего эффекта и не всегда оправдано.

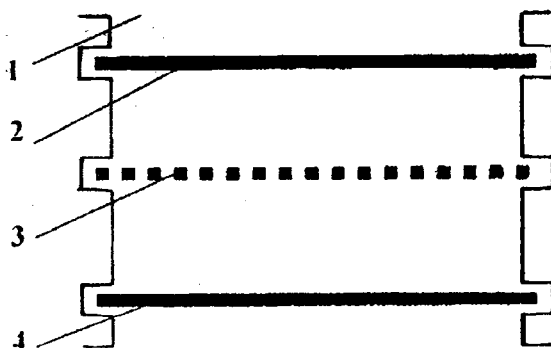


Рис. 1

Чтобы решить поставленную задачу, исследовали выгрузочное устройство, схема которого представлена на рис.1, установленное на линейном камнеуловителе.

Устройство (рис.1) состоит из вертикальной шахты 1, прямоугольного сечения с поперечно установленными в ней, по меньшей мере, тремя шиберами (выдвижными заслонками), один из которых стержневой (решетчатый) и может быть установлен наклонно, и работает следующим образом. Тяжелые примеси через карман камнеуловителя выпадают в шахту на поверхность верхнего шибера 2; при этом могут выпасть и отдельные дольки хлопка-сырца. По мере заполнения верхней секции разгрузочной камеры сначала выдвигается нижний шибер 4, затем верхний 2. Находящаяся на поверхности верхнего шибера уловленная масса под действием силы тяжести выпадает на поверхность решетчатой заслонки 3. При этом

под действием эжекционного потока, создаваемого за счет разницы между атмосферным давлением внутри разгрузочной камеры, легкая фракция – долька хлопксырца – устремляется через карманы уловителя обратно, в разделительную камеру, смешивается с основной массой хлопксырца и выводится из выходного патрубка камнеуловителя. Тяжелые примеси остаются на поверхности средней заслонки 3. После этого верхний шибер 2 задвигается и действия эжекционного потока прекращаются. При выдвигении средней заслонки 3 тяжелые примеси под действием силы тяжести выпадают из шахты. Затем средняя 3 и нижняя 4 заслонки задвигаются и устройство возвращается в исходное состояние. После этого повторяется процесс улавливания тяжелых примесей и их вывод с одновременной регенерацией.

В целях упрощения конструкции устройство может быть выполнено без нижней заслонки 4, но при этом увеличивается подсос атмосферного воздуха через разгрузочное устройство уловителя. Следовательно, в шахте целесообразно размещать три герметизирующих заслонки.

Хотя конструкция устройства довольно проста, его обслуживание требует определенного внимания, что не всегда соблюдается работающим персоналом. По этим причинам при работе камнеуловителя может возникнуть заполнение шахты уловленными массами тяжелых примесей, а это повлечет за собой последующую работу устройства без какого-либо улавливающего эффекта.

Для устранения указанных недостатков разработана альтернативная конструкция, обеспечивающая непрерывную разгрузку камнеуловителя. Устройство предусматривает обеспечение непрерывной разгрузки из камнесборника уловленных тяжелых примесей. Поставленная задача решается так: в нижней части уловителя расположен камнесборник с разгрузочным устройством, выполненным в виде короба с горизонтально расположенными пластинами одна над другой внутри. Средняя часть короба расширена и имеет форму полого цилиндра, пластины выполнены дугообраз-

ными, изогнуты выпуклостью вверх и установлены на вертикально расположенном стержне, подпружиненном в нижней части с учетом возможности вертикального перемещения; при этом в отжатом состоянии пружины верхняя пластина расположена в верхней части короба, а нижняя – в средней, а при сжатом – соответственно в средней и нижней частях короба.

Использование в уловителе подпружиненных пластин обеспечивает возможность автоматической выгрузки тяжелых примесей под собственным весом.

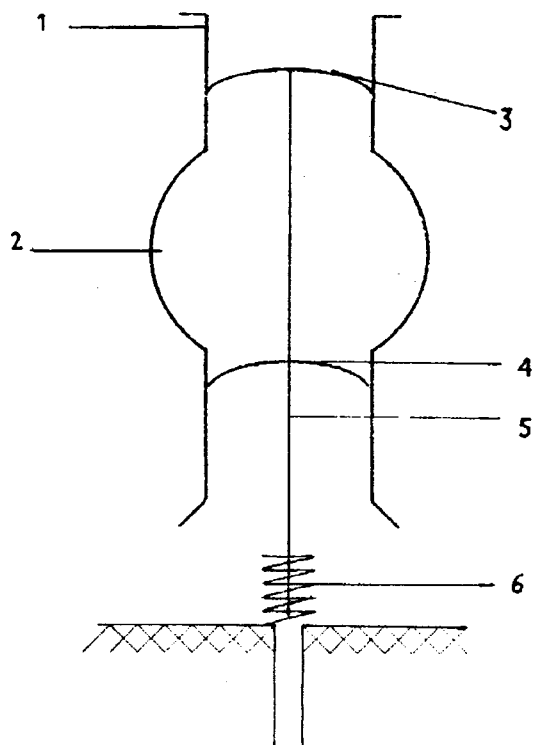


Рис. 2

Устройство поясняется с помощью рис.2, на котором изображено поперечное сечение камнесборника [2], состоящего из корпуса 1 прямоугольного сечения, средняя часть которого расширена и имеет форму цилиндра 2. Внутри коробки размещены дугообразно изогнутые пластинки 3, 4, установленные выпуклостью вверх одна над другой на вертикально расположенном стержне 5, подпружиненном пружиной 6, установленной в его нижней части.

Устройство работает следующим образом: уловленные тяжелые примеси под действием собственного веса выпадают в камнеборник на поверхность верхней пластинки 3. По мере накопления тяжелых примесей на поверхности верхней пластинки 2 установленный вертикально стержень 5 перемещается вниз вдоль коробки 1, сжимая пружину 6; при этом по достижении верхней пластинки 3 участка расширения 2 коробки 1 тяжелые примеси скатываются с выпуклой поверхности. В то же время пластинка 4 достигает нижней части коробки 1, обеспечивая герметизацию. Когда пластинка 4 разгружается, соответственно отжимается пружина 6, перемещая стержень 5 и пластинки 3 и 4 в исходное положение, а тяжелые примеси скатываются в выпуклую поверхность нижней пластинки 4 и выводятся из уловителя тяжелых примесей. Использование предлагаемого устройства даст возможность не только автоматизировать работу

уловителя тяжелых примесей, но и значительно повысить его эффективность.

ВЫВОДЫ

Разработаны новые конструкции разгрузочных устройств для камнеуловителя: использование разгрузочного устройства в первом варианте значительно снижает уход летучек в отход, а во втором варианте – позволяет автоматизировать работу и обеспечивает непрерывную выгрузку уловленной массы из камнеуловителя.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Мурадов Р.* // Хлопковая промышленность. – 1988, №5. С.24...25.
2. Патент №2604. Уловитель тяжелых примесей / Мурадов Р. – Опубл. 1994. Бюл. №2.

Рекомендована кафедрой текстильных машин.
Поступила 01.06.01.

УДК 677.052.9

ПРИНЦИПЫ РАСЧЕТА ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК НЕПОДВИЖНЫХ ВЬЮРКОВ

К.Ю. ПАВЛОВ

(Ивановская государственная текстильная академия)

При использовании неподвижных вьюрков в продуктах прядения [1] возникает крутка. Непременным условием образования крутки является такое расположение продукта прядения на поверхности вьюрка, при котором его ось находится на некоторой пространственной кривой, характеризующейся определенными значениями кривизны и естественного кручения.

В этом случае величина естественного кручения оси продукта прядения определяет величину образуемой крутки, а величина кривизны определяет в общем случае величину силы трения продукта прядения по поверхности неподвижного вьюрка. Таким образом, обе эти величины – и кривизна, и естественное кручение оси продукта прядения – являются важнейшими характеристиками при определении конструкции неподвижных вьюрков при их проектировании.

В каждой точке M пространственной кривой (кроме особых точек) определяются три прямые и три плоскости, взаимно пересекающиеся в точке M под прямыми углами:

1) касательная линия τ , определяемая как предельное положение секущей MM' , когда $M' \rightarrow M$;

2) нормальная плоскость, перпендикулярная к касательной. Все прямые, проходящие через точку M и лежащие в этой

плоскости, называются нормальными к кривой в точке M ;

3) соприкасающаяся плоскость как предельное положение плоскости, проходящей через три близкие точки кривой M' , M и M'' , когда $M' \rightarrow M$ и $M'' \rightarrow M$. Соприкасающаяся плоскость содержит в себе касательную;

4) главная нормаль ν – линия пересечения нормальной и соприкасающейся плоскостей (нормаль, которая лежит в соприкасающейся плоскости);

5) бинормаль β – прямая, перпендикулярная к соприкасающейся плоскости;

6) спрямляющая плоскость, содержащая касательную и бинормаль.

Направления касательной, нормали и бинормали дают три взаимно перпендикулярные оси τ , ν , β с ортами $\bar{\tau}^\circ$, $\bar{\nu}^\circ$, $\bar{\beta}^\circ$, которые образуют подвижную систему координат, называемую натуральной или естественной трехгранник. Последний играет большую роль как в самой дифференциальной геометрии пространственных кривых и поверхностей, так и в различных приложениях, например, в механике.

Важными характеристиками для пространственных кривых являются кривизна k и естественное кручение χ . Кривизна кривой в точке M характеризует отклонение кривой от прямой линии и определяется формулой

$$\bar{k} = \frac{d\bar{\tau}^\circ}{ds} = \bar{v}^\circ k. \quad (1)$$

Вектор кривизны направлен по главной нормали кривой. Модуль кривизны определяется как

$$k = \frac{1}{\varrho_1} = \frac{d\varphi}{ds}, \quad (2)$$

где ϱ_1 – радиус кривизны; φ – угол, образованный между касательными в точках M и M' (угол кривизны); s – длина дуги между точками M и M' . Значение k всегда положительно, то есть $k > 0$.

Естественное кручение кривой χ в точке M характеризует отклонение кривой от плоского положения (оно имеет размерность рад/м):

$$\bar{\chi} = \frac{d\bar{\beta}^\circ}{ds} = \bar{v}^\circ \chi. \quad (3)$$

Вектор естественного кручения направлен по главной нормали кривой. Его модуль определяется с помощью формулы

$$\chi = \frac{1}{\varrho_2} = \frac{d\psi}{ds}, \quad (4)$$

где ϱ_2 – радиус кручения; ψ – угол, образованный между бинормальными в точках M и M' (угол естественного кручения).

Линию в пространстве можно задать переменным радиусом-вектором:

$$\bar{r} = x\bar{i} + y\bar{j} + z\bar{k}, \quad (5)$$

где x , y , z – суть функции переменных u или s , то есть

$$x=x(u), y=y(u), z=z(u). \quad (6)$$

Приведенный в дифференциальной геометрии анализ пространственной кривой позволил установить следующие зависимости основных характеристик, то есть кривизны и естественного кручения от

элементов второго и высших порядков этой кривой.

Так, в случае произвольного параметра u для кривизны имеем зависимость

$$k^2 = \frac{A^2 + B^2 + C^2}{(\dot{x}^2 + \dot{y}^2 + \dot{z}^2)^3}, \quad (7)$$

а для величины естественного кручения – формулу

$$\chi = \frac{\ddot{x}\ddot{y}\ddot{z}}{A^2 + B^2 + C^2}, \quad (8)$$

где $A = \dot{y}\ddot{z} - \dot{y}\ddot{z}$, $B = \dot{z}\ddot{x} - \dot{z}\ddot{x}$, $C = \dot{x}\ddot{y} - \dot{x}\ddot{y}$,

$$\dot{x} = \frac{dx}{du}, \quad \dot{y} = \frac{dy}{du}, \quad \dot{z} = \frac{dz}{du},$$

$$\ddot{x} = \frac{d^2x}{du^2}, \quad \ddot{y} = \frac{d^2y}{du^2}, \quad \ddot{z} = \frac{d^2z}{du^2},$$

$$\ddot{\ddot{x}} = \frac{d^3x}{du^3}, \quad \ddot{\ddot{y}} = \frac{d^3y}{du^3}, \quad \ddot{\ddot{z}} = \frac{d^3z}{du^3}.$$

В качестве примера проведен расчет кривизны и кручения оси продукта пряже-ния, расположенной по винтовой линии.

В этом случае уравнение кривой

$$x = a \cos u, \quad y = a \sin u, \quad z = \alpha u, \quad (9)$$

где α – коэффициент пропорциональности. Тогда

$$\dot{x} = -a \sin u, \quad \ddot{x} = -a \cos u, \quad \ddot{\ddot{x}} = a \sin u,$$

$$\dot{y} = a \cos u, \quad \ddot{y} = -a \sin u, \quad \ddot{\ddot{y}} = -a \cos u,$$

$$\dot{z} = \alpha, \quad \ddot{z} = 0, \quad \ddot{\ddot{z}} = 0;$$

$$A = \dot{y}\ddot{z} - \dot{y}\ddot{z} = a\alpha \sin u,$$

$$B = \dot{z}\ddot{x} - \dot{z}\ddot{x} = -a\alpha \cos u,$$

$$C = \dot{x}\ddot{y} - \ddot{x}y = a^2,$$

$$A^2 + B^2 + C^2 = a^2(a^2 + \alpha^2),$$

$$x^2 + y^2 + z^2 = a^2 + \alpha^2,$$

$$k^2 = \frac{a^2(a^2 + \alpha^2)}{(a^2 + \alpha^2)^3} = \frac{a^2}{(a^2 + \alpha^2)^2}, \quad (10)$$

$$k = \frac{a}{a^2 + \alpha^2}. \quad (11)$$

Для величины естественного кручения получим

$$\begin{vmatrix} \dot{x} & \dot{y} & \dot{z} \\ \ddot{x} & \ddot{y} & \ddot{z} \\ \ddot{\ddot{x}} & \ddot{\ddot{y}} & \ddot{\ddot{z}} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} -a \sin u & -a \cos u & a \sin u \\ a \cos u & -a \sin u & -a \cos u \\ \alpha & 0 & 0 \end{vmatrix} = \alpha a^2, \quad (12)$$

$$\chi = \frac{\alpha}{a^2 + \alpha^2}. \quad (13)$$

Следовательно, у продукта прядения, ось которого расположена по винтовой линии, величина кривизны и кручения во всех точках является величиной постоянной.

Рассмотрим случай, когда ось продукта прядения занимает пространственную кривую с переменной величиной кривизны и естественного кручения.

Пусть будет кривая

$$x = e^u \cos u, \quad y = e^u \sin u, \quad z = e^u. \quad (14)$$

Отсюда

$$k^2 = \frac{2}{3} e^{2u} (3 + \sin 2u), \quad (15)$$

$$\chi = \frac{2 \sin^2 u}{e^u (3 + \sin 2u)}. \quad (16)$$

Как видим, здесь кривизна и кручение являются величинами переменными и зависят от параметра u .

В этом случае в рассматриваемом уравнении (16) можно найти такой участок кривой, где значение величины естественного кручения будет в наибольшей степени удовлетворять условиям технологического процесса.

Исследуя же формулу (15), для кривизны можно выбрать такую длину дуги охватом продукта прядения поверхности неподвижного вьюрка, которая на основании формулы Эйлера будет соответствовать оптимальной силе трения, обусловленной технологическим процессом.

ВЫВОДЫ

Предложена методика расчета основных характеристик неподвижного вьюрка, которую можно использовать при их проектировании.

ЛИТЕРАТУРА

1. Павлов Ю.В. Неподвижные вьюрки в прядении. – М.: Легкая индустрия, 1975.

Рекомендована кафедрой прядения. Поступила 14.05.01.

УДК 677.024 (043.3)

**АНАЛИЗ РАБОТЫ ИЗМЕНЕННОГО
ОСНОВНОГО РЕГУЛЯТОРА ТКАЦКОГО СТАНКА**

С. С. ЮХИН, К. А. КОРОЧКИН

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)

Недостатком заводских основных регуляторов ткацких станков СТБ и АТПР является отсутствие возможности осуществлять регулируемое воздействие на амплитуду и характер внутрицикловых колебаний натяжения нитей основы [1].

Отличительная особенность основного регулятора [2] состоит в том, что он позволяет осуществлять снижение доли дефор-

мации, приходящейся на систему заправки, и увеличение доли деформации, воспринимаемой механизмом системы подвижного скала.

С целью реализации такого принципа регулирования в конструкцию системы подвижного скала станка АТПР внесены изменения.

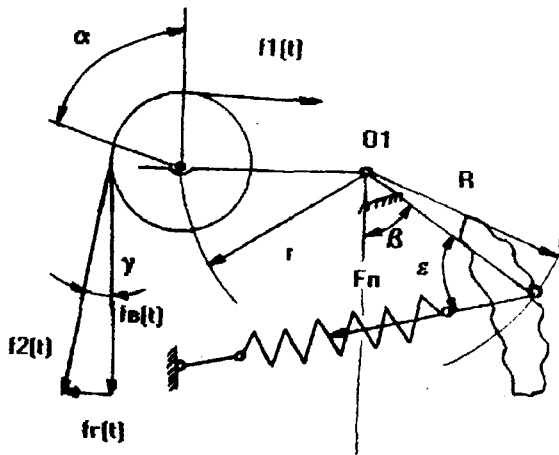


Рис. 1

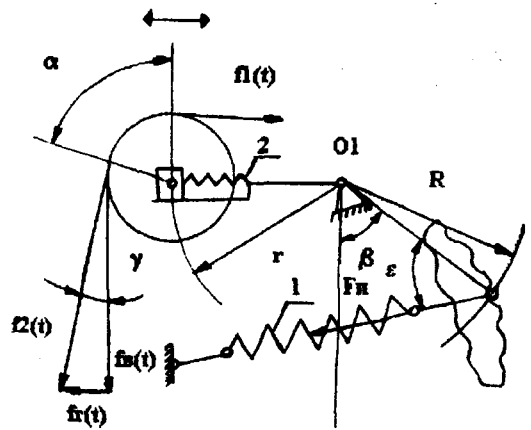


Рис. 2

Принципиальные схемы основного регулятора заводской конструкции и усо-

вершенствованного приведены на рис. 1 и 2 соответственно.

Система дифференциальных уравнений, описывающих работу основного ре-

гулятора измененной конструкции, имеет вид [3]:

$$\begin{cases} \frac{d^2x}{dt^2} + 2h_1 \frac{dx}{dt} + \omega_1^2 x = \frac{1}{m} f_1(t) (1 - e^{-\mu\alpha}) \sin \gamma, \\ \frac{d^2z}{dt^2} + 2h_2 \frac{dz}{dt} + \omega_2^2 z = \frac{1}{m} f_1(t) e^{-\mu\alpha} \cos \gamma, \end{cases} \quad (1)$$

где h_1, h_2 – коэффициенты демпфирования в случае горизонтального и вертикального перемещений соответственно:

$$h_1 = \frac{b_1}{2m}; \quad h_2 = \frac{b_2}{2m};$$

ω_1, ω_2 – собственная угловая частота не демпфированной системы:

$$\omega_1 = \sqrt{\frac{c_1}{m}}; \quad \omega_2 = \sqrt{\frac{c_2}{m}};$$

e – основание натурального логарифма; α – угол огибания скала нитями основы; γ – угол между вертикалью и направлением основных нитей в зоне ткацкий навой – скало; $f_1(t)$ – натяжение нитей основы при образовании раппорта ткани по утку; m – масса скала; b_1, b_2 – коэффициенты демпфирования, учитывающие диссипативные силы, рассеивающие энергию за счет вязких свойств нитей основы, трения при движении скала в вертикальной и горизонтальной плоскости соответственно; c_1, c_2 – коэффициенты жесткости, учитывающие восстанавливающие силы, характеризующиеся жесткостью пружин 1 и 2 соответственно; x, z – координаты перемещения скала в горизонтальной и вертикальной плоскости соответственно; t – время; μ – коэффициент трения нитей о скало.

В измененной конструкции системы подвижного скала использована пара упругих элементов в виде цилиндрических одножильных пружин с жесткостью каждого элемента $0,85 \cdot 10^5$ Н/м.

Для определения степени эффективности работы основного регулятора проведены сравнительные исследования заводской и усовершенствованной конструкций системы подвижного скала.

На станке АТПР-100-4 вырабатывали хлопчатобумажную ткань; станок работал с частотой главного вала 330 мин^{-1} . Линейная плотность нитей основы составляла $T_o = 34,5 \times 2$ текс; утка $T_y = 40$ текс; плотность ткани по основе равнялась $P_o = 240$ н/дм, по утку $P_y = 130$ н/дм.

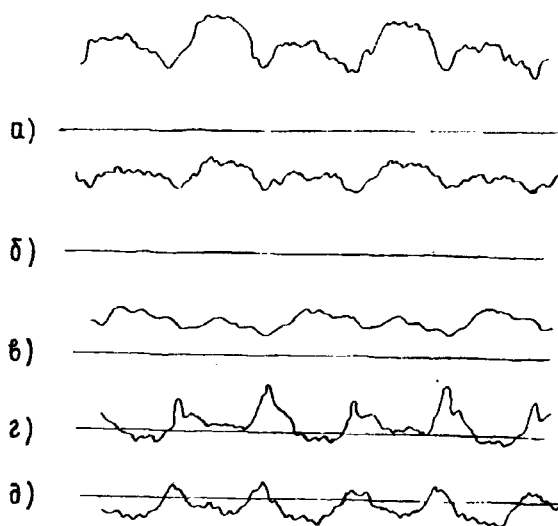


Рис. 3

В целях оценки влияния конструкции системы подвижного скала на условия изготовления ткани исследовали натяжение нитей основы в процессе ткачества. Запись осциллограмм натяжения нитей осуществляли с помощью тензометрической установки. Датчиками фиксировалось изменение натяжения нитей основы в зоне скало – основонаблюдатель. На рис. 3 изображены осциллограммы натяжения нитей осно-

вы и перемещения скала в вертикальной и горизонтальной плоскостях, где а) – натяжение нитей основы при использовании скала заводской конструкции; б) – то же при измененной конструкции; в) – верти-

кальное перемещение заводского скала; г) – то же измененного скала; д) – горизонтальное перемещение измененного скала.

Таблица 1

Вариант	Обороты главного вала				Среднее натяжение нитей основы
	1	2	3	4	
Натяжение нитей основы при заступе, сН/нить					
Базовый	20,5	22,0	20,5	22,0	21,3
Измененный	20,5	22,0	20,5	22,0	21,3
Натяжение нитей основы при зевобразовании, сН/нить					
Базовый	38,5	29,5	38,5	29,5	34,0
Измененный	31,0	26,5	31,0	26,5	28,8
Натяжение нитей основы при прибое, сН/нить					
Базовый	40,0	32,5	40,0	32,5	36,3
Измененный	34,0	31,0	34,0	29,5	32,2
Вертикальное перемещение скала при заступе, мм					
Базовый	0	0,5	0	0,5	0,3
Измененный	1	0	1,2	0	0,6
Вертикальное перемещение скала при зевобразовании, мм					
Базовый	1,2	0,7	1,2	0,8	1,0
Измененный	2,9	2,4	3,1	2,2	2,7
Вертикальное перемещение скала при прибое, мм					
Базовый	1,9	1,4	1,9	1,2	1,6
Измененный	5,0	4	4,8	4,1	4,5
Горизонтальное перемещение скала, мм					
Заступ	1,0	0	1,0	0	0,5
Зевобразование	2,4	1,7	2,1	1,7	2,0
Прибой	3,6	3,3	3,1	2,8	3,3

В табл.1 представлены результаты обработки осциллограмм натяжения, а также данные о перемещении скала в вертикальной и горизонтальной плоскостях.

Анализ результатов табл.1 показывает, что при использовании измененной конструкции подвижного скала натяжение нитей основы по сравнению с базовым вариантом меньше и это различие в натяжении

является значимым; наибольшее различие наблюдается при зевобразовании.

Проведенный расчет повреждаемости с использованием критерия длительной прочности Бейли показал, что при использовании измененного основного регулятора повреждаемость нитей основы снижается на 3,4 %.

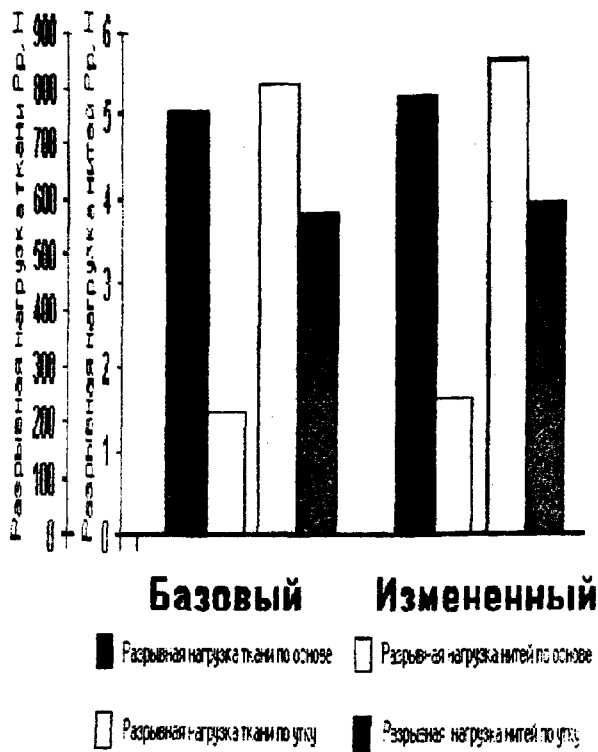


Рис. 4

Чтобы оценить влияние измененной конструкции системы подвижного скала на разрывные характеристики ткани, проведены испытания полосок ткани на разрыв, а также испытания нитей до и после ткачества. Результаты исследований показаны в табл.2 и на рис.4, где дана диаграмма разрывной нагрузки по основе и утку нитей и ткани.

Анализ полученных данных свидетельствует, что использование измененной конструкции подвижного скала вызывает повышение разрывной нагрузки ткани как по основе, так и по утку. Кроме того, повышаются разрывные характеристики нитей основы и утка по сравнению с базовым вариантом: разрывная нагрузка нитей основы на 4,1 %, а разрывная нагрузка нитей утка – на 2,4 %.

Таблица 2

Вариант	Разрывная нагрузка, Н	Разрывное удлинение, мм	Разрывные характеристики	
			по основе	по утку
Нити				
До ткачества	5,74	13,71	3,96	14,46
Базовый	5,37	13,42	3,80	13,50
Измененный	5,59	13,57	3,89	13,72
Ткань				
Базовый	750	35,17	217,5	18,53
Измененный	773	34,37	242,5	20,23

Максимальная разрывная нагрузка нитей основы и утка (извлеченных из ткани) наблюдается при работе станка с применением в конструкции системы подвижного скала упругого элемента. Следовательно, использование данного элемента в конструкции системы подвижного скала обеспечивает наименьшую потерю прочности нитей основы и утка в процессе ткачества.

ВЫВОДЫ

Установлено, что использование измененного основного регулятора ткацкого станка позволяет: снизить амплитуду и изменить характер внутрицикловых колебаний натяжения нитей основы; уменьшить потерю разрывной нагрузки нитей основы

и утка в процессе ткачества; увеличить показатели разрывных характеристик вырабатываемой ткани, а также уменьшить повреждаемость нитей основы в процессе ткачества.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Святенко М.В.* Исследование натяжения основы на станке Зульцер: Дис. ... канд. техн. наук. – Л., 1969.

2. Патент № 1684364. Основной регулятор станка / Мартынова А.А., Юхин С.С., Туракулов Б.С. – Оpubл. 1989.

3. *Юхин С.С.* Прогнозирование и разработка технологии изготовления высокоплотных тканей на бесчелночных ткацких станках: Дис. ... докт. техн. наук. – М., 1996.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 04.04.01.

УДК 677.024.1

ЛИНЕЙНАЯ ДЕФОРМАЦИЯ ОСНОВНЫХ НИТЕЙ В ПРОЦЕССЕ ЗЕВООБРАЗОВАНИЯ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ УЗОРЧАТОЙ ТКАНИ*

С.М. КУЗНЕЦОВА, А.В. РОГОЗИН, М.В. ВЕТРОВ, В.А. СИНИЦЫН

(Ивановская государственная текстильная академия)

В [1] рассмотрен способ изготовления узорчатой ткани с переменной плотностью по основе в продольном направлении. Для вывода зависимостей взаимосвязи деформации “плавающих” нитей основы в момент зевобразования и параметров зева при формировании данных тканей введем следующие обозначения: i – номер ремизки; l_1 – расстояние от опушки ткани до первой ремизки, мм; l_2 – расстояние от первой ремизки до переднего валика ламельного прибора, мм; l_c – расстояние от переднего валика ламельного прибора до скала, мм; δ – шаг ремизки, мм; h_c – величина отклонения нити основы скалом от линии заступа, мм; $h_{\text{лв}i(\text{лн}i)}$ – величина отклонения нити основы, пробранной в i -ю ремизку, от линии заступа у переднего валика ламельного прибора для верхней

(нижней) ветвей зева при выстое ремиз в крайних положениях, мм; $h_{\text{рв}i(\text{рн}i)}$ – величина отклонения нити основы, пробранной в i -ю ремизку, от линии заступа в верхней (нижней) ветви зева в момент выстоя ремиз в крайних положениях, мм; $l_{\text{бок}(\text{бол})}$ – максимальная величина отклонения в горизонтальной плоскости вправо (влево) “плавающей” нити основы от своего первоначального направления в опушке ткани, мм.

Следует отметить, что боковое смещение основной нити в горизонтальной плоскости может происходить в течение нескольких оборотов главного вала ткацкого станка. Поэтому величину максимального смещения нити основы от своего первоначального направления определим по формуле

* Работа выполнена по гранту 7/01 Министерства образования РФ.

$$l_{\text{бок}}(\text{бол}) = n_{\text{п}}(\text{л}) V_{\text{п}}(\text{л}), \quad (1)$$

где $V_{\text{п}}(\text{л})$ – величина отклонения в горизонтальной плоскости “плавающей” нити основы от своего первоначального направления вправо (влево) в опушке ткани за

один оборот главного вала ткацкого станка; $n_{\text{п}}(\text{л})$ – число оборотов главного вала ткацкого станка, в течение которых происходит боковое смещение в горизонтальной плоскости вправо (влево) “плавающей” нити основы.

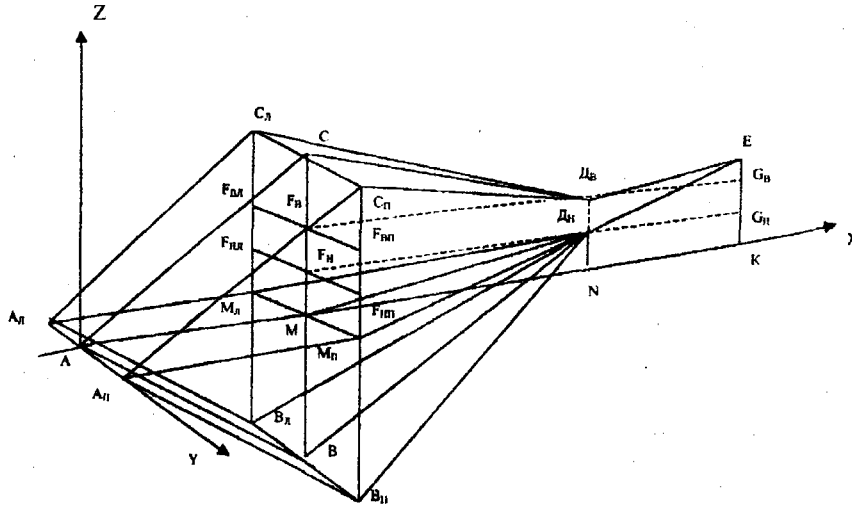


Рис. 1

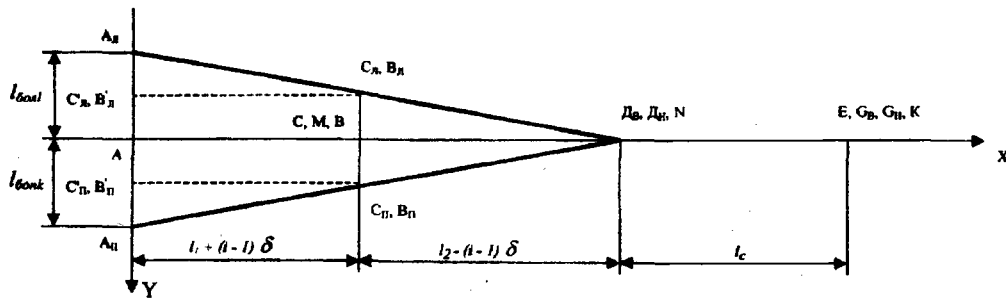


Рис. 2

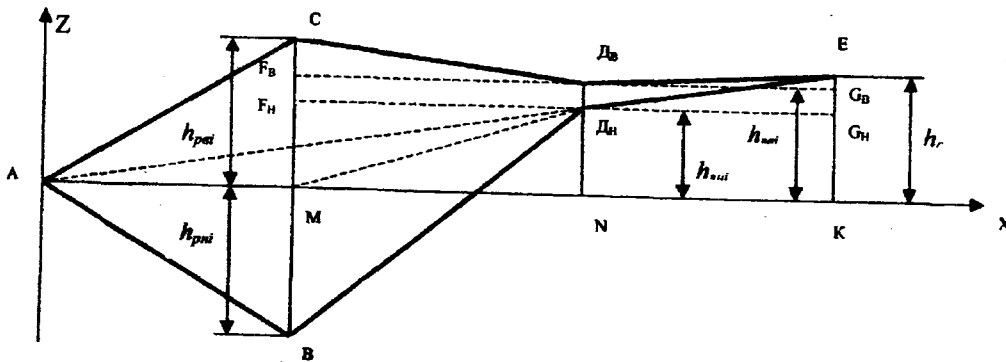


Рис. 3

На рис.1...3 представлены схемы асимметричного зева нитей основы в процессе зевообразования при условии расположения ламельного прибора выше линии заступа.

При описании асимметрии зева нитей основы принимаем, что скало в момент выстоя ремиз находится на одном уровне при различных оборотах главного вала станка; линия опушки ткани совпадает с линией заступа; имеется перемещение нитей основы в вертикальной плоскости в ламельном приборе; линия минимального натяжения нитей основы проходит от опушки ткани до скала через нижние точки расположения основных нитей в ламельном приборе.

Рассмотрим вариант, при котором нить основы смещается в горизонтальной плоскости относительно своего первоначального направления вправо. В данном случае длина "плавающей" нити основы в верхней ветви зева (рис.1...3) равна

$$L_{\text{плпви}} = AA_{\Pi} + A_{\Pi}C_{\Pi} + C_{\Pi}D_{\text{в}} + D_{\text{в}}E, \quad (2)$$

а в нижней ветви зева

$$L_{\text{плпни}} = AA_{\Pi} + A_{\Pi}B_{\Pi} + B_{\Pi}D_{\text{н}} + D_{\text{н}}E. \quad (3)$$

$$B'_{\Pi}A_{\Pi} = l_{\text{бопк}} - BB_{\Pi} = l_{\text{бопк}} \frac{l_1 + (i-1)\delta}{l_1 + l_2}. \quad (14)$$

Подставив выражения (4...9) в (2), а (4), (10...14) в (3) и выполнив ряд преобразований, получим

$$L_{\text{плпви}} = l_{\text{бопк}} + \sqrt{(l_1 + (i-1)\delta)^2 \left(1 + \frac{l_{\text{бопк}}^2}{(l_1 + l_2)^2}\right) + h_{\text{рви}}^2} + \sqrt{(l_2 - (i-1)\delta)^2 \left(1 + \frac{l_{\text{бопк}}^2}{(l_1 + l_2)^2}\right) + (h_{\text{рви}} - h_{\text{лви}})^2 + \sqrt{l_c^2 + [h_c - h_{\text{лви}}]^2}}; \quad (15)$$

$$L_{\text{плпни}} = l_{\text{бопк}} + \sqrt{(l_1 + (i-1)\delta)^2 \left(1 + \frac{l_{\text{бопк}}^2}{(l_1 + l_2)^2}\right) + h_{\text{рни}}^2} +$$

$$\text{где } AA_{\Pi} = l_{\text{бопк}}; \quad (4)$$

$$A_{\Pi}C_{\Pi} = \sqrt{AC^2 + (C'_{\Pi}A_{\Pi})^2}; \quad (5)$$

$$C_{\Pi}D_{\text{в}} = \sqrt{CD_{\text{в}}^2 + CC_{\Pi}^2}; \quad (6)$$

$$D_{\text{в}}E = \sqrt{l_c^2 + [h_c - h_{\text{лви}}]^2}; \quad (7)$$

$$CC_{\Pi} = l_{\text{бопк}} \frac{l_2 - (i-1)\delta}{l_1 + l_2}; \quad (8)$$

$$C'_{\Pi}A_{\Pi} = l_{\text{бопк}} - CC_{\Pi} = l_{\text{бопк}} \frac{l_1 + (i-1)\delta}{l_1 + l_2}; \quad (9)$$

$$A_{\Pi}B_{\Pi} = \sqrt{AB^2 + (B'_{\Pi}A_{\Pi})^2}; \quad (10)$$

$$B_{\Pi}D_{\text{н}} = \sqrt{BD_{\text{н}}^2 + BB_{\Pi}^2}; \quad (11)$$

$$D_{\text{н}}E = \sqrt{l_c^2 + [h_c - h_{\text{лни}}]^2}; \quad (12)$$

$$BB_{\Pi} = l_{\text{бопк}} \frac{l_2 - (i-1)\delta}{l_1 + l_2}; \quad (13)$$

$$+ \sqrt{(l_2 - (i-1)\delta)^2 \left(1 + \frac{l_{\text{бок}}^2}{(l_1 + l_2)^2}\right) + (h_{\text{рні}} + h_{\text{лні}})^2} + \sqrt{l_c^2 + [h_c - h_{\text{лні}}]^2}. \quad (16)$$

Расчет линейной деформации “плавающей” нити основы при боковом смещении в горизонтальной плоскости вправо для верхней и нижней ветвей зева относительно линии заступа выполняют по соотношениям

$$\lambda_{\text{ПЛ.ПВЗАС}i} = L_{\text{ПЛ.ПВ}i} - L_{\text{ЗАС}i}; \quad (17)$$

$$\lambda_{\text{ПЛ.ПНЗАС}i} = L_{\text{ПЛ.ПН}i} - L_{\text{ЗАС}i}. \quad (18)$$

Длину нити основы при положении заступа определим из выражения

$$L_{\text{ЗАС}i} = AM + MD_{\text{H}} + D_{\text{H}}E, \quad (19)$$

где $AM = l_1 + (i-1)\delta;$ (20)

$$MD_{\text{H}} = \sqrt{MN^2 + ND_{\text{H}}^2} = \sqrt{[l_2 - (i-1)\delta]^2 + h_{\text{лні}}^2}; \quad (21)$$

$$D_{\text{H}}E = \sqrt{l_c^2 + [h_c - h_{\text{лні}}]^2}. \quad (22)$$

С учетом (20...22) формула (19) принимает вид

$$L_{\text{ЗАС}i} = l_1 + (i-1)\delta + \sqrt{[l_2 - (i-1)\delta]^2 + h_{\text{лні}}^2} + \sqrt{l_c^2 + [h_c - h_{\text{лні}}]^2}. \quad (23)$$

Линейную деформацию “плавающей” основной нити при боковом смещении в горизонтальной плоскости влево рассчитаем по формулам (15...18), (23), предварительно выполнив замену переменных: $L_{\text{ПЛВ}i}$ на $L_{\text{ПЛЛВ}i}$, $L_{\text{ПЛН}i}$ на $L_{\text{ПЛЛН}i}$, $\lambda_{\text{ПЛ.ПВЗАС}i}$ на $\lambda_{\text{ПЛЛВЗАС}i}$, $\lambda_{\text{ПЛ.ПНЗАС}i}$ на $\lambda_{\text{ПЛЛНЗАС}i}$, $l_{\text{бок}}$ на $l_{\text{бол}}$.

ВЫВОДЫ

Предложены аналитические зависимости для определения линейной деформации “плавающих” основных нитей в процессе зевобразования при изготовлении узорчатой ткани с эффектом переменной плотности по основе в продольном направлении.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сеницын В.А., Крупитчикова Н.Ю., Васильева Г.В. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1997, №1. С.48...51.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 02.02.01.

УДК 667.027.562.81

**ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО СОСТАВА
ДЛЯ ОБРАБОТКИ ХЛОПКОПОЛИЭФИРНОЙ ТКАНИ
ПЕРЕД ТЕРМОПЕЧАТАНИЕМ***И.В. БУШУЕВА, С.В. СОЛОВЬЕВА, В.В. ВАСИЛЬЕВ, Л.А. ГАРЦЕВА***(Ивановская государственная текстильная академия,
Ивановский государственный химико-технологический университет)**

В последние годы технология термопечатания хлопкополиэфирных тканей становится все более необходимой (ввиду ее технических и экономических преимуществ), однако многочисленные исследования, посвященные данной проблеме, имеют результаты, которые не всегда согласуются между собой [1...3].

Цель настоящей работы заключается в определении оптимального состава для пропитки хлопкополиэфирной ткани перед термопечатанием. Постановка названной задачи диктуется необходимостью улучшения колористического эффекта печати и повышения прочностных показателей окраски при использовании максимально дешевых, доступных и экологически безвредных препаратов. Для решения проблемы использовали метод дисперсионно-

го анализа как единственный из методов математической статистики, позволяющий оценить влияние на процесс одновременно нескольких качественных факторов [4].

Изучали влияние природы предконденсата терморезактивной смолы (ПКТРС), природы термопластичного полимера (ТПП) и природы катализатора на интенсивность окраски, ее устойчивость к стирке, к сухому трению и на резкость контуров рисунка. Для этого случая достаточно использование плана латинского квадрата (табл.1), который является ПФЭ 4^2 для двух факторов: А (природа ПКТРС) и В (природа ТПП), на которые наложен латинский квадрат 4×4 , образованный уровнями фактора С (природа катализатора).

Природа ТПП (В) Природа ПКТРС (А)	ПВАЭ	ПЭЭ	Эмукрил М	ПВС
Гликазин	1 NH_4Cl C_1	2 MgCl_2 C_2	3 NH_4NO_3 C_3	4 H_2O_2 C_4
Карбамол МТ-2	5 MgCl_2 C_2	6 NH_4NO_3 C_3	7 H_2O_2 C_4	8 NH_4Cl C_1
Метазин	9 NH_4NO_3 C_3	10 H_2O_2 C_4	11 NH_4Cl C_1	12 MgCl_2 C_2
Отексид НФ	13 H_2O_2 C_4	14 NH_4Cl C_1	15 MgCl_2 C_2	16 NH_4NO_3 C_3

Во всех опытах концентрацию предконденсата поддерживали на уровне 100 г/л; термопластичного полимера 50 г/л; катализатора 10 г/л. Печатание бумаги осуществляли составом, содержащим (г/кг): краситель дисперсный алый ПЭ 20, воду ($t=50^\circ\text{C}$) 200, мочевины 100, загустку (6%-ный альгинат SMT) до 1000. Исследования проводили на хлопкополиэфирной ткани арт. 82192, содержащей 33 % хлопка и 67 % полиэфира. Ткань обрабатывали по следующей технологической схеме: пропитка соответствующим составом с отжимом 100 %, сушка при температуре 100°C , термопечатание при температуре 210°C в течение 40 с с одновременной термофиксацией ПКТРС, промывка половины каж-

дого образца холодной водой, в двух ваннах горячей ($90\pm 5^\circ\text{C}$) водой, раствором моющего препарата (концентрации 2 г/л), горячей и холодной водой.

С непромытых и промытых образцов снимали спектры отражения на цветоизмерительной системе Жаурак 4801. По коэффициенту отражения определяли интенсивность окраски (функция ГКМ). Четкость контуров рисунка оценивали по ширине полосы отпечатка при помощи микроскопа МБС-2 с окуляром микрометра. Устойчивость окраски определяли в соответствии с ГОСТом 9733-83.

Результаты эксперимента по плану латинского квадрата представлены в табл.2.

№ опыта	Интенсивность окраски K/S		Устойчивость окраски, баллы				Средняя ширина полосы отпечатка u_4 , мм
	u_1 до промывки	u_1' после промывки	1 стирка (мыло, 40°C)		сухое трение		
			u_2 до промывки	u_2' после промывки	u_3 до промывки	u_3' после промывки	
1	2,17	1,82	3/4-5/5	4/5/5	4/4-5	5/5	1,25
2	2,63	2,46	4-5/5/5	5/5/5	4/4	5/5	1,18
3	2,27	1,62	4-5/5/5	4-5/5/5	4/3-4	4-5/4	1,25
4	2,42	1,84	3-4/4-5/5	4-5/5/5	5/4-5	5/5	1,25
5	1,30	0,94	4/5/5	5/5/5	4/4-5	4-5/5	1,32
6	2,53	1,62	4/5/5	4/5/5	4/4	4-5/4	1,25
7	0,83	0,59	3/4-5/5	5/5/5	4/3-4	5/4-5	1,25
8	0,95	0,86	4/5/5	5/5/5	4/4	5/5	1,32
9	1,53	1,41	5/5/5	5/5/5	5/4-5	5/5	1,18
10	2,44	1,77	3/4/5	3-4/5/5	4-5/4	5/4	1,25
11	2,20	2,00	4-5/5/5	5/5/5	4/3-4	5/5	1,25
12	1,98	1,88	4/5/5	5/5/5	4/4	5/5	1,32
13	1,75	1,54	3-4/4-5/5	4-5/5/5	5/4-5	5/5	1,32
14	2,71	2,27	4/5/5	4-5/5/5	4/4	4-5/5	1,25
15	2,06	1,66	3-4/5/5	5/5/5	4/4	4-5/5	1,25
16	1,67	1,63	4/5/5	5/5/5	5/4-5	5/5	1,25

Результаты обрабатывали на компьютере с помощью стандартного пакета Microsoft Excel 97 по алгоритму метода дисперсионного анализа. В основе метода лежит идея разложения общей дисперсии (одновременного вклада всех факторов) на составляющие. Последние учитывают флуктуации между уровнями факторов (степень влияния факторов А, В и С) и флуктуации внутри уровней. По итогам расчета среднего квадрата μS для каждого источника дисперсии (природа ПКTRC,

ТПП и катализатора) проводили оценку значимости каждого из них на все выбранные параметры оптимизации с применением критерия Фишера.

Расчетные значения критерия Фишера приведены в табл.3. Для оценки значимости влияния каждого фактора сравнивали расчетное значение F_p критерия Фишера с его критическим F_k значением. Если $F_p > F_k$, то влияние фактора значимо.

Параметр оптимизации	Расчетное значение критерия Фишера по источникам дисперсии			Остаточная ошибка E_{ijk}
	фактор А	фактор В	фактор С	
Интенсивность окраски до промывки	4,10	4,28	0,12	0,16
Интенсивность окраски после промывки	13,34	5,81	1,59	0,053
Устойчивость окраски к стирке до промывки	0,27	0,03	3,70	0,058
Устойчивость окраски к стирке после промывки	0,36	0,53	1,66	0,029
Устойчивость окраски к трению до промывки	0,46	6,29	0,12	0,077
Устойчивость окраски к трению после промывки	1,30	1,69	2,10	0,052
Четкость контура рисунка	1,00	1,00	0,60	0,002

Критическое значение F_k критерия Фишера при заданном уровне значимости $\alpha=10\%$ во всех случаях составляет 3,29 [5].

Одновременно путем взаимного сравнения средних итогов по срокам, столбцам и латинским буквам установили, применение какого из изученных терморективных, термопластичных полимеров и катализаторов наиболее эффективно с точки зрения его влияния на каждый из показателей качества процесса термопечатания.

Анализ результатов табл.3 показывает, что на интенсивность окраски непромытых образцов практически в равной степени влияют и терморективные и термопластичные полимеры, тогда как влияние природы используемого катализатора незначительно ($F_p < F_k$).

Однако нельзя не учитывать роль последнего фактора. Эксперимент показывает, что его вклад менее весом в сравнении с природой ПКТРС и ТПП. В то же время изменение температурно-временного режима процесса термопечатания, типа используемого красителя и других технологических параметров может поставить этот фактор по значимости на одно из первых мест. Тщательная промывка резко усиливает роль основного фактора – природы ПКТРС. Несколько увеличивается и роль природы катализатора. Это согласуется с теоретическими представлениями о процессе, поскольку назначение предконденсата в композиции – закрепить дисперсный краситель на целлюлозной составляющей, а катализатор способствует этому процессу.

Из изученных ПКТРС наиболее интенсивную окраску при термопечатании обеспечивает гликазин; практически на одном уровне находятся метазин и оксид НФ и наименее эффективен карбамол МТ-2. Эта закономерность характерна как для непромытых, так и для промытых образцов. Вероятной причиной этого являются особенности химического строения предконденсатов. Гликазин, представляя собой смесь этиленгликолевых эфиров пента- и гексаметилолмеламинов, образует на волокне пленку высокомолекулярной смолы, которая выполняет функцию несмываемого аппрета и одновременно фиксирует краситель. У карбамола МТ-2 метилольные группы диметилолмочевины метилированы, что резко снижает процесс смолообразования. Метазин и оксид НФ в этом плане занимают промежуточное положение, поскольку участвуют как в реакциях смолообразования, так и с целлюлозой волокна.

Перечисленные выводы подтверждаются данными по испытанию устойчивости окрасок к стирке и сухому трению, которые наиболее высоки в случае использования метазина. Гликазин по химическому строению близок к метазину, но в отличие от последнего образует в растворе ассоциированные частицы, которые при пропитке ткани локализируются преимущественно в периферических слоях волокна [6]. Это объясняет тот факт, что прочность окраски к трению при его использовании в среднем на 0,5 балла ниже.

Хорошие показатели устойчивости окраски, особенно к трению, наблюдаются в случае применения оксида НФ. Этот

препарат на основе гидроксипропилцеллюлозы более склонен к взаимодействию с целлюлозой, чем к образованию смолы, поэтому обеспечивает прочную фиксацию красителя на волокне, хотя интенсивность окраски при его использовании ниже, чем с гликазином.

По влиянию на интенсивность окраски термопластичные полимеры можно расположить в ряд: ПЭЭ > эмукрил М > ПВС > ПВА. Использование полиэтиленовой эмульсии позволяет получить показатели интенсивности более высокие, чем все другие ТПП.

Природа термопластичного полимера оказывает существенное влияние и на устойчивость окраски непромытых образцов к трению. Здесь лучший результат дает использование ПВС. Возможно, это объясняется более высокой адгезионной способностью ПВС к волокну и лучшими физико-механическими показателями образовавшейся пленки полимера.

Природа катализатора не оказывает заметного влияния на интенсивность окраски, но существенно сказывается на ее прочностных показателях к стирке. Устойчивость окраски для непромытых образцов выше при использовании NH_4NO_3 , чем при применении MgCl_2 , NH_4Cl и особенно H_2O_2 . Для промытых образцов эффект нивелируется. На устойчивость окраски к сухому трению природа катализатора существенного влияния не оказывает.

Результаты анализа табл.3 свидетельствуют о том, что ни один из изученных факторов существенно не влияет на четкость контуров рисунка. Однако возможно, что более точные методы определения этого параметра могут внести коррективы в этот вывод.

На основе результатов обработки экспериментальных данных приходим к выводу, что оптимальным составом для пропитки хлопкополиэфирных тканей перед термопечатанием является вариант опыта №2. Состав включает гликазин, обеспечивающий максимальную интенсивность окраски, и полиэтиленовую эмульсию, положительно влияющую на большинство па-

раметров оптимизации. Из изученных катализаторов предпочтительно использовать нитрат аммония, который обеспечивает лучшую прочность окраски к стирке, хотя не исключается и применение других катализаторов, особенно при изменении температурного режима процесса термопечатания.

ВЫВОДЫ

1. Путем использования методических приемов планирования эксперимента изучено совместное влияние качественных факторов на основные выходные параметры процесса термопечатания хлопкополиэфирных тканей.

2. На основе статистического анализа результатов, полученных при обработке данных эксперимента на компьютере, выявлен оптимальный качественный состав для пропитки тканей перед термопечатанием, который включает гликазин, полиэтиленовую эмульсию и нитрат аммония.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шулепова О.И., Шалимова Г.В. // Текстильная промышленность. – 1980, №9. С.49...50.
2. А.с. №712471 РФ. Способ печати по методу "сублистатик" хлопчатобумажных материалов / Рейзман С.А., Борзова Т.Ф., Лифенцев О.М., Осминин Е.А. – Оpubл. 1980. Бюл. №4.
3. Сублимационный способ печатания хлопколавсановых тканей дисперсными красителями / Батунова Н.А., Ярынина Т.В., Гандурин Л.И., Бунцис Д.Г. // В межвуз. сб.: Новая техника и технология отделочного производства. – Иваново, 1984. С.86...90.
4. Ровенькова Т.А. Планирование эксперимента в производстве химических волокон. – М.: Химия, 1977. С.105...109.
5. Бурдун Г.В., Марков Б.Н. Основы метрологии. – М.: Изд-во стандартов, 1985. С.426.
6. Мельников Б.Н. и др. Физико-химические основы процессов отделочного производства / Мельников Б.Н., Захарова Т.Д., Кириллова М.Н. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. С.240...248.

Рекомендована кафедрой химии ИГТА. Поступила 22.05.01.

РОЛЬ СТАБИЛИЗАТОРОВ ПРИ ПЕРОКСИДНОМ БЕЛЕНИИ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ ВОЛОКОН

М.А.ЖБАНОВ, И.Б.БЛИНИЧЕВА, Л.В.ШАРНИНА

(Ивановский государственный химико-технологический университет)

Настоящее исследование посвящено разработке научно обоснованной технологии бессиликатного беления тканей из целлюлозных волокон ванным и плюсовочно-запарным способами.

В работе оценено влияние силикатных и бессиликатных стабилизаторов на скорость процесса каталитического разложения пероксида водорода. Определение концентрации активного кислорода в водной перекисной ванне проводили перманганатным методом [1] при температуре 20 и 90° С в присутствии широкого спектра стабилизаторов (водорастворимые силикаты, комплексоны, органические эмульсии и полимеры, не растворимые в воде природные и синтетические силикаты и алюмосиликаты).

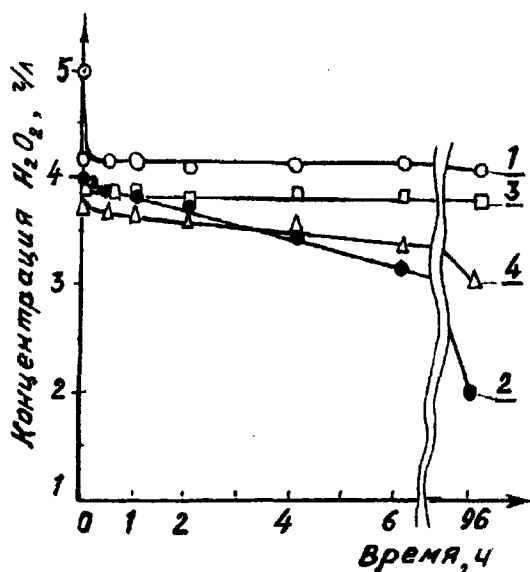


Рис. 1

В качестве примера на рис. 1 приведены кинетические кривые разложения пероксида водорода при 20° С в разбавленных щелочных водных растворах (кривая 1 – дистиллированная вода; 2 – техническая вода; 3 – раствор силиката натрия; 4 – раствор метасиликата натрия; 3 и 4 – растворы приготовлены на технической воде). Концентрация $NaOH$, Na_2SiO_3 и $Na_2SiO_3 \cdot 9H_2O$ поддерживалась на уровне 10 г/л.

Анализ начального участка полученных кинетических кривых четко обнаруживает факт спонтанного разложения пероксида водорода в момент разбавления технического пергидроля как щелочными водными растворами, приготовленными на технической, так и на дистиллированной воде.

Сравнение значений периода полураспада H_2O_2 в дистиллированной и технической воде (табл.1, где показано влияние стабилизаторов на устойчивость H_2O_2 к разложению в водных растворах $NaOH$ при 20° С) свидетельствует о том, что присутствующие в технической воде ионы металлов переменной валентности (Fe – 0,2 мг/л; Mn – 0,05 мг/л; Cr – 0,19 мг/л; Zn – 0,088 мг/л) служат активными катализаторами процесса разложения пероксида водорода в гомогенной среде при длительном хранении и использовании перекисных растворов.

Тип стабилизатора	% разложения H_2O_2 в момент разбавления	Время полураспада, ч
Техническая вода Дистиллированная вода	20 16	70 > 200
Силикат натрия	25	> 96
Метасиликат натрия	18	> 96
Тиноклорит СВВ	10	22
ПВС	18	> 96
ПЭ эмульсия	28	6
ПВА эмульсия	13	2,5
Эмульсия КЭ 20-03	20	> 96
Эмульсия Акремос 204	12	> 96
Диарин	0,6	30
ОЭДФК – оксиэтилидендифосфовая кислота	40	24-30
Стабилизатор ПБ	22	> 96
НТФ – нитрилтриметиленфосфовая кислота	23	> 96
Тальк онотский	20	> 96
Диатонит	23	> 96
Каолин	30	> 96
Бентонит	45	6
Цеолитный адсорбент СаА	28	> 96
Уголь активированный	38	0,5
Суровая хлопчатобумажная ткань	19	90

Оценка влияния исследованных стабилизаторов на устойчивость водных перекисных растворов (табл. 1) позволяет сделать заключение, что из 12 исследованных стабилизаторов только диарин (органический комплексообразователь) заметно снижает “эффект разбавления”, поддерживая концентрацию активного кислорода в момент разбавления ванн на заданном уровне. Вместе с тем при длительном (4...5 суток) хранении разбавленных перекисных ванн при комнатной температуре его стабилизирующая активность минимальна. Наиболее высокой защитной функцией обладают растворимые и не растворимые в воде силикаты и алюмосиликаты, а также

некоторые органические и кремнийорганические эмульсии (КЭ 20-03, акремос 204) и комплексообразователи на основе фосфоновой кислоты (НТФ, стабилизатор ПБ).

Наличие в системе $H_2O - H_2O_2$ гетерогенной фазы в виде твердой волокнистой массы и, тем более, коллоидной дисперсии стабилизатора или активатора оказывает существенное влияние на характер и скорость каталитического распада пероксида водорода. При этом гетерогенная фаза может как ингибировать, так и ускорять процесс разложения пероксида водорода.

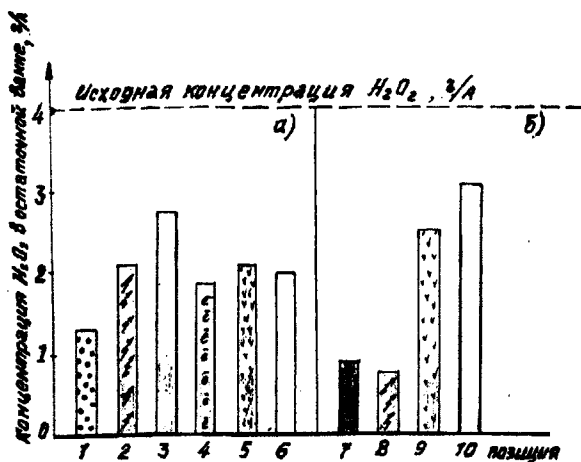


Рис. 2

На диаграмме (рис.2 поз. 1) показаны значения остаточной концентрации пероксида водорода в технической воде после 4-х суточного хранения отбелочной ванны при комнатной температуре без доступа света. Позиции 2...10 характеризуют остаточное содержание пероксида водорода в ваннах, содержащих: 2 – суровую бязь (выдержка на свету); 3 – суровую бязь; 4 – суровую плазмоактивированную бязь; 5 – отваренную бязь; 6 – отбеленную бязь; 7 – суровое льняное волокно; 8 – суровое льняное волокно (выдержка на свету); 9 – отваренную льняную ткань; 10 – отбеленную льняную ткань.

Приведенные результаты свидетельствуют о том, что волокнистая масса оказывает заметное стабилизирующее влияние на процесс распада пероксида водорода. Не анализируя достаточно противоречивые положения в [2] на механизм защитной функции волокна, можно констатировать, что несмотря на явное снижение эффективности процесса активированного разложения пероксида водорода в присутствии гетерогенной фазы сурового хлопкового волокна, “защитной” функции волокна явно недостаточно для достижения стабильно высокой концентрации пероксида водорода в течение длительного времени процесса беления. Иными словами, введение специальных стабилизаторов в перекисную ванну – неперемное условие эффективного проведения технологического

процесса беления целлюлозных волокон.

В табл.1 приведено сравнение результатов по кинетике разложения пероксида водорода в присутствии коллоидной суспензии древесного активированного угля, твердых силикатов и алюмосиликатов, а также синтетического цеолитного адсорбента типа СаА.

Из представленных данных видно, что гетерогенная фаза активированного угля резко ускоряет процесс каталитического распада пероксида водорода в водной среде, в то время как все исследованные тонкодисперсные природные и синтетические силикаты и алюмосиликаты обнаружили очень высокую стабилизирующую активность. После начального периода падения, вызванного эффектом разбавления, концентрация пероксида водорода в водной среде в течение 5 суток остается практически на постоянном уровне.

Однако не следует полагать, что обеспечение хорошей стабильности перекисных ванн является гарантией достижения высокого технологического результата при белении волокнистых материалов. При выборе стабилизатора для практического использования наряду с его стабилизирующей функцией необходимо учитывать и активную функцию стабилизатора.

Известно, что до сих пор не найдено альтернативы водорастворимым силикатам в плане обеспечения наилучшего технологического результата в процессе беления целлюлозных материалов пероксидом водорода как по уровню достигаемой белизны, так и по степени деструкции целлюлозы. Это связано с тем, что в процессах беления силикат и метасиликат натрия помимо стабилизирующей функции проявляют также высокую буферную емкость, сорбционную активность, а, главное, активизируют процесс пероксидного беления путем образования пероксосиликатов, обладающих в сравнении с исходной перекисью водорода большим окислительным потенциалом. Такого уникального набора ценных характеристик не имеет ни один из известных стабилизаторов.

Тип стабилизатора	Концентрация стабилизатора, г/л	Показатели белизны, %		
		беление на холоде	беление по плюсовочно-запарному способу	ванное беление при 100°C
Исходная суровая ткань	-	40,3	40,3	40,3
Без стабилизатора	-	43,1	48,1	50,4
Силикат натрия	10	64,5	70,3	73,0
Метасиликат натрия	10	64,4	69,0	72,8
Тиноклерит СВВ	10	61,4	68,2	71,8
Эмульсия КЭ 20-03	10	62,3	64,7	75,0
Эмульсия Акремос 204	10	62,1	61,0	73,9
НТФ – нитрилтриметиленфосфоновая кислота	0,005	61,0	-	-
Диарин	10	63,8	67,8	78,8
ОЭДФК – оксиэтилидендифосфоновая кислота	0,005	62,1	68,9	80,9
Стабилизатор ПБ	10	65,7	58,7	64,5
Тальк онотский	10	65,2	72,3	81,0-
Диатонит	10	63,4	70,0	73,0
Цеолитный адсорбент тип СаА	10	65,4	79,5	81,4
Бентонит	10	64,1	72,2	79,0-
Каолин	10	66,0	73,0	81,6
Древесный активированный уголь	10	49,5	-	-

В табл.2 приведены значения показателя белизны суровой хлопчатобумажной бязи, арт. 114, обработанной в водном растворе пероксида водорода при 20°C, а также в условиях плюсовочно-запарного и ванного способов беления при температуре 100°C. Отбельная ванна включала 5 г/л H₂O₂; 10 г/л NaOH и стабилизатор. Операция отварки была исключена.

Анализ полученных экспериментальных результатов свидетельствует о том, что все без исключения исследованные

стабилизаторы существенно улучшают показатель белизны хлопчатобумажной ткани.

Следует подчеркнуть, что впервые использованные в работе нерастворимые силикаты и алюмосиликаты показали достаточно обнадеживающие результаты по достижению высокой белизны, практически полного отсутствия потерь прочности ткани и налипов на текстильном оборудовании. С учетом того, что алюмосиликаты наиболее активно поглощают из водной

среды катионы Ca^{2+} и Mg^{2+} [3], присутствие их в отбельной ванне благоприятно сказывается на жесткости воды и грифе текстильного материала. Кроме того, эти стабилизаторы полностью экологически безопасны и дешевы.

ВЫВОДЫ

1. Доказан факт спонтанного разложения пероксида водорода в момент разбавления технического пергидроля щелочными водными растворами.

2. Представлены сравнительные данные по стабилизирующей активности широкого спектра силикатных и бессиликатных стабилизаторов в процессе пероксидного

беления тканей из целлюлозных волокон и их влияние на эффективность отбеливания текстильного материала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федорова Н.Е., Хорецкий Н.О. Технический контроль в хлопчатобумажном отделочном производстве. – М.: Гизлегпром, 1955.
2. Сафонов В.В. Облагораживание текстильных материалов. – М.: Легпромбытиздат, 1991.
3. Куколев Г.В. Химия кремния и физическая химия силикатов. – М.: Высшая школа, 1966.

Рекомендована кафедрой химической технологии волокнистых материалов. Поступила 24.05.01.

УДК 677.021.164

**УСЛОВИЯ СТАБИЛИЗАЦИИ НЕОДНОРОДНОГО
ВОЛОКНОВОЗДУШНОГО ПОТОКА**

Ф.Р. КАХРАМАНОВ, В.Д. ФРОЛОВ, Е.Г. ВАВИЛОВ, В.Г. ЛАПШИН

(Ивановская государственная текстильная академия)

Волокнистая смесь в разрыхлительно-трепальном агрегате перемещается с помощью транспортных воздухопроводов, где движение волокновооздушного потока осуществляется за счет тяги вентилятора, к которому подсоединен воздухопровод. Вследствие неравномерности подачи в волокновооздушном потоке возникают пульсации давления и скорости, а это, в свою очередь, негативно отражается на физико-механических свойствах волокон. Следовательно, пульсации давления, возникающие в технологической транспортной системе, необходимо демпфировать так, чтобы резонансная частота системы приблизительно равнялась частоте пульсации f вентилятора:

$$f = \frac{ns}{60},$$

где n – число оборотов вентилятора; s – число лопастей.

Для эффективного выравнивания возникающих пульсаций необходимо использовать демпферное устройство, резонансная частота которого будет близка к частоте пульсаций технологической системы. В качестве демпфера нами предлагаются патрубки в форме усеченного конуса (рис. 1).

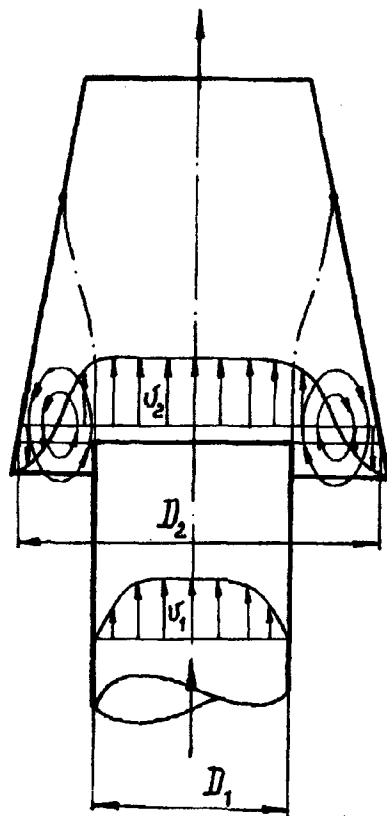


Рис. 1

Дифференциальное уравнение движения массы волокновооздушной смеси в предположении линейной зависимости силы трения от скорости имеет вид:

$$M \frac{d^2x}{dt^2} + \vartheta \frac{dx}{dt} + Kx = \Delta p F_2, \quad (1)$$

где $M = M_1 + M_2 + M_3$ – приведенная масса, равная сумме масс: M_1 – масса волокно-воздушной смеси, подаваемой вентилятором; M_2 – масса волоконвоздушной смеси, поступившей в демпфер; M_3 – приведенная масса волоконвоздушной смеси в присоединительном воздухопроводе от вентилятора до демпфера

$$M_3 = l \rho \frac{F_2^2}{F_1^2},$$

где l – длина присоединительного воздухопровода; F_1 – площадь поперечного сечения присоединительного воздухопровода с диаметром D_1 ; F_2 – площадь наибольшего сечения конического демпфера с диаметром D_2 ; ρ – плотность волоконвоздушной смеси; ϑ – коэффициент демпфирования; K – упругая константа газового объема; Δp – изменение давления в волоконвоздушной смеси при ее внезапном расширении в коническом демпфере:

$$\Delta p = \frac{\partial p}{\partial Q_0} \Delta Q_0,$$

где ΔQ – расход волоконвоздушной смеси, подаваемой вентилятором; ΔQ_2 – расход волоконвоздушной смеси, поступившей в конический демпфер; ΔQ_0 – расход волоконвоздушной смеси, поступающей после конического демпфера в транспортный воздухопровод:

$$\Delta Q_0 = \Delta Q - \Delta Q_2.$$

Расход волоконвоздушной смеси в коническом демпфере с учетом выделившихся сорных примесей равен

$$Q = C \sqrt{p},$$

где C – коэффициент, учитывающий колебания от неточностей в технологической системе.

Тогда

$$\Delta p = \frac{\partial p}{\partial Q_0} \left(\Delta Q - F_2 \frac{dx}{dt} \right).$$

Поскольку

$$\frac{\partial p}{\partial Q_0} = \frac{2p}{Q},$$

то

$$\Delta p = \frac{2p}{Q} \left(\Delta Q - F_2 \frac{dx}{dt} \right).$$

Дифференциальное уравнение (1) принимает вид

$$M \frac{d^2x}{dt^2} + \vartheta \frac{dx}{dt} + Kx = \frac{2p}{Q} \Delta Q. \quad (2)$$

Представим (1) и (2) в операторной форме:

$$Mx[S^2 + \vartheta S + K] = \Delta p F_2, \quad (3)$$

$$Mx \left[S^2 + \left(\vartheta + \frac{2pF_2^2}{Q} \right) S + K \right] = F_2 \frac{2p}{Q} \Delta Q, \quad (4)$$

где S – оператор Лапласа.

Разделив выражение (3) на (4), согласно теории Рассела [1] получим передаточную функцию

$$\frac{\Delta p}{\Delta Q} = \frac{S^2 + \vartheta S + K}{S^2 + \left(\frac{\vartheta + 2pF_2^2}{Q} \right) S + K} \frac{2p}{Q}.$$

Очевидно, что при $S \rightarrow 0$ (то есть при частоте колебаний $\omega \rightarrow 0$) и при $S \rightarrow \infty$

$$\frac{\Delta p}{\Delta Q} = \frac{2p}{Q} \quad (5)$$

Без учета силы трения волоконвоздушного потока передаточная функция имеет вид

$$\frac{\Delta p}{\Delta Q} = \frac{1}{TS+1} \frac{2p}{Q}$$

где $T = \frac{2pF_2^2}{KQ}$ – постоянная времени.

Частоту демпфированных колебаний конического демпфера определим по формуле

$$\omega_2 = \frac{1}{T} = \frac{KQ}{2pF_2^2}$$

Для адиабатического процесса

$$K = \frac{\chi p}{V} F_2^2,$$

где V – объем волоконвоздушного потока в коническом демпфере; χ – показатель адиабаты.

Тогда

$$\omega_2 = \frac{\chi Q}{2V}$$

Собственную частоту недемпфированных колебаний конического демпфера определим из уравнения

$$\omega_1 = \sqrt{\frac{K}{M}} = \sqrt{\frac{\chi F_2^2}{MV}}$$

По значениям ω_1 и ω_2 построена амплитудно-частотная характеристика конического демпфера (рис.2).

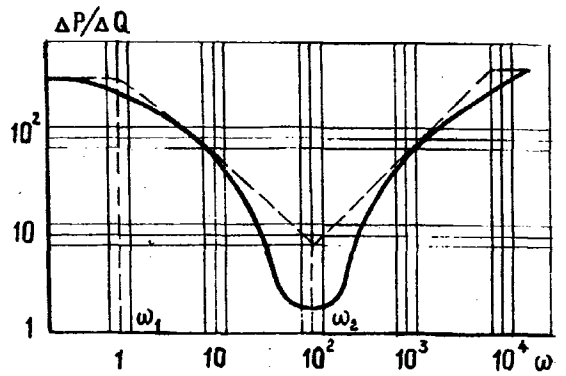


Рис. 2

Зная частоту пульсаций f , создаваемых вентилятором, можно определить, насколько аэродинамический конический демпфер подвержен резонансу (что характеризует эффективность демпфирования).

При переходе волоконвоздушного потока из присоединительного воздуховода сечением F_1 в конический демпфер сечением F_2 в первом воздуховоде имеем две волны – падающую p_1 и отраженную p_1' , а во втором – одну прошедшую волну p_2 :

$$\begin{aligned} p_1 &= a_1 e^{i(kx - \omega t)}, \\ p_1' &= a_1' e^{-i(kx - \omega t)}, \\ p_2 &= a_2 e^{i(kx - \omega t)}, \end{aligned}$$

где под p' подразумевается переменная часть давления; a_1, a_2 – коэффициенты.

В месте соединения трубок ($x = 0$) прием равными давления и количества волоконвоздушной смеси, переходящие из одного сечения F_1 в F_2 (рис.1). Эти условия дают

$$a_1 + a_1' = a_2, \quad F_1 (a_1 - a_1') = F_2 a_2,$$

откуда

$$a_2 = a_1 \frac{2F_1}{F_1 + F_2}$$

Отношение потока энергии в прошедшей волне к потоку энергии в падающей волне следующее:

$$d = \frac{F_2 |v_2|^2}{F_1 |v_1|^2} = \frac{4F_1 F_2}{(F_1 + F_2)^2} = 1 - \left(\frac{F_2 - F_1}{F_2 + F_1} \right)^2,$$

где v_1 и v_2 – скорости волоконвоздушной смеси соответственно в транспортном воздухопроводе и в коническом демпфере.

ВЫВОДЫ

1. В целях стабилизации волоконвоздушного потока в транспортных воздухопроводах предложен конический демпфер, для которого определены условия демпфи-

рования пульсаций давления в технологической транспортной системе.

2. Получены формулы для определения частот колебаний, создаваемых вентилятором и коническим демпфером, а также их энергетического уровня, позволяющие выравнивать негативные волны, создаваемые вентилятором в волоконвоздушном потоке.

ЛИТЕРАТУРА

1. *John G. Russel. Sizing Accumulators for Pulsation Damping Hydraulic and Pneumatics. – V. 18, № 8, 1965.*

Рекомендована кафедрой начертательной геометрии и черчения. Поступила 25.05.01.

УДК 677.051

АНАЛИЗ ЗОНЫ ЛЕНТОФОРМИРОВАНИЯ ЧЕСАЛЬНО-ЛЕНТОЧНОГО АГРЕГАТА

В.М. ЗАРУБИН, И.В. ТАУШЕВА, С.Д. БЕЛОГОЛОВЦЕВ

(Ивановская государственная текстильная академия)

Наиболее перспективным направлением проектирования машин является блочно-модульный принцип, позволяющий из нескольких технологических единиц создать одну (состоящую из нескольких модулей) машину. Это позволяет выбрать наиболее оптимальный вариант оборудования для конкретных технологических условий.

Примером такой машины может служить чесально-ленточный агрегат, содержащий последовательно установленные по ходу перемещения волокон продукта узел подачи волокнистого продукта, модуль слоеформирования, модуль главного барабана со шляпочной и валичной зонами, съемное средство, лентоформирующее

устройство, вытяжной прибор и лентоукладчик [1].

Съемное средство имеет два съемноформирующих блока, установленных последовательно, и каждый из них имеет съемный барабан, разделенный по ширине рабочей поверхности на секции для образования нескольких полос прочеса, механизм съема прочеса, лентоформирующее устройство, выполненное в виде группы поперечных транспортеров и валиков.

Формирование прочеса на двух съемных барабанах способствует повышению производительности машин путем увеличения процента съема волокон с поверхности главного барабана, что, делая барабан менее загруженным, увеличивает его расчесывающую способность [2].

Вместе с тем смещение точки лентоформирования относительно оси машины и, следовательно, смещение отдельных полос прочеса друг относительно друга с последующим их сложением приводит к улучшению качества прочеса, снижению его неровноты [2, 3].

Выравнивающее действие чесальной машины можно описать посредством передаточных функций. В этом случае требуется определить, как выравниваются волны разной длины, составляющие неровноту входящего продукта. Такой функцией в линейном приближении является передаточная функция машины $W(S)$ [4].

В [5] построена и изучена математическая модель зоны выпуска односъемной чесальной машины и выведено выражение передаточной функции.

Рассмотрим процесс получения прочеса на двухсъемной чесально-ленточной машине.

В основной воронке происходит сложение волокнистых потоков с двух съемных барабанов. Первый из них сходит с главного барабана через линию съема первого съемного барабана, проходит через первый ряд предварительных воронок и поступает в основную воронку. Второй поток проходит через линию съема первого съемного барабана, далее движется по главному барабану до линии съема второго съемного барабана и через второй ряд предварительных воронок поступает в основную воронку. Следовательно, передаточная функция $W(S)$ находится как сумма передаточных функций $W_1(S)$ и $W_2(S)$ первого и второго потока соответственно:

$$W(S) = W_1(S) + W_2(S). \quad (1)$$

Поскольку каждую зону выпуска можно представить как зону выпуска односъемной ЧЛМ, найдем вначале передаточное отношение односъемной ЧЛМ.

Обозначим через $X(t)$ линейную плотность волокнистого потока в момент времени t на линии соприкосновения давящих валов, а через $Y(t)$ – линейную плотность потока в вершине основной воронки. Для случайных процессов $X(t)$ и $Y(t)$ де-

лаются те же предположения, что и в случае зоны выпуска обычной чесальной машины.

Обозначим через h рабочую ширину ЧЛМ, а через $v_{пр}$ – скорость каждого элемента прочеса. Предположим, что основная воронка и n предварительных воронок находятся в плоскости движения прочеса.

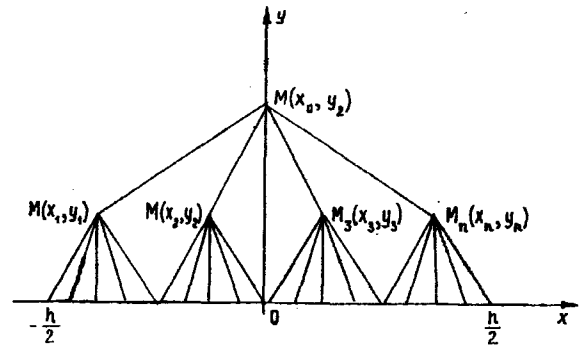


Рис. 1

Введем в этой плоскости систему координат следующим образом: ось Ox совпадает с линией соприкосновения давящих валов, а ось Oy перпендикулярна этой линии и проходит через ее середину (рис. 1, где основная воронка расположена в т. M_0 , а предварительные воронки в т.т. $M_1, M_2, M_3, \dots, M_n$; отрезок $[-h/2; +h/2]$ разбит на n равных частей).

Рассмотрим k -ю часть отрезка $[-h/2; +h/2]$ на линии соприкосновения давящих валов, через которую волокнистый поток, сужаясь, движется к т. M_k , где располагается k -я предварительная воронка ($k=1, 2, 3, \dots, n$). Передаточная функция для этой элементарной зоны находится точно так же, как для зоны выпуска обычной чесальной машины:

$$W_k(S) = \frac{1}{h} \int_{\frac{2k-n-2}{2n}h}^{\frac{2k-n}{2n}h} e^{-\frac{\sqrt{(x_k-x)^2 + (y_k)^2}}{v_{пр}} S} dx.$$

Поскольку волокнистый поток из т. M_k приходит в т. M_0 с запаздыванием во вре-

мени, равным $\frac{\sqrt{(x_0-x_k)^2+(y_0-y_k)^2}}{v_{np}}$, то пе-

редаточная функция для всей k-й зоны согласно теореме запаздывания примет вид

$$W_{k0}(S) = \frac{1}{h} e^{-\frac{\sqrt{(x_0-x_k)^2+(y_0-y_k)^2}}{v_{np}}s} \int_{\frac{2k-n-2}{2n}h}^{\frac{2k-n}{2n}h} e^{-\frac{\sqrt{(x_k-x)^2+y_k^2}}{v_{np}}s} dx. \quad (2)$$

Ввиду того, что в т. M_0 происходит сложение потоков волокнистой массы, приходящей из предварительных воронок, передаточная функция $W(S)$ зоны ленто-

формирования ЧЛМ находится простым сложением соответствующих передаточных функций $W_{k0}(S)$ по всем элементарным зонам:

$$W_k(S) = \frac{1}{h} \sum_{k=1}^n e^{-\frac{\sqrt{(x_0-x_k)^2+(y_0-y_k)^2}}{v_{np}}s} \int_{\frac{2k-n-2}{2n}h}^{\frac{2k-n}{2n}h} e^{-\frac{\sqrt{(x_k-x)^2+(y_k)^2}}{v_{np}}s} dx. \quad (3)$$

Теперь найдем передаточную функцию двухсъемной ЧЛМ. Обозначим через $x(t)$ линейную плотность волокнистого потока в момент времени t на главном барабане перед линией съема первого съемного барабана. Пусть k_1 – коэффициент съема для первого съемного барабана. Тогда линейная плотность волокнистого потока, сходящего с первого съемного барабана в тот же момент времени t , изменится в k_1 раз. Таким образом, передаточная функция та-

кого преобразования линейной плотности будет равна k_1 . Этот поток делится на n равных частей, из которых формируются предварительные прочесы, затем они складываются в основной воронке. Передаточная функция такого преобразования описывается формулой (3). Следовательно, передаточная функция двух последовательных преобразований находится как произведение соответствующих передаточных функций:

$$W_1(S) = k_1 \frac{1}{h} \sum_{k=1}^n e^{-\frac{\sqrt{(x_0-x_k)^2+(y_0-y_k)^2}}{v_{np}}s} \int_{\frac{2k-n-2}{2n}h}^{\frac{2k-n}{2n}h} e^{-\frac{\sqrt{(x_k-x)^2+(y_k)^2}}{v_{np}}s} dx. \quad (4)$$

Линейная плотность остаточного слоя на главном барабане в момент времени t непосредственно после линии съема первого съемного барабана изменится в $(1-k_1)$ раз. Передаточная функция такого преобразования будет равна $(1-k_1)$. Далее волокнистый поток транспортируется главным барабаном до линии съема второго съемного барабана за промежуток времени

длительностью τ . Передаточная функция такого транспортирования равна $(-\tau S)$.

Пусть коэффициент съема для второго съемного барабана равен k_2 . Следовательно, линейная плотность на линии съема второго барабана изменится в k_2 раз и передаточная функция для этой зоны будет равна k_2 . Затем волокнистый поток разделится на n равных частей, которые попадут

в предварительные воронки, после чего последние поступят в основную воронку. Очевидно, передаточная функция для зоны от линии съема после второго съемного барабана до основной воронки будет также находиться по формуле (3). Тогда переда-

точная функция потока, сходящего через второй съемный барабан от линии съема первого съемного барабана до основной воронки, найдется как произведение элементарных передаточных функций:

$$W_2(S) = (1 - k_1)e^{-\tau s} k_2 \frac{1}{h} \sum_{k=1}^n e^{\frac{-\sqrt{(x_0-x_k)^2+(y_0-y_k)^2}}{v_{np}} s} \int_{\frac{2k-n-2}{2n}h}^{\frac{2k-n}{2n}h} e^{\frac{-\sqrt{(x_k-x)^2+(y_k)^2}}{v_{np}} s} dx. \quad (5)$$

Подставив в (1) выражения (4) и (5), получим уравнение для вычисления пере-

даточной функции двухсъемной чесально-ленточной машины:

$$W(S) = k_1 \frac{1}{h} \sum_{k=1}^n e^{\frac{-\sqrt{(x_0-x_k)^2+(y_0-y_k)^2}}{v_{np}} s} \int_{\frac{2k-n-2}{2n}h}^{\frac{2k-n}{2n}h} e^{\frac{-\sqrt{(x_k-x)^2+(y_k)^2}}{v_{np}} s} dx + \\ + (1 - k_1)e^{-\tau s} k_2 \frac{1}{h} \sum_{k=1}^n e^{\frac{-\sqrt{(x_0-x_k)^2+(y_0-y_k)^2}}{v_{np}} s} \int_{\frac{2k-n-2}{2n}h}^{\frac{2k-n}{2n}h} e^{\frac{-\sqrt{(x_k-x)^2+(y_k)^2}}{v_{np}} s} dx.$$

Если считать, что прочесы, снимаемые первым и вторым съемными барабанами, имеют одинаковую линейную плотность, то при выводе передаточной функции чесально-ленточной машины можно не учитывать коэффициенты съема k_1 и k_2 , то есть можно рассматривать в качестве случайного процесса $X(t)$ линейную плотность в момент времени t непосредственно

после линии съема первого съемного барабана. Таким образом, в тот же момент времени t линейная плотность прочеса непосредственно после линии съема второго съемного барабана будет $X(t-\tau_{1,2})$. Тогда передаточная функция примет более простой вид:

$$W(S) = \frac{1}{h} \sum_{k=1}^n \int_{\frac{2k-n-2}{2n}h}^{\frac{2k-n}{2n}h} (e^{\frac{-\sqrt{(x_0^1-x_k^1)^2+(y_0^1-y_k^1)^2} + \sqrt{(x_k^1-x)^2+(y_k^1)^2}}{v_{np}} s} + \\ + e^{\frac{-\sqrt{(x_0^2-x_k^2)^2+(y_0^2-y_k^2)^2} + \sqrt{(x_k^2-x)^2+(y_k^2)^2}}{v_{np}} s + \tau_{1,2}}) dx. \quad (6)$$

ВЫВОДЫ

Процесс выравнивания зоны лентоформирования на двухсъемной чесально-ленточной машине представлен как линейная динамическая система.

Найдено выражение передаточной функции (6) динамической системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Патент № 16146 РФ. Чесально-ленточный агрегат / Дрягина Л.В. и др. – Оpubл. 2000. Бюл. № 34.

2. А.с. 1049583 СССР. Способ получения ленты / Зарубин В.М. и др. – Оpubл. 1983. Бюл. № 39.

3. Зарубин В.М., Таушева И.В., Лаговская Е.В. // Изв. вузов. Текстильная промышленность. – 2000, № 6.

4. Борзунов И.Г. и др. Прядение хлопка и хим. волокон: Учебник для вузов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982.

5. Зарубин В.М. и др. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1987, № 5. С. 31...33.

Рекомендована кафедрой механической технологии текстильных материалов. Поступила 25.05.01.

УДК 677.021.8.001.5:51

ВЫРАВНИВАНИЕ ВОЛОКНИСТОГО ПОТОКА В УСТРОЙСТВЕ РЕГЕНЕРАЦИИ ШЛЯПОЧНОГО ОЧЕСА

АБДУЛ РАХИМ, А.А. ВИНОГРАДОВ, Т.В. ШМЕЛЕВА

(Ивановская государственная текстильная академия)

В настоящее время все больше внимания уделяется не только степени очистки волокна, но и качественному составу отходов, то есть при высокой степени очистки необходимо обеспечить сравнительно низкий процент волокна в отходах. В связи с этим на зарубежных и отечественных предприятиях все чаще внедряются малоотходные технологии с использованием отходов хлопкопрядильного производства и применением ряда специальных машин для их регенерации.

В основу разработки устройства для непрерывной регенерации шляпочных

очесов положены сепарация сорных примесей и пороков от полноценных волокон и ввод этих волокон в технологический процесс [1].

Для регенерации шляпочного очеса предложена усовершенствованная конструкция [1] устройства регенерации шляпочного очеса (рис. 1).

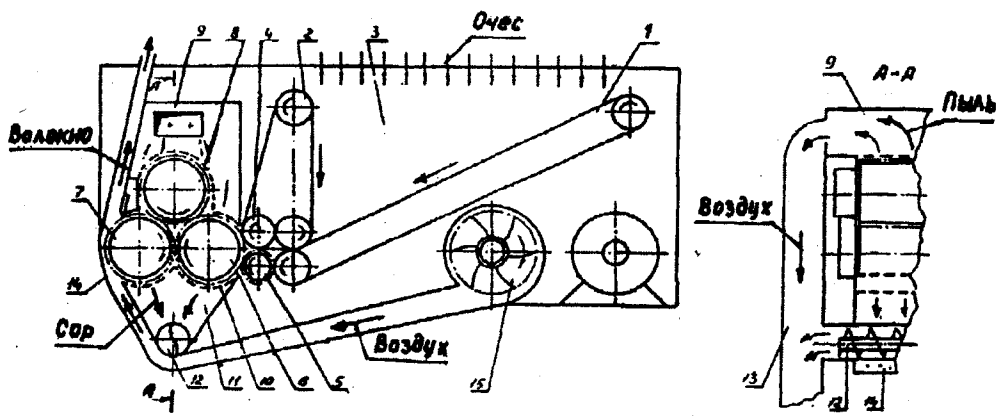


Рис. 1

Зона питания состоит из двух питающих транспортеров 1 и 2 и питающего валика 3, предназначенных для сложения и подачи шляпочного очеса в зону разработки и сепарации. Зона разработки включает три пыльчатых барабанчика одинакового диаметра, из которых барабанчики 4 и 5 имеют гарнитуру с параллельным расположением рабочих граней ее зубьев. Барабанчик 6 обтянут гарнитурой с перекрестным расположением рабочих граней зубьев гарнитур по отношению к гарнитуре барабанчиков 4 и 5.

В результате съема шляпочного очеса со шляпок полотно очеса имеет неравномерную структуру и в таком виде не может быть возвращено в основной технологический поток волокон, поскольку кроме большой засоренности имеет и большую неровноту.

Устройство обеспечивает формирование ленты очеса с одновременным выравниванием ее по структуре, разработку полученной ленты, сепарацию сорных примесей и пороков и возврат полноценных волокон в основной технологический процесс.

В [2] рассмотрен бункер с наклонным транспортером, образующим с горизонтом угол α . Шляпочный очес под собственным весом в виде полотна попадает на транспортер со скоростью \tilde{v}_1 и после касания с транспортером движется по нему со скоростью \tilde{v}_2 .

Передаточная функция бункера (от линейной плотности очеса на линии съема к линейной функции плотности на выходе из бункера) согласно формуле из [3–(5.8)] имеет вид

$$W_1(p) = \frac{\tilde{v}_1 e^{-lgap/\tilde{v}_1} e^{lp\gamma} - 1}{\tilde{v}_2 l p \gamma}, \quad (1)$$

где $\gamma = tg\alpha/\tilde{v}_1 - 1/(\tilde{v}_2 \cos\alpha)$; l – длина линии съема.

Амплитудно-частотная характеристика определяется по формуле из [3–(5.9)]:

$$A_1(\omega) = \frac{\tilde{v}_1 \left| \sin \frac{l\omega\gamma}{2} \right|}{\tilde{v}_2 \left| \frac{l\omega\gamma}{2} \right|}. \quad (2)$$

Из питающего бункера волокнистый поток попадает в зону, состоящую из трех пыльчатых барабанчиков, где происходит сложение, разрыхление и отделение волокон от сорных примесей. Передаточная функция для этого узла согласно формуле из [4–(5.27)]:

$$W_2(p) = (B + De^{-\tau p}) / (1 - Ce^{-\tau p}), \quad (3)$$

где $B = \bar{U}_1 k_{12} v_1 / v_2$; $C = \bar{U}_1 \bar{U}_2 \bar{U}_3 k_{12}$;

$D = \bar{U}_1 \bar{U}_1 \bar{U}_2 \bar{U}_3 (\bar{k}_{21} \bar{k}_{12} - k_{21} k_{12}) v_1 / v_2$;

v_i – линейная скорость i -го барабана;
 k_{ij} – коэффициент съема с i -го барабана на j -й; U_i – доля выпадающих угаров при прохождении i -й точки, $\bar{U}_i = 1 - U_i$, $\bar{k}_{ij} = 1 - k_{ij}$; τ – время прохождения волокном петли, составленной из дуг 1, 3 и 2-го барабанов.

Амплитудно-частотная характеристика этого узла согласно выражению из [3-(5.28)] имеет вид

$$A_2(\omega) = \sqrt{\frac{B^2 + 2BD \cos(\tau\omega) + D^2}{1 - 2C \cos(\tau\omega) + C^2}}. \quad (4)$$

Объединенная передаточная функция и амплитудно-частотная характеристика узлов (бункеров и пильчатых барабанов):

$$W(p) = W_1(p)W_2(p), \quad (5)$$

$$A(\omega) = A_1(\omega)A_2(\omega). \quad (6)$$

ВЫВОДЫ

1. Проведен теоретический анализ процесса формирования ленты из шляпочного очеса в устройстве регенерации шляпочного очеса, в результате которого получены динамические характеристики процесса выравнивания волокнистого потока.

2. Результаты исследования показывают, что устройство регенерации шляпочного очеса не образует дополнительной неровноты, обеспечивая формирование ленты очеса с одновременным выравниванием ее по структуре, разработку полученной ленты и сепарацию сорных примесей и пороков от полноценных прядомых волокон.

ЛИТЕРАТУРА

1. Свидетельство на полезную модель № 9613 РФ. Устройство непрерывной регенерации шляпочного очеса к чесальной машине /Т.В. Шмелева, В.М. Зарубин, Р.М. Гисматуллин, Абдул Рахим. – Опубл. 16.04.99, Бюл. № 4.

2. Зарубин В.М. и др. Теоретический анализ процесса формирования ленты в питающем бункере устройства для регенерации шляпочного очеса – Иваново, ИГТА, 1999. – Деп. в ЦНИИТЭИлегпром 23.03.99, № 3820-лп.

3. Шмелева Т.В. Совершенствование технологического процесса регенерации шляпочного очеса на малогабаритных чесальных машинах: Дис. ... канд. техн. наук. – Иваново, 2000.

4. Белоголовцев С.Д. и др. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1998, № 3. С. 120...123.

Рекомендована кафедрой механической технологии текстильных материалов. Поступила 25.05.01.

УДК 687.016.5:687.17

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОПОРНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПОЯСНОЙ ОДЕЖДЫ*

У ЦЗЮНЬ, В.Е. КУЗЬМИЧЕВ

(Ивановская государственная текстильная академия)

Топография опорной поверхности фигуры ограничена сверху линией талии, а снизу – верхней частью бедер, живота и выступающими точками ягодиц. В конструкции поясной одежды (брюки, юбки) соответствие ее верхней части опорной поверхности определяется опорным балансом, включающим [1]: вытачки спереди, сбоку, сзади; углы наклона средних срезов передней и задней половинок брюк к вертикали между линиями талии и бедер.

С целью определения параметров опорного баланса используют размерные признаки фигуры C_T , C_6 , а также проекционные характеристики (глубину ягодиц, бедер, живота, углы между вертикальными плоскостями, касательными к выступающим точкам, и опорной поверхностью). При проектировании опорной поверхности можно применять горизонтальные сечения фигуры на уровне талии и бедер. Традиционно величину суммарной глубины $\Sigma ГВ$ вытачек линии талии определяют по формуле [2]:

$$\Sigma ГВ = (C_6 + П_6) - (C_T + П_T), \quad (1)$$

где C_6 , C_T – соответственно полуобхваты бедер и талии; $П_6$, $П_T$ – прибавки соответственно к C_6 и C_T .

Однако распределение величины $\Sigma ГВ$ по линии талии на передней и задней половинках вызывает определенные трудности. Обхватные размерные признаки ввиду многообразия возможных сочетаний не позволяют точно определять размеры и расположение вытачек по линии талии.

В настоящей работе приводится методика расчета параметров опорного баланса путем проектирования разверток отдельных участков опорной поверхности фигуры. Данные участки (ягодицы, живот, бедра) могут быть представлены как фрагменты конусов, вершины которых есть ничто иное, как выступающие точки ягодиц, живота, бедер.

Рассмотрим конус с вершиной А, которой касается вертикальная плоскость, и его развертку на плоскости (рис. 1).

* Работа выполнена по гранту 2000 г. Министерства образования РФ по фундаментальным исследованиям в области технических наук.

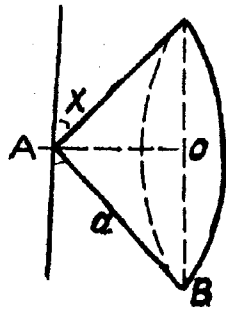
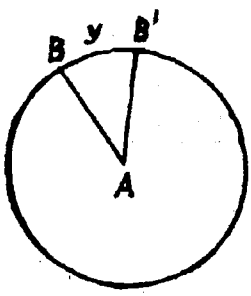


Рис. 1

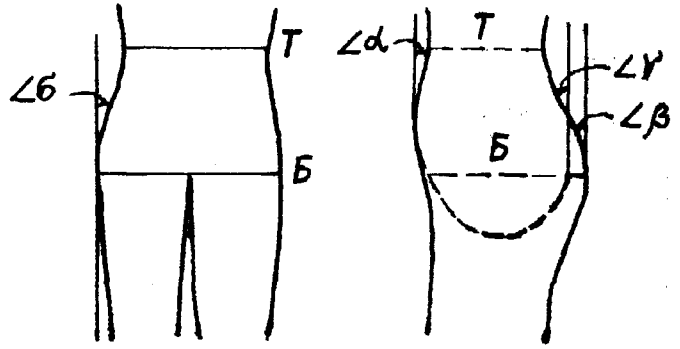


Рис. 2

Угол x – угол наклона образующей конуса, равный углу между вертикальной плоскостью и участком опорной поверхности. Угол y – верный угол развертки боковой поверхности конуса (рис.2).

Если длина образующей $AB=a$, то радиус окружности основания

$$BO=a \cos x. \quad (2)$$

Длина окружности основания C_0 конуса

$$C_0=2\pi BO=2\pi a \cos x. \quad (3)$$

При развертывании боковой поверхности конуса длина сектора C_c составит

$$C_c = \left(1 - \frac{y}{360^\circ}\right) 2\pi a. \quad (4)$$

При равенстве $C_0=C_c$ имеем

$$\left(1 - \frac{y}{360^\circ}\right) 2\pi a = 2\pi a \cos x. \quad (5)$$

Окончательно для расчета угла раствора вытачек на опорной поверхности получим выражение

$$y = 360^\circ (1 - \cos x). \quad (6)$$

На рис.2 показаны сечения фигуры в сагиттальной и фронтальной плоскостях, к выступающим точкам которых проведены вертикальные касательные. При этом приняты следующие обозначения: $\angle\sigma$ – угол между вертикальной линией и опорной поверхностью в области линии бедер; $\angle\alpha$ – угол между вертикальной линией и опорной поверхностью в области живота; $\angle\beta$ – угол между вертикальной линией и опорной поверхностью выше выемки между ягодицами.

Величины перечисленных углов для нормально сложенных женских и мужских фигур малых полнот с разницей $(C_б - C_т) = 15...30$ см представлены в табл.1.

Обозначение угла	Величина угла, град	
	мужчины	женщины
$\angle\sigma$	8...10	8...12
$\angle\alpha$	8...10	6...8
$\angle\beta$	18...20	15...22
$\angle\gamma$	10...12	12...14

В практике конструирования $\angle\gamma$ принимают равным $\angle\beta$ или несколько меньшим в зависимости от формы брюк и ее соответствия опорной поверхности фигуры.

Такая разница в кривизне участков опорной поверхности будет влиять на особенности формообразования передней и задней половинок брюк с помощью вытачек.

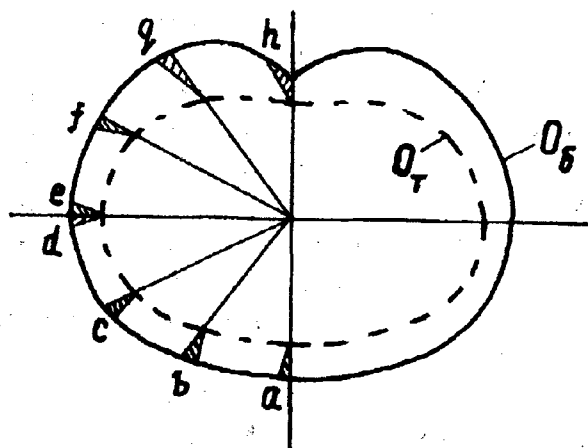


Рис. 3

На рис.3 изображены поперечные сечения фигуры в области талии (сплошная линия) и бедер (пунктирная линия) с указанием возможных мест проектирования вытачек.

Места рационального расположения вытачек можно определить следующим образом. Каждый сектор разделяют на три

равные части, затем каждую точку соединяют с условным центром фигуры и таким образом получают 8 точек: a, b, c, d, e, f, g, h. Эти точки и определяют места проектирования вытачек или складок: a – вытачка в среднем шве передней половинки; b, c – складки или вытачки на передней половинке; d, e – вытачка в боковом шве; f, g – вытачки на задней половинке; h – угол наклона линии среднего среза задней половинки.

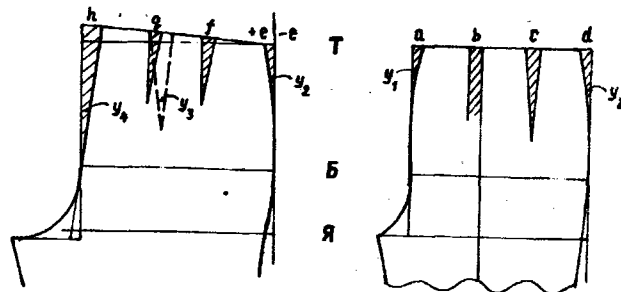


Рис. 4

На рис.4 представлены места расположения вытачек на чертежах передней и задней половинок, а в табл.2 приведены расчетные формулы для вычисления глубин вытачек с использованием выражения (6).

Обозначение вытачек	Расчетная формула	Усредненное значение глубины вытачки	
		для мужских фигур	для женских фигур
a	$a = \operatorname{tg} \gamma_1 \text{ТБ} = \operatorname{tg}[360/2(1 - \cos \alpha)] C_6 / 3$	$\bar{\alpha} = 9^\circ; \bar{\gamma}_1 = 1,8^\circ;$ $\bar{a} = 0,009 C_6$	$\bar{\alpha} = 7^\circ; \bar{\gamma}_1 = 1,1^\circ;$ $\bar{a} = 0,006 C_6$
d	$d = \operatorname{tg} \gamma_2 \text{ТБ} = \operatorname{tg}[360/2(1 - \cos \alpha)] C_6 / 3$	$\bar{\sigma} = 9^\circ; \bar{\gamma}_2 = 1,8^\circ; \bar{d} = 0,009 C_6$	$\bar{\sigma} = 10^\circ; \bar{\gamma}_2 = 2,2^\circ;$ $\bar{d} = 0,012 C_6$
b+c	$b+c = (C_6/2 - C_T/2) - (a+d)$	$\overline{b+c} = 0,482 C_6 - 0,5 C_T$	$\overline{b+c} = 0,482 C_6 - 0,5 C_T$
f+g	$f+g = \operatorname{tg} \gamma_3 \text{ТБ} = \operatorname{tg}[360(1 - \cos \beta)] C_6 / 3$	$\bar{\beta} = 19^\circ; \bar{\gamma}_3 = 16^\circ;$ $\overline{f+g} = 0,085 C_6$	$\bar{\beta} = 18,5^\circ; \bar{\gamma}_3 = 15,1^\circ;$ $\overline{f+g} = 0,081 C_6$
h	$h = \operatorname{tg} \gamma_4 \text{ТБ} = \operatorname{tg}[360(1 - \cos \gamma)] C_6 / 3$	$\bar{\gamma} \cong \bar{\beta} \cong 19^\circ; \bar{\gamma}_4 = 15,9^\circ;$ $\bar{h} = 0,085 C_6$	$\bar{\gamma} \cong \bar{\beta} \cong 18,5^\circ; \bar{\gamma}_4 = 15^\circ;$ $\bar{h} = 0,1 C_6$
e	$e = [(C_6/2 - C_T/2) - (f+g) - h]$	$\bar{e} = 0,33 C_6 - 0,5 C_T$	$\bar{e} = 0,319 C_6 - 0,5 C_T$
	Σ	$C_6 - C_T$	$C_6 - C_T$

С учетом формовочных свойств тканей, выкроенных под углом к нити основы, в практике реального конструирования угол γ_4 можно уменьшить до $10...11^\circ$ с перераспределением части h в вытачки $\overline{f+g}$. Такой наклон обеспечит движение человека и сохранение формы брюк.

В практике конструирования оформление угла наклона средних срезов передних половинок брюк выбирают в зависимости от рисунка поверхности ткани (гладкокрашенная, в клетку, в полоску) и согласовывают с глубиной вытачек a , b и c совместно:

для мужских фигур

$$\bar{a} + \overline{b+c} = 0,09 C_6 + 0,482 C_6 - 0,5 C_T = 0,491 C_6 - 0,5 C_T \quad (7)$$

для женских фигур

$$\bar{a} + \overline{b+c} = 0,486 C_6 - 0,5 C_T \quad (8)$$

В качестве примера рассмотрим применение полученных формул при проектировании разверток опорной поверхности брюк на фигуры разных полнот [3, 4].

При проектировании различных форм брюк в верхней части можно перераспределить вытачки на опорной поверхности с использованием полученных выражений.

При моделировании плоской передней половинки брюк нужно переместить вытачки (складки) $b+c$ в боковой шов и увеличить угол наклона линии среднего среза задней половинки. Если угол наклона линии среднего среза задней половинки получается больше $15,9^\circ$, то часть глубины вытачек $b+c$ может быть перемещена в вытачки задней половинки.

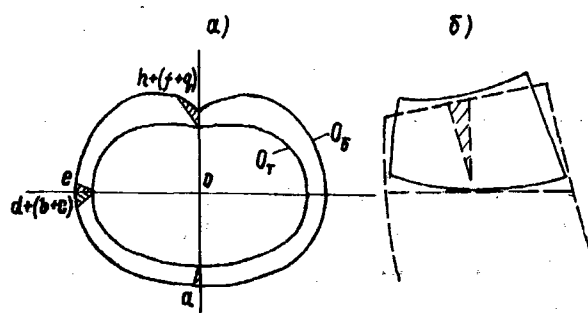


Рис. 5

При моделировании брюк без вытачек на передней и задней половинках используют кокетки, переводя в шов их притачивания вытачки задней половинки (рис.5, где а) – сечения джинсов по линиям талии

O_T и бедер O_6 ; б) – конструкция задней половинки).

Проектирование вытачек для мужских и женских фигур разных полнот приведено в табл.3.

Таблица 3

Фигуры	Размерные признаки			Суммарная глубина вытачек $C_6 - C_T$, см	Распределение суммарной глубины вытачек, см				
	P	$O_T C_T$	$O_6 C_6$		a+b+c	d	e	f+g	h
					$0,491C_6 - 0,5C_T$	$0,009C_6$	$0,357C_6 - 0,5C_T$	$0,085C_6$	$0,058C_6$
Мужские	176	82/41	99,8/49,6	8,6	3,85	0,45	-4,1	4,22	4,2
	176	88/44	103,9/51,9	7,9	3,48	0,47	-4,9	4,41	4,4
	176	94/47	106,8/53,4	6,4	2,72	0,48	-5,9	4,54	4,5
	176	100/50	108,2/54,1	4,1	1,56	0,49	-7,1	4,60	4,6
	176	106/53	112,8/56,4	3,4	1,19	0,51	-7,9	4,79	4,8
					$0,486C_6 - 0,5C_T$	$0,012C_6$	$0,319C_6 - 0,5C_T$	$0,081C_6$	$0,1C_6$
Женские	164	74/37	100/50	13	5,8	0,60	-2,6	4,05	5,0
	164	76/38	104/52	14	6,27	0,62	-2,4	4,21	5,2
	164	78/39	108/54	15	6,74	0,65	-2,2	4,37	5,4
	164	80/40	112/56	16	7,22	0,67	-2,1	4,54	5,6

Примечание. Знак – в графе 8 показывает, что глубину вытачки e следует откладывать не влево, как показано на рис.4, а вправо.

В некоторых моделях брюк передние половинки шире задних благодаря увеличенной глубине складок передней половинки. В этом случае угол между боковым срезом передней половинки и вертикальной линией может быть равен 0° . Уменьшение глубины вытачек $f+g$ на задней половинке осуществляют путем их частичного перевода в увеличение угла наклона линии среднего среза задней половинки по линиям талии O_T и бедер O_6 (рис.6).

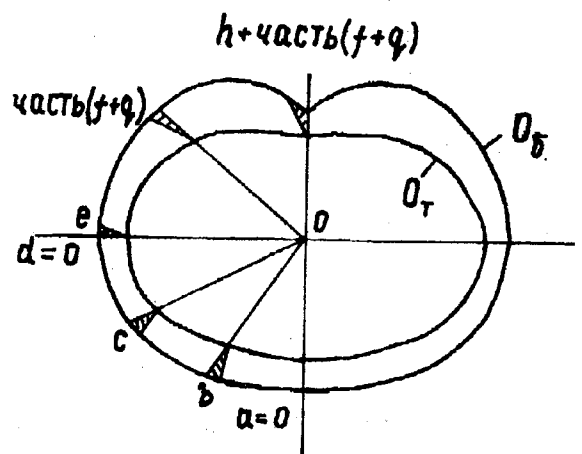


Рис. 6

Для получения формы брюк с широкими передними и задними половинками увеличивают глубину складок и вытачек передней и задней половинок. Одновременно уменьшают угол наклона линии среднего среза передней половинки к вертикальной линии, а углы между боковыми срезами передней и задней половинок и вертикальной линией могут быть сведены к 0° .

Таким образом, разработанная методика расчета вытачек на опорной поверхности позволит проектировать объемную форму передней и задней половинок при разработке базовых конструкций, не прибегая к приемам конструктивного моделирования.

ВЫВОДЫ

1. Предложена методика расчета вытачек опорной поверхности брюк с использованием разворачивания оболочек около выступающих точек на основе применения

обхватных и проекционных признаков фигуры.

2. Показано применение методики при расчете вытачек и моделировании брюк различных форм.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мартынова А.И., Андреева Е.Г. Конструктивное моделирование одежды: Учебное пособие для вузов. – М.: МГАЛП, 1999. С.77.
2. Единая методика конструирования одежды. Т.1. – М.: ЦНИИТЭИлегпром, 1988. С.56.
3. ОСТ 17-325 – 86. Изделия швейные, трикотажные, меховые. Фигуры мужчин типовые. Размерные признаки для проектирования одежды.
4. ОСТ 17-326 – 84. Изделия швейные, трикотажные, меховые. Типовые фигуры женщин. Размерные признаки для проектирования одежды.

Рекомендована кафедрой конструирования швейных изделий. Поступила 02.06.01.

УДК 677.022.66

НАТЯЖЕНИЕ НИТИ, ДВИЖУЩЕЙСЯ ПО ГЕЛИСЕ

В.Г. ЛАПШИН, Е.Г. ВАВИЛОВ, Г.И. ЧИСТОБОРОДОВ, Е.Н. НИКИФОРОВА

(Ивановская государственная текстильная академия)

В [1] нами получена формула для определения натяжения T нити при ее скольжении по поверхности любой формы:

$$T = T_0 \exp \left(f \int_0^s k(s) ds \right), \quad (1)$$

где T_0 – натяжение на ведомом конце нити; f – коэффициент трения; ds – элемент длины нити; $k = k(s)$ – кривизна нити в каждой точке, заданная через натуральный параметр (длину s дуги).

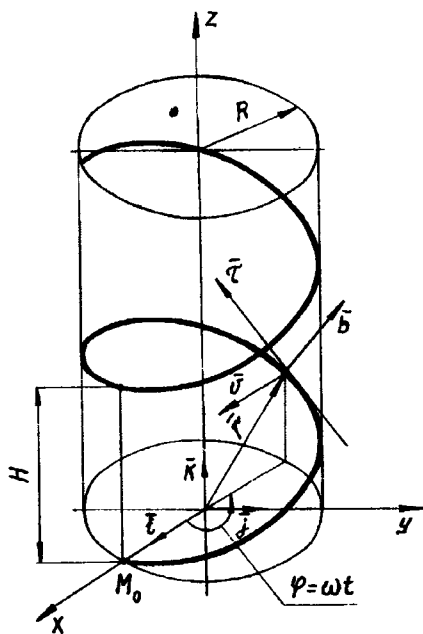


Рис. 1

Применим формулу (1) для решения частной задачи. Пусть гибкая нерастяжимая нить движется по цилиндрической винтовой линии – гелисе (рис.1). Получим зависимость натяжения нити от параметров винтовой линии на круглой цилиндрической поверхности.

Векторное уравнение кривой будет

$$r(t) = i R \cos \varphi + j R \sin \varphi + k h \varphi, \quad (2)$$

где i, j, k – орты координатных осей Ox, Oy, Oz соответственно; R – радиус цилиндра; φ – угол поворота; $h = H/2\pi$ – приведенный шаг, то есть перемещение точки M нити параллельно оси Oz при повороте на один радиан; H – шаг винтовой линии.

В параметрическом виде винтовая линия описывается уравнениями

$$\begin{aligned} x &= R \cos t; & y &= R \sin t; \\ z &= ht & \text{или} & \quad z = h\varphi, \end{aligned} \quad (3)$$

где t – параметр ($t = \varphi$ – центральный угол проекции отрезка нити на плоскость поперечного сечения цилиндра).

Найдем единичный вектор касательной τ к кривой:

$$\tau = \frac{r'}{|r'|}.$$

Координаты единичного вектора определяют направляющие косинусы касательной:

$$\frac{x'}{|r'|} = \cos \alpha, \quad \frac{y'}{|r'|} = \cos \beta, \quad \frac{z'}{|r'|} = \cos \gamma, \quad (4)$$

где α, β, γ – углы касательного вектора r' с осями координат.

Касательный вектор в точке M винтовой линии

$$r'(t) = \frac{dr}{dt}.$$

Координаты касательного вектора – $x'(t), y'(t), z'(t)$:

$$\tau \left(\frac{-R}{\sqrt{R^2 + h^2}} \sin t, \quad \frac{R}{\sqrt{R^2 + h^2}} \cos t, \quad \frac{h}{\sqrt{R^2 + h^2}} \right). \quad (5)$$

Постоянная третья координата выражает следующее: винтовая линия пересекает все образующие цилиндра под одним (постоянным) углом.

Длина s дуги винтовой линии от точки M_0 ($t_0 = 0, s = 0$) до точки M (t)

$$s = \int_{t_0}^t \sqrt{x'^2 + y'^2 + z'^2} dt =$$

$$= \int_0^t \sqrt{R^2 + h^2} dt = t \sqrt{R^2 + h^2}. \quad (6)$$

или

$$s = \varphi \sqrt{R^2 + h^2}. \quad (7)$$

Кривизна винтовой линии

$$k = \left| \frac{d^2 r}{ds^2} \right| = \frac{R}{R^2 + h^2} = \text{const.} \quad (8)$$

$$r' = -R \sin t i + R \cos t j + h k.$$

Модуль касательного вектора

$$|r'| = \sqrt{x'^2 + y'^2 + z'^2},$$

$$\begin{aligned} |r'| &= \sqrt{(-R \sin t)^2 + (R \cos t)^2 + h^2} = \\ &= \sqrt{R^2 (\sin^2 t + \cos^2 t) + h^2} = \sqrt{R^2 + h^2}. \end{aligned}$$

Единичный касательный вектор

Поскольку кривизна винтовой линии есть величина постоянная, то согласно (1) натяжение нити на поверхности цилиндра

$$T = T_0 e^{f k s}. \quad (9)$$

Подставив выражения (7) и (8) в (9), получим

$$\begin{aligned} T &= T_0 \exp(f k \varphi \sqrt{R^2 + h^2}) = \\ &= T_0 \exp \left(f \varphi \frac{R}{\sqrt{R^2 + h^2}} \right). \quad (10) \end{aligned}$$

Учитывая уравнение единичного вектора касательной (5)

$$\frac{R}{\sqrt{R^2 + h^2}} = \cos \alpha, \quad (11)$$

где α – угол подъема винтовой линии, формулу (10) перепишем в виде

$$T = T_0 \exp(f \varphi \cos \alpha). \quad (12)$$

Покажем, что полученная зависимость (12) после необходимых преобразований соответствует известным формулам из [2] для определения натяжения нити на цилиндре.

Так как

$$\begin{aligned} \varphi &= \frac{s}{\sqrt{R^2 + h^2}} = \frac{s R}{\sqrt{R^2 + h^2} R} = \\ &= \frac{s}{R} \cos \alpha = \frac{l}{R} \cos \alpha, \end{aligned}$$

где $l = s = s(\varphi)$ – длина отрезка винтовой линии, натяжение T нити, огибающей поверхность круглого цилиндра по винтовой линии:

$$T = T_0 \exp\left(f \frac{l}{R} \cos^2 \alpha\right). \quad (13)$$

Уравнение (13) полностью согласуется с формулой Минакова, что свидетельствует о справедливости и универсальности предложенной формулы (1) для определения натяжения нити при скольжении по поверхности любой формы и целесообразности ее применения при решении частных задач.

ВЫВОДЫ

1. Доказана универсальность формулы для определения натяжения нити, скользящей по поверхности любой формы.
2. Получены формулы для определения натяжения нити, движущейся по гелисе, от различных параметров (длины винтовой

линии, угла поворота, шага, угла подъема витков, коэффициента трения).

ЛИТЕРАТУРА

1. Чистобородов Г.И. и др. Определение натяжения нити, скользящей по поверхности. – Деп. в ООО «Легпроминформ» 23.04.2001, №3997-ЛП.
2. Минаков А.П. // Текстильная промышленность. – 1944, № 10.

Рекомендована кафедрой начертательной геометрии и черчения. Поступила 31.05.01.

ВЫНУЖДЕННЫЕ КОЛЕБАНИЯ ПРИВОДА ИГОЛЬНОГО СТОЛА ИГЛОПРОБИВНОЙ МАШИНЫ С УЧЕТОМ ЗАЗОРОВ И СИЛ ТРЕНИЯ В НАПРАВЛЯЮЩИХ

И.И. ВУЛЬФСОН, М.М. ГАБИБОВА

(Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна)

В [1, 2] на примере привода иглольного стола иглопробивной машины ИМ-1800М-А рассмотрен ряд динамических моделей и разработана методика анализа частотных, модальных и амплитудно-частотных характеристик. Однако при этом осталось не исследованным влияние некоторых существенных нелинейных факторов, а именно зазоров в кинематической цепи приводных механизмов и сил трения в направляющих иглольного стола. Подобная проблема в общей постановке задачи рассматривалась ранее в [3].

В настоящей статье с учетом особенностей кинематической цепи исследуемого привода предложена динамическая модель с пятью степенями свободы, представленная на рис. 1.

На модели каждый из блоков Φ_i соответствует упругодиссипативным элементам с последовательно включенным нелинейным элементом типа люфт. При этом Φ_{01}, Φ_{02} отвечают валам крутильной подсистемы; Φ_1, Φ_2 – приводным кривошипно-ползунным механизмам; Φ_4 – приведенной изгибной подсистеме; Φ_5 – подсистеме поворотных колебаний иглольного стола.

В качестве обобщенных координат примем $q_1 = \varphi_1 - \varphi_0$; $q_2 = \varphi_2 - \varphi_1$; $q_3 = y - \Pi(\varphi_0)$ – динамическая ошибка перемещений иглольного стола (y – координата центра масс стола; $\Pi(\varphi_0)$ – функция положения); $q_4 = u_1$ – перемещение сечения входного звена за счет изгибных колебаний; $q_5 = \theta$ – угловое перемещение иглольного стола.

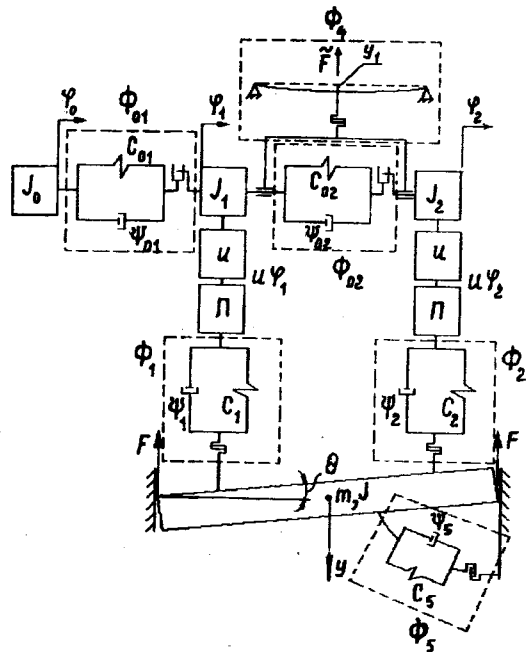


Рис. 1

Введем в рассмотрение “безразмерное время” $\varphi_0 = \omega t$, штрихом обозначим производную по φ_0 : $(\quad)' = d/d\varphi_0$ и примем следующие условные обозначения:

$$\gamma = \mu \frac{\rho^2}{h}; \quad \alpha_1 = \frac{m_4}{m}; \quad \alpha_2 = \frac{J_{02}}{J_{01}}; \quad p_i^2 =$$

$$= \frac{c_i}{m\omega^2}; \quad p_{0i}^2 = \frac{c_{0i}}{J_{0i}\omega^2}; \quad p_5^2 = \frac{6\zeta_1 h^2}{L_2^2} p_1^2; \quad \zeta_1 =$$

$$= \frac{c_x}{c_1}; \quad m_4 = m_1 + 2m_{\max} \frac{e_{12}}{e_{11}},$$

где m_1 – масса кривошипа; m_{\max} – масса маховика; e_{ij} – коэффициенты податливости изгибной подсистемы; c_x – коэффициент жесткости направляющих; c_1, c_2 – коэффициенты жесткости, соответствующие жесткости роликподшипника; c_{01}, c_{02} – коэффициенты жесткости соответственно первого и второго участков главного вала; c_4 – вели-

чина, обратная коэффициенту податливости изгибной подсистемы e_{11} ;

$$\tilde{F} = \gamma \left[\frac{m_1}{m} + \frac{e_{12}}{e_{11}} \left(1 + \frac{m_1}{m} \right) \right] \alpha_1^{-1}; \quad 2h - \text{рабочая}$$

длина направляющих; μ – коэффициент трения.

Тогда система дифференциальных уравнений будет иметь вид

$$\begin{aligned} q_1'' &= -p_{01}^2 ((2\delta_{01}/p_{01})q_1' + q_1)\sigma_{01}(q_1) + \\ &+ p_{02}^2 [(2\delta_{02}/p_{02})(q_2' + q_1') + (q_2 - q_1)]\alpha_2\sigma_{02}(q_2 - q_1) + \\ &+ p_1^2 ((2\delta_1/p_1)\Delta y_1' + \Delta y_1)\Pi' \rho_{01}^{-2} u \sigma_1(\Delta y_1); \\ q_2'' &= -p_{02}^2 [(2\delta_{02}/p_{02})(q_2' - q_1') + q_2 - q_1]\sigma_{01}(q_2 - q_1) + \\ &+ p_2^2 ((2\delta_2/p_2)\Delta y_2' + \Delta y_2)\Pi' \rho_{02}^{-2} u \sigma_2(\Delta y_2); \\ q_3'' &= -p_1^2 ((2\delta_1/p_1)\Delta y_1' + \Delta y_1)\sigma_1(\Delta y_1) - \\ &- p_2^2 ((2\delta_2/p_2)\Delta y_2' + \Delta y_2)\sigma_2(\Delta y_2) - p_0^2 (\Pi_* - \Delta s) - \\ &- P_T / (m\omega^2) + g/\omega^2 - \Pi_*' - \gamma p_5^2 |q_5| \text{sign}(\Pi' + q_3'); \\ q_4'' &= -p_4^2 ((2\delta_4/p_4)q_4' + q_4)\sigma_4(q_4) + \\ &+ p_1^2 ((2\delta_1/p_1)\Delta y_1' + \Delta y_1)\sigma_1(\Delta y_1) + \\ &+ p_2^2 ((2\delta_2/p_2)\Delta y_2' + \Delta y_2)\alpha_1^{-1}\sigma_2(\Delta y_2) + \tilde{F} \cos \varphi_0; \\ q_5'' &= -p_1^2 ((2\delta_1/p_1)\Delta y_1' + \Delta y_1)\sigma_1(\Delta y_1) + \\ &+ p_2^2 ((2\delta_2/p_2)\Delta y_2' + \Delta y_2)\sigma_2(\Delta y_2) \rho^{-2} L_1 - \\ &- p_5^2 ((2\delta_5/p_5)q_5' + q_5)\sigma_5(q_5); \\ \Delta y_1 &= q_3 - q_4 + L_1 q_5 - \Pi' u q_1; \\ \Delta y_2 &= q_3 - q_4 + L_1 q_5 - \Pi' u q_2. \end{aligned}$$

(1)

Здесь $\sigma_i(z_i) = 1$ при $|z_i| \geq \Delta_i$ и $\sigma_i(z_i) = 0$ при $|z_i| < \Delta_i$, где z_i – аргумент единичной функции; $2\Delta_i$ – величина зазора; $\delta_i = \nu_i/(2\pi)$ (ν_i – приведенное значение логарифмического декремента); $q_{01}^2 = J_{01}/m$; J_{01} – приведенный момент инерции первого участка главного вала; $q_{02}^2 = J_{02}/m$; J_{02} – приведенный момент инерции второго участка главного вала; $q^2 = J/m$; $J = mL_2^2/3$ – осевой момент инерции игольного стола; L_2 – половина рабочей длины игольного стола. Сила трения в системе дифференциальных уравнений учтена параметром γ . Функция \tilde{F} учитывает приведенную к сечению входного звена суммарную силу от дисбаланса маховиков, установленных на поперечных валах.

Приведем некоторые аргументы, связанные с обоснованием необходимости учета сил трения. На первый взгляд, влияние сил трения в направляющих в данном приводе сведено к минимуму, поскольку при симметричном нагружении игольного стола нормальные реакции близки к нулю. Однако при неодновременной перекладке в зазорах на некоторых малых отрезках времени симметрия нарушается, так как нагруженным оказывается только один из двух приводных механизмов. В этом случае реакция в направляющих при абсолютно жестких звеньях определяется зависимостью

$$|R| = \left| \frac{m(g - \ddot{y})}{(1 - \mu\lambda_1 \text{sign} \dot{y})} \right|, \quad (2)$$

где μ – коэффициент трения; $g = 9,8 \text{ м/с}^2$; $\lambda_1 = L_1/h$.

Выражение (2) свидетельствует о возможности самоторможения при $\mu\lambda_1 \geq 1$ или весьма больших значениях реакции, а следовательно, и сил трения, при малой величине знаменателя. С учетом упругости звеньев, как будет показано ниже, имеет место импульсное приложение сил трения,

которое может привести к существенному увеличению виброактивности привода.

Для исследования влияния сил трения проведено компьютерное моделирование более ста режимов. При этом варьировались величины зазоров, коэффициенты трения, приведенные коэффициенты жесткости направляющих, коэффициенты жесткости и угловая скорость привода. Для оценки уровня колебаний различных режимов использовали интегральный критерий виброактивности, определяющийся так:

$$K = \frac{\sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} (q_3'')^2 d\varphi}}{\Pi''_{\max}}. \quad (3)$$

Данный критерий отражает относительную величину интегральной среднеквадратичной динамической ошибки ускорений игольного стола.

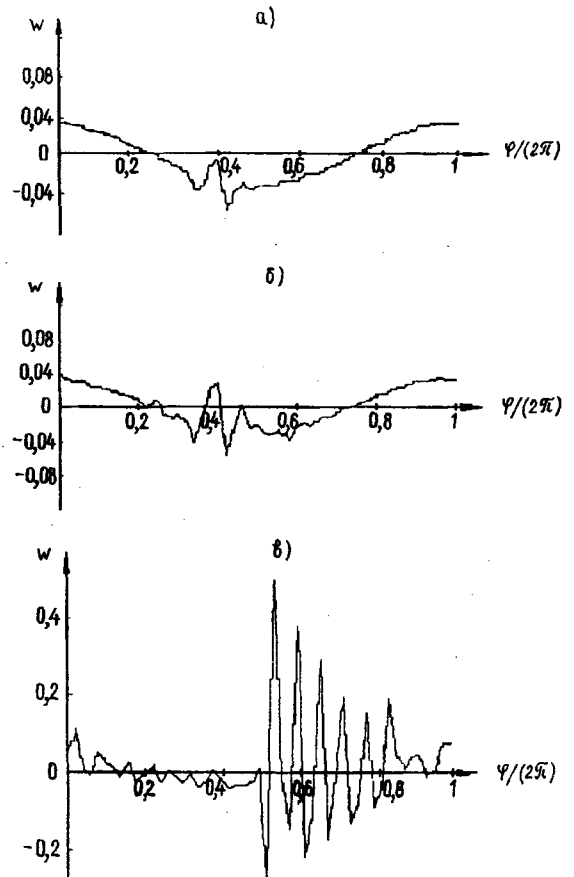


Рис. 2

В качестве примера на рис.2 приведены три графика функции $w = \Pi'' + q_3'''$, про-

порциональной ускорению игольного стола, при $\omega=50 \text{ с}^{-1}$. Первый из них (рис.2-а) отвечает режиму при отсутствии зазоров и сил трения ($\Delta_i = 0; \mu = 0$); второй (рис.2-б) – наличию зазоров ($\Delta_{01} = 10^{-3}; \Delta_{02} = 3 \cdot 10^{-3}; \Delta_1 = \Delta_2 = 10^{-4} \text{ м}$) и отсутствию сил трения ($\mu=0$); третий (рис.2-в) – наличию зазоров и сил трения в направляющих ($\mu=0,12$). Графики наглядно показывают рост уровня колебаний, особенно при учете сил трения. При этом интегральный критерий К для данных режимов равен соответственно 0,294; 0,485; 2,89.

Таким образом, установлено, что наличие направляющих скольжения в приводе игольного стола за счет импульсного приложения сил трения может привести к многократному повышению уровня вибрации, что особенно проявляется при большой жесткости направляющих игольного стола. На основании вышеизложенного представляется целесообразным заменить направляющие скольжения другим конструктивным решением. Возможно, этими соображениями и руководствовались при проектировании машин фирмы ДИЛО, в которых направляющие скольжения заменены зубчато-реечной передачей.

Компьютерное моделирование также подтвердило вывод о наличии оптимального диапазона значений параметра $\lambda_0 = L_1/L_2$, где L_1, L_2 – соответственно расстояние между кривошипно-ползунными механизмами и длина игольного стола [3]. Последнее основано на следующих физических предпосылках: при увеличении расстояния $2L_1$ между дублирующими приводными механизмами, а следовательно, и параметра λ_0 , растет заклинивающий эффект при перекладке в зазоре одного из механизмов. С другой стороны, чрезмерное уменьшение этого параметра может привести к нестабильности угловых положений игольного стола, поскольку при этом теряется смысл дубли-

рования приводных кривошипно-ползунных механизмов.

Как показал анализ критерия К, оптимальные значения параметра λ_0 при учете зазоров и сил трения соответствуют диапазону $0,55 \leq \lambda_0 \leq 0,7$ и во всяком случае $\lambda_0 > 0,4$. Выявлена возможность существенного рассогласования в ускорениях на концах игольного стола, что нашло подтверждение в результатах экспериментального исследования, проведенного на ОАО “Невская мануфактура”

ВЫВОДЫ

1. Обоснована необходимость анализа влияния зазоров в приводных механизмах игольного стола и сил трения в направляющих и разработана соответствующая динамическая модель.

2. При помощи компьютерного моделирования типовых динамических режимов установлена степень влияния параметров системы на уровень виброактивности привода. Выявлено, что с увеличением жесткости направляющих при наличии зазоров существенно возрастают ускорения от импульсного приложения сил трения.

3. Установлен оптимальный диапазон параметра, характеризующего относительное расстояние между дублирующими приводными механизмами игольного стола.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вульфсон И.И., Габимова М.М. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1999. №5. С.97...101.
2. Габимова М.М. Исследование вынужденных колебаний односекционного привода игольного стола иглопробивной машины // Сб. научн. тр. СПГУТД. – СПб, 1999. С.104...108.
3. Вульфсон И.И. // Проблемы машиностроения и надежности машин. – 2000, №2. С.42...48.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин. Поступила 01.06.01.

К ВОПРОСУ ВЫБОРА КОЛИЧЕСТВА И ТИПА РАЗРЫХЛЯЮЩИХ МАШИН В ПОТОЧНОЙ ЛИНИИ

Н.Л. УШАКОВА

(Ивановская государственная текстильная академия)

Количество разрыхляющих машин в структуре поточной линии зависит от требуемой степени разрыхления хлопкового волокна.

Согласно [1] число t этапов деления клочков

$$t = e^{S u_p + \mu}, \quad (1)$$

где S и μ – параметры, оцениваемые по результатам испытаний; u_p – квантиль логарифмически нормального распределения, определяющаяся функцией

$$\Phi(x) = 0,5 - \frac{M_{\text{чес}}}{M_{\text{кр}}}, \quad (2)$$

где $M_{\text{кр}}$ – масса клочка, отбираемая из кипы кипоразборщиком; $M_{\text{чес}}$ – масса клочка, поступающая на вход чесальной машины.

При этом должны выполняться условия [1]:

$$M_{\text{чес}} \geq 4 \text{ мг и } 4 \leq M_{\text{чес}} \leq 4 + \Delta M, \quad (3)$$

где ΔM – максимальное отклонение по массе поступающих на вход чесальной машины клочков волокна, мг.

Задаваясь величинами $M_{\text{кр}}$ и $M_{\text{чес}}$ для значений функции $\Phi(x)$, из [2] определяем величину u_p .

Рассчитаем число t при различных значениях $M_{\text{кр}}$, S и максимальной $M_{\text{чесmax}}$ массы клочка на входе чесальной машины.

Таблица 1

ΔM, мг	M _{чесmax} , мг	M _{кр} =50 мг			M _{кр} =25 мг		
		Φ(x)	u _p	t	Φ(x)	u _p	t
S=0,1							
0.0	4.0	0.420	1.40	1.15	0.340	0.99	1.10
0.2	4.2	0.416	1.38	1.15	0.332	0.96	1.10
0.4	4.4	0.412	1.35	1.15	0.324	0.93	1.10
0.6	4.6	0.408	1.33	1.14	0.316	0.90	1.09
0.8	4.8	0.404	1.31	1.14	0.308	0.87	1.09
1.0	5.0	0.400	1.28	1.14	0.300	0.84	1.09

ΔM , мг	$M_{\text{чес, max}}$ мг	$M_{\text{кр}}=50$ мг			$M_{\text{кр}}=25$ мг		
		$\Phi(x)$	u_p	t	$\Phi(x)$	u_p	t
$S=0.6$							
0.0	4.0	0.420	1.40	2.32	0.340	0.99	1.81
0.2	4.2	0.416	1.38	2.29	0.332	0.96	1.78
0.4	4.4	0.412	1.35	2.25	0.324	0.93	1.75
0.6	4.6	0.408	1.33	2.22	0.316	0.90	1.72
0.8	4.8	0.404	1.31	2.20	0.308	0.87	1.69
1.0	5.0	0.400	1.28	2.16	0.300	0.84	1.66
$S=1.0$							
0.0	4.0	0.420	1.40	4.06	0.340	0.99	2.69
0.2	4.2	0.416	1.38	3.98	0.332	0.96	2.61
0.4	4.4	0.412	1.35	3.86	0.324	0.93	2.54
0.6	4.6	0.408	1.33	3.78	0.316	0.90	2.50
0.8	4.8	0.404	1.31	3.71	0.308	0.87	2.39
1.0	5.0	0.400	1.28	3.60	0.300	0.84	2.32

Результаты расчетов табл.1 ($\mu=0$) показывают, что интенсивность воздействия рабочих органов разрыхлительно-очистительной машины на перерабатываемый продукт возрастает с уменьшением массы выходного и увеличением массы входного клочка. При малой величине S при практически одной и той же интенсивности воздействия на перерабатываемое волокно масса клочка на выходе машины имеет большой диапазон изменения,

на величину которого не оказывает существенного влияния масса клочка, подаваемого на вход разрыхлительно-очистительной машины. Диапазон изменения массы клочка на выходе машины будет зависеть от отклонения номинальной величины массы клочка, подаваемого на вход машины. Из табл.1 и (1) также следует, что с возрастанием S увеличивается значение t .

Таблица 2

t	u_p	$\Phi(x)$	Диапазон изменения $M_{\text{чес}}$ клочка, мг	
			$33 \text{ мг} \leq M_{\text{кр}} \leq 41 \text{ мг}$	$33 \text{ мг} \leq M_{\text{кр}} \leq 36 \text{ мг}$
1	0.00	0.000	16.500...20.500	16.500...18.000
2	1.16	0.377	4.059...5.043	4.059...4.428
3	1.83	0.466	1.122...1.394	1.122...1.224
4	2.31	0.490	0.330...0.410	0.330...0.360
5	2.68	0.496	0.132...0.164	0.132...0.144
6	2.99	0.499	0.033...0.041	0.033...0.036

t	μ_p	$\Phi(x)$	Диапазон изменения $M_{\text{вхс}}$ клочка, мг	
			$30 \text{ мг} \leq M_{\text{вхс}} \leq 33 \text{ мг}$	$32,6 \text{ мг} \leq M_{\text{вхс}} \leq 34,6 \text{ мг}$
1	0,00	0,000	15,000...16,500	16,300...17,300
2	1,16	0,377	3,690...4,059	4,010...4,256
3	1,83	0,466	1,020...1,122	1,108...1,176
4	2,31	0,490	0,300...0,330	0,326...0,346
5	2,68	0,496	0,120...0,132	0,130...0,138
6	2,99	0,499	0,030...0,033	0,033...0,035

В табл.2 ($S=0,6$; $\mu=0$ – по данным из [3]) приведены результаты расчетов массы выходного клочка в зависимости от интенсивности воздействия рабочих органов машины на последний и диапазона изменения массы $M_{\text{вхс}}$ входного клочка. Из приведенных данных видно, что массы выходных клочков независимо от массы входных клочков выравниваются после шестого этапа деления; с уменьшением диапазона изменения массы входного клочка уменьшается разброс значений масс выходных клочков после каждого этапа деления последних; необходимая масса клочка, транспортируемого к чесальной машине, образуется после второго этапа деления при $32,6 \text{ мг} \leq M_{\text{вхс}} \leq 41 \text{ мг}$; наименьший разброс значений масс (0,246 мг) выходных клочков после второго этапа деления наблюдается при $32,6 \text{ мг} \leq M_{\text{вхс}} \leq 34,6 \text{ мг}$.

Для выявления количества и типа разрыхляющих машин в поточной линии необходимо определить число их рабочих органов, позволяющее произвести два этапа деления всей массы перерабатываемых клочков волокна.

В [4] рассмотрена вероятностная модель взаимодействия волокнистого материала с рабочими органами наклонного очистителя: колковым (ножевым) барабаном; планочным (игольчатым) трепалом.

Вероятность P_k того, что клочок хлопка попадет под удар колка (ножа), составляет

$$P_k = (B + dm) / S_m \quad (4)$$

где B – ширина колка (ножа); m – число колков (ножей) на барабане; d – средняя ширина клочка; S_m – рабочая ширина машины или длина колкового (ножевого) барабана.

Вероятность $P_{\text{п}}$ попадания клочка под удар планочного трепала определяется как:

$$P_{\text{п}} = 1 - nk / \pi D_{\text{т}} \quad (5)$$

где n – число бил (ножей, планок) на рабочем органе; k – ширина планки трепала; $D_{\text{т}}$ – диаметр трепала.

Вероятность взаимодействия клочка хлопка с билем игольчатого трепала $P_{\text{и}}=1$.

Из (4) следует, что при $d \rightarrow 0$ значение P_k уменьшается и при $B=7 \text{ мм}$, $m=64$, $S_m=1060 \text{ мм}$ (машина ОН-6-3) $P_k=0,42$.

При $n=3$, $k=65 \text{ мм}$, $D_{\text{т}}=450 \text{ мм}$ имеем $P_{\text{п}}=0,86$ (комбинированный наклонный очиститель ОНК-6 [4]).

Следует также отметить, что игольчатое трепало и колковый барабан позволяют достаточно эффективно разрыхлять плохо разрыхленный волокнистый материал, обеспечивая при этом меньшее повре-

ждение волокон, чем пильчатый или игольчатый барабан [5].

Из вышесказанного заключаем, что только игольчатое трепало обладает способностью осуществлять взаимодействие со всей массой перерабатываемых клочков волокна. Для того, чтобы клочки, поступающие на выход разрыхлителя, имели требуемую массу и минимальное отклонение по ней, в машине необходимо установить такое количество игольчатых трепал, которое соответствует числу необходимых этапов деления клочков. Отметим, что применение игольчатого трепала для разрыхления клочка при большой массе последнего и высокой производительности разрыхлителя проблематично. При наличии в конструкции машины комбинации колковых барабанов, планочных и игольчатых трепал возрастает отклонение клочков по массе, так как вероятность взаимодействия клочка с данными рабочими органами различна.

Наиболее рациональным вариантом является установка в поточной линии двухбарабанного осевого очистителя типа АФС (или ЧО с соответствующей наладкой), выполняющего и функцию разрыхлителя. В этом случае клочок взаимодействует с рабочими органами машины до тех пор, пока не достигнет такой массы, благодаря которой может быть захвачен воздушным потоком и выведен из зоны действия барабанов. При этом аэродинамические параметры машины необходимо настроить на вывод клочка требуемой массы. Для повышения производительности поточной линии лучше установить две машины АФС, а не одну. При входной массе клочка 0,025 г выход первой по ходу перемещения волокна машины настраивается на клочок с массой не более 0,013 г, а выход второй машины – с массой не более 0,006 г.

С целью уменьшения отклонения клочков, поступающих на вход чесальной машины, по массе необходимо: отбирать кипоразборщиком как можно меньшую массу клочка, имеющую минимальное отклонение от номинальной; отобранный клочок подвергнуть минимальному числу делений для достижения требуемой массы; вся мас-

са отобранных клочков должна быть подвергнута минимальному числу делений.

Для того, чтобы клочок, поступающий на вход чесальной машины, не имел шарообразной формы, необходимо: отбирать клочок с габаритными размерами $a \times b \times c$, при этом $a > b > c$; размеры клочка должны также соответствовать соотношению

$$a \neq tb, a \neq tc, b \neq tc, \quad (6)$$

где t – необходимое число этапов деления клочка для достижения им требуемой массы, подаваемой на вход чесальной машины.

ВЫВОДЫ

1. Массы выходных клочков независимо от массы входных клочков выравниваются после шестого этапа деления; с уменьшением диапазона изменения массы входного клочка уменьшается разброс значений масс выходных клочков после каждого этапа деления последних; необходимая масса клочка, транспортируемого к чесальной машине, образуется уже после второго этапа деления; наименьший разброс значений масс выходных клочков после второго этапа деления наблюдается при $32,6 \text{ мг} \leq M_{\text{кр}} \leq 34,6 \text{ мг}$.

2. При наличии в конструкции машины комбинации колковых барабанов, планочных и игольчатых трепал возрастает отклонение клочков по массе, так как вероятность взаимодействия клочка с данными рабочими органами различна.

3. В целях повышения производительности поточной линии рекомендуется установка двух машин типа АФС. Также даны рекомендации по устранению шарообразной формы клочка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ушакова Н.Л. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2001, №1. С.73...77.
2. Гмурман В.Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике: Учебное пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 1970.

3. Минаева Н.В., Севостьянов П.А. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1995, №4. С.21...24.

4. Плеханов А.Ф. Безотходная технология в пневмопрядении. – М.: Легпромбытиздат, 1994.

5. Современное оборудование для разрыхления и очистки хлопкового волокна // ОИ. Хлопчатобу-

мажная промышленность. – М.: ЦНИИТЭИлегпром, 1991, №12.

Рекомендована кафедрой проектирования текстильных машин. Поступила 20.04.00.

УДК 677.053.292.004.2

ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ТОРМОЗНЫХ ДИСКОВ НАТЯЖНОГО ГРУЗОВОГО ПРИБОРА (НГП) ПУТЕМ УЧЕТА СВОЙСТВ НИТИ И ИЗМЕНЕНИЯ СКОРОСТИ ВРАЩЕНИЯ ДИСКОВ

Г.К. БУКАЛОВ

(Костромской государственный технологический университет)

Одной из быстроизнашивающихся нитепроводящих деталей текстильных машин является тормозной диск НГП. В связи с тем, что традиционно в целях повышения износостойкости нитепроводящих деталей применяются более износостойкие материалы, будет интересным выявить способы повышения износостойкости дисков, не связанные с применением более износостойких и, следовательно, более дорогих материалов, а опирающиеся на учет свойств текстильной нити.

Ранее в [1, (8)] получено выражение для износа диска НГП, взаимодействующего с нитью с выраженным шагом дефектов, которое далее будет использовано для получения выражения относительной износостойкости диска.

Полагаем, что диск вращается под действием движущейся нити и у нити существует только один шаг дефектов:

$$U = k[mD_0\omega^2 \sin(\omega t) + mg]Vt/(sC), \quad (1)$$

где k – коэффициент износа, зависящий от материала нити и детали, вида сопряжения, для данного сопряжения $k = \text{const}$; m –

масса груза, кг; D_0 – амплитудное значение изменения относительного среднего диаметра нити с шагом A (для данной нити полагаем $D_0 = \text{const}$), м; C – условно средний диаметр нити, м; ω – круговая частота прохождения дефектов нити через НГП с шагом A , 1/с:

$$\omega = (2\pi V)/A, \quad (2)$$

где V – скорость движения нити, м/с; t – текущее время движения нити, с; S – ширина контакта нити с диском НГП, м.

Из уравнения (1) следует, что износ диска имеет две составляющие: 1) линейно возрастающую во времени – $kmgVt/(sC)$ и 2) нелинейно возрастающую во времени $kmgVtD_0\omega^2 \sin(\omega t)/(sC)$.

Для облегчения сравнения величины износа тормозных дисков при различных значениях параметров перейдем к расчету относительной износостойкости ϵ . За эталонный износ примем величину равномерно распределенного износа участка диска, который получается при взаимодействии диска с нитью без дефектов. Выражение

для эталонного износа U_3 найдем из (1) при $D_0 = 0$:

$$U_3 = ngVt, \quad (3)$$

где $n = km/(sC)$ – постоянная для данного НПП и нити.

Уравнение для относительной износостойкости участков диска получим, используя (3) и (1):

$$\varepsilon = U_3/U = g/[D_0\omega^2 \sin(\omega t) + g]. \quad (4)$$

Как показано ранее в [1], число канавок на нитеконтактирующей поверхности торозного диска определяется числом шагов дефектов нити, проходящих через НПП за один оборот шайбы, которое вследствие действия эффекта самосинхронизации колебаний [2] будет постоянным целым числом.

Необходимо отметить, что наиболее существенным параметром, характеризующим износ диска, является максимальный локальный износ нитеконтактирующей поверхности дисков U_{\max} , или глубина канавки износа, потому что именно глубина канавки износа является параметром, определяющим момент выбраковки нитепровода. Ранее в [3] показано, что при достижении канавкой износа глубины, равной половине диаметра нити, резко возрастает обрывность. Максимальный локальный износ (глубина канавки износа) определяется из (1) при $\sin(\omega t) = 1$:

$$U_{\max} = n[D_0\omega^2 + g]Vt. \quad (5)$$

В этом случае относительную износостойкость ε_1 дисков можно определить как отношение глубины канавки износа на диске при эталонном износе и при данном максимальном локальном износе. За эталонный износ вновь примем износ диска нитью с постоянным диаметром, равным C (то есть нитью без дефектов). Ясно, что в этом случае канавок на нитеконтактирующей поверхности диска не будет, так как не будет и периодически меняющегося

давления нити на диски. Выражение для относительной износостойкости ε_1 получим из (3) с учетом (5):

$$\varepsilon_1 = U_3/U_{\max} = g/(D_0\omega^2 + g). \quad (6)$$

Из (6) видно, что относительная износостойкость нитеконтактирующей поверхности дисков ε_1 обратно пропорциональна D_0 – амплитудному значению изменения относительного среднего диаметра нити и квадрату ω – круговой частоте прохождения дефектов нити. Учитывая прямо пропорциональную зависимость ω от скорости движения пряжи, можно сказать, что относительная износостойкость нитеконтактирующей поверхности дисков обратно пропорциональна квадрату линейной скорости движения нити.

Для получения зависимости относительной износостойкости дисков от величины дефектов нити перейдем к относительным величинам. Положим, что величина D_0 амплитудного значения изменения относительного среднего диаметра нити равняется yC , где y – положительный коэффициент, характеризующий относительные размеры дефектов нити, и что C – условно средний диаметр нити совпадает с расчетным диаметром нити, рассчитываемым по формуле из [4]:

$$C = 0,0357(\Pi/\sigma)^{1/2}, \quad (7)$$

где C – условно средний диаметр нити, м; Π – линейная плотность нити, текс; σ – объемный вес пряжи, мг/мм³.

Подставив (7) и (2) в (5), будем иметь

$$\begin{aligned} \varepsilon_1 &= g/(D_0\omega^2 + g) = \\ &= g/[y0,0357(\Pi/\sigma)^{1/2}(2\pi V/A)^2 + g]. \end{aligned} \quad (8)$$

Анализируя уравнение (8) с учетом возможных числовых значений параметров, входящих в него, отметим следующее: наблюдается слабая зависимость относи-

тельной износостойкости ε_1 участков шайбы по длине окружности контакта с нитью от линейной плотности нити Π и от объемного веса пряжи σ ; наблюдается прямо пропорциональная зависимость относительной износостойкости ε_1 участков шайбы по длине окружности контакта с нитью от параметра u , характеризующего относительные размеры дефектов нити; наблюдается параболическая зависимость относительной износостойкости ε_1 участков шайбы по длине окружности контакта с нитью от скорости движения нити; наблюдается обратная параболическая зависимость относительной износостойкости ε_1 участков шайбы по длине окружности контакта с нитью от шага дефектов нити.

Представляет интерес выяснение влияния частоты вращения диска на его относительную износостойкость при трении скользящей нитью. Ясно, что если через НГП за один оборот дисков проходит не целое число дефектов, что возможно только при принудительном вращении дисков, то износ происходит в форме равномерно изнашивающейся поверхности. Однако практически сложно определять шаг дефектов нити, который может меняться, и корректировать частоту вращения дисков для получения износа в форме равномерно изнашивающейся поверхности. Поэтому рационально сделать оценку частоты вращения дисков сверху и снизу, то есть определить минимальную и максимальную частоту вращения дисков, при которой износ будет происходить в виде канавок. При этом на диске будет наибольшее число канавок износа при вращении дисков с минимальной частотой. А при вращении дисков с максимальной частотой на диске будет наименьшее число канавок износа.

Для определения минимальной частоты вращения дисков используем известное выражение из [1], определяющее максимальное количество канавок на диске, а именно:

$$X_{\max} = \pi N / C = \pi N / \left[0,0357 (\Pi / \sigma)^{1/2} \right]. \quad (9)$$

С другой стороны, также известно, что количество канавок износа равняется количеству дефектов нити, проходящих через НГП за один оборот дисков [1]:

$$X = v / \psi, \quad (10)$$

где X – число канавок износа на диске, целое число; v – частота прохождения дефектов нити через НГП, 1/с:

$$v = V / A; \quad (11)$$

ψ – частота вращения диска НГП, 1/с.

Если (9) подставить в (10), а полученное в (11), то после преобразований будем иметь выражение для минимальной частоты вращения диска при заданной скорости движения нити, при которой возникает максимально возможное количество канавок износа:

$$\psi_{\min} = V (\Pi / \sigma)^{1/2} \cdot 0,0357 / (\pi N A). \quad (12)$$

Максимальная частота вращения дисков, при которой образуется минимальное количество канавок износа (очевидно, одна канавка), после простых преобразований выглядит так:

$$\psi_{\max} = V / A. \quad (13)$$

Таким образом, получены формулы (12) и (13), ограничивающие зону значений частоты вращения дисков НГП, при которой износ происходит в виде канавок сверху ψ_{\min} и снизу ψ_{\max} .

При анализе уравнений (12) и (13) и учете возможных числовых значений параметров, входящих в уравнения, отметим следующее: зависимость максимальной и минимальной частоты вращения диска НГП от скорости движения нити имеет вид прямо пропорциональной зависимости; величина минимальной частоты вращения диска НГП слабо зависит от линейной плотности и от объемного веса пряжи; зависимость минимальной и максимальной частоты вращения диска НГП от величины шага дефектов нити и диаметра тормозно-

го контура H имеет вид обратно пропорциональной зависимости.

Очевидно, что при вращении диска с частотой, меньшей ψ_{\min} или большей ψ_{\max} (например, под действием специального привода), канавки износа сливаются между собой и изнашивание происходит с образованием равномерно изнашивающейся поверхности, то есть в первой форме.

Аналогичного эффекта можно достигнуть, если диск будет вращаться с частотой, не кратной частоте прохождения дефектов нити через НГП, что возможно осуществить также путем использования привода принудительного вращения дисков НГП.

Для расчета относительной износостойкости дисков, вращающихся с частотой, кратной и не кратной частоте прохождения дефектов нити через НГП, можно использовать выражение (6), поскольку, как отмечено выше, изнашивание при вращении дисков с частотой, не кратной частоте прохождения дефектов, происходит в виде равномерно изнашивающейся поверхности, то есть в той же форме, что и при изнашивании нитью без дефектов.

Реализация предложенного метода повышения износостойкости тормозных дисков НГП возможна, например, на сновальных машинах, уже имеющих привод вращения тормозных дисков. В этом случае возможно использование рекомендаций относительно фактической частоты вращения дисков, при которой износ происходит в виде равномерно изнашивающейся поверхности. Установка дополнительного привода вращения тормозных дисков, например, на мотальных машинах, может привести к дополнительному повышению надежности работы НГП за счет самоочистки.

ВЫВОДЫ

1. Теоретически получена зависимость относительной износостойкости дисков НГП от параметров нити.

2. Такие параметры нити, как скорость скольжения, шаг дефектов нити, размер дефектов существенно влияют на износостойкость дисков и их необходимо учитывать при проектировании НГП повышенной износостойкости. Скорость скольжения, шаг дефектов нити и др. также существенно влияют и на величину минимальной частоты вращения дисков НГП, при которой изменяется форма их износа.

3. Теоретически получены выражения, ограничивающие интервал значений частоты вращения дисков НГП, при которой износ происходит в виде канавок сверху ψ_{\max} и снизу ψ_{\min} .

4. Предложен метод повышения износостойкости дисков НГП, основанный на учете свойств текстильного сырья (шага дефектов нити, скорости ее движения и др.) и использовании специального привода для вращения дисков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Букалов Г.К. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2001, №4.
2. Блехман И.И. Что может вибрация. О вибрационной механике и вибрационной технике. – М.: Наука, 1988.
3. Худых М.И. Эксплуатационная надежность и долговечность оборудования текстильных предприятий. – М.: Легкая индустрия, 1980.
4. Кукин Г.Н., Соловьев А.Н. Текстильное материаловедение. Ч.2. – М.: Легкая индустрия, 1964.

Рекомендована кафедрой промышленной экологии и безопасности. Поступила 26.04.01.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УДЕЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ СТРОЕНИЯ ТКАНИ

И.В.МИХАЛИНА, Ю.Г.ФОМИН

(Ивановская государственная текстильная академия)

Текстильные материалы в рабочей зоне валковых модулей испытывают разнообразные механические воздействия, вызывающие деформации сжатия, растяжения и трения [1...3]. Под действием внешних силовых факторов у тканей изменяются размеры и характеристики строения, которые нормируют вместе с показателями качества. Анализ влияния удельного давления на показатели структуры материала необходим для получения сведений по предельным значениям нагрузки в зоне контакта валов, обеспечивающей заданные технологические показатели.

С целью изучения физико-механических характеристик строения обрабатываемых тканей, деформируемых нагрузкой P_1 , проведены экспериментальные исследования. Разработана установка, в которой основным контролирующим устройством являются световоды (оптические волокна). Вопросы волоконной оптики и ее применение рассмотрены ранее в [4].

Схема устройства, содержащего валковый модуль, состоящий из металлического 1 и эластичного (покрытие-резина или шерстяная бумага) 2 валов, в которых установлены два световода 3, представлена на рис. 1.

Один экран оптического световода находится на осевой линии вала и крепится на торце шипа, что обеспечивает его вращение без радиального смещения и передачу информации на фотоаппаратуру 5; другой – расположен радиально к поверхности вала и устанавливается в отверстии рубашки. Экраны световодов крепятся на валах с помощью втулок 4.

Устройство работает следующим образом: на лабораторном каландре КЛ2/20 с валами 1 и 2 (рис.1) с помощью динамометров, содержащих индикаторы и механизм прижима, устанавливается требуемая нагрузка. Затем валы приводятся во вращение и обрабатываемый материал транспортируется в зону контакта. Элемент материала, находящийся под нагрузкой в области экранов световодов 3, проектируется через его оптические волокна в виде истинного изображения на объективы фотоили киноаппаратуры. Изображения лицевой и изнаночной сторон материала передаются через световоды, установленные в металлическом и эластичном валах. Получаемые сигналы изображений поверхностей материала фиксируются на пленке оптического устройства.

По фотографии ткани, деформируемой нагрузкой P_1 , измеряют диаметры нитей и расстояние между ними с учетом оптического увеличения. По полученным результатам рассчитываются характеристики ткани: плотность, заполнение, наполнение и др.

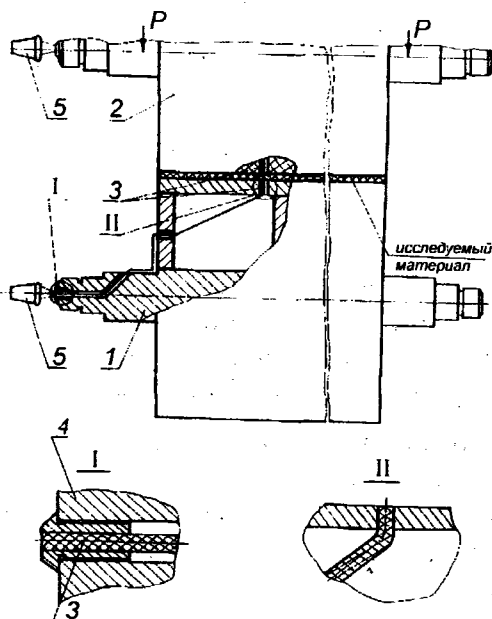


Рис. 1

Достоинствами рассматриваемого метода являются повышение качества контроля деформации материала и параметров контакта, сокращение времени на обработку получаемых экспериментальных данных и возможность применения устройства практически для всех видов текстильных материалов. Использование оптических световодов дает возможность принимать изображения объектов, находящихся в труднодоступных полостях [4].

Нагрузению на разработанной установке подвергались образцы ткани: бязь, сатин, ситец размерами 60x350 и 25x200 мм. Нагрузку P_1 измеряли с помощью динамометров ДОСМ №98 и №120 в диапазоне от 0 до 10 МПа. Прибором фирмы Шоннер измеряли толщину ткани δ при удельных давлениях на образцы 0; 2,5; 5,0; 7,5; 10 МПа. Для каждого из указанных уровней давления определяли плотность ткани по основе Π_0 и утку Π_y (на 100 мм) рис.2.

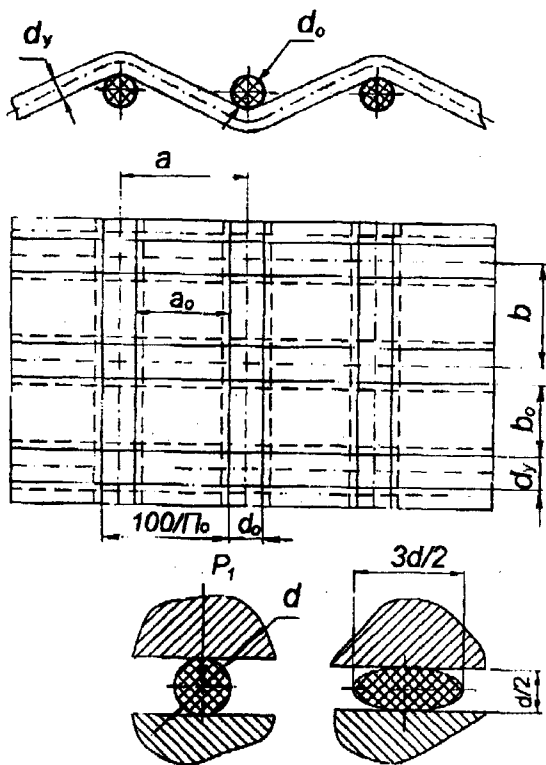


Рис. 2

Отбор, подготовку проб и обработку экспериментальных данных осуществляли в соответствии с ГОСТом 3811-72 (СТ СЭВ 2474-80), ГОСТом 3812-72 (СТ СЭВ 999-78) и ГОСТом 3813-72 (СТ СЭВ 2675-80).

Показатели характеристик тканей рассчитывали по формулам из [5].

Линейное заполнение ткани по основе E_0 и утку E_y (%) определяли из выражений

$$E_0 = 100 \frac{d_o}{a} = 100 \frac{d_o}{100/\Pi_0} = d_o \Pi_0, \quad (1)$$

$$E_y = 100 \frac{d_y}{b} = 100 \frac{d_y}{100/\Pi_y} = d_y \Pi_y, \quad (2)$$

где d_0 и d_y – диаметры основной и уточной нитей, мм; Π_0 и Π_y – плотность ткани по основе и утку на 100 мм, шт; a и b – расстояние между осями соседних нитей основы и утка, мм.

Поверхностное заполнение находили по формуле

$$E_s = E_0 + E_y - 0,01 \cdot E_0 \cdot E_y, \quad (3)$$

а линейное наполнение по основе H_0 и утку H_y , %:

$$H_0 = E_0 + \frac{E_y \cdot 2t_y \Pi_0}{R_0 \Pi_0}, \quad (4)$$

$$H_y = E_y + \frac{E_0 \cdot 2t_0 \Pi_y}{R_y \Pi_y}, \quad (5)$$

где t_0 и t_y – число уточных и основных перекрытий в раппорте по основе и утку соответственно (для полотняного, саржевого и сатинового переплетений $t_0=t_y=1$); R_0 и R_y – раппорт по основе и утку (число нитей в раппорте).

Поверхностную пористость образцов ткани A_s , % вычисляли с помощью выражения

$$A_s = 100 - E_s \quad (6)$$

Разрывную нагрузку P_p измеряли прибором РТ-250 на образцах размером 60x350 по основе и утку. Все указанные

характеристики определяли при нагрузках деформирования образцов в диапазоне от 0 до 10 МПа. Для ткани сатин арт.548 результаты измерений и расчетов представлены в табл.1.

Таблица 1

Удельное давление, Н/мм (МПа)	Толщина ткани, мм	Плотность ткани, шт		Линейное заполнение, %		Линейное наполнение, %		Поверхностное заполнение, %	Поверхностная пористость, %	Разрывная нагрузка, Н	
		P_0	P_y	E_0	E_y	H_0	H_y			E_s	A_s
0	0,29	284	385	50,5	68,5	70,7	95,9	84,4	15,6	278	390
2,5	0,117	286	386	50,9	68,7	71,3	96,2	84,6	15,4	281	393
5	0,14	290	388	51,6	69,0	72,2	96,6	85,0	15,0	286	395
7,5	0,13	282	380	50,2	67,6	70,2	94,6	83,8	16,2	278	388
10	0,12	276	372	49,1	66,2	68,7	92,6	80,8	19,2	268	378

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что для исследования параметров зоны контакта валов и характеристик строения ткани целесообразно применять оптические световоды.

2. Доказано, что при нагрузках в зоне контакта валов до 5 МПа показатели физико-механических свойств тканей (плотность, наполнение, заполнение, разрывная нагрузка) повышаются. Увеличение нагрузки до 10 МПа сопровождается снижением указанных показателей на 10...15%. Следовательно, обработку тканей в валковых модулях рекомендуется проводить при удельных нагрузках на материал не более 5 МПа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузнецов Г.К. // Изв.вузов. Технология текстильной промышленности. – 1968, №2. С.139...142.

2. Бобет В. // Изв.вузов. Технология текстильной промышленности. – 1959, №3. С.34...44.

3. Талепоровский Ю.Л. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1970, №6. С.140...142.

4. Тарасов Л.В., Тарасова А.Н. Беседы о преломлении света. – М.: Наука, вып. 18, 1982.

5. Кукин Г.Н., Соловьев А.Н., Кобляков А.И. Текстильное материаловедение (текстильные полотна и изделия): Учебник для вузов. 2-е издание. – М.: Легпромбытиздат, 1992.

Рекомендована кафедрой проектирования текстильного отделочного оборудования. Поступила 04.05.01.

УДК 621.34: 62-50

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА
ФОРМИРОВАНИЯ РУЛОНА ТКАНИ
В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ НАМОТКОЙ**

В.Ф. ГЛАЗУНОВ, М.С. КУЛЕНКО, В.Ф. СИДЯКИН

(Ивановский государственный энергетический университет)

Микропроцессорная реализация управления параметрами намотки ткани в рулон обуславливает необходимость совершенствования известных математических моделей этого процесса [1...4] и прежде всего в направлении их структурной организации и простоты вычислительных процедур.

Процесс формирования рулона ткани отличается от намотки бумаги, пленки, нити главным образом параметрами и структурой наматываемого материала, а именно: неоднородностью структуры полотна, обусловленной как свойствами нитей, так и их переплетением; неоднозначностью в определении толщины материала; слабой зависимостью между тангенциальными и радиальными деформациями ткани в намотанном рулоне; релаксационными свойствами материала; имеются существенные различия по степени деформации, значениям действующих в рулоне усилий.

При разработке математической модели процесса формирования рулона примем следующие допущения: а) оправка абсолютно жесткая, недеформируемая; б) растяжение-сжатие ткани подчиняется закону Гука; в) отсутствуют тангенциальные перемещения слоев в рулоне; г) отсутствуют

силы трения при взаимном перемещении слоев в рулоне; д) отсутствует эксцентриситет рулона и он имеет идеальную цилиндрическую форму; е) давление периферического витка полностью передается на оправку и равномерно распределено по периметру витка.

В основу формирования математической модели рулона положим алгоритм последовательного по мере наложения витков расчета деформаций материала в рулоне и его параметров. Считаем заданными исходные параметры намотки: F_0 – натяжение ткани на входе в рулон, Н; E_{τ}' – приведенный к ширине тангенциальный модуль упругости, Н; $E_{\tau}' = F_0 / \epsilon_0$; ϵ_0 – начальное относительное удлинение в тангенциальном направлении; $E_{\tau} = F_0 / (d_0 \epsilon_0 B)$ – тангенциальный модуль упругости, Па; d_0 – толщина материала при относительном удлинении ϵ_0 , м; B – ширина полотна, м; $E_r = E_{\tau} / k^2$ – радиальный модуль упругости, Па; k – коэффициент, характеризующий соотношение модулей упругости или коэффициентов Пуассона на сжа-

тие-растяжение в ортогональных направлениях [3]:

$$k = \sqrt{\frac{E_\tau}{E_r}} = \sqrt{\frac{\mu_{tr}}{\mu_{rt}}},$$

где μ_{tr} – коэффициент Пуассона, характеризующий сжатие в направлении r при растяжении в направлении t ; μ_{rt} – коэффициент Пуассона, характеризующий сжатие в направлении t при растяжении в на-

правлении r . Для ортотропного тела с цилиндрической анизотропией обобщенный закон Гука имеет вид [3]:

$$\varepsilon_r = \frac{q_r}{E_r} - \mu_{tr} \frac{q_t}{E_t};$$

$$\varepsilon_t = \frac{q_t}{E_t} - \mu_{rt} \frac{q_r}{E_r},$$

где q_r и q_t – радиальное и окружное напряжение ткани в рулоне.

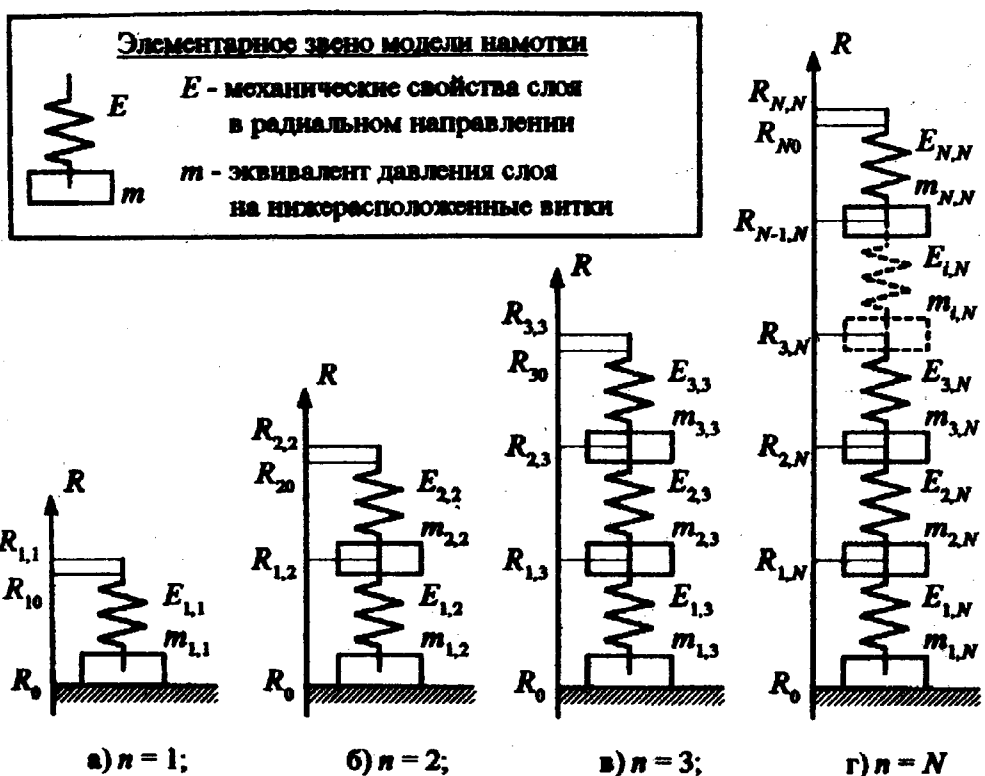


Рис. 1

Для расчета параметров математической модели процесса намотки воспользуемся механической аналогией, представив формируемый рулон как соединение элементарных упругостей и масс (рис.1). Здесь масса отражает давление витка на нижерасположенные слои, а упругость – деформационные свойства витка в ради-

альном направлении. Деформация цепочки последовательно соединенных масс и упругостей по законам теоретической механики представляется системой линейных уравнений порядка n , где n – текущее число слоев. При этом в отличие от классической постановки задачи определения равновесного состояния системы грузов, подве-

шенных на упругих элементах, здесь введем условие переменности величин перемещающихся масс и их зависимости от координат соответствующих элементов. Таким образом, система уравнений становится нелинейной и встает вопрос о сходимости решения в условиях накладываемых дополнительно в процессе намотки ограничений. Подтвердим изложенное математическими выкладками.

Давление витка полотна радиусом R на нижерасположенные слои при $R \geq R_{\text{крит}}$

$$q = \frac{F}{RB} = \frac{2\pi RE_{\tau} - L_0 E_{\tau}}{RBL_0} = \frac{E_{\tau}}{B} \left(\frac{1}{R_{\text{крит}}} - \frac{1}{R} \right),$$

где B – ширина полотна, м; $R_{\text{крит}}$ – критический радиус витка, то есть радиус, где относительное удлинение ткани становится равным 0.

Тогда давление, создаваемое i -м витком

$$q_i = \frac{E_{\tau}}{B} \left(\frac{1}{R_{\text{крит } i-1}} - \frac{1}{R_{i-1}} \right).$$

Составим уравнения равновесия механической системы (рис.1) применительно к математической модели намотки.

При намотке первого витка на абсолютно жесткую оправку (рис.1-а) радиальная деформация отсутствует. Тогда $R_{1,1} = R_0 + d_0$, где $R_{1,1}$ – радиус 1-го витка после его намотки; d_0 – толщина материала при относительном удлинении ε_{10} на входе в рулон; R_0 – радиус оправки.

Далее будем придерживаться такой же системы обозначений: запись $R_{k,n}$ означает радиус k -го витка после намотки n -го витка. Длина 1-го витка $L_{1,1} = 2\pi R_0$, принимаем $L_{1,n} = \text{const}$ на всем протяжении намотки. Давление q_1 , оказываемое первым витком на оправку, постоянно, поскольку 1-й виток лишен возможности перемещения в радиальном направлении:

$$q_1 = q_{1,1} = \frac{E_{\tau}}{B} \left(\frac{1}{R_{10}} - \frac{1}{R_0} \right),$$

где $R_{10} = R_{\text{крит}} = R_0 / (1 + \varepsilon_{10})$.

Наложение второго витка приводит к радиальной деформации 1-го витка. Его радиус становится равным $R_{1,2}$ и, если $q_1 = q_{1,2} = q_{1,1} = \text{const}$, то давление $q_{2,2}$, оказываемое 2-м витком, по мере изменения $R_{1,2}$ уменьшается. Равновесное состояние такой системы в соответствии с механическим аналогом представляется уравнением

$$E_{r1}(R_{1d} - R_{1,2}) = q_2 d_0, \quad (1)$$

где $R_{1d} = R_{1,1}$ – радиус слоя, измеряемый после его наложения на поверхность рулона, или "теоретический" радиус [4].

Это следует из того, что на линейном участке кривой деформации имеем соотношение между величиной напряжений и относительного удлинения (сжатия):

$$E_r \varepsilon = q, \quad \text{где } \varepsilon = \frac{d_0 - d}{d_0} = \frac{R_H - R_K}{d_0}.$$

Давление, оказываемое вторым витком,

$$q_2 = q_{2,2} = \frac{E_{\tau}}{B} \left(\frac{1}{R_{20}} - \frac{1}{R_{1,2}} \right),$$

где $R_{20} = R_{1,1} / (1 + \varepsilon_{20})$, а в качестве начального приближения $R_{1,2}$ берем величину $R_{1,1}$.

В этом случае уравнение (1) имеет вид

$$E_{r1}(R_{1d} - R_{1,2}) = \frac{E_{\tau} d_0}{B} \left(\frac{1}{R_{20}} - \frac{1}{R_{1,2}} \right).$$

Обозначим $b = E_{\tau} d_0 / B$. Тогда равновесное состояние системы из двух витков запишется с помощью выражения

$$E_{r1} R_{1,2}^2 - \left(E_{r1} R_{1d} - \frac{b}{R_{20}} \right) R_{1,2} - b = 0. \quad (2)$$

Решая (2), получаем значение радиуса первого слоя после его деформации за счет наложения второго слоя $R_{1,2}$ и далее находим следующие величины: $R_{2,2} = R_{1,2} + d_0$; $R_{2d} = R_{2,2}$; $R_{1n} = R_{1,2}$. Здесь индексом n обозначен радиус $(i-1)$ -го слоя, величину ко-

того необходимо знать для определения деформации i -го слоя при наложении на рулон последующих ($n > i$) слоев.

Наложение 3-го витка приводит к радиальной деформации 1-го и 2-го витков, что

$$\begin{cases} E_{r1}(R_{1d} - R_{1,3}) - E_{r2}(R_{2d} - R_{2,3} - (R_{1n} - R_{1,3})) = q_2 d_0, \\ E_{r2}(R_{2d} - R_{2,3} - (R_{1n} - R_{1,3})) = q_3 d_0. \end{cases} \quad (3)$$

Здесь $q_2 = \frac{b}{d_0} \left(\frac{1}{R_{20}} - \frac{1}{R_{1,3}} \right)$, $q_3 = \frac{b}{d_0} \cdot \left(\frac{1}{R_{30}} - \frac{1}{R_{2,3}} \right)$, $R_{30} = \frac{R_{2,2}}{1 + \epsilon_{30}}$; начальные приближения: $R_{1,3} = R_{1,2}$; $R_{2,3} = R_{2,2}$.

Решая систему (3), получаем величины $R_{1,3}$ и $R_{2,3}$ и находим $R_{3,3} = R_{2,3} + d_0$; $R_{3d} = R_{3,3}$; $R_{2n} = R_{2,3}$.

При наложении k витков ($n=k$) имеем общий вид системы уравнений, описывающей равновесное состояние рулона:

$$\begin{cases} E_{r1}(R_{1d} - R_{1,k}) - E_{r2}(R_{2d} - R_{2,k} - (R_{1n} - R_{1,k})) = q_2 d_0, \\ \dots \\ E_{r(i-1)}(R_{(i-1)d} - R_{i-1,k} - (R_{(i-2)n} - R_{i-2,k})) - E_{ri}(R_{id} - R_{i,k} - (R_{(i-1)n} - R_{i-1,k})) = q_i d_0, \\ \dots \\ E_{r(k-1)}(R_{(k-1)d} - R_{k-1,k} - (R_{(k-2)n} - R_{k-2,k})) = q_k d_0. \end{cases} \quad (4)$$

$q_2 = \frac{b}{d_0} \left(\frac{1}{R_{20}} - \frac{1}{R_{1,k}} \right)$, $q_i = \frac{b}{d_0} \cdot \left(\frac{1}{R_{i0}} - \frac{1}{R_{i-1,k}} \right)$, $q_k = \frac{b}{d_0} \left(\frac{1}{R_{k0}} - \frac{1}{R_{k-1,k}} \right)$, $R_{k0} = \frac{R_{k-1,k-1}}{1 + \epsilon_{k0}}$, начальные приближения:

$R_{1,k} = R_{1,k-1}$; $R_{2,k} = R_{2,k-1}$; $R_{i-2,k} = R_{i-2,k-1}$; $R_{i-1,k} = R_{i-1,k-1}$; $R_{i,k} = R_{i,k-1}$; $R_{k-2,k} = R_{k-2,k-1}$; $R_{k-1,k} = R_{k-1,k-1}$.

Решая систему (4), получаем значения $R_{1,k}$, $R_{2,k}, \dots, R_{i,k}, \dots, R_{k-1,k}$ и находим $R_{k,k} = R_{k-1,k} + d_0$; $R_{kd} = R_{k,k}$; $R_{(k-1)n} = R_{k-1,k}$.

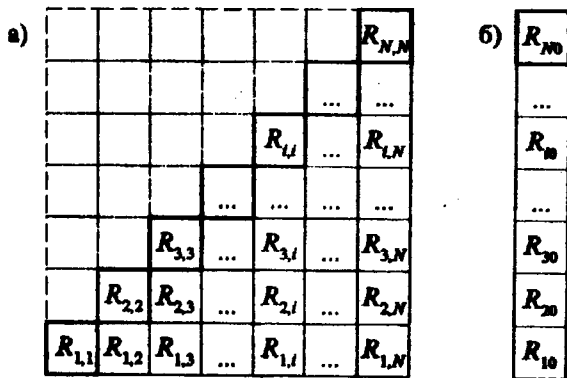


Рис. 2

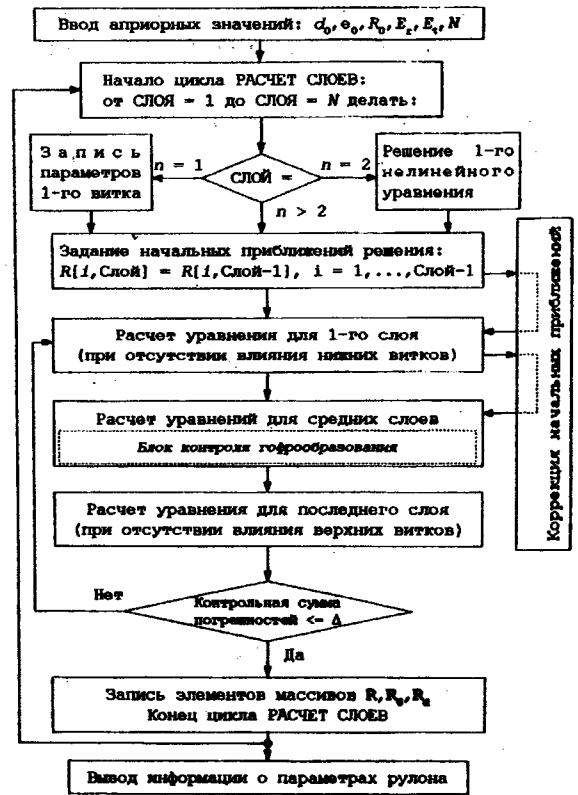


Рис. 3

В результате последовательного решения систем уравнений, соответствующих равновесному состоянию рулона, при намотке каждого слоя формируем массивы данных $R_{i,j}$ и R_{i0} (рис.2, где а)–массив текущих координат слоев; б)–массив критических радиусов), используя которые можно с учетом принятых допущений судить о происходящих в рулоне процессах деформации, в частности, об изменении давления на оправку, распределении межслойных давлений, относительном удлинении слоев в рулоне в ходе и по окончании намотки. Блок-схема алгоритма решения такой задачи представлена на рис.3.

Специфическим отличием системы (4) является ее большой порядок, увеличивающийся по мере намотки каждого оче-

редного слоя. Кроме того, коэффициенты при неизвестных имеют большую, по сравнению с корнями системы, величину, превышая их на несколько порядков. Все это накладывает ограничения в зависимости от метода решения на количество и точность вычислений. Анализ существующих методов решения систем нелинейных уравнений показал, что в данной задаче наиболее целесообразно использовать метод Гаусса–Зейделя для нестандартных функций с коррекцией начальных приближений в ходе итерационного процесса. Преобразование приведенной к нормальной форме системы (4) позволяет представить ее в виде $f(x)=F(x)-\Phi(x)=0$, где функция $F(x)$ имеет особо простое строение. Тогда

$$\left\{ \begin{array}{l} (E_{r1} + E_{r2})R_{1,k}^2 - (E_{r1}R_{1d} - E_{r2}R_{2d} + E_{r2}R_{1n} - b/R_{20})R_{1,k} - E_{r2}R_{2,k}R_{1,k} - b = 0, \\ \dots \\ (E_{r(i-1)} + E_{ri})R_{i-1,k}^2 - (E_{r(i-1)}(R_{(i-1)d} - R_{(i-2)n}) - E_{ri}(R_{id} - R_{(i-1)n}) - b/R_{i0})R_{i-1,k} - \\ - E_{r(i-1)}R_{i-1,k}R_{i-2,k} - E_{ri}R_{i-1,k}R_{i,k} - b = 0, \\ \dots \\ E_{r(k-1)}R_{k-1,k}^2 - (E_{r(k-1)}(R_{(k-1)d} - R_{(k-2)n}) - b/R_{k0})R_{k-1,k} - E_{r(k-1)}R_{k-1,k}R_{k-2,k} - b = 0. \end{array} \right.$$

В качестве $F(x)$ целесообразно выбрать квадратичную функцию неизвестной переменной. Последовательное решение методом Гаусса-Зейделя N таких систем даст информацию о закономерностях происходящих в ходе формирования рулона процессов. Поскольку за $F(x)$ выбрана быстро изменяющаяся часть $f(x)$, то полагаем, что будет обеспечиваться высокая скорость сходимости итераций.

Необходимо отметить, что вид системы (4) может существенно измениться при появлении участков рулона с нулевым натяжением слоев (гофр). Гофр появляется при достижении радиусом $(i-1)$ -го слоя в намотке из k витков $R_{i-1,k}$ величины критического радиуса слоя R_{i0} , вычисляемой при наложении витка на поверхность рулона с входным относительным удлинением $\epsilon_{0(i-1)}$. Если при этом не принять никаких мер, то математическое описание рулона будет неверно отображать процесс намотки, поскольку в этом случае q_i станет

меньше 0, что лишено физического смысла. Поэтому в момент выполнения условия $R_{i-1,k} \leq R_{i0}$ уравнение в системе (4), описывающее поведение этого слоя, должно модифицироваться в линейное уравнение:

$$\begin{aligned} & E_{r(i-1)}(R_{(i-1)d} - R_{i-1,k} - (R_{(i-2)n} - R_{i-2,k})) - \\ & - E_{ri}(R_{id} - R_{i,k} - (R_{(i-1)n} - R_{i-1,k})) = 0, \end{aligned}$$

в результате решения которого находится неизвестная величина $R_{i-1,k}$.

Таким образом, в алгоритм вычисления параметров модели намотки вводится блок расчета гофрированных слоев (рис.3). Принимаем давление гофрированного слоя равным 0, а относительное удлинение слоя допускаем меньше 0, что будет отражать переход излишка материала слоя в изменение занимаемого им объема и деформационных характеристик слоя.

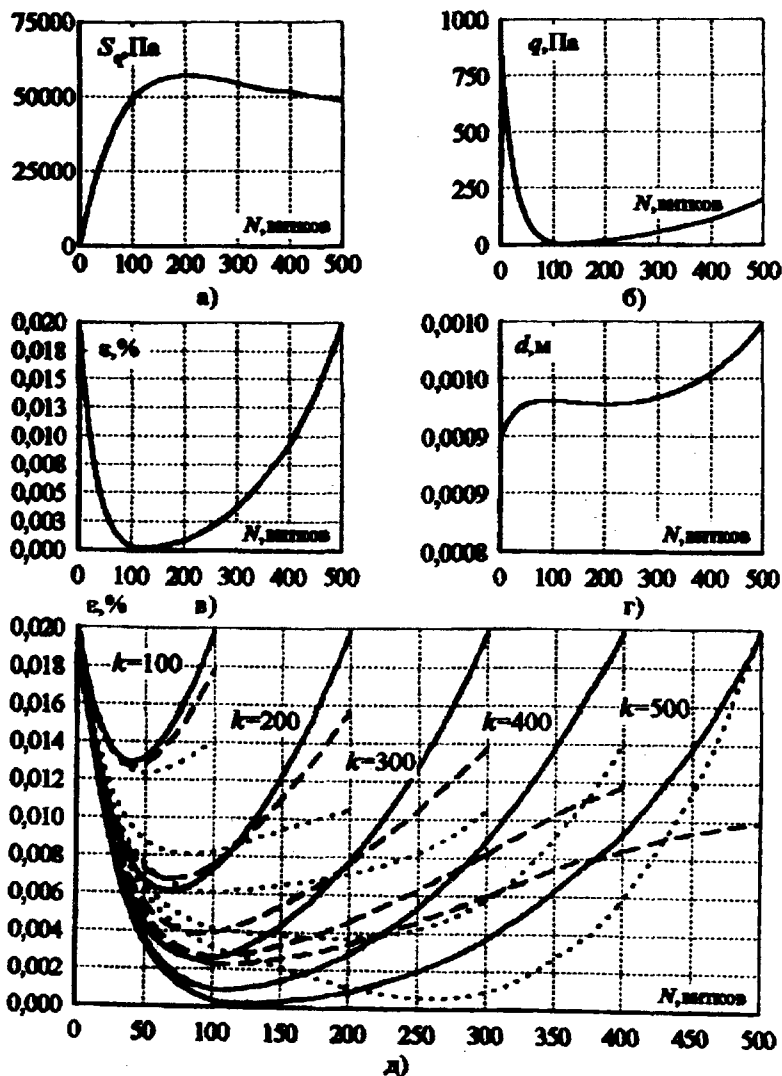


Рис. 4

Результаты расчета процесса намотки рулона объемом 500 витков при постоянном входном натяжении $F_0=100\text{H}$ и параметрах модели: $E'_\tau=5000\text{H}$; $\varepsilon_0=0,02$; $E_\tau=6,25 \cdot 10^6\text{Па}$; $E_r=3,19 \cdot 10^6\text{Па}$; $k=1,4$; $\mu_{tr}=0,5$; $\mu_{rr}=0,98$; $d_0 \approx 0,001\text{м}$; $B=0,8\text{м}$; $R_0=0,15\text{м}$ приведены на рис.4. Анализ результатов вычислительного эксперимента показывает возрастание по мере увеличения числа наложенных слоев давления S_q намотки на оправку (рис.4-а) и его стабилизацию после намотки 100...150 витков. В зависимости от деформационных свойств ткани и величины намоточного натяжения в конце намотки возможно снижение установившегося значения давления за счет перераспределения энергии перемещаю-

щихся к центру намотки напряженных слоев. Распределение давлений q по слоям намотки по окончании формирования рулона (рис.4-б) имеет максимальное значение вблизи оправки, а затем снижается, приближаясь к нулю, то есть слои 100...200 находятся на границе гофрообразования.

Относительное удлинение материала ε по слоям намотки по окончании формирования рулона (рис.4-в) равно начальному значению в начале и в конце намотки, поскольку первые витки не имеют возможности перемещаться в радиальном направлении, а последние витки вызывают меньшие деформации намотки за счет увеличения радиуса рулона и, следовательно, сохраняют запасенную энергию растяжения при наложении на поверхность рулона.

На рис.4-г приведено распределение толщины слоев по окончании намотки. Наибольшую деформацию испытывают витки вблизи оправки, в средней части рулона радиальная деформация слоев стабилизируется и ближе к периферическим слоям – снижается. Полученные результаты не противоречат полученным ранее в [5].

Важным с точки зрения управления процессом намотки является вопрос о зависимости напряженного состояния рулона от входного натяжения материала. На рис.4-д приведены расчетные кривые относительных удлинений слоев в рулоне по мере его формирования для трех законов изменения входного натяжения. При постоянном натяжении кривые изображены сплошными линиями, при линейно спадающем до 50% от начального значения натяжении – штриховыми, а пунктиром выделены зависимости при законе изменения натяжения в виде отрицательной полуволны синусоиды с начальной и конечной точками на уровне начального натяжения.

Анализ кривых показывает, что изменение входного натяжения позволяет добиться перераспределения деформаций в рулоне, а следовательно, и изменить распределение его плотностных характери-

стик. Это говорит о возможности управления процессом намотки за счет выбора на основании заданных критериев необходимого закона изменения намоточного натяжения.

ВЫВОДЫ

Разработана математическая модель процесса формирования рулона ткани на основе механических аналогий, обладающая структурной упорядоченностью и ориентированная на использование в микропроцессорной системе управления намоткой.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Сухарев В.А., Матюшев И.И.* Расчет тел намотки. – М., Легкая индустрия, 1982.
2. *Бегалко З.В., Живос С.В.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности –1975, №3. С.54...58.
3. *Суриков В.И.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. –1971, №3. С.154...157.
4. *Кутын А.Ю., Маховер В.Л.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. –1998, №3. С.40...44.
5. *Ульянов В.И.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. –1968, №4. С.186...189.

Рекомендована кафедрой электропривода и автоматизации промышленных установок. Поступила 12.04.01.

УДК 677.01

ПОЛНОЕ РЕШЕНИЕ УРАВНЕНИЯ ДИНАМИКИ НИТИ С УЧЕТОМ ПРОДОЛЬНЫХ И ПОПЕРЕЧНЫХ КОЛЕБАНИЙ

Р. Р. СААКЯН, Л. Е. ЖАБКО

(Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна)

Для диагностирования и прогнозирования свойств испытываемых нитей на многоопорной высокочастотной испытательной установке требуется на уровне достаточно полного математического моделирования динамики нити установить те факторы из свойств нити, которые отражаются на форме ее движения. В этих целях в соответствии с кинематической схемой уста-

новки [1] составлена математическая модель движения нити [2] и разработана конечно-разностная схема построения ее движения по Даламберу [3].

При построении полного уравнения движения (колебания) нити на высокочастотной многоопорной испытательной установке (при решении полной математической модели динамики нити) требуется по-

следовательное выполнение следующих задач:

- конкретизации для каждого участка осей U и V ;
- записи для каждого участка начальных и граничных условий;
- записи выражений для функций A , B , C , D на начальных участках изменения аргументов, необходимых для запуска расчетной схемы по Даламберу;
- получения на основе аналитических зависимостей правил для составления конечно-разностной схемы формирования функций A , B , C , D для каждого участка.

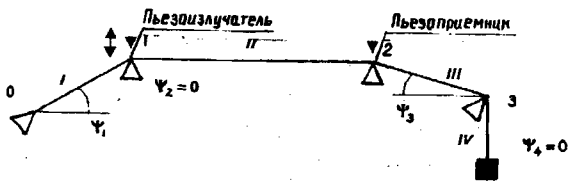


Рис. 1

Как показано в [1], общая кинематическая схема колебания нити имеет вид, представленный на рис.1, где I, II, III, IV – участки кинематической схемы; 0, 1, 2, 3 – ограничители движения; углы $\Psi_1, \Psi_2, \Psi_3, \Psi_4$ показывают положение нити в исходном натянутом состоянии и характеризуют положения системы координат для каждого участка, которые будут показаны ниже.

На кинематической схеме положения нити на участках (в том числе и наличие изломов на ограничителях движения) показаны условно.

Рассмотрим выполнение вышеуказанных задач для каждого участка отдельно.

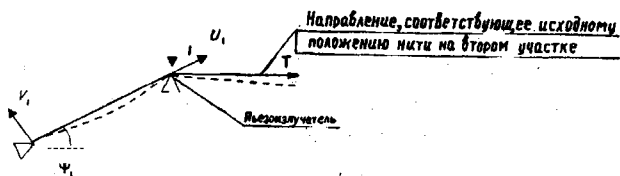


Рис. 2

На рис.2 первый участок нити представлен с ограничителями движения в точках 0 и 1 и осями координат U_1, V_1 ; второй участок представлен отрезком нити, действие которого заменено силой натяжения T .

Продольное движение.

Начальные и граничные условия соответственно:

$$U_1(0, x) = 0; U_1'(0, x) = 0, \quad (1)$$

$$U_1(t, 0) = 0; U(t, x_1(t)) = \ell_1 +$$

$$+ \alpha \sin(\Psi_1)(1 - \cos(\omega t)) - x_1(t). \quad (2)$$

Для организации построения решения по методу Даламбера запишем функции A_1, B_1 на начальных участках изменения аргумента:

$$A_1(p_1) = B_1(q_1) = 0 \quad (3)$$

при

$$q_1 \in [0, -\sqrt{\frac{\rho}{b}} x_1(0)] \text{ и } p_1 \in [0, \sqrt{\frac{\rho}{b}} x_1(0)].$$

Начальный участок необходим для запуска конечно-разностной схемы.

Зависимости для дальнейшего построения функций A_1, B_1 выглядят так:

$$A_1(p_1) = -B_1(p_1 - 2\sqrt{\frac{\rho}{b}} x_1(t)) + \ell_1 + \alpha \sin(\Psi_1)(1 - \cos(\omega t)) - x_1(t), \quad (4)$$

$$B_1(q_1) = -A_1(q_1 = p_1). \quad (5)$$

Формулы (4) и (5) с учетом начальных условий (1) позволяют рекуррентно (последовательно вызывая A_1, B_1) построить функции A_1, B_1 при $q_1, p_1 \in [0, +\infty)$.

Поперечное движение.

Начальные и граничные условия соответственно:

$$V_1(0, x) = 0; V_1'(0, x) = 0, \quad (6)$$

$$V_1(t, 0) = 0;$$

$$V_1(t, x_1(t)) = \alpha \cos(\Psi_1)(1 - \cos(\omega t)). \quad (7)$$

Запишем функции С и D на начальных участках изменения аргументов:

$$C_1(p_1) = D_1(q_1) = 0 \text{ при}$$

$$q_1 \in [0, -\sqrt{\frac{\rho}{T}} x_1(0)] \text{ и } p_1 \in [0, \sqrt{\frac{\rho}{T}} x_1(0)]. \quad (8)$$

С учетом условий (7) аналитические выражения для построения функций С и D примут вид

$$C_1(p_1) = -D_1(p_1 - 2\sqrt{\frac{\rho}{T}} x_1(t)) + \alpha \cos(\Psi_1)(1 - \cos(\omega t)), \quad (9)$$

$$D_1(q_1) = -C_1(q_1 = p_1). \quad (10)$$

При дальнейшем формировании A_1 и B_1 с ростом p_1 по формуле (4) на основе данных по V_1 вычисляется значение A_1 . Значения функции B_1 пополняются за счет значений A_1 по формуле (5).

Аналогично строятся функции C_1 и D_1 .

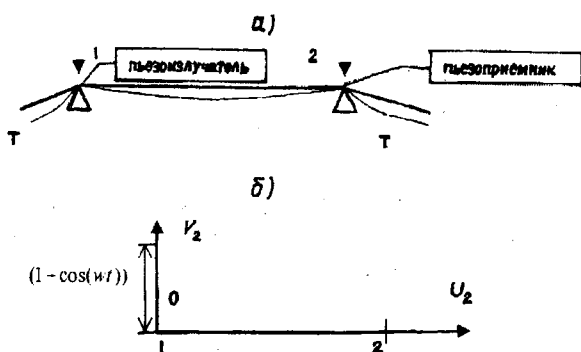


Рис. 3

На рис.3-а показан второй участок нити, а на рис.3-б – тот же участок с изображением системы координат и перемещения, создаваемого пьезоизлучателем в точке 1.

Продольное движение.

Начальные и граничные условия соответственно:

$$U_2(0, x) = 0; \quad U_2'(0, x) = 0, \quad (11)$$

$$U_2(t, x_1(t)) = \ell_1 - x_1(t);$$

$$U_2(t, x_2(t)) = \ell_1 + \ell_2 - x_2(t). \quad (12)$$

Условия (11) и (12) получены аналогично первому участку. В пространстве координат (U_2, V_2) положение точки 2 по оси U_2 равно 0.

Запишем функции A_2, B_2 на начальных участках изменения аргументов:

$$A_2(p_2) = B_2(q_2) = 0 \quad (13)$$

при

$$p_2 \in [\sqrt{\frac{\rho}{b}} \ell_1, \sqrt{\frac{\rho}{b}} (\ell_1 + \ell_2)]$$

и

$$q_2 \in [-\sqrt{\frac{\rho}{b}} \ell_1, -\sqrt{\frac{\rho}{b}} (\ell_1 + \ell_2)].$$

С помощью (12) составим схему построения $A_2(p_2)$ и $B_2(q_2)$:

$$B_2(q_2) = -A_2(q_2 + 2\sqrt{\frac{\rho}{b}} x_1) + \ell_1 - x_1(t), \quad (14)$$

$$A_2(p_2) = -B_2(p_2 - 2\sqrt{\frac{\rho}{b}} x_2) + \ell_1 + \ell_2 - x_2(t). \quad (15)$$

Поперечное движение.

Начальные и граничные условия соответственно:

$$V_2(0, x) = 0; \quad V_2'(0, x) = 0, \quad (16)$$

$$V_2(t, x_1) = \alpha(1 - \cos(\omega t)), \quad V_2(t, x_2) = 0. \quad (17)$$

На начальных участках изменения аргументов функции C_2 и D_2 следующие:

$$C_2(p_2) = D_2(p_2) = 0 \quad (18)$$

при

$$p_2 \in \left[\sqrt{\frac{g}{T}} \ell_1, \sqrt{\frac{g}{T}} (\ell_1 + \ell_2) \right];$$

$$q_2 \in \left[-\sqrt{\frac{g}{T}} \ell_1, -\sqrt{\frac{g}{T}} (\ell_1 + \ell_2) \right].$$

Запишем граничные условия в виде

$$V_2(t, x_1(t)) = C_2\left(t + \sqrt{\frac{g}{T}} x_1\right) + D_2\left(t - \sqrt{\frac{g}{T}} x_1\right) = \alpha(1 - \cos(\omega t)), \quad (19)$$

$$V_2(t, x_2(t)) = C_2\left(t + \sqrt{\frac{g}{T}} x_2\right) + D_2\left(t - \sqrt{\frac{g}{T}} x_2\right) = 0. \quad (20)$$

Для построения D_2 и C_2 с помощью зависимостей (19) и (20) соответственно получаем

$$D_2(q_2) = -C_2\left(q_2 + 2\sqrt{\frac{g}{T}} x_1\right) + \alpha(1 - \cos(\omega t)), \quad (21)$$

$$C_2(p_2) = -D_2\left(p_2 - 2\sqrt{\frac{g}{T}} x_2\right). \quad (22)$$

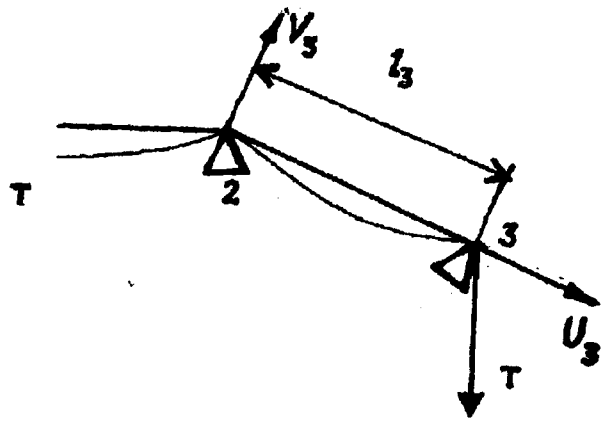


Рис. 4

На рис.4 представлен третий участок с изображением системы координат.

Продольное движение.

Начальные и граничные условия соответственно:

$$U_3(0, x) = 0; \quad U_3'(0, x) = 0, \quad (23)$$

$$U_3(t, x_2) = \ell_1 + \ell_2 - x_2(t);$$

$$U_3(t, x_3(t)) = \ell_1 + \ell_2 + \ell_3 - x_3. \quad (24)$$

Запишем функции A_3 и B_3 на начальных участках изменения аргументов:

$$A_3(p_3) = B_3(q_3) = 0,$$

$$p_3 \in \left[\sqrt{\frac{g}{b}} (\ell_1 + \ell_2), \sqrt{\frac{g}{b}} (\ell_1 + \ell_2 + \ell_3) \right], \quad (25)$$

$$q_3 \in \left[-\sqrt{\frac{g}{b}} (\ell_1 + \ell_2), -\sqrt{\frac{g}{b}} (\ell_1 + \ell_2 + \ell_3) \right].$$

Зависимости для получения конечно-разностной схемы построения функций A_3 и B_3 на остальных участках имеют вид:

$$B_3(q_3) = -A_3(q_3 - 2\sqrt{\frac{\rho}{b}}x_2) + l_1 + l_2 - x_2, \quad (26)$$

$$A_3(p_3) = -B_3(p_3 - 2\sqrt{\frac{\rho}{b}}x_3) + l_1 + l_2 + l_3 - x_3(t). \quad (27)$$

Поперечное движение.

Начальные и граничные условия соответственно:

$$V_3(0, x) = 0; \quad V_3'(0, x) = 0, \quad (28)$$

$$V_3(t, x_2) = 0; \quad V_3(t, x_3) = 0. \quad (29)$$

Запишем функции C_3 и D_3 на начальных участках изменения аргументов:

$$C_3(p_3) = D_3(q_3) = 0,$$

$$p_3 \in \left[\sqrt{\frac{\rho}{T}}(l_1 + l_2), \sqrt{\frac{\rho}{T}}(l_1 + l_2 + l_3) \right], \quad (30)$$

$$q_3 \in \left[-\sqrt{\frac{\rho}{T}}(l_1 + l_2), -\sqrt{\frac{\rho}{T}}(l_1 + l_2 + l_3) \right].$$

Для конечно-разностной схемы построения C_3 и D_3 из (29) получаем

$$D_3(q_3) = -C_3(q_3 + 2\sqrt{\frac{\rho}{T}}x_2), \quad (31)$$

$$C_3(p_3) = -D_3(p_3 - 2\sqrt{\frac{\rho}{T}}x_3). \quad (32)$$

Данные поперечные колебания при неучете сил веса на участке не присутствуют, при учете этих сил – тем более; при наличии взаимодействия каналов появляется поперечное колебание V .

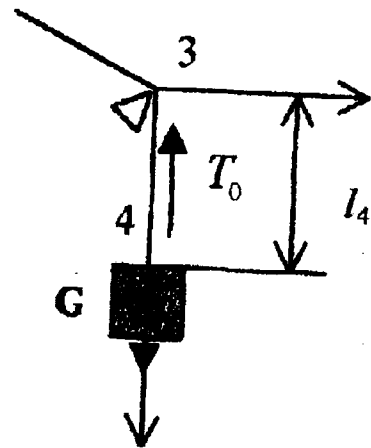


Рис. 5

На рис.5 изображен четвертый участок нити, где поперечные колебания отсутствуют, а продольные вызваны тем, что точки нити на опоре 3 ползают.

Продольное движение

Начальные условия:

$$U_4(0, x) = 0, \quad U_4'(0, x) = 0. \quad (33)$$

Запись функций A_4 и B_4 на начальных участках изменения аргументов:

$$A_4(p_4) = B_4(q_4) = 0,$$

$$p_4 \in \left(\sqrt{\frac{\rho}{b}}(l_1 + l_2 + l_3), \sqrt{\frac{\rho}{b}}(l_1 + l_2 + l_3 + l_4) \right),$$

$$q_4 \in \left(-\sqrt{\frac{\rho}{b}}(l_1 + l_2 + l_3 + l_4), -\sqrt{\frac{\rho}{b}}(l_1 + l_2 + l_3) \right), \quad (34)$$

$$q_4 \in \left(-\sqrt{\frac{\rho}{b}}(l_1 + l_2 + l_3 + l_4), -\sqrt{\frac{\rho}{b}}(l_1 + l_2 + l_3) \right).$$

$$-\sqrt{\frac{\rho}{b}}(l_1 + l_2 + l_3).$$

Граничные условия:

$$U_4(t, x_3) = \ell_1 + \ell_2 + \ell_3 - x_3(t). \quad (35)$$

Второе граничное условие в стандартной форме записано быть не может, поскольку точка 4 плавающая и ее координата изменяется в ходе колебаний. Поэтому вопрос о втором граничном условии рассмотрим подробнее.

Требование по первому граничному условию дает:

$$\begin{aligned} A_4(t + \sqrt{\frac{\rho}{b}}x_3) + B_4(t - \sqrt{\frac{\rho}{b}}x_3) = \\ = \ell_1 + \ell_2 + \ell_3 - x_3. \end{aligned} \quad (36)$$

Отсюда

$$\begin{aligned} B_4(t - \sqrt{\frac{\rho}{b}}x_3) = -A_4(t + \sqrt{\frac{\rho}{b}}x_3) + \\ + \ell_1 + \ell_2 + \ell_3 - x_3 \end{aligned}$$

или

$$\begin{aligned} B_4(q_3) = -A_4(q_3 + 2\sqrt{\frac{\rho}{b}}x_3) + \\ + \ell_1 + \ell_2 + \ell_3 - x_3. \end{aligned} \quad (37)$$

Вместо требования по второму граничному условию запишем уравнение движения груза весом G :

$$mU_{4t}'' = mg - [T_0 + bU_x']. \quad (38)$$

Второе слагаемое в правой части уравнения (38) учитывает силу от изменения деформации нити, а через U_x' обозначена производная по координате x .

Запишем уравнение (38) в общем виде:

$$mU_{4t}'' = mg - T_0 -$$

$$-b[A_4(t + \sqrt{\frac{\rho}{b}}x_4) + B_4(t - \sqrt{\frac{\rho}{b}}x_4)]_x'. \quad (39)$$

Производную от слагаемых в квадратных скобках, как было отмечено ранее, необходимо взять по координате x . Тогда получим

$$\begin{aligned} mU_{4t}'' = mg - T_0 - b[\sqrt{\frac{\rho}{b}}A_4' \cdot \\ \cdot (t + \sqrt{\frac{\rho}{b}}x_4) - \sqrt{\frac{\rho}{b}}B_4'(t - \sqrt{\frac{\rho}{b}}x_4)]. \end{aligned} \quad (40)$$

Здесь в квадратных скобках записаны производные по полным аргументам.

Интегрирование (40) по времени дает ($mg = T_0$):

$$\begin{aligned} mU_{4t}' = -b\sqrt{\frac{\rho}{b}}[A_4(t + \sqrt{\frac{\rho}{b}}x_4) - \\ - B_4(t - \sqrt{\frac{\rho}{b}}x_4)] \end{aligned} \quad (41)$$

или

$$\begin{aligned} mU_{4t}' = -b\sqrt{\frac{\rho}{b}}[A_4(p_4) - \\ - B_4(p_4 - 2\sqrt{\frac{\rho}{b}}x_4)]. \end{aligned} \quad (42)$$

В данном случае при интегрировании учитывалось, что производные от слагаемых в квадратных скобках (40) по полным составным аргументам равны производным от этих слагаемых по времени t .

Следовательно, для построения конечно-разностной схемы функции A_4 и B_4 будем иметь

$$A_4(t + \sqrt{\frac{\rho}{b}} x_4) = B_4(t - \sqrt{\frac{\rho}{b}} x_4) - \frac{m}{\sqrt{b\rho}} U'_{4t}$$

или

$$A_4(p_4) = B_4(p_4 - 2\sqrt{\frac{\rho}{b}} x_4) - \frac{m}{\sqrt{b\rho}} U'_{4t}. \quad (43)$$

На этапе запуска схемы полагаем $U'_{4t} = 0$, а при численном расчете U'_{4t} рассчитываем по данным предыдущего шага по формуле (42). Кроме того, при расчете полной схемы следует считать $x_4 = l_1 + l_2 + l_3 + l_4 = \text{const}$.

Конечно-разностная расчетная схема реализуется по соотношению (43), при использовании которого привлекается также формула (42).

ЛИТЕРАТУРА

1. Романов В.Е., Жабко А.П., Климов В.А. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. -1998, №6. С.83...84.
2. Червяков В.В., Жабко Л.Е. // Изв.вузов. Технология текстильной промышленности. -1999, №3. С.111...115.
3. Маежов Е.Г., Червяков В.В., Жабко Л.Е. // Изв.вузов. Технология текстильной промышленности. -1999, №4. С.115...122.

Рекомендована кафедрой автоматизации производственных процессов. Поступила 18.06.01.

УДК 621.317.7

ИЗМЕРИТЕЛЬ ПЛОТНОСТИ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО ЗАРЯДА НА ЛИНЕЙНЫХ ОБЪЕКТАХ

Б.К. СУШКО

(Башкирский государственный университет)

Проблема электризации синтетических волокон актуальна во всех отраслях текстильной промышленности. Высокая электризуемость волокон и нитей способствует накоплению на их поверхности пыли и микроорганизмов, что приводит к быстрому загрязнению последних и значительному снижению механических свойств. В результате сваливается пряжа, возникают утолщения и неровности, растет доля отходов и ухудшается внешний вид изделий [1, 2].

Значение заряда, возникшего на нити в процессе электризации, часто рассчитывают по результатам измерения напряженности E поля, создаваемого зарядом, равномерно распределенным по нити. Линейная плотность τ электростатического заряда, характеризующая электростатические

свойства исследуемого материала, связана с напряженностью E поля [3] выражением

$$\tau = \pi \epsilon_0 E H = \frac{\pi \epsilon_0 U h N}{r(N-r) \ln \frac{H+h}{r}}, \quad (1)$$

где U – величина потенциала на заряженной нити; r – радиус нити; H – расстояние от приемного электрода прибора до нити; ϵ_0 – диэлектрическая постоянная; $h = \sqrt{H^2 - r^2}$.

Из (1) видно, что измерение плотности электростатического заряда при такой методике является косвенным измерением, при этом его точность связана с точностью геометрических измерений расстояния H и радиуса нити. Еще значительно на ре-

зультат измерения влияет наличие в непосредственной близости от измерителя заземленных и заряженных предметов, искажающих исследуемое поле. Линейная плотность электростатического заряда в этом случае определяется как

$$\tau = E_{\text{изм}} \cdot \epsilon_0 H(1 + H/d), \quad (2)$$

где $E_{\text{изм}}$ – измеренное значение напряженности электростатического поля; d – расстояние между наэлектризованной нитью и ближайшим заземленным элементом оборудования.

Суммарная относительная погрешность в случае неблагоприятных условий измерения по этой методике может достигать 100% и более.

В ряде случаев для измерения заряда нити применяется устройство типа цилиндрическая мельница [4], состоящее из модуляционного датчика, преобразующего квазипостоянный полезный сигнал в сигнал переменного тока. При работе прибора в условиях больших высокочастотных помех (наводки от сетей питания, паразитные сигналы от технологического оборудования) входные цепи усилителя, даже помещенные в экран, воспринимают эти помехи. Поскольку вход прибора несимметричен, сигнал помехи усиливается вместе с полезным сигналом, ограничивая чувствительность измерителя.

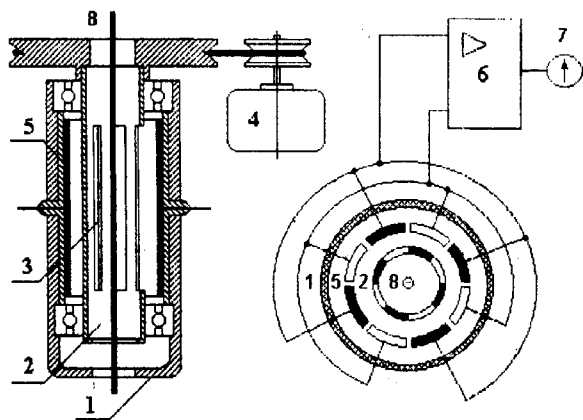


Рис. 1

С целью устранения ряда указанных недостатков нами разработано чувствительное и малоинерционное устройство для измерения электростатических зарядов на движущихся диэлектрических нитях (рис. 1).

Датчик устройства содержит цилиндрический корпус 1, в котором размещен модулятор 2, выполненный в виде цилиндра с прорезями 3, приводимый во вращение электродвигателем 4. Модулятор размещается внутри корпуса коаксиально с ним. По внутреннему периметру корпуса равномерно расположены приемные электроды 5, подключенные к измерительному блоку.

При вращении модулятора 2 происходит периодическое прерывание силовых линий электростатического поля заряженной нити у цилиндрической поверхности, образованной основными и дополнительными приемными электродами, при этом экранирование основных и дополнительных электродов происходит в противофазе. Входные емкости основных электродов C_1 и дополнительных C_2 относительно земли также изменяются в противофазе. Если $C_1(t) = C_0(1 + m \cos \omega t)$, то $C_2(t) = C_0(1 - m \cos \omega t)$, где m – коэффициент преобразования; C_0 – среднее значение емкости. Суммарное значение емкости входа дифференциального усилителя остается неизменным и равным $C_1(t) + C_2(t) = 2C_0$, поэтому косвенные шумы входных цепей не модулируются и не присутствуют на выходе измерителя.

Первичный преобразователь прибора имеет симметричную конфигурацию, а у используемого усилителя есть дифференциальный вход; оба входных проводника в каждый момент времени воспринимают одинаковый сигнал помехи, который вычитается аппаратным способом, поэтому не усиливается и не присутствует на выходе измерителя.

Две группы приемных электродов установлены друг относительно друга таким образом, что при вращении модулятора 2 обеспечивается их противофазное периодическое экранирование от поля заряженной нити. Противофазные полезные сигнала-

ты, снимаемые с приемных электродов, усиливаются балансным электрометрическим усилителем 6 и регистрируются измерительным прибором 7, шкала которого эткалибрована в единицах линейной плотности заряда нити 8.

Первичный преобразователь прибора обладает высоким коэффициентом преобразования полезного сигнала и низким уровнем шумов, что позволяет повысить чувствительность прибора. Достоинством прибора является то обстоятельство, что колебания, возникающие при протягивании нити, не влияют на результаты измерения, так как показания прибора мало зависят от положения нити в канале первичного преобразователя.

Использование в устройстве метода модуляции потенциала заряженной нити позволило создать малоинерционный прибор, работающий в частотном диапазоне, свободном от шумов вида $1/f$.

ненный на микросхеме DD3, является интегральным повторителем с единичным коэффициентом усиления полезного сигнала. Такое схемное решение позволяет подавлять сильные синфазные помехи. Резисторы R1 и R2 выполняют функцию отвода входных токов со входа усилителя, а R3 служит для регулировки чувствительности прибора.

Применение прибора [5] разрешает повысить точность измерения электростатического заряда на движущейся нити и снизить трудоемкость оценки эффективности обработки нитей антистатическими препаратами.

Предлагаемый прибор имеет следующие технические характеристики: диапазон измерения линейной плотности электростатического заряда $5 \cdot 10^{-11} \div 10^{-6}$ Кл/м; напряжение питания переменного тока 220 В, 50 Гц; потребляемая мощность 30 Вт; размеры измерительного блока 260x200x160 мм; размеры первичного преобразователя 100x120x80 мм; длина измерительного канала 100 мм; масса прибора 3,5 кг.

Результаты исследования электризуемости волокон в лабораторных условиях дают возможность прогнозировать электризацию изделий в технологическом процессе и в процессе их эксплуатации.

Согласно стандарту [6] считается, что текстильные материалы электризуются слабо, если заряженный образец создает напряженность поля от 0 до 3 кВ/см. Средней считается такая электризация, при которой возникает напряженность поля от 3 до 10 кВ/см. И, наконец, сильно наэлектризованные текстильные материалы создают напряженность электростатического поля свыше 10 кВ/см. В пересчете на линейную плотность электростатического заряда согласно (1) при значении $H=1$ см эти граничные значения для нитей будут выглядеть так: слабая электризация нитей $0 \div 7,5 \cdot 10^{-8}$ Кл/м; средняя электризация $7,5 \cdot 10^{-8} \div 2,8 \cdot 10^{-7}$ Кл/м; сильная электризация свыше $2,8 \cdot 10^{-7}$ Кл/м.

Для проведения равномерной зарядки образцов, исследуемых на электризацию, широко используется коронный электри-

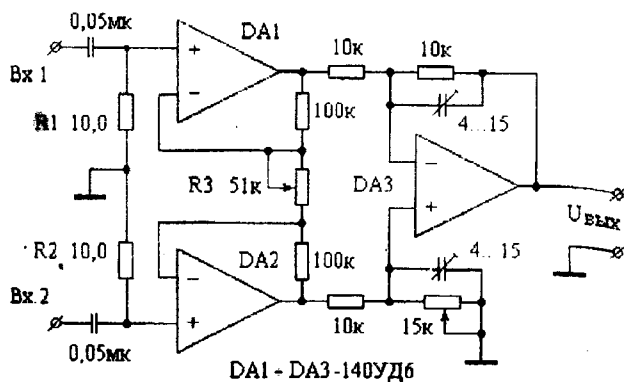


Рис. 2

На рис. 2 представлена схема дифференциального предварительного усилителя используемого в измерителе линейной плотности электростатического заряда. Усилитель собран на трех микросхемах К140УД6, входной каскад выполнен на операционных усилителях DD1 и DD2. Он обеспечивает большой коэффициент усиления для полезного сигнала и единичный коэффициент усиления для синфазной помехи. Второй каскад усилителя, выпол-

ческий разряд. Для таких испытаний разрабатываются специальные коронаторы, наиболее подходящие к условиям эксперимента и геометрии материала. Использование коронного разряда позволяет переключением полярности источника высокого напряжения легко изменять знак заряда, наносимого на материал, что не так просто осуществить при трибоэлектрическом способе зарядки.

На рис. 3 приведена блок-схема стенда для проведения лабораторных испытаний текстильных нитей на склонность к электризации.

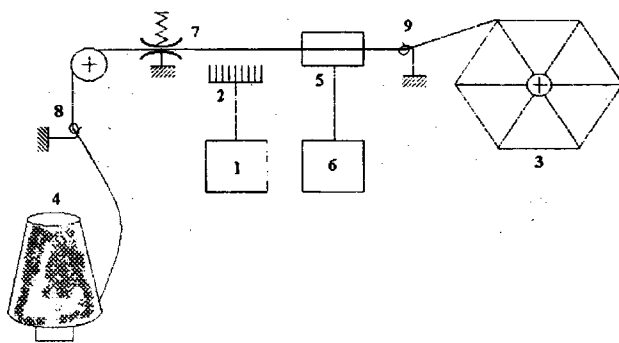


Рис. 3

Высокое напряжение ($3+10$ кВ) от высоковольтного источника 1 (типа ВС-23) через ограничивающее сопротивление подается на коронатор 2. Коронатор представляет собой гребенку из швейных игл, расположенных на расстоянии 1,5 см одна от другой и закрепленных в диэлектрической оправке. Концы игл размещаются параллельно нити на расстоянии 1 см от нее.

Коронный разряд, возникающий в результате протекания процессов ионизации молекул воздуха вблизи игл, заряжает нить. При помощи мотовила 3 нить сматывается с бобины 4, при этом заряженный участок нити подается в датчик 5 измерителя заряда 6. Нитепроводники 7 и 8 препятствуют возникновению чрезмерных колебаний нити при ее движении.

Экранированная конструкция датчика измерителя заряда позволяет размещать его в непосредственной близости от коронатора, при этом потенциал высокого напряжения, подаваемый на коронатор, не наводит сигнала помехи на датчике.

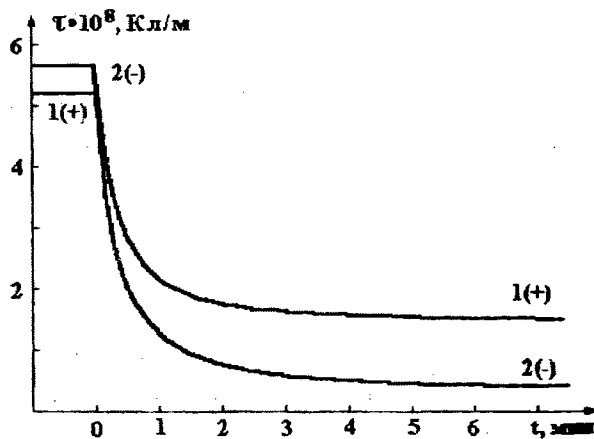


Рис. 4

Использование прибора проиллюстрировано (рис.4) временными зависимостями спада сигнала линейной плотности электростатического заряда, снятыми с его помощью, для текстильных нитей из волокна Лола (эти нити используются для приготовления трикотажной сетки ПТО-41). Удельное объемное сопротивление нитей $\rho_v = 1,9 \cdot 10^{11}$ Ом·см, а их удельное поверхностное сопротивление $\rho_s = 1,8 \cdot 10^{12}$ Ом.

Нити заряжались на стенде (рис.3) в поле коронного разряда при напряжении на коронаторе 7 кВ. Из графиков видно, что нанесенный на нить отрицательный заряд спадает примерно в два раза быстрее (кривая 2), чем положительный (кривая 1). Времена полуспада максимального заряда для этих процессов соответственно 15 и 32 с. Остаточный положительный заряд держится на материале длительное время (десятки минут).

Установка позволяет проводить испытания нитей и на склонность к электризации трением. Для этого нить с усилием протягивается через узел 7 (рис. 3), представляющий подпружиненное зажимное приспособление, содержащее сменный вкладыш из второго исследуемого материала. Этот материал вместе с материалом нити составляют трибоэлектрическую пару. Подбор материалов пар производится так, чтобы наиболее полно имитировать процессы электризации трением в условиях эксплуатации.

Описанный измеритель электростатических зарядов текстильных нитей предназначен для измерения степени электризации движущихся диэлектрических нитей, волокон, пряжи, лент и т.д. в процессе изготовления и переработки.

Прибор можно использовать для оценки эффективности обработки синтетических волокон различными антистатическими препаратами. Он рекомендуется также для применения на предприятиях по производству химического волокна; в легкой, текстильной и хлопкопрядильной промышленности для оценки электростатических свойств сырья и готовых изделий.

Применение динамического индукционного электрометра со специально сконструированным датчиком с целью исследований склонности нитей к электризации позволяет с большей точностью (чем это делалось ранее) измерять значения линейной плотности электростатического заряда на нитях, а также регистрировать динамику процесса спада заряда, что делает эти исследования более информативными.

Приборы контроля за уровнем зарядов и электростатических полей в пространстве и на поверхности заряженных объектов в настоящее время должны обеспечиваться методиками и средствами измерения и проверки.

В целях проведения градуировки или проверки точности показаний прибора в его рабочем канале вместо нити размещается закрепленная на внешних изоляторах металлическая проволока по возможности того же диаметра, что и исследуемая нить.

На проволоку подается потенциал с выхода стабилизированного источника постоянного напряжения (например, блока питания ВС-23). Уровень потенциала контролируется вольтметром или киловольтметром (например, киловольтметром марки С-96). Предел допустимой основной относительной погрешности измерений при такой градуировке находится на уровне не более 5%. Потенциал поля длинной заряженной нити связан с линейной плотностью τ электростатического заряда на ней [7] формулой

$$\tau = \frac{2\pi\epsilon_0\phi}{\ln(r/r_0)} \quad (3)$$

Здесь ϕ – потенциал на поверхности нити радиусом r_0 ; r – радиус эквипотенциальной цилиндрической поверхности, на которой расположены приемные электроды прибора. Ось этой поверхности совпадает с осью заряженной нити. На основе этой формулы могут быть рассчитаны и построены таблицы и графики для перевода результатов измерений, полученных в единицах потенциала, в значения линейной плотности электростатического заряда на поверхности нити. Измерения плотности заряда в этом случае являются косвенными, поэтому оценка погрешности измерений должна осуществляться в соответствии с [8].

Кроме зарядов, возникающих на нитях из высокоомных синтетических материалов, с помощью описанного прибора можно измерять заряды, наводимые на тонких жестких диэлектрических стержнях, что используется при испытаниях новых материалов на электризуемость.

Прибор позволяет также измерять напряженности полей, создаваемых тонкой металлической проволокой. При фиксированном напряжении на ней величина поля зависит от диаметра проволоки, что позволяет использовать такую систему для оперативного контроля качества проволоки [9].

ЛИТЕРАТУРА

1. Полоник П.А. Борьба со статическим электричеством в текстильной и легкой промышленности. – М.: Легкая индустрия, 1966.

2. Penzel E., Jansen G. // Melliand Textilberichte. – 1975. В. 56, № 7. S. 520...526.

3. Лабораторный практикум по текстильному материаловедению / Учебн. пособие: – М.: Легкая индустрия, 1974.

4. Статическое электричество при переработке химических волокон / Под ред. И.П. Генца, – М.: Легкая индустрия, 1966.

5. А.С. 966626 СССР, G 01R 29/24. Измеритель поверхностной плотности заряда диэлектриков /

Б.К. Сушко, Р.З. Бахтизин, С.С.Гон. – Оpubл. 1982. Бюл. № 38.

6. CSN 80 0059: Urceni elektrostatickych vlastnosti textilli a antistaticke celnnosti uprav (navrh).

7. Говорков В.А. Электрические и магнитные поля. – М.: Энергия, 1968.

8. МИ 2083-90 ГСИ. Измерения косвенные. Определение результатов измерений и оценивание их погрешностей.

9. Бахтаев Ш.А. Коронный разряд на проводах. – Алма-Ата: Наука, 1984.

Рекомендована кафедрой физической электроники. Поступила 23.04.01.

УДК 677.027:12:677.21.074

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОКАЗАТЕЛЯ КАПИЛЛЯРНОСТЬ
ХЛОПЧАТОБУМАЖНЫХ ТКАНЕЙ НА КИНЕТИКУ ИХ ПРОПИТКИ**

М.Н.ГЕРАСИМОВ, О.Н.МАХОВ

(Ивановская государственная текстильная академия)

В [1] на основе результатов экспериментального исследования пропитки водой суровых тканей из природных целлюлозных волокон дана интерпретация механизма этого процесса и предложены формулы для расчета его кинетики, учитывающие физические характеристики пропитываемой жидкости, тип волокнистого состава ткани, ее геометрические и структурные характеристики.

Примененные в этой работе методика исследования и ее аппаратное оформление использованы нами для оценки влияния на кинетику пропитки водой хлопчатобумажных тканей, подвергнутых предварительной щелочной подготовке. Качество такой подготовки оценивалось показателем капиллярности χ , определяемым по ГОСТу 3816-81. Эксперименты проводили на хлопчатобумажных тканях: бязь арт.157 (при трех значениях χ : 50; 64 и 120 мм/ч); диагональ арт. 212 ($\chi = 140$ мм/ч); миткаль арт. 6 ($\chi = 155$ мм/ч). Температуру пропитываемой воды варьировали в диапазоне 20...60°C. Физико-механические характеристики этих тканей приведены в [1].

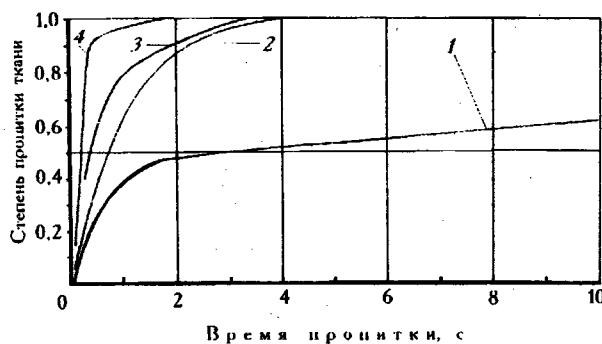


Рис. 1

На рис.1 представлены полученные экспериментально кинетические кривые пропитки водой ($t_{ж} = 40^{\circ}\text{C}$) бязи арт.157: кривая 1 – суровая, $\chi = 0$; 2 – $\chi = 50$ мм/ч; 3 – $\chi = 64$ мм/ч; 4 – $\chi = 120$ мм/ч. Аналогичные по характеру кинетические кривые получены для диагонали арт. 212 ($\chi = 140$ мм/ч) и миткаля арт.6 ($\chi = 155$ мм/ч). Анализ полученных кинетических кривых пропитки

показал, что изменение степени $\delta_{\text{пр}}$ заполнения порового объема текстильного полотна жидкостью в зависимости от времени τ пребывания в ней ткани можно описать степенной функцией, по характеру, аналогичной для описания кинетики пропитки водой суровых тканей из природных целлюлозных волокон, предложенной в [1]:

$$\delta_{\text{пр}} = \left(\frac{\tau \sigma}{k h_{\text{тк}}^2 \mu \epsilon} \right)^{0.2}, \quad (1)$$

где σ и μ – соответственно поверхностное натяжение (Н/м) и динамическая вязкость (Па·с) пропитываемой воды при соответствующей ее температуре; k – коэффициент, получивший название коэффициента сопротивления пропитке, определяемый опытным путем по кинетическим кривым пропитки, м^{-1} ; $h_{\text{тк}}$ – толщина полотна ткани, м; ϵ – пористость ткани (отношение объема пор ткани к общему ее объему).

Отличие в использовании формулы (1) для описания кинетики пропитки текстильных полотен, получивших предварительную щелочную подготовку, заключается в определении коэффициента k , величина которого существенно зависит от показателя капиллярности χ пропитываемого текстильного полотна. Обработка экспериментальных данных позволила получить эмпирическую зависимость для расчета этого коэффициента для хлопчатобумажных тканей, имеющих показатель χ в диапазоне от 50 до 155 мм/ч:

$$k = (1,9 - \chi^{0,12}) \cdot 10^{10}, \text{ м}^{-1}. \quad (2)$$

Формула (2) определяет не только количественные различия в значениях k для подготовленных тканей по сравнению с аналогичным коэффициентом для суровых тканей [1], но и отражает качественные отличия в механизме пропитки суровых и подготовленных текстильных полотен.

Продолжительность пропитки суровых тканей в основном определяется продолжительностью заполнения тупиковых и квазитупиковых капилляров, содержащих защемленный воздух. Доля таких пор в структуре неподготовленных (суровых) тканей от всего порового объема текстильного полотна составляет от 60% и выше. С увеличением показателя капиллярности тканей, количество квазитупиковых пор в их структуре снижается, что сокращает время пропитки.

При показателе капиллярности тканей $\chi \geq 120$ мм/ч процесс заполнения их структуры жидкостью можно условно разбить на два периода. До степени пропитки полотна $\delta_{\text{пр}} = 0,90 \dots 0,93$ заполнение протекает за десятые доли секунды. Механизм заполнения в этом периоде в основном определяется закономерностями капиллярных явлений, протекающих в капиллярах со смачиваемой поверхностью. Во втором периоде, когда окончательное заполнение порового объема ткани завершается (от $\delta_{\text{пр}} = 0,90 \dots 0,93$ до $\delta_{\text{пр}} = 1,0$), происходит заполнение тупиковых капилляров волокон, в которых остался защемленный воздух. Продолжительность этого периода составляет уже секунды и зависит в основном от температуры жидкости, геометрических и структурных характеристик ткани и показателя ее капиллярности.

Таблица 1

Капиллярность χ ткани, мм/ч и температура $t_{ж}$ воды, °С соответственно	Тип данных	Время пребывания ткани в воде, с				Расчетное время (с) полной пропитки ткани $\delta_{пр}=1$
		1,0	2,0	3,0	4,0	
		Степень пропитки ткани $\delta_{пр}$				
Бязь хлопчатобумажная, арт.157						
50 20	1		0,775	0,850	0,930	5,94
	2		0,797	0,872	0,924	
	$\Delta, \%$		-2,8	-2,5	+0,7	
50 40	1		0,858	0,948	0,987	4,18
	2		0,863	0,939	0,991	
	$\Delta, \%$		-0,6	+1,0	-0,4	
50 60	1		0,950	1,00		3,13
	2		0,914	0,998		
	$\Delta, \%$		+3,9	+2,0		
64 20	1	0,744	0,900	0,953	0,991	5,01
	2	0,724	0,832	0,902	0,956	
	$\Delta, \%$	+2,7	+8,2	+5,7	+3,6	
64 60	1	0,903	0,990			2,64
	2	0,824	0,946			
	$\Delta, \%$	+9,2	+5,4			
120 20	1	0,912	0,941			2,46
	2	0,835	0,960			
	$\Delta, \%$	+9,2	-2,0			
120 40	1	0,935	0,980			1,73
	2	0,896	1,00			
	$\Delta, \%$	+4,3	-2,0			
120 60	1	0,964	0,992			1,29
	2	0,950	1,00			
	$\Delta, \%$	+0,6	-9,0			
Диагональ хлопчатобумажная, арт.212						
140 20	1		0,964	0,990		3,07
	2		0,918	0,995		
	$\Delta, \%$		+5,0	-0,5		
140 60	1	0,963	0,983			1,62
	2	0,908	1,04			
	$\Delta, \%$	+5,0	-6,0			
Митраль, арт.6						
155 20	1	0,897	1,00			1,30
	2	0,953				
	$\Delta, \%$	-5,9				
155 40	1	0,939				0,90
	2	1,02				
	$\Delta, \%$	-8,1				

Примечание: 1 – экспериментальное; 2 – расчетные значения.

В табл.1 представлены полученные нами экспериментальные значения показателей степени $\delta_{пр}$ пропитки тканей в сравнении с расчетными значениями этого показателя, определенного с использованием выражений (1) и (2). Во всех случаях отклонение Δ экспериментальных значений показателя степени $\delta_{пр}$ пропитки от его расчетных значений не превышает $\pm 9,5\%$, что подтверждает высокую эффективность использования предложенных формул для расчета кинетики пропитки в воде хлопчатобумажных тканей, имеющих различный показатель их капиллярности.

Анализ расчетных значений времени полной пропитки ($\delta_{пр}=1$), представленных в правой крайней колонке табл.1, показывает, что при температуре обрабатываемых технологических растворов 20... 25°C даже для тканей, имеющих показатель капиллярности выше 120 мм/ч, это время превышает время пребывания в растворе текстильных полотен, обрабатываемых в реальных промышленных условиях.

При использовании применяемых конструкций ванн плюсовых максимальная длина заправки полотна в жидкости (от входа ткани в ванну с раствором до ее поступления в жало отжимных валов) не превышает 1,5 м. При скоростях обработки 60...80 м/мин время пребывания ткани в растворе не будет выше 1,5...1,0 с. Еще большее расхождение реального времени пребывания ткани в обрабатываемом растворе и времени, требующегося для полной ее пропитки, будет иметь место при обработке тканей с пониженным показателем капиллярности.

Нами с помощью эксперимента оценено влияние на степень пропитки смоченной в воде ткани (бязь арт.157, с показателем капиллярности 120 мм/ч) прожима ее в жале отжимных валов. Процесс пропитки ткани проводили по трем режимам с последующей оценкой достигнутой в каждом режиме степени пропитки ткани. Температура пропитываемой воды и время пребывания в ней ткани во всех режимах были одинаковыми: $t_{ж} = 20^{\circ}\text{C}$ и $\tau = 1,5$ с.

В режиме 1 ткань после пребывания в жидкости не подвергалась прожиму в жале валов. В режиме 2 ткань после пропитки пропускалась через жало валов, усилие сжатия которых обеспечивало остаточную влажность полотна 80%. В режиме 3 ткань после пропитки также подвергалась отжиму, но с большим усилием, обеспечивающим остаточную влажность полотна 75%. Полученные в результате эксперимента данные представлены в табл. 2.

Таблица 2

Режим пропитки	1	2	3
Степень пропитки ткани $\delta_{пр}$	0,936	0,941	0,942

Как видно из табл. 2, отжим полотна в жале валов плюсовки не улучшает степень пропитки ткани. Это связано с тем, что на момент поступления ткани в жало валов в структуре ее волокон имеются тупиковые капилляры, не заполненные жидкостью. В этих тупиковых капиллярах остался заземленный воздух, который не может быть удален за счет избыточного давления, создаваемого в полотне при его прохождении в жале валов.

Следовательно, доведение степени пропитки подготовленных хлопчатобумажных тканей до полного заполнения всей поровой структуры (в том числе пор отдельных волокон) обуславливает необходимость или увеличения времени пребывания ткани в жидкости, что связано с увеличением длины заправки полотна в ванне, или применения методов и устройств, интенсифицирующих процесс пропитки.

Использование результатов настоящего исследования и предложенных расчетных формул позволит учитывать особенности кинетики пропитки тканей из целлюлозных волокон при разработке эффективных

технологических режимов в процессах их подготовки, крашения, заключительной химической отделки и промывки.

ВЫВОДЫ

1. Предложено процесс пропитки хлопчатобумажных тканей, прошедших предварительную щелочную подготовку, условно разбить на два периода, отличающихся интенсивностью заполнения жидкостью их структуры: в первом (начальном), протекающем за десятые доли секунды и заканчивающимся при заполнении 90...93% порового объема текстильного полотна, процесс идет интенсивно, что обусловлено преобладанием в этом периоде механизма капиллярного впитывания; во втором (завершающем) происходит заполнение жидкостью тупиковых капилляров, расположенных в структуре единичных волокон и содержащих защемленный воздух, что значительно снижает интенсивность процесса пропитки в этом периоде.

2. Представлена эмпирическая формула для расчета величины коэффициента сопротивления пропитке, учитывающая показатель капиллярности хлопчатобумажных тканей, которая позволяет использовать найденную в [1] аналитическую зависимость для расчета кинетики пропитки водой суровых тканей из целлюлозных волокон для расчета кинетики пропитки хлопчатобумажных тканей, имеющих различную степень предварительной щелочной подготовки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Герасимов М.Н., Махов О.Н. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2001, №4. С. 77...83.

Рекомендована кафедрой теплотехники. Поступила 17.05.01.

УДК 66.047.7

СОПОСТАВИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СУШИЛОК С АКТИВНОЙ ГИДРОДИНАМИКОЙ ДЛЯ ВОЛОКНООБРАЗУЮЩИХ ПОЛИМЕРОВ

М.Б. САЖИНА, В.А. УГЛОВ

(Российский заочный институт текстильной и легкой промышленности)

Цель работы заключалась в выборе рациональной с энергетической и экологической точек зрения конструкции аппарата и аппаратурного оформления процесса сушки волокнообразующих полимеров в активных гидродинамических режимах. Объектом исследования служил суспензи-

онный поливинилхлорид (ПВХ), относящийся к числу наиболее распространенных полимеров технического назначения, использующийся, в частности, как волокнообразующий полимер. Количественная оценка основных характеристик ПВХ как объекта сушки приведена в табл. 1.

№ п/п	Наименование характеристики	Количественная оценка
1.	Структурно-механические:	
	насыпной вес, кг/дм ³	560
	средний диаметр частиц, мм	0,12
2.	угол естественного откоса сухого материала, град	29,5
	Теплофизические:	
	теплоемкость сухого ПВХ, кДж/кг-град	1,17
	теплоемкость ПВХ при максимальной гигроскопической влажности, кДж/кг-град	1,59
	теплопроводность сухого ПВХ, Вт/м-град	0,10
	теплопроводность ПВХ при максимальной гигроскопической влажности, Вт/м-град	0,16
	температуропроводность сухого ПВХ ($\alpha \cdot 10^7$), м ² /с	0,972
температуропроводность ПВХ ($\alpha \cdot 10^7$) при максимальной гигроскопической влажности, м ² /с	1,722	
3.	Влагосодержание ПВХ, %, соответствующее:	
	максимальному гигроскопическому состоянию при 20°C	10,4
	полимолекулярной адсорбции при 105°C	2,3
	мономолекулярной адсорбции при 80°C	0,2
	при 105°C	0,1

Комплексный анализ основных характеристик ПВХ показывает, что последний относится к третьему классу по новой классификации материалов как объектов сушки [1]. Критический диаметр пор для

таких материалов составляет 60 Å.

Для достижения требуемого конечного влагосодержания ПВХ ($\approx 0,3\%$) необходимо удалить свободную, капиллярно-связанную влагу, а также частично влагу полимолекулярной адсорбции. Равновесное влагосодержание 0,3% соответствует влажности воздуха 70%. Для материалов этого класса до настоящего времени использовались двухступенчатые трубы-сушилки; при этом сушильный агрегат, включая систему улавливания, состоит из 8 аппаратов. Практическая реализация таких схем требует обеспечения времени пребывания материала на каждой стадии

процесса в соответствии с кинетическими закономерностями сушки ПВХ.

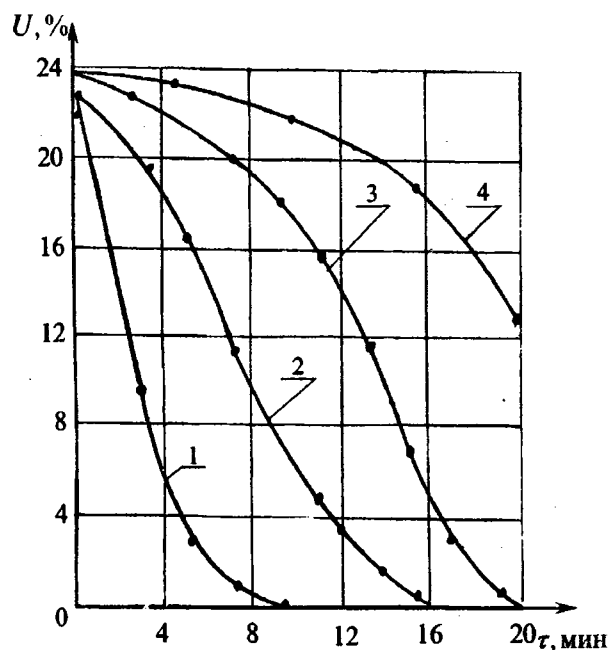


Рис. 1

На рис. 1 изображены кривые кинетики сушки ПВХ в неподвижном слое при различной влажности и температуре теплоносителя (кривая 1— $t=80^{\circ}\text{C}$, $\varphi=5\%$; 2— $t=80^{\circ}\text{C}$, $\varphi=30\%$; 3— $t=80^{\circ}\text{C}$, $\varphi=40\%$; 4— $t=60^{\circ}\text{C}$, $\varphi=57\%$).

Комплексный анализ ПВХ как объекта сушки в сочетании с данными по кинетике сушки позволяет получить оценки параметров обобщенного кинетического уравнения массопередачи [2], которое широко используется для практических расчетов кинетики сушки различных продуктов, а также и для других процессов. Это уравнение лежит в основе математической модели процесса сушки дисперсных мате-

риалов в аппаратах с активной гидродинамикой [3].

Приведенные выше оценки характеристик ПВХ как объекта сушки и кривые кинетики сушки позволяют определить параметры сушильного агента при реализации процесса сушки в типовых конструкциях аппаратов с активной гидродинамикой. Окончательный выбор аппаратного оформления и режима сушки можно осуществить на основе сопоставительного анализа эффективности работы возможных вариантов оформления процесса. Методика такого анализа на основе эксергетических характеристик материальных потоков, взаимодействующих в установке, разработана ранее в [4].

Таблица 2

Тип сушильной установки	Производительность по готовому продукту, кг/ч	Температура сушильного агента, $^{\circ}\text{C}$			Удельный расход тепла, кДж/кг	Эксергетический КПД
		на входе I ступени	на входе II ступени	на выходе		
ТС 600/600	3000	180	125	75	1060	23,7
ТС 1200/800	3800	180	125	75	1790	18,7
ТС 500/400	600	150	100	79	2050	14,9
ТС 1200/СВЗП-2000 (проект)	4000	180	180	73	1030	25,9
Рекомендуемая сушилка	5000	180	-	70	950	30,2

Результаты эксергетического анализа применительно к процессу сушки ПВХ представлены в табл. 2. Сопоставлены используемые на практике двухстадийные варианты организации этого процесса в двухступенчатых трубах-сушилках, модернизированная схема НИИХИММАШа с использованием на этапе досушки ПВХ аппарата со встречными закрученными потоками (ВЗП), а также предлагаемая новая схема одноступенчатой сушки ПВХ в аппарате СВЗП, работающем в режиме вращающегося кольцевого слоя дисперсного материала. В последнем случае удастся обеспечить необходимое для достижения

кондиционной влажности продукта время пребывания материала в аппарате СВЗП и одновременную с сушкой сепарацию готового продукта из отработанного сушильного агента.

Представленные в табл. 2 данные свидетельствуют о перспективности использования для сушки ПВХ аппаратов со встречными закрученными потоками взаимодействующих фаз, работающих в режиме вращающегося кольца дисперсного материала. При этом число аппаратов в сушильном агрегате сокращается с восьми до двух. Кроме того, возможность регулировки времени пребывания материала в

аппарате за счет его удержания во вращающемся кольце позволяет расширить диапазон продуктов, которые могут быть эффективно высушены в многофункциональных аппаратах ВЗП.

ВЫВОДЫ

1. Определены характеристики ПВХ как объекта сушки и получены кривые кинетики сушки этого продукта. Комплексный анализ полученных данных позволил разработать оптимальное техническое решение для сушки ПВХ на основе сушилки со встречными закрученными потоками (СВЗП).

2. Проведен сопоставительный анализ эффективности работы типовых сушильных установок с активной гидродинамикой для сушки ПВХ. Рекомендована одностадийная сушка ПВХ в аппарате СВЗП, работающем в режиме кольцевого вращающегося слоя высушиваемого материала, имеющем существенные преимущества перед используемыми в настоящее время

техническими решениями для сушки волокнуобразующих полимеров типа ПВХ и позволяющем сократить число аппаратов в сушильном агрегате с восьми до двух.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сажин В.Б., Сажина М.Б. Сушка в закрученных потоках. – М., 2001.
2. Сажин Б.С., Реутский В.А. Сушка и промывка текстильных материалов. – М.: Легпромбытиздат, 1990.
3. Булеков А.П. и др. Статистический метод расчета процессов тепловой обработки дисперсных материалов в аппаратах ВЗП // Успехи в химии и химической технологии. – М., 2000, № 1, т. XIV.
4. Сажин Б.С., Булеков А.П., Сажин В.Б. Оценка эффективности работы аппаратов с активным гидродинамическим режимом на основе их эксергетических характеристик // ТОХТ, – 1999, № 5, 33.

Рекомендована кафедрой теплотехники. Поступила 01.06.01.

УДК 662.92

ОПТИМАЛЬНЫЕ РЕЖИМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ТЕКСТИЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Б.С. САЖИН, М.П. ТЮРИН, Л.М. КОЧЕТОВ

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)

В настоящее время в целях обеспечения теплотой технологических процессов и систем отопления значительное число предприятий текстильной промышленности имеют собственные котельные, укомплектованные, как правило, котлами малой мощности с существенно различающимися расходными характеристиками, в соответствии с чем экономичность работы котельной зависит от распределения нагрузки между ними.

Экономичное распределение нагрузки между котлоагрегатами производится [1...3] следующими методами: поддержания наибольшего КПД котлоагрегатов с последовательной загрузкой наиболее экономичных из них до полной производительности; загрузки котлоагрегатов пропорционально их номинальной производительности и равенства относительных приростов расхода топлива.

Наиболее теоретически обоснован последний из перечисленных методов, одна-

ко при его реализации используются однофакторные математические модели расходных характеристик, полученные по результатам балансовых испытаний при оптимальных значениях коэффициента избытка воздуха:

$$V=f(Q) \quad (1)$$

или

$$V=f(D), \quad (2)$$

где V – расход топлива; Q – теплопроизводительность; D – паропроизводительность.

Вместе с тем экономичность работы котлоагрегатов в большей степени зависит именно от значения коэффициента избытка воздуха, которое в первом приближении

может быть оценено по содержанию свободного кислорода в дымовых газах на выходе из топочной камеры:

$$\alpha=21/(21-(O_2)), \quad (3)$$

где 21 – объемное содержание кислорода в атмосферном воздухе, %; O_2 – объемное содержание кислорода в дымовых газах, %.

Таким образом, коэффициент избытка воздуха и объемное содержание кислорода в дымовых газах однозначно связаны между собой. Зависимость величины коэффициента избытка воздуха, которая является важнейшей характеристикой эффективности процесса сжигания топлива в топочной камере, от содержания кислорода в уходящих газах представлена на рис. 1.

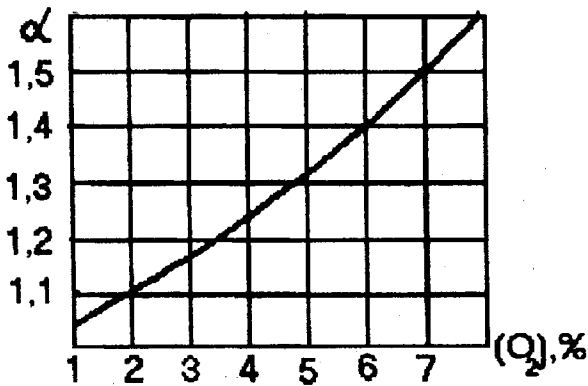


Рис. 1

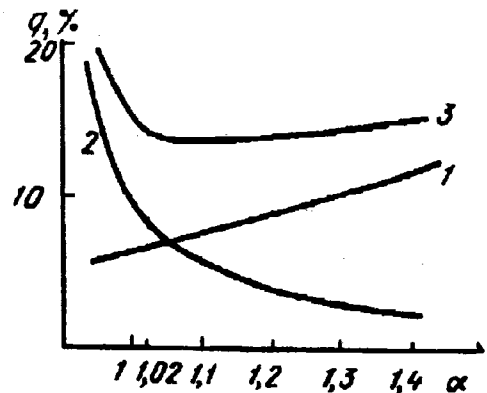


Рис. 2

На рис. 2, где кривая 1– q_2 – потери с уходящими газами; 2– q_3 – потери от химической неполноты сгорания топлива; 3– q_2+q_3 , приведена зависимость отдельных составляющих тепловых потерь в котлоагрегате от величины коэффициента избытка воздуха [1].

Область горения, в которой коэффициент избытка воздуха имеет значение, меньшее 1,02, характеризуется значительными потерями, обусловленными неполным сгоранием топлива, и, кроме того, повышенной степенью загрязнения окружающей среды. С другой стороны, в ре-

жимах, при которых коэффициент избытка воздуха превышает значение 1,10, происходит увеличение теплотерь с отработанными газами и снижение эффективности горения. Наличие избыточного кислорода ведет к увеличению количества оксидов азота и серы, что также нежелательно по условиям охраны окружающей среды.

В реальных условиях для котлоагрегатов, применяемых в отечественной промышленности, оптимальное значение коэффициента избытка воздуха несколько выше. Кроме того, величина оптимального значения коэффициента избытка воздуха

существенно зависит от величины нагрузки котлоагрегата и при малых нагрузках может достигать значений $\alpha=1,4\dots 1,6$.

Ведение режима горения при оптимальных значениях коэффициента избытка воздуха α на всех нагрузках возможно лишь при использовании цифровых систем управления процессом горения или аккумуляторов теплоты, выравнивающих график нагрузки котельной.

Сегодня в связи с существенными колебаниями нагрузки процесс горения ведется с максимальными значениями коэффициента избытка воздуха, что приводит к неоправданно большим потерям.

Для оптимального управления процессом горения необходимо иметь зависимость $\alpha_{\text{опт}}=f(Q)$ или $\alpha_{\text{опт}}=f(D)$, полученную экспериментальным путем.

Наиболее удобно для этих целей использовать расходные характеристики, представленные с достаточной для практики точностью в виде двухфакторных математических моделей:

$$V = b_0 + b_1Q + b_2(O_2) + b_{11}Q^2 + b_{12}Q(O_2) + b_{22}(O_2)^2 \quad (4)$$

или

$$V = a_0 + a_1D + a_2(O_2) + a_{11}D^2 + a_{12}D(O_2) + a_{22}(O_2)^2, \quad (5)$$

где Q – тепловая нагрузка котлоагрегата, ГДж/ч; D – паропроизводительность, т/ч; (O_2) – содержание кислорода за топочной камерой, %.

В этом случае оптимальное значение коэффициента избытка воздуха в зависимости от нагрузки определяется по оптимальному содержанию кислорода в дымовых газах, однозначно связанных между собой:

$$\frac{dV}{d(O_2)} = a_2 + a_{12}D + 2a_{22}(O_2) = 0, \quad (6)$$

$$(O_2) = -\frac{-a_2 + a_{12}D}{2a_{22}}. \quad (7)$$

По значениям $V, D, (O_2)$, полученным в результате балансовых испытаний двух котлоагрегатов ДКВР-6,5/13, проведенных на Московском производственном кожевенном объединении, рассчитаны коэффициенты расходных характеристик (РХ) котлоагрегатов, значения которых приведены в табл. 1. При этом для первого котлоагрегата максимальное значение содержания кислорода в уходящих газах оказалось равным 8%, что соответствует значению коэффициента избытка воздуха, равному 1,61. Для второго котлоагрегата максимальное значение содержания кислорода в уходящих газах и соответствующее ему значение коэффициента воздуха соответственно составили 7% и 1,5.

Таблица 1

Котлоагрегат	a_0	a_1	a_2	a_{11}	a_{12}	a_{22}
№ 1	97,2	118,6	-20,5	0,915	2,45	1,12
№ 2	65,0	101,2	-9,21	7,64	2,35	0,718

Для обоих котлоагрегатов получены РХ для оптимальных и максимальных значений содержания кислорода в дымовых газах за котлоагрегатами:

$$I. V_{\text{опт}} = 3,4 + 141,1D - 0,425D^2, \quad (8)$$

$$V_{\alpha=1,61} = 4,9 + 138,2D + 0,915D^2, \quad (9)$$

$$\Delta V = V_{\alpha=1,61} - V_{\text{опт}} = 1,5 - 2,9D + 1,34D^2; \quad (10)$$

$$\text{II. } V_{\text{опт}} = 36,5 + 116,3D + 5,72D^2, \quad (11)$$

$$V_{\alpha=1,5} = 36,7 + 117,7D + 7,64D^2, \quad (12)$$

$$\Delta V = V_{\alpha=1,5} - V_{\text{опт}} = 0,2 + 1,4D + 1,92D^2. \quad (13)$$

С целью оценки величины перерасхода топлива и резервов экономии топливно-энергетических ресурсов рассчитаны удельные расходы топлива при максимальных и оптимальных значениях коэффициента избытка воздуха для различных нагрузок котлоагрегатов. Расчеты показали, что при управлении процессом горения при максимальном коэффициенте избытка воздуха перерасход топлива при нагрузках, близких к номинальным или максимальным, может достигать 5...10%, что говорит о существенной неэффективности применяемых в настоящее время систем управления режимами горения и о значительных резервах экономии топлива в промышленных котельных.

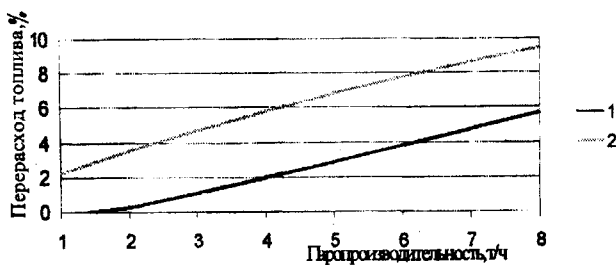


Рис. 3

На рис. 3 изображены графические зависимости перерасхода топлива для первого и второго котлоагрегатов в зависимости от паропроизводительности.

Как видно из рис. 3, при ведении режима горения при максимальных значениях коэффициента избытка воздуха перерасход топлива при наивысших нагрузках достигают соответственно для обоих котлоагрегатов 6 и 9%.

Наблюдается также и различие в эффективности работы этих котлоагрегатов, что объясняется различием их расходных характеристик и различной зависимостью оптимальных значений коэффициентов избытка воздуха от нагрузки. Как показало обследование котельных ряда текстильных предприятий, значения коэффициентов полезного действия даже для конструктивно одинаковых котлоагрегатов в зависимости от степени износа поверхностей нагрева, эксплуатационных режимов, наличия хвостовых поверхностей нагрева и т.д. могут колебаться от 75 до 90%.

ВЫВОДЫ

Ввиду того, что в настоящее время процесс горения в топках котлоагрегатов текстильных предприятий ведется при максимальных значениях коэффициента избытка воздуха (1,4...1,6), характерных для низких нагрузок, наблюдается значительный перерасход топлива.

Управлять режимом горения при оптимальных значениях коэффициента избытка воздуха можно либо при замене аналоговых средств управления на цифровые, либо при поддержании постоянной нагрузки котлоагрегатов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Волковыский Е.Г., Шустер А. Г. Экономия топлива в котельных установках. — М.: Энергия, 1973.
2. Экономия топливно-энергетических ресурсов на предприятиях текстильной промышленности / Охотин А.С., Григорьев А.К., Каленков А.Б., Рагозин О.М., Тюрин М.П. — М.: Легпромбытиздат, 1990.
3. Тюрин М.П. Оптимальное распределение нагрузки между параллельно работающими энергоустановками // Труды 2-го международного симпозиума «Интеллектуальные системы». — Санкт-Петербург, 1996.

Рекомендована кафедрой процессов и аппаратов химической технологии и безопасности жизнедеятельности. Поступила 01.09.01.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМ ДОУВЛАЖНЕНИЯ ВОЗДУХА В ЦЕХАХ ТЕКСТИЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

А.Е. СОЛОДИХИН

(Ивановская государственная текстильная академия)

Ряд технологических операций в процессах текстильного производства и необходимость улучшения санитарно-гигиенических условий труда работающих требуют применения устройств для диспергирования воды. Обычно это диктуется соображениями оптимизации влажностно-температурных параметров воздуха. Одновременно с изменением указанных величин происходят изменения его электрических параметров: униполярных объемных плотностей пространственных зарядов ρ^+ и ρ^- , как правило, измеряемых в $\text{e}/\text{см}^3$ (e – заряд электрона), характеризующих количественную сторону, и соотношений между ними, оцениваемых величинами коэффициентов униполярности $q = \rho^+ / \rho^-$ или полярности $\Pi = (\rho^+ - \rho^-) / (\rho^+ + \rho^-)$, позволяющих судить о качественном влиянии пространственного заряда.

Изменения указанных величин могут отрицательно или положительно отражаться на протекании технологических процессов и состоянии здоровья работающих [1, 2]. Следовательно, во избежание негативных явлений необходимо отслеживать изменения в электрическом состоянии среды рабочих помещений, где применяются водораспыливающие установки, и уметь управлять процессом электризации частиц водовоздушной смеси.

В результате проведенных исследований процесса пневмораспыливания воды установлено, что на формирование пространственного заряда как в количественном, так и в качественном отношении можно влиять, изменяя вид воды (дистиллированная, умягченная, водопроводная), ее температуру, материал сопл, скорость струи (давление сжатого воздуха), величину

расхода. Объединив все вышеперечисленные приемы регулирования процесса электризации гидроаэрозоля термином «параметрические методы», отметим, что пределы, а следовательно, и возможности их не всегда могут обеспечить достаточный диапазон изменений величин объемных плотностей зарядов, позволяющих активно воздействовать на технологические и биологические процессы.

Другим существенным недостатком параметрического регулирования следует считать определенные сложности, а в некоторых случаях и невозможность автоматизации процесса совершенствования электрического состояния воздушной среды.

Создание промышленных установок для доувлажнения воздуха, одновременно обеспечивающих регулирование и поддержание в заданных пределах метеорологических и электрических параметров среды, потребовало знаний целого ряда закономерностей, дающих возможность получать нужный эффект наиболее рационально, экономично и безопасно.

В связи с этим в лабораторных условиях проведен ряд экспериментов по оценке влияния магнитного поля на процесс электризации гидроаэрозоля при пневмораспыливания воды, основной задачей которых являлось определение математического или графического описания процессов формирования пространственных униполярных зарядов обоих знаков в зависимости от величины индукции, качественных показателей воды и рабочих параметров пневмораспыливающего устройства, а именно: материала сопл, давления сжатого воздуха и расхода жидкости.

Исследования по оценке влияния внешнего магнитного поля на процесс электризации гидроаэрозоля при пневмораспыливании воды осуществляли исходя из предпосылки, что движущиеся заряженные микрочастицы можно рассматривать как явление протекания электрического тока, следствием чего будет возникновение магнитных полей, направленно перемещающихся в пространстве. При наложении на струю внешнего магнитного поля – поля будут взаимодействовать, что, в свою очередь, каким-то образом отразится на формировании униполярных пространственных зарядов.

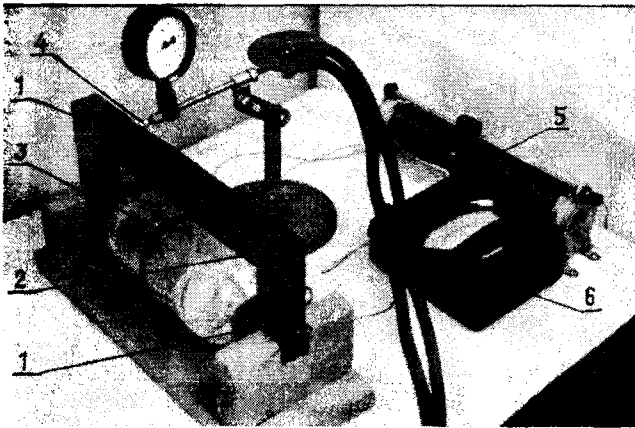


Рис. 1

Опытная установка (рис. 1) включала электромагнит 1, состоящий из стального сердечника 2 сечением $47 \times 47 \text{ мм}^2$; катушку возбуждения 3 из медного провода диаметром 1,35 мм с числом витков 3060. В воздушный зазор сердечника шириной 16 мм помещена цилиндрическая форсунка 4. Углубление сопла в воздушный зазор электромагнита не превышало 1...2 мм. При таком расположении сопла по всей длине воздушного зазора скорость потока водовоздушной смеси была постоянной, так как этот путь не превышал длины потенциального ядра потока струи [3], определяемого по формуле

$$x_H = \frac{(1 + \psi_0)R_0}{(1 + 0,5\psi_0)(0,416 + 0,305\psi_0)}, \quad (1)$$

где x_H – длина начального участка турбулентной осесимметричной затопленной струи (потенциальное ядро струи), обладающего постоянством осевой скорости; G_c – секундный расход воды; G_B – секундный расход воздуха; $\psi_0 = G_c/G_B$.

Регулирование и измерение силы тока в цепи катушки возбуждения выполняли ползунковым реостатом 5 и амперметром 6. Используя кривую намагничивания для литой стали $B=f(H)$ и соотношения

$$IW = \sum NI, \quad (2)$$

$$\Phi = BS, \quad (3)$$

$$B = \mu H = \mu_0 \mu_r H, \quad (4)$$

где B – магнитная индукция, Вб/м²; I – сила тока, А; W – число витков; H – напряженность магнитного поля, А/м; l – средняя длина силовой магнитной линии, м; Φ – магнитный поток, Вб; S – сечение магнитопровода, м²; μ_0 – магнитная проницаемость в вакууме, Гн/м; μ_r – относительная магнитная проницаемость, рассчитали зависимость $B=f(H)$ в воздушном зазоре (рис. 2).

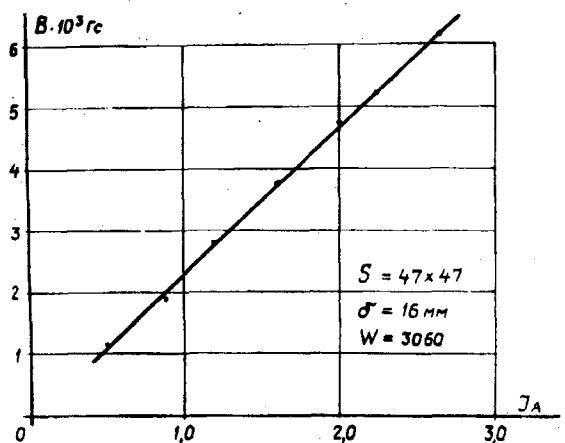


Рис. 2

Величины униполярных плотностей пространственных зарядов (положительной и отрицательной) измеряли счетчиком легких ионов системы П. Тверского, работающим по аспирационному принципу.

Исследовав влияние скорости струи на процесс формирования пространственного

электрического заряда при давлениях сжатого воздуха в системе от $1,5 \text{ кгс/см}^2$ и выше, пришли к заключению, что оно практически не дает прироста кинетической энергии, так как скорость струи на выходе из сопла очень близка к критической и, следовательно, незначительно влияет на процесс диспергирования. Поэтому рабочее давление воздуха в опытах принимали с некоторым запасом: $2,0 \text{ кгс/см}^2$. Для распыливания использовали дистиллированную воду, как обеспечивающую наибольшие плотности зарядов при пневмораспыливания по сравнению с умягченной и водопроводной водой, и обладающую постоянными значениями величин удельной электропроводности и числа рН.

Программой испытаний предусматривалось определение влияния материалов сопел на процесс электризации при помещении их в магнитное поле. С этой целью были изготовлены сопла из материалов с различными свойствами: красная медь (Cu) – диамагнетик; алюминий (Al) – парамагнетик; сталь - 3 (Ст.3) – ферромагнетик; фторопласт - 3 (Фт. 3) – поляризованная молекула; фторопласт - 4 (Фт. 4) – неполяризованная молекула.

Исследование влияния расхода воды на характер процесса электризации при наложении на струю водовоздушной смеси магнитного поля показало, что сам характер роста униполярных зарядов с увеличением расхода не меняется и в обоих случаях подчиняется экспоненциальному закону в диапазоне $0,3 \dots 5,5 \text{ кг/ч}$, как это имеет место при обычных режимах распыливания.

Создаваемый суммарный заряд в количественном отношении практически не меняется, но качественный состав электроаэрозольного облака при наложении магнитного поля претерпевает значительные изменения. С ростом величины магнитной индукции происходит перераспределение плотностей пространственных зарядов: плотность отрицательных зарядов возрастает при одновременном соизмеримом

уменьшении плотности положительных. Таким образом, имеет место

$$\rho^{\pm} = |\rho^{+}| + |\rho^{-}| \cong \text{пост.} \quad (5)$$

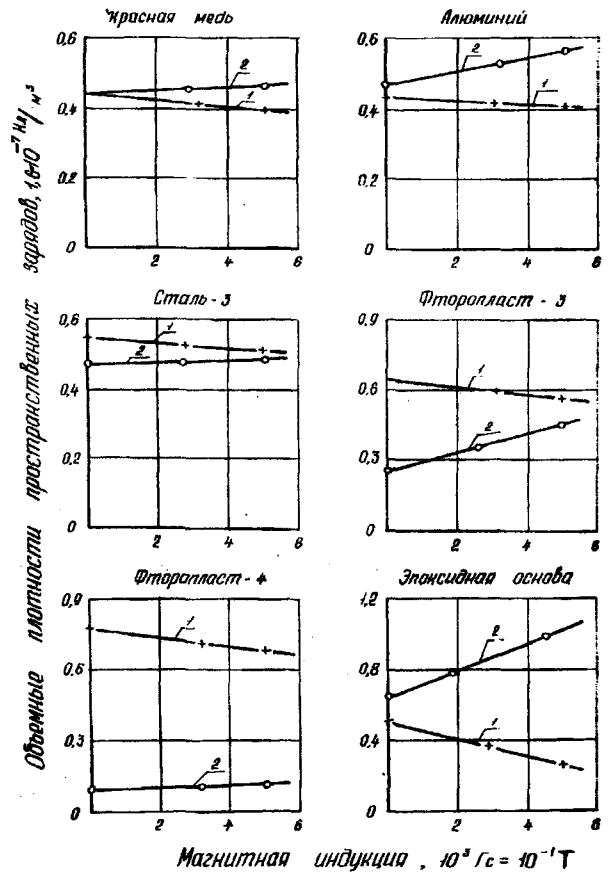


Рис. 3

Характер изменения плотностей униполярных зарядов для фиксированных режимов пневмораспыливания (температуры воды, ее расхода, давления сжатого воздуха, положения в пространстве точки измерения плотностей) иллюстрируется графиками, представленными на рис. 3, где показана функциональная зависимость $\rho = f(B)$ при применении сопел форсунок из различных материалов (режим: $P=2,0 \text{ кгс/см}^2$; $G=1,0 \text{ кг/ч}$; $l = 1,5 \text{ м}$; $+\text{---}\rho^+$; $-\text{---}\rho^-$). На графиках отчетливо выражена пропорциональность воздействия магнитного поля на электрознаковый состав электроаэрозольного облака.

Материал сопл	G, кг/ч	B=0			B=4650 Гс		
		ρ^+	ρ^-	ρ	ρ^+	ρ^-	ρ
		$10^5 \text{e}/\text{cm}^3$		-	$10^5 \text{e}/\text{cm}^3$		-
Cu	0,45	2,87	2,42	1,18	2,56	3,00	0,85
	0,90	4,42	4,42	1,00	4,10	4,56	0,90
Al	0,45	2,45	2,52	0,97	2,22	3,00	0,74
	0,90	3,75	3,75	1,00	3,35	3,95	0,85
Ст. 3	0,45	3,80	3,62	1,05	3,20	4,00	0,80
	0,90	5,36	4,32	1,24	5,10	4,95	1,03
Фт. 3	0,45	2,26	1,24	1,82	2,05	1,65	1,24
	0,90	4,25	1,98	2,15	3,85	2,66	1,44
Фт. 4	0,45	3,71	0,08	46,37	3,10	0,22	14,01
	0,90	5,05	0,76	6,64	4,45	0,98	4,54

Во всех случаях рост пространственного заряда отрицательной полярности свидетельствует о качественном улучшении воздушной среды с санитарно-гигиенической точки зрения: преобладание отрицательно заряженных ионов и гидроаэрозоля способствует снижению пылевой и бактериальной загрязненности воздуха, улучшению состояния здоровья работающих, снижению утомляемости и т.п. Поскольку все натуральные, искусственные и подавляющее большинство синтетических волокон электризуются положительно, рост пространственного заряда будет способствовать уменьшению негативного влияния электростатических зарядов на протекание технологического процесса.

Как указывалось выше, показателем качества пространственного электрического заряда служит коэффициент униполярности, величина которого согласно санитарно-гигиеническим нормам допустимых уровней ионизации воздуха производственных и общественных помещений Минздрава СССР № 2152 – 80 лежит в интервале 0,6 ... 0,9. О значительном влиянии магнитного поля на величину этого показателя говорят данные табл. 1, составленной по результатам двух опытов при расходе воды 0,45 и 0,90 кг/ч, давлении сжатого воздуха 2,0 кгс/см² и измерении

плотностей зарядов на расстоянии 1,5 м от среза соплового отверстия по оси потока.

ВЫВОДЫ

Доказано, что, воздействуя на струю водовоздушной смеси в процессе пневмораспыливания наложением на нее постоянного магнитного поля, можно значительно увеличить количество отрицательно заряженных частиц при одновременном уменьшении числа положительных в формируемом пространственном электрическом заряде, что обеспечивает улучшение санитарно-гигиенических условий труда и способствует уменьшению электростатических зарядов на вырабатываемом продукте.

Полярность полюсов по отношению к струе влияния на процесс перераспределения зарядов не оказывает.

ЛИТЕРАТУРА

1. Солодихин А.Е. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1997, № 1. С. 110...113.
2. Минх А.А. Ионизация воздуха и ее гигиеническое значение. – М.: Медгиз, 1963.
3. Абрамович А.Г. Теория турбулентных струй. – М.: Физматгиз, 1960.

Рекомендована кафедрой электротехники. Поступила 30.03.01.

УДК 677.051.162

ЧИСЛЕННЫЙ АНАЛИЗ ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДИСКОВОГО НОЖА

Е.Н. КАЛИНИН

(Ивановская государственная текстильная академия)

Практика конструирования и эксплуатации устройств для поперечного резания, в которых в качестве режущего элемента используется как единичный дисковый нож, так и система из нескольких единиц, подтверждает актуальность решения задач, связанных с определением резонансных областей и связанных с ними деформаций дисковых ножей, имеющих большую частоту вращения.

При решении этих задач принимаем перпендикулярность боковых плоскостей относительно оси вращения диска; толщина диска мала по сравнению с его диаметром и постоянна по всему диаметру.

Исследуем в этом случае поведение точек, расположенных и колеблющихся в плоскости, перпендикулярной оси вращения и называемой срединной. К такому типу колебаний (на параметры которых вращение диска влияния не оказывает [1]) относят радиальные и тангенциальные.

Тангенциальные колебания (колебания кручения) возникают в процессе взаимодействия дискового ножа со слоем разрезаемого материала, когда нагрузка в виде касательных усилий (составляющая силы сопротивления резанию), действующая по внешнему контуру, на некоторое мгновение снята.

Используя решение уравнения для форм колебаний, основанное на способе Бубнова-Галеркина и принятых граничных

условиях, определяющих равномерное распределение массы по контуру, и задаваясь видом функции $R(r)$ радиуса-вектора r для случая, когда внутренний контур диска закреплен, а наружный свободен [1], определим частоту тангенциальных колебаний в зависимости от текущих значений радиуса r_2 диска:

$$p_t = \frac{\pi}{2(r_2 - r_1)} \sqrt{\frac{G}{\rho}},$$

где r_1 — радиус внутреннего контура; G — модуль сдвига, Н/см^2 ; ρ — плотность материала диска, кг/см^3 .

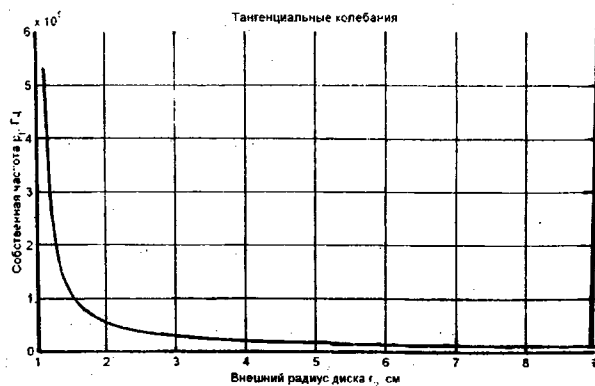


Рис. 1

Полученная графическая зависимость (рис.1) подтверждает факт асимптотического изменения собственной частоты тангенциальных колебаний диска по мере увеличения его радиуса. Значения частот ρ превышают значения круговой частоты, соответствующей режиму эксплуатации режущего элемента в промышленных условиях на два порядка, а ряд величин наружного диаметра $2r_2=80\dots150\text{мм}$ отвечают значениям частот, при которых опасность соответствующих резонансов невелика.

Второй тип колебаний дискового ножа, при которых имеет место выход точек срединной плоскости из этой плоскости – изгибные колебания. Разновидностью этого

типа колебаний являются осесимметричные зонтичные, характеризующиеся единой формой изгиба из плоскости диска всех его радиусов.

Влияние частоты вращения диска на изгибные колебания настолько значительно, что актуальность исследования данного явления неоспорима (для обеспечения работоспособности режущего устройства).

Для решения задачи определения α использован энергетический способ [1], в соответствии с чем собственная частота зонтичных колебаний дискового ножа определяется как

$$\rho_Z^2 = \frac{\frac{E}{12\rho(1-\mu^2)} \int_{r_1}^{r_2} \left[\left(R'' + \frac{1}{r} R' \right)^2 - \frac{2(1-\mu)}{r} R'' R' \right] h r dr}{\int_{r_1}^{r_2} R^2 h r dr} + \frac{\omega^2 \int_{r_1}^{r_2} \left[\int_{r_1}^{r_2} (R')^2 dr \right] r^2 h dr}{\int_{r_1}^{r_2} R^2 h r dr}$$

где E – модуль упругости материала дискового ножа, Н/см^2 ; μ – коэффициент Пуассона; h – толщина диска, мм; r – текущий радиус диска в срединной плоскости, мм; $R = (r - r_1)^2 [1 + a(r - r_1)]$ – функция радиуса-вектора $R(r)$, соответствующая приближенному значению нижней частоты, удовлетворяющая граничным условиям, даю-

щая минимальное значение частоты при $a = -0,463$.

Для свободных зонтичных колебаний величина прогиба f представляется в виде

$$f = R(r) \sin pt.$$

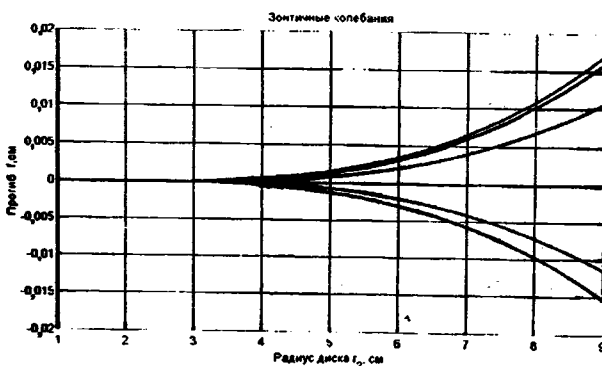


Рис. 2

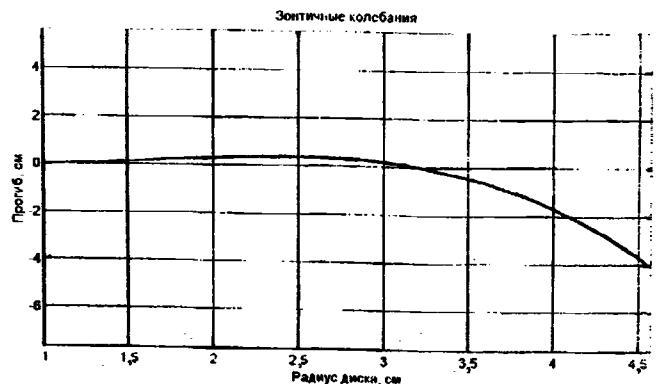


Рис. 3

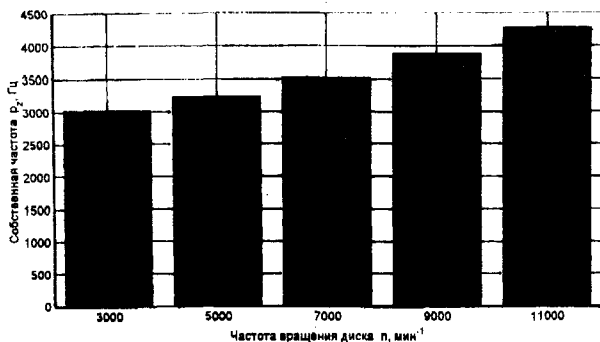


Рис. 4

Визуализация численного решения обоих уравнений дает наглядную картину (рис.2) поперечной деформации срединной плоскости дискового ножа, которая становится поверхностью вращения с образованием нескольких неподвижных узловых окружностей (рис.3). Семейство кривых поперечной деформации выполнено для ряда частот n вращения диска (рис.4).

ВЫВОДЫ

Определен диапазон изменения частот собственных тангенциальных и попереч-

ных колебаний дискового ножа в зависимости от его окружной частоты, что позволяет вести кинематический и геометрический синтез режущих устройств, избегая возникновения в них резонансных явлений.

ЛИТЕРАТУРА

1. А.с. СССР № 775209 МКИ D06H 7/02. Устройство для поперечной резки непрерывно движущегося длинномерного волокнистого материала / Е.Н. Калинин – Оpubл. 1980. Бюл.№20.
2. Левин А.В. Лопатки и диски паровых турбин. –М.: Госэнергоиздат, 1953.

Рекомендована кафедрой теплотехники. Поступила 16.05.01.

УДК 677.057.121:658.512.22.011.56

ПОДСИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТРЕХВАЛКОВЫХ МОДУЛЕЙ МАШИН ТЕКСТИЛЬНОГО ОТДЕЛОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

А.В. ПОДЪЯЧЕВ, В.А. МАРТЫШЕНКО

(Костромской государственной технологической университет)

Разработанная подсистема автоматизированного проектирования предназначена для автоматизированных расчетов на прочность и жесткость трехвалковых модулей (ТВМ) машин текстильного отде-

лочного оборудования, а также их проектирования. В подсистеме используется метод [1] и реализуется алгоритм, примененный в [2].

В настоящей статье рассматривается версия 2.0 для Windows'95, реализованная в среде Delphi 4.0. Версия 1.0 разработана под DOS для ПК типа IBM. Отдельные программные блоки апробированы ранее на заводе «Ивтекмаш» (г.Иваново).

В новой версии реализован стандартный интерфейс, принятый фирмой Microsoft. Выбор параметров, переменных в процессе проектирования, определяется пользователем. Их изменение осуществляется быстро и легко благодаря дополнительным процедурам при вводе и коррекции данных. Выбор конструкции после проведения многовариантного расчета осуществляется по коэффициенту ранжирования, величина которого зависит от суммарной стрелы прогиба валов, общего веса ТВМ и энергозатрат.

Для проведения расчетов пользователь задает в диалоговом режиме геометрические размеры элементов валов, нагрузки и условия закрепления, матрицу топологии (структурное описание ТВМ), признаки принадлежности элементов, деформационную характеристику упругого покрытия вала (валов).

Деформационная характеристика представляет собой зависимость сближения межосевого расстояния между валами от нагрузки. Диапазон изменения удельной нагрузки составляет $\pm 25\%$ от номинальной нагрузки.

Сохранение данных возможно в формате RTF или TXT для DOS.

Строка меню содержит разделы: Файлы, Данные, Расчет, Результаты и Помощь. Наиболее часто используемые подпункты основных пунктов меню собраны в отдельную панель управления.

Ф а й л ы. Пункт «Чтение» позволяет осуществлять чтение файлов данных из указанной папки с соответствующим расширением (DAT— для конструктивных данных, CRV— для деформационной характеристики покрытия вала). Пункт «Запись»— запись новых или исправленных файлов в установленную папку. «Выход»— выход из программы.

Д а н н ы е. «Ввод» и «Коррекция» работают почти одинаково, с той разницей,

что при вводе данных требуется задание числа участков. При вводе деформационной характеристики покрытия вала автоматически подсчитываются коэффициенты упругости основания — это позволяет контролировать правильный набор данных. Закладка «График» показывает деформационную зависимость в графической форме; «Печать» выводит данные на экран, на принтер или в файл по специальной форме. «Схема» отображает конструктивные данные в форме, напоминающей чертеж, но без размеров и с указанием участков и отображением топологии. Такое представление конструктивных данных позволяет еще до расчета визуально выявить ошибки ввода и в интерактивном режиме изменить их.

Вновь введенный параметр сразу же отображается на схеме ДВМ. Предусмотрена возможность сохранения схемы в формате BMP, что разрешает в дальнейшем использовать ее в AutoCad в качестве заготовки для реального чертежа. После выполнения расчета «Схема» выдает схему ДВМ с тонированной закраской участков валов в соответствии с напряжениями. Указание мышью на интересующий участок выдает числовые значения напряжений в концевых сечениях участка.

Р а с ч е т. В результате расчета определяются узловые перемещения и коэффициенты упругости основания на выделенных сэндвич-элементах, которые могут быть сохранены в отдельный файл для проведения динамического расчета. Непосредственно перед проведением расчета запрашивается требуемая точность расчета. На первом этапе проектирования ТВМ требуется не более 2-3 итераций. Для проведения расчета с высокой точностью достаточно 5 итераций. Время вычисления для одной итерации на ПК типа IBM Pentium 100 с ОЗУ 32Мб составляет 5с.

Р е з у л ь т а т ы. Здесь реализована возможность отображения выходных параметров в различной комбинации: удельные нагрузки в жале в табличной и графической формах, упругие линии сердечников и рубашек, эпюры напряжений для сердечников и рубашек.

П о м о щ ь. Содержит рекомендации по использованию программного продукта и справочные данные о разработчиках.

Кроме строки меню в рабочем поле присутствует панель инструментов, на которой расположены кнопки наиболее часто используемых пунктов меню.

Данная версия подсистемы не содержит динамический расчет ТВМ. В версии 2.1 пункт меню «Расчет» содержит два подпункта «статический» и «динамический». Под динамическим расчетом понимается расчет свободных колебаний ТВМ с определением критических частот вращения. Алгоритм решения такой задачи изложен в [3].

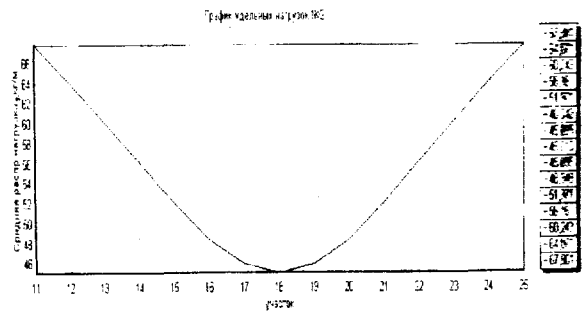
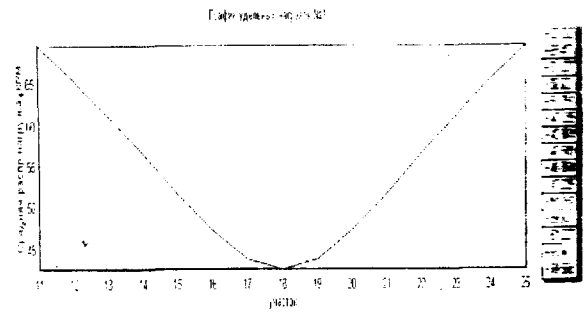


Рис. 1

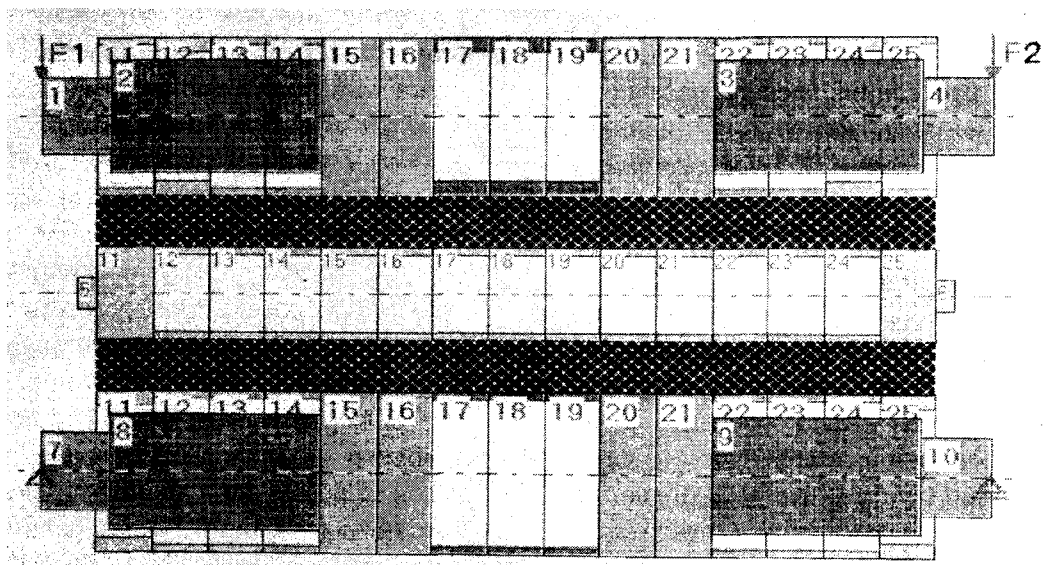


Рис. 2

Некоторые результаты расчета представлены на рис.1 (графики распределения удельных нагрузок в жале) и рис.2 (схема ОТУ-180, тонированная в соответствии с напряжениями в выделенных элементах).

ВЫВОДЫ

1. Примененный алгоритм позволяет рассматривать ТВМ произвольного конструктивного оформления.

2. Созданная подсистема автоматизированного проектирования дает возможность быстро и с высокой точностью осуществить анализ любого ТВМ.

3. Производственное внедрение подсистемы позволит модернизировать старые ТВМ и сократить сроки проектирования

новых, повысив их качество, надежность и долговечность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мартышенко В.А., Подъячев А.В. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1997, № 5. С.69...72.

2. Подъячев А.В., Мартышенко В.А. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2000, №4. С.111...113.

3. Мартышенко В.А., Подъячев А.В. Алгоритм динамического анализа валов, контактирующих через упругое основание // Тезисы докл. Всесоюз. научн.-техн. конф.: Состояние и перспективы электротехнологии. –Иваново, 1987.

Рекомендована кафедрой теоретической механики и сопротивления материалов. Поступила 31.10.00.

УДК 677.05:621.793.3

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ХРОМИРОВАНИЯ
АЛЮМИНИЕВЫХ ПЕЧАТНЫХ ВАЛОВ***В.В. ВАСИЛЬЕВ, Г.М. ПРИЯТКИН, В.Р. ОПОЛОВНИКОВ**(Ивановская государственная текстильная академия)*

Несмотря на альтернативные методы печати, печатание гравированными валами остается в России основным методом нанесения рисунка на хлопчатобумажную ткань. Печатные валы традиционно изготавливают из меди, поэтому они дорогие и тяжелые. Кроме того, в целях повышения износостойкости их подвергают электролитическому хромированию.

Перспективной представляется замена медных валов на алюминиевые, так как алюминий примерно в 2 раза дешевле меди и в 3,3 раза легче; изготовление алюминиевого вала проще, в том числе за счет значительно меньшей температуры плавления, а широкий спектр современных алюминиевых сплавов позволяет легко выбрать заменитель меди по механическим характеристикам.

Главная проблема замены медных валов на алюминиевые заключается в необходимости разработки технологии осаждения на алюминий толстослойных хромовых покрытий. Естественная оксидная пленка на поверхности алюминия препятствует сцеплению с ним любых металлических гальванических покрытий, наносимых по традиционным технологиям (особенно хромовых [1]). Для решения этой проблемы в [2] и [3] предложена техноло-

гия хромирования алюминиевых сплавов с осаждением промежуточного подслоя меди из специального электролита меднения алюминия [4].

В настоящей работе представлены результаты исследований по выбору базовых параметров процесса хромирования на основе лимитирующего фактора – прочности сцепления покрытий с алюминиевой основой.

Исследования проводили на плоских образцах из широко используемого в промышленности алюминиевого сплава АМц, который по ряду механических характеристик близок к меди. Перед осаждением покрытий образцы обезжиривали и травили в 10%-ном растворе гидроксида натрия при 60°C в течение 0,5 мин и осветляли в 35%-ном растворе азотной кислоты при 20°C в течение 0,5 мин. Меднение осуществляли в пиррофосфатном растворе [4], а хромирование – в так называемом стандартном электролите [1]. Прочность сцепления определяли методом отслаивания полосы покрытия шириной 5 мм на разрывной машине 2166Р-5 (Россия).

Первоначальные исследования двухслойного покрытия медь–хром показали, что уже при очень небольшой толщине хромового слоя (1 мкм и более) прочность

сцепления между медным подслоем и алюминием становится неудовлетворительной. Для повышения прочности сцепления в дальнейшем применяли термическую обработку, широко используемую для гальванических покрытий на алюминии и его сплавах [5]. Установлено, что термообработка после меднения перед хромированием дает существенный положительный эффект – прочность сцепления двухслойных покрытий значительно увеличивается (в некоторых случаях даже в десятки раз). Термообработка после хромирования имеет более слабый эффект, а при отсутствии промежуточной термообработки после меднения, может приводить и к образованию вздутий и отслаиванию покрытий.

ния и толщины получаемых покрытий: меди – 9 мкм и хрома – 30 мкм. Температура термообработки составляла: кривая 1 – 100; 2 – 150; 3 – 200; 4 – 300 °С.

Анализ полученных результатов показывает, что низкая температура термообработки (100...150 °С) не дает заметного эффекта – прочность сцепления двухслойного покрытия медь–хром с алюминием остается слабой. Температуру 200 °С можно считать оптимальной, так как она обеспечивает значительное увеличение прочности сцепления.

Дальнейшее повышение температуры термообработки (300 °С – кривая 4) не дает уже резкого нарастания прочности сцепления и сопровождается значительным термическим окислением медного покрытия, что требует проведения дополнительных сложных операций стравливания термической окислы на меди перед хромированием.

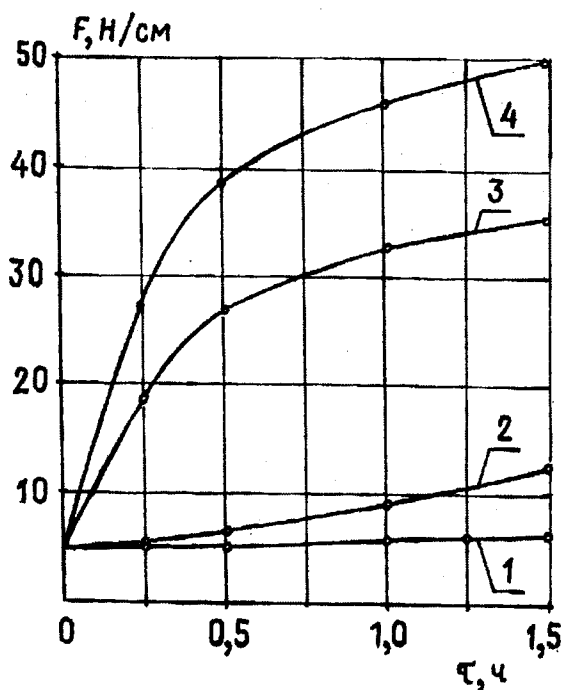


Рис. 1

На рис.1 представлены результаты исследований влияния температуры и продолжительности термообработки по медному подслою на прочность сцепления двухслойных покрытий медь–хром с алюминиевой основой. Для обеспечения сравнимости результатов во всех опытах использовали одинаковые режимы осаждения

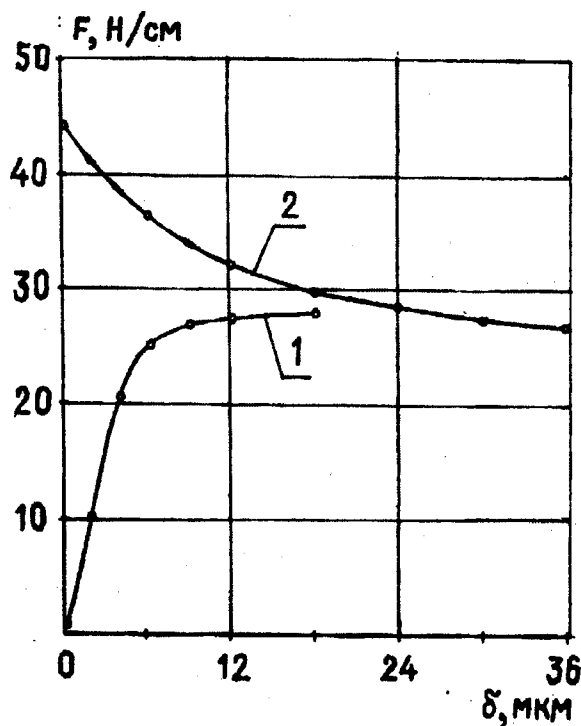


Рис. 2

На рис.2 изображены экспериментально установленные зависимости прочности

сцепления с алюминиевой основой двухслойного покрытия медь–хром от толщины медного (кривая 1) и хромового (кривая 2) слоев. При варьировании толщины одного покрытия толщина другого была постоянной: хрома 30 мкм и меди 9 мкм.

Представленные результаты показывают, что на прочность сцепления наибольшее влияние оказывает медный подслоя. При небольшой его толщине (до 4 мкм) прочность сцепления неудовлетворительная, что объясняется, по-видимому, неполным покрытием алюминиевой основы. При толщине подслоя свыше 6 мкм относительно полное покрытие обеспечивает значительно более прочное сцепление. Влияние хромового покрытия выражено значительно слабее, с ростом его толщины наблюдается небольшое уменьшение прочности сцепления. Вероятно, это связано со значительной наводораживаемостью и напряженностью твердых хромовых покрытий [1]. Известно [5], что эти факторы отрицательно влияют на сцепление гальванических осадков с труднопокрываемым алюминием.

ВЫВОДЫ

1. Определены оптимальные соотношения толщин двухслойного покрытия медь–хром.

2. Установлена необходимость промежуточной термообработки медного подслоя для обеспечения надежного сцепления двухслойного покрытия с труднопокрываемым алюминием и найдены оптимальные режимы термообработки: 200°C, 30 мин.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гальванотехника: Справочник / Ажогин Ф.Ф. и др. – М.: Металлургия, 1987.
2. Васильев В.В. и др. Технологические исследования возможности замены медных печатных валов на алюминиевые / В сб.: Теория и практика разработки оптимальных технологических процессов и конструкций в текстильном производстве. – Иваново, 1996. С.177...178.
3. Васильев В.В. и др. Исследование технологии износостойкого хромирования печатных валов // Тез. докл. 2-го Конгресса химиков-текстильщиков и колористов. – Иваново, 1996. С.103.
4. Патент РФ №2094543. Электролит для меднения алюминия и его сплавов / Кольчугин А.В., Ополовников В.Р., Прияткин Г.М., Васильев В.В. Приоритет 25.07.94. – Оpubл. 1997. Бюл. №30.
5. Лукомский Ю.Я. и др. Электролитическое осаждение металлов на алюминий и его сплавы. // Успехи химии. – 1991, т.60, вып.3. С.1077...1102.

Рекомендована кафедрой химии. Поступила 30.05.01.

УДК 677.017:677.072

ПОСТРОЕНИЕ УДЕЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВОРСИСТОСТИ ПРЯЖИ

Е.Н. ВЛАСОВА, Н.В. БУТОРИНА, Б.Н. ГУСЕВ

(Ивановская государственная текстильная академия,
ЗАО ФПК «Чайковский текстильный дом»)

Ворсистость пряжи, являющаяся основным свойством ее структуры, относится к группе показателей назначения. По-

лярное название данного свойства, которое чаще используется специалистами в процессах ткачества – гладкость пряжи.

Для количественной оценки ворсисто-сти измеряемого участка пряжи применяют прямые показатели [1]: число кончиков волокон и петель (ворсинок) ($n_B = n_{KB} + n_{П}$); длину ворсинок ($\sum_{i=1}^f (\ell_B)_i$); среднюю длину ворсинки ($\ell_B = \sum_{i=1}^f (\ell_B)_i / n_B$).

Косвенные показатели используют значительно реже. Основные из них – это коэффициент (индекс) радиальной протяженности ворсинок $a = d_B / d_{СТ}$, где d_B – диаметр пряжи с ворсинками; $d_{СТ}$ – диаметр ствола пряжи, а также относительная радиальная протяженность ворсинок $a_0 = 1 - d_B / d_{СТ}$.

Анализ известных прямых и косвенных количественных показателей ворсисто-сти пряжи показывает, что не выявлены и не используются удельные показатели ворсисто-сти пряжи. Однако при решении отдельных задач в процессе исследования преимущество удельных показателей ворсисто-сти является очевидным, так как появляется возможность соединения отдельных прямых или косвенных показателей ворсисто-сти с учетом их функциональной или статистической зависимости с наиболее часто исследуемыми параметрами различных свойств пряжи. Согласно [1] такими свойствами являются материалоемкость, скрученность и прочность пряжи. Особенность построения удельных показателей ворсисто-сти состоит в том, что сами параметры ворсисто-сти относятся к группе так называемых распределенных параметров, которые определяются на фиксированном участке пряжи.

С учетом влияния материалоемкости на ворсисто-сть пряжи выделим в качестве прямого показателя массу $m_{П}$ пряжи, а в качестве косвенного показателя – линейную плотность $T_{П}$. Для показателя события n_B конструкция удельного показателя должна быть связана с $m_{П}$. Следовательно, формула для удельного числа N_T ворсинок с учетом линейной плотности имеет вид

$$N_T = (n_B / L_{П}) / T_{П}. \quad (1)$$

С использованием выражения для определения линейной плотности пряжи $T_{П} = m_{П} / L_{П}$, (1) запишется так:

$$N_T = n_B / m_{П}. \quad (2)$$

Физический смысл равенства (2) состоит в том, что исключается понятие линейного участка пряжи – оно заменяется понятием массы измеряемой пробы. При решении исследовательских задач этот показатель более удобен, поскольку не требует точного измерения длины пробы.

Аналогичный вид будет иметь выражение (1) для показателя протяженности $L_B = \sum_{i=1}^f (\ell_B)_i$, то есть удельная суммарная длина L_T ворсинок с учетом линейной плотности

$$L_T = L_B / m_{П}. \quad (3)$$

Учитывая влияние свойства скрученности на ворсисто-сть пряжи, при проектировании удельного показателя целесообразно также использовать показатель крутки $K_{П} = n_K / L_{П}$, где n_K – число кручений пряжи. В этом случае выражения для удельного числа N_K ворсинок и удельной суммарной длины L_K ворсинок с учетом крутки

$$N_K = n_B / n_K, \quad (4)$$

$$L_K = L_B / n_K. \quad (5)$$

Равенства (4) и (5) так же, как и предыдущие формулы, не зависят от длины исследуемого участка пряжи.

При зависимости свойства прочности и ворсисто-сти пряжи количественные показатели события n_B и протяженности L_B удобнее проектировать, соотнося их с удельной разрывной нагрузкой пряжи. В результате выражения для удельного числа N_p ворсинок и удельной суммарной длины

L_p ворсинок с учетом разрывной нагрузки

$$N_p = n_b P_p / m_{п.} \quad (6)$$

$$L_p = L_b P_p / m_{п.} \quad (7)$$

Проведенный анализ представленных выражений с точки зрения методов метрологии показал, что формулы (2...7) имеют меньшие метрологические погрешности, чем выражения для удельных показателей, построенные по классической методике. Это достигается за счет сокращения показателя длины измеряемого участка пряжи, следовательно, устраняется и погрешность от измерения длины пробы.

ВЫВОДЫ

Предложен ряд удельных показателей свойства ворсистости пряжи, позволяющих исключить влияние погрешности измерения длины исследуемого участка пряжи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кукин Г.Н., Соловьев А.Н., Кобляков А.И. Текстильное материаловедение. -М.: Легпромбыт-издат, 1989.

Рекомендована кафедрой материаловедения и товароведения ИГТА. Поступила 01.12.00.

УДК 677.072.6 : 687.03

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КЛАССИФИКАЦИИ ШЕЛКОВЫХ ТКАНЕЙ И ИЗДЕЛИЙ

О.Г. ЕФИМОВА, М.А. СТАШЕВА, Н.В. БУТОРИНА, Е.Е. СКУРИХИНА, Н.В. СААКЯН

(Ивановская государственная текстильная академия,
ЗАО ФПК "Чайковский текстильный дом")

В последние годы объем выпуска шелковых тканей постоянно увеличивается, расширяется и их ассортимент. В целях реализации отечественных шелковых тканей на товарном потребительском рынке и их успешной конкуренции с импортной продукцией в первую очередь необходимо учитывать потребности оптовых покупателей.

В настоящей статье разработана единая классификация шелковых тканей и одежды из них, которая должна стать доступной для оптового покупателя и эффективной по информационной наполненности при выборе и закупке материалов для массового производства.

На первой стадии исследования проанализированы нормативные документы,

используемые при идентификации продукции (классификаторы ОК-005, ТН ВЭД СНГ), а также регламентирующие номенклатуру показателей качества промышленной продукции (РД50-64), одежды (ГОСТ4.45) и тканей различного волокнистого состава (ГОСТ4.6; ГОСТ4.51; ГОСТ4.3; РД17-03-024; РД17-05-038; ОСТ Р17-18-003). Всего подверглось анализу 14 отечественных нормативных документов и международных стандартов, по которым сделаны следующие выводы:

1) отсутствует единый системный подход к классификации швейных изделий и тканей;

2) классификация швейных изделий и тканей по назначению не охватывает всего ассортимента одежды (например,

отсутствует группа одежды и тканей для спорта и отдыха);

3) группы продукции с одинаковым названием по назначению имеют разное смысловое содержание в различных документах.

На второй стадии для выявления необходимых закономерностей и накопления данных исследованы свойства шелковых тканей различных ассортиментных групп и волокнистого состава, выпускаемые ЗАО

ФПК "Чайковский текстильный дом".

Построение классификации шелковых тканей и изделий осуществляли в два этапа.

На первом (предварительном) в качестве единичного показателя использовали поверхностную плотность (M_s) и в соответствии с ее значением выделили три группы тканей— легкие, средние и тяжелые (табл.1).

Таблица 1

Группа тканей, M_s	Подгруппа тканей и изделий						
	Легкие (до 150г/м ²)	бельевые, корсетные	сорочечно- блузочные	курточные (плащевые)	платьевые		
Средние (от 150 до 250г/м ²)				костюмно- платьевые	для спорта и отдыха	курточные (плащевые)	
Тяжелые (более 250г/м ²)				костюмные	для спорта и отдыха	курточные (плащевые)	пальтовые

На втором этапе (заключительном) использовали такие единичные показатели,

как воздухопроницаемость и жесткость.

Таблица 2

Наименование показателя	Значения показателей для подгрупп тканей								
	бельевые, корсетные	сорочечно- блузочные	курточные (плащевые)	платьевые	костюмно- платьевые	костюмные	пальтовые	для спорта и отдыха	курточные (плащевые)
Жесткость, мкН·см ²	мягкие			средней жесткости				жесткие	
	до 3000			от 3000 до 8000				более 8000	
Коэффициент воздухопроницаемости, дм ³ /м ² ·с	более 250	до 50		от 50 до 250				до 50	
	проницаемые	малопроницаемые		средней проницаемости				малопроницаемые	

Результаты исследований различных групп и подгрупп тканей представлены в табл.2, где в соответствии с диапазоном изменения данных показателей подгруппы разбиты по дополнительным признакам.

ВЫВОДЫ

Разработана новая единая классификация шелковых тканей и изделий с учетом изменения их свойств.

Рекомендована кафедрой материаловедения и товароведения ИГТА. Поступила 01.06.01.

НУЖНАЯ И ПОЛЕЗНАЯ КНИГА*

В.Д. ФРОЛОВ

(Ивановская государственная текстильная академия)

Учебное пособие «Механическая технология текстильных материалов» (автор Д.М.Садыкова) написано в соответствии с государственным образовательным стандартом. Книга предназначена для студентов высших учебных заведений и способствует совершенствованию их учебно-методического обеспечения: курс «Механическая технология текстильных материалов» изучается студентами при подготовке инженеров текстильного профиля как первая специальная дисциплина.

В книге, состоящей из 6 частей, в каждой из которых есть от 3-х до 4-х разделов, дается описание сырьевой базы для изготовления текстильных изделий, цели и сущности процессов; рассматривается оборудование, применяемое для их осуществления. Излагаются основы теорий процессов при выработке соответствующих полуфабрикатов и изделий (теория вытягивания, теория наматывания и др.); анализируется их значение для получения равномерных по разным свойствам полуфабрикатов, изготавливаемых из них изделий, изучаются возможности улучшения качества изделий, а также вопросы повышения производительности оборудования. Исследуются проблемы снижения обрывности и отходов. Изучается строение текстильных изделий. Описание технологиче-

ских процессов сопровождается формулами (для оценки эффективности процессов, для определения производительности оборудования и др.).

Одним из достоинств учебника является освещение в нем новых способов осуществления технологических процессов (верхний отбор волокнистых материалов при разрыхлении, использование новых способов прядения, новых способов шлицтования и т.д.).

Следует обратить внимание на раздел учебника по решению задач по механической технологии текстильных материалов. Уровень знаний специалистов и их эрудиция в значительной степени будут зависеть от возможности решения различных вопросов с помощью компьютера. И важную роль в данном случае играют разработанные на персональном компьютере программы, связанные с решением задач по определению производительности оборудования. Так, используя компьютерные программы, можно выявлять преимущества оборудования или его недостатки, определять возможности машин. Это позволит студентам в будущем при проектировании выбирать наиболее оптимальные варианты решения тех или иных задач. Возможна организация научно-исследовательских работ студентов по выбору марки машины,

* Д.М. Садыкова. Механическая технология текстильных материалов: Учебное пособие. –М.: Логос, 2001.

наиболее рациональному режиму работы с учетом перерабатываемого сырья и т.п.

Хорошему усвоению материала способствует доступная форма его изложения, наличие выполненных на качественном полиграфическом уровне рисунков, поясняющих сущность процессов. Все это имеет немаловажное значение для обеспечения получения высокого уровня знаний будущих специалистов.

Подчеркивая наличие большого количества полезного и современного материала, высокий уровень его изложения, необходимо отметить недостаточно подробное изложение вопросов карбонизации шерсти,

вопросов получения высокообъемной пряжи и др. Не нашли отражения проблемы получения ватных, сетевязальных, гардинно-тюлевых и кордных изделий.

В заключение хочется сказать, что выход в свет книги Д.М. Садыковой – несомненный успех автора. Учебное пособие «Механическая технология текстильных материалов» – нужная и полезная книга не только для преподавателей, аспирантов и студентов вузов, но и для инженеров-практиков.

Поступила 04.06.01.

**К 90-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ
НИКОЛАЯ НИКИФОРОВИЧА ТАРАСОВА**

7 декабря 2001 года исполнилось 90 лет со дня рождения бывшего Министра легкой промышленности СССР, Героя Социалистического Труда, депутата Верховного Совета СССР Николая Никифоровича Тарасова.

Николай Никифорович родился в г. Орехово-Зуево Московской области в семье служащего. В 1930 г. он закончил школу фабрично-заводского обучения при Ореховском хлопчатобумажном тресте. С 1930 по 1935 гг. Н.Н. Тарасов учился в Московском текстильном институте, по окончании которого работал сменным мастером, заместителем начальника цеха, а затем и заведующим прядильной фабрикой №1 Ореховского хлопчатобумажного комбината (Московская обл.).

В годы Великой Отечественной войны (с 1942 по 1945 гг.) Н.Н. Тарасов служил в рядах Советской Армии.

После демобилизации Николай Никифорович работает главным инженером Дрезненской прядильно-ткацкой фабрики (Московская обл.), затем главным инженером и заместителем начальника Главного управления хлопчатобумажной промышленности Московской области. В 1950...1952 гг. Н.Н. Тарасов – начальник Второго главного управления хлопчатобумажной промышленности Ивановской области, а с 1952 г. – заместитель Министра



легкой промышленности СССР. Работая на руководящих постах в текстильной промышленности, Н.Н. Тарасов проявил себя талантливым и принципиальным организатором производства.

В 1965 г. Н.Н. Тарасов назначается Министром легкой промышленности СССР и трудится на этом ответственном и нелегком посту беспрерывно 20 лет. В эти годы особое внимание уделялось техническому перевооружению производств, автоматизации технологических процессов, внедрению передовых технологий, созданию новых предприятий.

Большой и дальновидный руководитель, Николай Никифорович много внимания уделял развитию отраслевой науки, что способствовало развитию и внедрению принципиально новых технологических процессов в прядении, ткачестве, отделке, швейном и кожевенном производствах.

Заслуги Н.Н. Тарасова высоко оценены государством: ему присвоено почетное звание Герой Социалистического Труда с вручением ордена Ленина и Золотой звезды “Серп и Молот”, он награжден двумя орденами Ленина, орденом Отечественной войны II степени и медалями.

Н.Н. Тарасов являлся депутатом Верховного Совета СССР пяти созывов, руководителем советской части постоянной комиссии СЭВ по легкой промышленности, членом ВЦСПС, председателем Цен-

трального правления Общества советско-корейской дружбы, кандидатом в члены ЦК КПСС, а затем и членом ЦК КПСС.

Для Н.Н. Тарасова на первом месте всегда стояли общественные интересы больших коллективов трудящихся, занимавшихся выпуском продукции легкой промышленности. Добрый и отзывчивый человек, Николай Никифорович находил время, чтобы выслушать любого, кто к нему обращался, и всегда был готов помочь ему.

Широкий кругозор, профессионализм, организаторский талант, доступность в общении с людьми – все эти качества

Н.Н. Тарасова вызывают глубокое уважение к нему как к человеку незаурядному, сумевшему добиться развития и подъема отрасли, составлявшей значительную часть дохода бюджета СССР.

Коллеги поздравляют Н.Н. Тарасова с юбилеем, желают ему доброго здоровья, счастья, долголетия, оптимизма и благополучия.

**Ректорат Ивановской государственной
текстильной академии.
Редколлегия и редакция журнала
“Технология текстильной
промышленности”.**

**К 50-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ
СЕРГЕЯ ДМИТРИЕВИЧА НИКОЛАЕВА**

7 января 2002 года исполнилось 50 лет со дня рождения первого проректора – проректора по научной работе, заведующего кафедрой ткачества Московского государственного текстильного университета им. А.Н. Косыгина, члена-корреспондента Российской инженерной академии, доктора технических наук, профессора Сергея Дмитриевича Николаева.

С.Д. Николаев родился в Москве, в семье рабочих. Вся его дальнейшая жизнь связана с Московским текстильным институтом, академией, университетом. Поступив в МТИ в 1969 г. и закончив с отличием в 1974 г. вуз по кафедре ткачества, С.Д. Николаев работает старшим лаборантом на кафедре ткачества. По окончании аспирантуры в 1977 г. С.Д. Николаев защищает кандидатскую, а в 1989 г. – докторскую диссертацию. В 1985 г. ему присвоено ученое звание доцента, а в 1992 г. – звание профессора. Работал Сергей Дмитриевич ассистентом кафедры ткачества, начальником отдела международного научно-технического сотрудничества, доцентом кафедры ткачества.

С 1989 г. С.Д. Николаев заведует кафедрой ткачества. С 1990 по 1992 гг. он был деканом механико-технологического факультета, после этого работал проректором по учебной работе, с февраля 1993 г. – проректором по научной работе, а



с июня 2000 г. он – первый проректор – проректор по научной работе.

Профессор С.Д. Николаев является одним из ведущих специалистов в области технологии, строения и проектирования тканей. Его научные интересы связаны с разработкой методов прогнозирования технологических процессов изготовления тканей заданного строения. Значителен вклад Сергея Дмитриевича в теорию бесчелночного ткачества: им разработаны новые методы расчета напряженно-деформированного состоя-

ния заправок ткацких станков, предложен ряд принципиально новых методов экспериментального исследования технологических процессов и строения тканей; он разработал ряд новых методов проектирования тканей по заданным свойствам.

Под руководством С.Д. Николаева и при его активном участии разработаны новые технологии подготовки нитей к ткачеству и изготовления тканей, в том числе бобин с постоянным углом сдвига витков, высокоплотных тканей, авровых тканей, тканей из углеродных нитей, тканей на основе котонированного льна, тканей с использованием пряжи, полученной из регенерированных волокон и др.; разработаны основы микропроцессорного управления технологическим процессом ткачества.

Научные исследования проводились и проводятся по важнейшей тематике – по

госзаказу Миннауки РФ, по различным межвузовским научным программам Минобразования РФ и грантам. Проф. С.Д. Николаевым выполнен ряд важных научных работ для предприятий текстильной промышленности.

С.Д. Николаев автор 270 научных работ, в том числе им изданы 5 учебников для студентов вузов по основным специальным дисциплинам, 1 монография; ряд статей опубликованы за рубежом. Сергей Дмитриевич имеет 6 авторских свидетельств и 4 патента. Он награжден знаком "Изобретатель СССР".

Под руководством проф. С.Д. Николаева защищено 3 докторских и 10 кандидатских диссертаций.

Проф. С.Д. Николаев опытный преподаватель – он ведет все виды учебных занятий. Активное участие принимал Сергей Дмитриевич и в разработке новых учебных планов бакалавров, магистров и инженеров.

С.Д. Николаев осуществляет большую административно-научную деятельность: он был членом научно-технических советов Миннауки и Минобразования РФ; с 1993 г. является членом секции экспертного совета ВАК по технологиям химической, легкой и текстильной промышленности (3 года был заместителем экспертного совета); с 1995 г. он – член-корреспондент Российской инженерной академии; с 1992 г. заместитель главного редактора журнала "Известия вузов. Технология текстильной промышленности"; член секции легкой промышленности Комиссии по присуждению Премий Правительства России в области науки; заместитель председателя головного совета Минобразования РФ по технологии материалов текстильной промышленности; эксперт Республиканского исследовательского центра экспертизы Министерства промышленности, науки и технологий РФ; член Оргкомитета Всероссийского конкурса на лучшую научную работу студентов по естественным, техническим и гуманитарным наукам Минобразования РФ; заместитель председате-

ля Ученого и председатель научно-технического советов университета; заместитель председателя докторского и председатель кандидатского диссертационных советов.

Работая в качестве проректора по научной работе, проф. С.Д. Николаев внес большой вклад в развитие научно-исследовательской деятельности университета, подготовку научно-педагогических кадров через аспирантуру и докторантуру, информатизацию научной, учебной и управленческой деятельности. За последние 3 года объем научных исследований университета увеличился в 2,5 раза, количество публикаций в 1,5 раза, защит докторских и кандидатских диссертаций в 2 раза. Ученые университета эффективно работают по 4 федеральным и 5 межвузовским научным программам. Много сделано в последние годы и в области информатизации учебной, научной и управленческой деятельности.

Проф. С.Д. Николаев не только талантливый ученый, педагог, организатор, но и умелый воспитатель молодежи, хороший и отзывчивый друг, пользующийся уважением коллег, товарищей и учеников. В нем сочетаются трудолюбие, желание помочь тем, кто обращается к нему за советом, а также высокие принципиальность и требовательность к себе и другим.

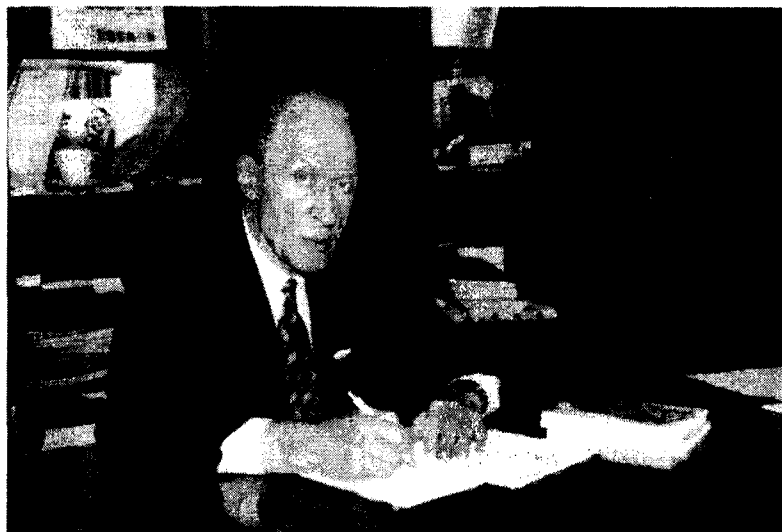
Проф. С.Д. Николаев награжден знаком "Почетный работник Министерства высшего профессионального образования".

Сердечно поздравляем видного ученого-текстильщика Сергея Дмитриевича Николаева с его юбилеем! Желаем Вам, Сергей Дмитриевич, крепкого здоровья, личного счастья, благополучия, а также больших творческих успехов в деле подготовки инженерных и научных кадров.

**Ректорат, деканат механико-технологического факультета и кафедра ткачества Московского государственного текстильного университета им. А.Н. Косыгина.
Редколлегия и редакция журнала "Технология текстильной промышленности".**

**К 70-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ
ФЕЛИКСА ФЕДОРОВИЧА БЕЗДУДНОГО**

26 февраля 2002 года исполнилось 70 лет со дня рождения и 45 лет производственной и научно - педагогической деятельности Феликса Федоровича Бездудного – проректора по научной работе Санкт - Петербургского госу-



дарственного университета технологии и дизайна, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, доктора технических наук, профессора, почетного доктора наук Германии, профессора Университета Де Монтфорт (Великобритания), действительного члена Международной, Российской и Санкт-Петербургской инженерных академий.

Профессор Ф.Ф. Бездудный – известный ученый в области экономики, организации и управления производством на предприятиях текстильной и легкой промышленности, – является создателем признанной научной школы математического моделирования организационно-экономических и технологических процессов в текстильной промышленности.

Выпускник-отличник (1958 г.) Ленинградского института текстильной и легкой промышленности им. С.М. Кирова, Ф.Ф. Бездудный прошел путь от ассистента кафедры организации и управления

производством до заведующего этой кафедрой (1969 г.). В 1963 г. Феликс Федорович – кандидат наук, 1964 г. – доцент, 1970 г. – доктор наук и профессор, а с 1984 г. – бессменный проректор университета по на-

учной работе.

Основные результаты исследований проф. Ф.Ф.Бездудного освещены в 240 научных публикациях, в том числе в 28 учебниках, монографиях и брошюрах. Им получено более десяти патентов России.

Большое внимание проф. Ф.Ф. Бездудный уделял и уделяет воспитанию и подготовке научных и педагогических кадров. Под его руководством на сегодняшний день защитили диссертации более 100 кандидатов и 7 докторов наук.

Ученики Феликса Федоровича работают на руководящих должностях в области науки и образования. Они трудятся во многих вузах, НИИ, в различных отраслях промышленности России, СНГ, а также и за рубежом: в Германии, Польше, Чехии, Словакии, Бангладеш и Прибалтике.

Многогранна общественная деятельность Ф.Ф. Бездудного. Свыше 30 лет он работает в журнале «Известия вузов. Технология текстильной промышленности»

(заместитель главного редактора); в издании «Вестник молодых ученых России» (член редколлегии). Кроме того, Феликс Федорович – зам. председателя Головного совета Минобразования РФ; он руководит Ассоциацией проректоров по науке Санкт-Петербурга; член Совета ректоров вузов города; председатель докторского диссертационного совета.

С 1977 г. Ф.Ф. Бездудный – член Совета директоров крупнейшего в России объединения ОАО «Концерн «Квартон», возглавляющего деятельность крупных текстильных предприятий Санкт-Петербурга и Новгородской области.

Будучи с 1977 г. председателем ЛенНТО Легпром, Ф.Ф. Бездудный, невзирая на известные трудности, сумел сохранить это общество.

С 1995 г. проф. Ф.Ф. Бездудный – научный руководитель конкурса Грантов по проблемам легкой промышленности Минобразования РФ; руководитель и исполнитель межвузовской научной программы «Перспективные материалы»; разработчик и исполнитель федеральной целевой программы «Развитие льняного комплекса России на 1996 – 2000 гг.», руководитель коллектива разработчиков методологии реконструкции промышленных предприятий Санкт-Петербурга и их рейтинговой

оценки, которая одобрена Минэкономики РФ и рекомендована к внедрению.

С 2000 г. проф. Ф.Ф. Бездудный возглавляет Комитет по легкой промышленности и потребительским товарам Ассоциации «Северо-Запад» России.

Практическая ценность результатов перечисленных программ, активная деятельность общественных организаций, возглавляемых юбиляром, измеряется существенным социально-экономическим эффектом и ростом объемов НИР по университету в 2,5...3 раза по сравнению с 1998 годом.

Сегодня, как и раньше, Феликс Федорович полон новых идей и начинаний. Он пользуется большим уважением и авторитетом среди студентов, профессорско-преподавательского состава и сотрудников СПбГУТД, среди коллег высших учебных заведений Москвы, Санкт-Петербурга, Иванова, Костромы, Ташкента, Киева, Благовещенска, среди работников НИИ и промышленных предприятий России. Многие из них гордятся своим Учителем.

От всей души поздравляем проф. Ф.Ф. Бездудного с 70-летием со дня рождения! Желаем Вам, Феликс Федорович, доброго здоровья, счастья и новых успехов в научно-педагогической деятельности на благо нашей любимой Родины.

Ректорат СПбГУТД.

Коллектив экономического факультета и кафедры организации и управления производством университета.

Комитет по легкой промышленности и потребительским товарам

Ассоциации «Северо-Запад». НТО Легпром С-Пб и Ленинградской области.

Редколлегия и редакция журнала

«Технология текстильной промышленности», а также многочисленные друзья и коллеги.

**К 90-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ
ЛЬВА НАТАНОВИЧА ГИНЗБУРГА**

24 августа 2001 года исполнилось 90 лет доктору технических наук, профессору Льву Натановичу Гинзбургу.

Родился Лев Натанович в Москве. По путевке (так говорили в то время) в 1929 г. был направлен учиться в Московский текстильный институт. Еще до получения диплома он начал работать в Институте лубяных волокон. Закончил МТИ Лев Натанович в 1934 г. по специальности инженер-технолог по прядению лубяных волокон.

В 1939 г. Л.Н. Гинзбург защитил кандидатскую диссертацию, а в 1949 г. – докторскую. В 1950 г. ему присвоено звание профессора.

В 1941 г. Л.Н. Гинзбург, как и многие другие в это тяжелое для страны время, записался добровольцем в народное ополчение. Он воевал на Западном, Брянском и 3-м Белорусском фронтах и закончил войну в 1945 г. в звании майора.

Практически вся жизнь Льва Натановича Гинзбурга посвящена науке. Более 30 лет он был научным руководителем крупнейшего в мире Научно-исследовательского института промышленности лубяных волокон (ЦНИИЛВ).

Л.Н. Гинзбург и сам постоянно занимался и занимается научной деятельностью. Так, он принимал непосредственное



участие в создании первой в мире кольцепрядильной машины для мокрого прядения льна. На основе его теоретических исследований и докторской диссертации по теории вытягивания в мокром прядении были внедрены в промышленность высокие вытяжки. Он работал над созданием центрифугальных машин для сухого прядения лубяных волокон, а также над проблемой пневмовьюркового прядения льна.

Список научных трудов, опубликованных Л.Н. Гинз-

бургом, содержит более 130 статей. Он имеет 17 авторских свидетельств, 2 патента и научное открытие.

Почти каждые 10 лет выходили из печати написанные им, зачастую в соавторстве с профессорами Московского текстильного, а затем и Костромского технологического институтов, учебники для вузов по прядению лубяных волокон (1939, 1949, 1960, 1971 и 1980 гг.). Один из них был переведен и издан на чешском языке (1953 г.).

Под редакцией Л.Н. Гинзбурга и при его непосредственном участии регулярно издавались справочники по льнопрядению (1941, 1949, 1957, 1979 и 1991 гг.). Совместно с группой сотрудников был написан и издан трехтомный труд “Динамика основных процессов прядения” (I том – 1970 г., II – 1972 г. и III – 1976 г.). 44 года подряд

Лев Натанович редактировал труды, ежегодно выпускаемые институтом.

Большое значение в течение всей своей трудовой деятельности Л.Н. Гинзбург придавал подготовке для отрасли научных и инженерных кадров. Он был научным руководителем 9 аспирантов и 2 докторантов, и многие нынешние ученые и инженеры считают Льва Натановича своим учителем.

Л.Н. Гинзбург на протяжении многих лет был организатором и душой проводившихся в ЦНИИЛВ ежегодных научных конференций молодых ученых. Он постоянно, не жалея сил и времени, пропагандировал все новое, что появлялось в науке и машиностроении.

Заслуги Л.Н. Гинзбурга по достоинству оценены государством. Он награжден правительственными наградами: орденом Красной Звезды, двумя орденами Отечественной войны II степени, двумя орденами Трудового Красного Знамени и многими медалями, в том числе “За оборону Москвы” (1944 г.), “За победу над Германией в Великой Отечественной войне” (1945 г.) и другими.

В последние годы в соавторстве Л.Н. Гинзбургом выпущен целый ряд нужных и полезных книг. Среди них “Лен на

рубеже XX – XXI вв.”, “Моволен” (своего рода пособие по получению из отходов трепания льна волокон, которые вместе с химическими волокнами можно использовать для получения тонких тканей), “Масличный лен”. Сейчас совместно с В. Живетиным Лев Натанович работает над рукописью новой книги.

Профессор Л.Н. Гинзбург не только видный ученый, эрудированный высокообразованный специалист, но и талантливый педагог, не перестающий отдавать свои знания людям. Его творческая и научная деятельность не подвластны времени. Ученики Льва Натановича, коллеги и друзья относятся к нему с глубоким уважением и любовью, отмечая его непреходящие доброжелательность и оптимизм.

От всей души поздравляем Льва Натановича с юбилеем и желаем ему доброго здоровья, долголетия, неиссякаемой творческой энергии, счастья и благополучия!!!

**Ректорат и кафедра ткачества
Костромского государственного
технологического университета.
Редколлегия и редакция журнала “Техно-
логия текстильной промышленности”.**

СОДЕРЖАНИЕ

Текстильное материаловедение

<i>Карякин В.Г.</i> О возможности унификации параметров прибора в методе Линдслея-Леонтьевой для продуктов из волокон любой длины.	3
<i>Горохова О.Ю.</i> Исследование влияния опорной поверхности на влагопоглощение трикотажного полотна.	8
<i>Маня Л., Грибинча В., Суфицкий П.</i> Исследование диаметра классической хлопковой пряжи и нити с хлопкообразным ядром для трикотажных изделий.	11

Первичная обработка. Сырье

<i>Латшин А.Б., Пашин Е.Л.</i> Влияние вариации некоторых технологических свойств пряжи льняного сырца на неровноту силы его натяжения при трепании.	18
<i>Мурадов Р.</i> Совершенствование устройства выгрузки камнеуловителя.	21

Прядение

<i>Павлов К.Ю.</i> Принципы расчета основных характеристик неподвижных выюрков.	25
---	----

Ткачество

<i>Юхин С.С., Корочкин К.А.</i> Анализ работы измененного основного регулятора ткацкого станка.	28
<i>Кузнецова С.М., Розозин А.В., Ветров М.В., Синецын В.А.</i> Линейная деформация основных нитей в процессе зевобразования при изготовлении узорчатой ткани.	32

Отделка

<i>Бушуева И.В., Соловьева С.В., Васильев В.В., Гарцева Л.А.</i> Выбор оптимального состава для обработки хлопкополиэфирной ткани перед термопечатанием.	36
<i>Жбанов М.А., Блиничева И.Б., Шарнина Л.В.</i> Роль стабилизаторов при пероксидном белении текстильных материалов из целлюлозных волокон.	41

Технология нетканых материалов

<i>Кахраманов Ф.Р., Фролов В.Д., Вавилов Е.Г., Латшин В.Г.</i> Условия стабилизации неоднородного волоконвоздушного потока.	46
<i>Зарубин В.М., Таушева И.В., Белоголовцев С.Д.</i> Анализ зоны лентоформирования чесально-ленточного агрегата.	49
<i>Абдул Рахим, Виноградов А.А., Шмелева Т.В.</i> Выравнивание волокнистого потока в устройстве регенерации шляпочного очеса.	53

Швейное производство

<i>У Цзюнь, Кузьмичев В.Е.</i> Проектирование опорной поверхности поясной одежды.	56
---	----

Текстильные машины и аппараты

<i>Латшин В.Г., Вавилов Е.Г., Чистобородов Г.И., Никифорова Е.Н.</i> Натяжение нити, движущейся по гелисе.	62
--	----

<i>Вульфсон И.И., Габимова М.М.</i> Вынужденные колебания привода игольного стола иглопробивной машины с учетом зазоров и сил трения в направляющих.	65
<i>Ушакова Н.Л.</i> К вопросу выбора количества и типа разрыхляющих машин в поточной линии. . .	69
<i>Букалов Г.К.</i> Повышение износостойкости тормозных дисков натяжного грузового прибора (НГП) путем учета свойств нити и изменения скорости вращения дисков.	73
<i>Михалина И.В., Фомин Ю.Г.</i> Исследование влияния удельного давления на характеристики строения ткани.	77

Автоматизация технологических процессов

<i>Глазунов В.Ф., Куленко М.С., Сидякин В.Ф.</i> Математическое моделирование процесса формирования рулона ткани в системе управления намоткой.	80
<i>Саакян Р.Р., Жабко Л.Е.</i> Полное решение уравнения динамики нити с учетом продольных и поперечных колебаний.	87
<i>Сушко Б.К.</i> Измеритель плотности электростатического заряда на линейных объектах.	93

Экология и промтеплоэнергетика

<i>Герасимов М.Н., Махов О.Н.</i> Исследование влияния показателя капиллярность хлопчатобумажных тканей на кинетику их пропитки.	99
<i>Сажина М.Б., Углов В.А.</i> Сопоставительная оценка эффективности сушилок с активной гидродинамикой для волокнообразующих полимеров.	103
<i>Сажин Б.С., Тюрин М.П., Кочетов Л.М.</i> Оптимальные режимы теплоснабжения текстильного предприятия.	106
<i>Солодихин А.Е.</i> Использование магнитного поля для совершенствования систем доувлажнения воздуха в цехах текстильных предприятий.	110

Информационные технологии

<i>Калинин Е.Н.</i> Численный анализ частотных характеристик дискового ножа.	114
<i>Подъячев А.В., Мартышенко В.А.</i> Подсистема автоматизированного проектирования трехвалковых модулей машин текстильного отделочного оборудования.	116

Обмен опытом, критика и библиография, краткие сообщения

<i>Васильев В.В., Прияткин Г.М., Ополовников В.Р.</i> Исследование процесса хромирования алюминиевых печатных валов.	120
<i>Власова Е.Н., Буторина Н.В., Гусев Б.Н.</i> Построение удельных показателей ворсистости пряжи.	122
<i>Ефимова О.Г., Сташева М.А., Буторина Н.В., Скурихина Е.Е., Саакян Н.В.</i> Совершенствование классификации шелковых тканей и изделий.	124
<i>Фролов В.Д.</i> Нужная и полезная книга.	126
К 90-летию со дня рождения Николая Никифоровича Тарасова.	128
К 50-летию со дня рождения Сергея Дмитриевича Николаева.	130
К 70-летию со дня рождения Феликса Федоровича Бездудного.	132
К 90-летию со дня рождения Льва Натановича Гинзбурга.	134