

Федеральное агентство по образованию

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

**ТЕХНОЛОГИЯ
ТЕКСТИЛЬНОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ОСНОВАН В ДЕКАБРЕ 1957 ГОДА, ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД

**№ 2 (306)
2008**

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор *Г.И. ЧИСТОБОРОДОВ.*

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

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

Ответственный секретарь *С.Л. ХАЛЕЗОВ.*

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

Тел.: (4932) 35-78-87. Факс: (4932) 41-50-88.

E-mail: ttp@igta.ru

<http://www.igta.ru>

Издание зарегистрировано в Министерстве печати РФ. Регистрационный №796. Сдано в набор 14.04.2008. Подписано в печать 28.04.2008. Формат 60x84 1/8. Бум. кн.-журн. Печать офсетная. 18,60 усл.-печ. л.; 18,85 усл. кр.-отт. Заказ 3194.

Тираж 450 экз.

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

УДК 338.45: [677 + 675 + 687]

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В РОССИИ

*Е.А. СЕНЬШОВА, О.В. ЖИКИНА**(Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна)*

В соответствии с принятым Правительством Российской Федерации проектом бюджета в 2006 г. его расходная часть была увеличена на 40 %. Профицит бюджета ожидался на уровне более 3 % ВВП. При этом основные расходы были запланированы на нужды оборонных отраслей, в то время как сектор производства потребительских товаров, к которым, безусловно, относится продукция легкой и текстильной промышленности, вновь оказался мало затронут.

Вместе с тем, легкая промышленность играет значительную роль в экономике развитых стран, до 20% государственного бюджета которых формируется за счет отчислений от предприятий легкой и текстильной промышленности.

По данным информационного портала ЛегПромБизнес доля легкой промышленности в ВВП Италии составляет 12%, Германии – 6%, США – 4%. Доля легкой промышленности в ВВП мирового лидера текстильного рынка – Китая более 20% [1].

В России же в течение последних 15 лет сохранялась тенденция уменьшения объемов производства легкой и текстильной промышленности. За эти годы доля указанных отраслей в ВВП страны снизилась более чем в 30 раз и составляет около 0,4%. Сокращение численности рабочих достигло почти 1 млн. человек. Доля убыточных предприятий превышает 45% [1].

В последние годы отмечается некоторый рост потребностей рынка в продукции

легкой промышленности и в том числе – отдельных ее подотраслей. Так, например, эксперты говорят о ежегодном приросте рынка швейных изделий на 10...15% при падении объемов производства российских швейников на 8...13% [1].

Такая тенденция снижения объемов производства и сокращения количества отечественных предприятий на рынке, к сожалению, характерна для большинства подотраслей легкой промышленности России. На сегодняшний день едва ли четвертая доля всего сформировавшегося объема потребления товаров легкой промышленности в нашей стране приходится на продукцию, выпускаемую российскими производителями. Оставшаяся часть – это официальный и контрабандный импорт, а также собственный "теневой" рынок.

Низкая конкурентоспособность продукции легкой промышленности России на внешнем и внутреннем рынках объясняется, главным образом, состоянием основных фондов, использованием неэффективных технологий и высокой ресурсоемкостью производства.

По оценкам специалистов издержки производства промышленной продукции в России больше, чем в Японии в 2,8 раза, по сравнению с США – в 2,7 раза, с Францией, Германией и Италией – в 2,3 раза, с Великобританией – в 2 раза [1].

Средний период перехода на новые модели прогрессивного технологического оборудования в легкой промышленности

развитых стран составляет 5 лет, в то время как в России доля производственного оборудования, используемого не более 5 лет, находится на уровне 1,5...2%.

В структуре российского экспорта продукция легкой промышленности составляет менее 1 %. Ее экспорт ограничен узким ассортиментом продукции и полуфабрикатов, основу которого составляют хлопчатобумажные ткани.

В последние годы Россия не выбирала в ЕС ограничительные квоты по текстилю, причем средний уровень таможенного обложения российских товаров в ЕС составляет 1,5 %, до 80 % российских товаров ввозится в страны Евросоюза беспошлинно [2].

Между тем миссия легкой промышленности видится в обеспечении потребностей внутреннего рынка товарами народного потребления. В разрешении этого вопроса Правительство России ставит главной задачей формирование прозрачного внутреннего рынка, где до 80...90% товаров поступает от российских и иностранных производителей по договорам и контрак-

там. При этом проект Концепции развития легкой промышленности до 2010 г. формулирует главную экономическую цель – увеличение доли отечественной продукции на внутреннем рынке до 55 %, рост экспорта продукции в 3...4 раза, снижение зависимости от импорта сырья [1].

Технологическая модернизация отрасли может обеспечить рост производительности труда к 2010 г. на 30...35%, а на предприятиях, внедривших прогрессивные технологии, в 2...3 раза; рост рентабельности производства – до 14...15% (в настоящее время 7...8%), а на предприятиях, внедривших прогрессивные технологии, до 30...35% [1].

В 2006 г. ситуация в легкой промышленности несколько улучшилась. По данным официальной статистики индекс промышленного производства в Российской Федерации в 2006 г. составил 103,9 % к соответствующему периоду предыдущего года.

В табл. 1 представлены сведения о производстве основных видов продукции отраслей легкой промышленности в 2006 г. [2].

Т а б л и ц а 1

Вид продукции легкой промышленности	Производство в 2006 г.	Темп роста к 2005 г., %
Ткани, млрд. м ²	2,8	100,7
Чулочно-носовые изделия, млн. пар	312	110,7
Трикотажные изделия, млн. штук	113	97,6
Пальто, полупальто, тыс. штук	1089	81,8
Плащи, тыс. штук	134	103,8
Костюмы, млн. штук	6,7	101,1
Брюки, млн. штук	14,9	91,6
Пальто женские из натурального меха, тыс. штук	93,4	127,8
Хромовые кожаные изделия, млрд. дм ²	2,1	141,0
Юфтевые кожаные изделия, млн. дм ²	109	96,1
Сумки (без детских и специальных), млн. штук	4,6	99,5
Обувь, млн. пар	52,8	111,9

Как видно из табл. 1, наибольший прирост объемов производства в 2006 г. достигнут по изготовлению хромовых кожаных изделий (+ 41%), пошиву пальто женских из натурального меха (+ 27,8%) и выпуску обуви (+ 11,9%). Падение объемов производства зафиксировано в пошиве пальто и

полупальто (- 18,2%), брюк (- 8,4%), в изготовлении юфтевых кожаных изделий (- 3,9%).

В табл. 2 представлены сведения об объемах отгруженных товаров (работ, услуг) предприятиями легкой промышленности, млрд. руб. [2].

Месяц	Текстильное и швейное производство			Производство кожи, изделий из кожи и производство обуви		
	2005 г.	2006 г.	темп роста, %	2005 г.	2006 г.	темп роста, %
Январь	7,8	8,0	102,6	1,3	1,5	115,4
Февраль	9,6	10,2	106,3	1,6	2,2	137,5
Март	10,9	11,8	108,3	2,1	2,5	119,1
Апрель	10,7	10,9	101,9	2,1	2,1	100,0
Май	9,9	11,5	116,2	1,9	2,1	110,5
Июнь	9,7	11,6	119,6	1,7	2,4	141,2
Июль	8,8	9,9	112,5	1,5	2,0	133,3
Август	10,8	11,9	110,2	2,2	2,3	109,5
Сентябрь	12,5	13,2	105,6	2,2	2,9	131,8
Октябрь	12,5	13,9	111,2	2,2	3,2	145,5
Ноябрь	13,0	14,5	111,5	2,2	3,3	150,0
Декабрь	12,3	-	-	2,1	-	-

Как видно из табл. 2, объемы отгруженной продукции в денежном измерении возросли в 2006 г. по сравнению с 2005 г. Это обуславливается и ростом объемов производства по большинству групп товаров легкой промышленности, и ростом цен на производимую продукцию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Официальный сайт "Информационный портал ЛегПромБизнес", www.textile-press.ru.
2. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики РФ, www.gks.ru.

Рекомендована кафедрой менеджмента. Поступила 13.11.07.

УДК 677.01

МЕТОДИКА АНАЛИЗА ЗАКАЗА ТЕКСТИЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ НА ЭТАПЕ РАСЧЕТА ЦЕНЫ ТКАНИ

Е.А.ЮХИНА, С.С.ЮХИН

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

При расчете цены на новые ткани предприятие выбирает один из методов ценообразования:

– затратный, основанный на калькуляции постоянных, прямых и косвенных переменных издержек;

– конкурентный, основанный на подборе, анализе, отборе и приведении цен конкурентов к условиям предстоящей сделки. В результате составляется конкурентный лист – расчет цен в табличной форме, позволяющий сопоставить технические характеристики товара и коммерческие условия предстоящей сделки с двумя или несколькими конкурентными материалами.

За базу сопоставления принимаются

технические характеристики и другие условия предстоящей сделки. Цену рассчитывают с учетом поправки на технические характеристики, то есть путем сопоставления базисного товара с конкурентным аналогом. При этом в зависимости от вида товара учитываются следующие особенности:

– поправки на технические характеристики сырья и продовольствия рассчитываются обычно по содержанию полезных компонентов, выходу готовой продукции;

– поправки на технические характеристики машин и оборудования – по мощности, производительности и другим технико-экономическим параметрам.

Величины технических поправок рассчитываются для каждого товара по формуле Берима [1, с. 90]:

$$Ц_1 = Ц_0 (M_1/M_0),$$

где $Ц_0$, M_0 – соответственно цена и технический параметр по конкурентному материалу; $Ц_1$, M_1 – цена и технические характеристики продукции, принятой за базу расчета (то есть собственного изготовления).

Превышение или снижение показателя по сравнению с сопоставляемым аналогом отражается в виде скидки или прибавки к цене конкурента.

После проведенного приведения цены по обозначенным параметрам получают окончательные приведенные цены конкурентов, на основе которых на втором этапе осуществляется расчет цены для конкретных условий сделки с учетом объема, сроков и формы платежа, качественных характеристик товара и т.п.

На стадии анализа заказа на новые ткани, когда требуется сделать укрупненный

расчет цены предложения, вполне допустимо использовать конкурентный метод расчета цены, при этом в качестве конкурентного материала следует выбирать заменяемый артикул ткани. В этом случае при приведении цены следует учитывать только изменяемые параметры ткани, которые оказывают влияние на содержание сырья в ткани, а именно линейную плотность пряжи, поверхностную плотность ткани, ширину ткани.

Пример. Поступил заказ на хлопчатобумажную ткань, имеющую следующие параметры: саржа 3/1, 165 см, 280x200 (10см), 50 текс x 50 текс, поверхностную плотность 260 г/кв.м.

Заменяемая хлопчатобумажная ткань арт. 38 поставлялась предприятием на экспорт по цене 1,20 дол. США и имела параметры: саржа 3/1, 101,7 см, 413x230 (10см), 36 текс x 36 текс, поверхностную плотность 257 г/кв.м. Таким образом, эта ткань может считаться конкурентным материалом.

Рассчитаем цену на новую ткань путем приведения технических характеристик конкурентного материала к условиям заказа:

$$Ц_1 = Ц_0 (M_1/M_0) = 1,20 (260/257) (165/101,7) (20/27,8) = 1,42 \text{ дол. США за пог. м.}$$

При расчете цены учитывались именно те технические характеристики, которые в первую очередь влияют на расход и стоимость пряжи, используемой при изготовлении ткани. Это – поверхностная плотность, ширина ткани и номера пряжи. В итоге получили, что новая ткань с указанными параметрами должна стоить 1,42 дол. США.

Сравнивая полученные значения цены с уровнем мировых цен на ткани-аналоги фирм конкурентов, можно принять решение о целесообразности или нецелесообразности принятия заказа к исполнению. В случае положительного решения заключается договор на поставку пробной партии ткани; после исполнения договора цены уточняются на основе затратного метода.

ВЫВОДЫ

Предложена методика анализа заказа текстильного предприятия на этапе расчета цены ткани, позволяющая проводить укрупненный расчет цены на новую ткань на основе конкурентного метода ценообразования. Методика позволяет принимать решение о принятии или отклонении поступившего заказа на стадии его оформления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воронкова О.Н., Пузакова Е.П. Внешнеэкономическая деятельность: организация и управление: Учебное пособие / Под ред. проф. Е.П. Пузаковой. – М.: Экономист, 2005.

Рекомендована кафедрой экономики. Поступила 08.02.08.

МОДЕРНИЗАЦИЯ СРЕДСТВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ КАК СПОСОБ ОБНОВЛЕНИЯ АКТИВНОЙ ЧАСТИ ОСНОВНЫХ ФОНДОВ ТЕКСТИЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Е.Н. МАТВЕЕВА

(Костромской государственной университет им. Н.А. Некрасова)

Рассматривая жизненный цикл функционирования средств технологического оснащения, дадим характеристику особенностям отдельных его этапов. Начальный этап (А) является фактически периодом освоения новой техники, вследствие чего объем выпущенной продукции с ее ис-

пользованием незначителен. Второй этап (В – рис. 1 – жизненный цикл функционирования средств технологического оснащения) характеризуется как период эффективного использования оборудования, период интенсивного наращивания объемов производства.

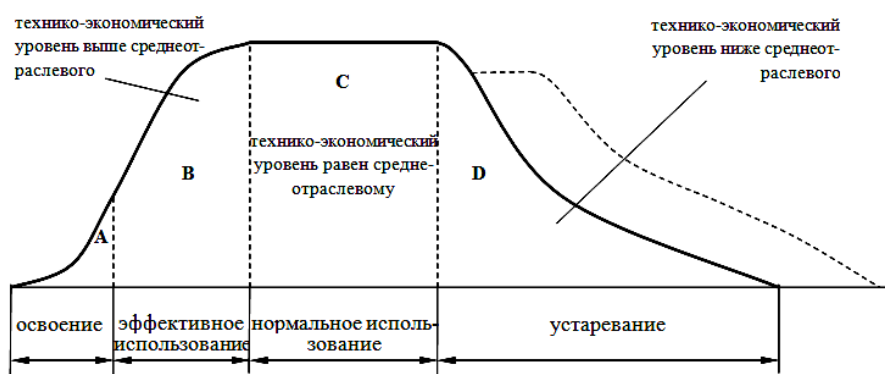


Рис. 1

На этом этапе технико-экономический уровень средств труда – как интегральный относительный показатель превышает среднеотраслевой. Этапу С соответствует период нормального использования оборудования, когда его технико-экономический уровень равен среднеотраслевому.

На этапе Д происходит устаревание оборудования, при котором его технико-экономический уровень ниже, чем среднеотраслевой. Устаревание является следствием физического и морального износа. Физический износ приводит к изменению технического состояния средств технологического оснащения, что проявляется через снижение производительности, повышение энергоемкости, снижение показателей надежности и т.п. Существуют различные методы оценки физического износа, основными из которых являются: методы оценки по техническому состоянию

оборудования или его конструктивных элементов; по объему работ, выполняемых для устранения износа; по срокам службы оборудования или его конструктивных элементов.

В любом случае, полный физический износ представляет собой сумму невозстанавливаемого и восстанавливаемого износа, поскольку проведение ремонтов наряду с работоспособностью позволяют в определенной мере восстановить и технический ресурс оборудования.

Моральный износ первого рода, связанный с появлением машин с аналогичными техническими характеристиками, но более дешевых по цене, рассчитывается следующим образом:

$$J_{M_1} = \frac{S_{II} - S_B}{S_{II}} \cdot 100\%,$$

где S_n и S_b – соответственно первоначальная и воспроизводимая (новая модель) стоимость машины.

Моральный износ второго рода, связанный с появлением машин с более высокими характеристиками, определяется зависимостью:

$$J_{M_2} = S_c - S_n \frac{P_c C_n}{P_n C_c},$$

где S_c и S_n – восстановительная стоимость старой и новой машин (с учетом морального износа первого рода); P_c и P_n – годовая производительность старой и новой машин; C_c и C_n – себестоимость единицы продукции старой и новой машин.

Возмещение устаревших средств труда следует рассматривать как их обновление. С технико-экономических позиций в [1] под обновлением активной части основных фондов предложено понимать "...процесс возмещения средств труда в прежних или увеличенных размерах, осуществляемый на качественно новой, более эффективной технической основе". Исходя из этого определения метод простого воспроизводства (замена оборудования аналогичным по характеристикам и цене) не может рассматриваться как обновление, хотя в некоторых источниках оно считается таковым. Действительно, такая замена ведет лишь к изменению возрастной структуры парка машин. Следовательно, обновлением можно считать замену оборудования по схеме морального износа как первого, так и второго рода.

При замене оборудования на новое с аналогичными старому техническими характеристиками, но с меньшей ценой меняются некоторые экономические показатели хозяйственной деятельности предприятия, в частности – фондоотдача. При замене технически более совершенным – существенно меняются затратные статьи вследствие более высокой производительности, показателей надежности, уровня автоматизации, удобства обслуживания или других свойств. При создании нового оборудования обязательно прогнозируется

срок его службы с учетом физического и морального износа.

Согласно [2] приближенный проектный срок службы машин определяется выражением

$$T_n = \frac{\lg \mu \frac{m_n}{m_o}}{\lg(1 + \frac{K}{100})},$$

где m_n и m_o – техническая норма производительности проектируемой и существующей машин; K – средний годовой прирост производительности труда в данной отрасли, %; μ – коэффициент, учитывающий повышение качества сырья, культуры обслуживания, возможную модернизацию оборудования. Его значение рекомендуется принимать равным 1,5...1,6.

Как следует из этой формулы, еще на этапе проектирования машины предусматривается возможность изменения ее технического уровня и эксплуатационных показателей путем модернизации. Кроме изменения технического уровня модернизация предполагает возможность изменения выпускаемой продукции, повышения ее потребительских свойств, расширение ассортимента, повышение качества и др. Изменения могут касаться используемого сырья и материалов, их экономии, улучшения использования, снижения требований к качеству подготовки.

Таким образом, модернизация средств технологического оснащения обеспечивает продление их жизненного цикла за счет удлинения этапа нормального использования (горизонтальный участок штриховой линии на рис. 1). Очевидно, что расширение стадии нормального использования оборудования отодвигает начало этапа его устаревания, что равносильно его обновлению. Следовательно, модернизация может рассматриваться как третья форма возмещения устаревания средств труда.

Такая же точка зрения выражена и в [1], [3]. Подчеркнем, что финансовые затраты на модернизацию оборудования текстильных предприятий в несколько раз

(5...7) ниже затрат на приобретение нового оборудования [4].

Направления и цели модернизации в виде схемы отражены на рис. 2.



Рис. 2

В приложении к средствам технологического оснащения текстильной промышленности модернизация может осуществляться по одному из трех направлений: общетехническая, целевая, заменой основных рабочих органов и технологической оснастки.

Комплексная общетехническая модернизация наиболее эффективна в случае откупа производителем старой техники и выброса ее после модернизации на вторичный рынок. Эффективность обосновывается возможностью специализации и реализации производства по типу средне-серийного. Цель модернизации определяется ее комплексностью, то есть изменения должны касаться как продукта и сырья (материалов), так и технического уровня оборудования.

Целевая модернизация связана с изменением функциональных возможностей оборудования. При этом целью модернизации могут быть изменения только в одной целевой группе: продукт, сырье, либо технический уровень (производительность, надежность, автоматизация и т.п.). Инициатором модернизации выступает чаще всего владелец оборудования, а исполнителем – производитель, владелец или спе-

циализированная фирма. Как правило, производство в этом случае организуется по типу мелкосерийного.

Что касается модернизации путем обновления рабочих органов и технологической оснастки, то ее инициатором и исполнителем должен быть владелец оборудования. Целевое назначение модернизации также должно быть однопрофильным в отношении только одной целевой группы.

ВЫВОДЫ

1. Физический и моральный износ изменяет технико-экономический уровень средств технологического оснащения от выше – на этапе эффективного использования до ниже – среднеотраслевого на этапе устаревания.

2. Модернизация обеспечивает продление жизненного цикла, отодвигая начало устаревания, что равносильно обновлению оборудования.

3. В приложении к средствам технологического оснащения текстильной промышленности модернизация может осуществляться по одному из направлений: об-

щетехническая, целевая, заменой рабочих органов и оснастки.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Кайгородов А.Г., Шуков В.Н.* Эффективность обновления текстильного производства в условиях ускорения технического прогресса.– М.: Легпромбытиздат, 1989.

2. *Трейер В.Н.* Теория долговечности и надежности.– Минск, 1967.

3. *Ленская С.А., Сидоров В.Н.* Эффективность и время производства.– М., 1980.

4. *Пищиков В.Д., Розанов А.Ф.* Текстильное машиностроение в России: состояние, проблемы, перспективы // Текстильная промышленность.– 2001, №6. С.14...16.

Рекомендована кафедрой технологий производства и сервиса. Поступила 11.02.08.

УДК 667.017

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАЗДИРАЮЩЕЙ НАГРУЗКИ ТКАНЕЙ
ВЕДОМСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

А.В. КУРДЕНКОВА, Ю.С. ШУСТОВ

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

В качестве объектов исследования были выбраны ткани ведомственного назначения, выработанные одним видом переплетения, но отличающиеся волокнистым

составом. Основные структурные характеристики испытываемых образцов приведены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Наименование показателя	Артикулы				
	8с101кв	3с21кв	3с24кв	4с5кв	8с119кв
Волокнистый состав ткани саржевого переплетения	100%ПЭ	<u>77%ПЭ</u> 23% ХБ	<u>76%ПЭ</u> 24% ХБ	<u>53%ПЭ</u> 47% ХБ	<u>25%ПЭ</u> 75% ХБ
Линейная плотность нитей основы T_o , текс	26,00	13,60	13,00	27,60	13,60
Линейная плотность нитей утка T_y , текс	26,00	33,20	31,20	52,06	71,00
Плотность ткани по основе P_o , число нитей/10 см	310	388	360	368	447
Плотность ткани по утку P_y , число нитей/10 см	210	186	211	214	230

Раздирающая нагрузка тканей определялась в соответствии с [1]. Испытания тканей проводились на универсальной испытательной системе Инстрон серии 4411 при скорости движения верхнего зажима 100 мм/мин. Пробная полоска имела размеры 200x70 мм. Надрез делался посередине на длину 120 мм.

Разрывные характеристики нитей определялись в соответствии с [2]. Испытания нитей проводились на универсальной испытательной системе Инстрон серии 4411 при скорости движения верхнего зажима 100 мм/мин и расстоянии между зажимами 500 мм.

Для определения зависимости раздирающей нагрузки ведомственных тканей от разрывной нагрузки нитей и параметров строения тканей воспользуемся методами

теории подобия и анализа размерностей [3]:

$$Q = f(P_p, L, n, T_o, T_y, P_o, P_y), \quad (1)$$

где Q – раздирающая нагрузка ткани, Н; P_p – разрывная нагрузка нитей основы, Н; L – длина раздиранья, м; $L=50$ мм; n – процентное содержание полиэфира, %; T_o – линейная плотность нитей основы, текс; T_y – линейная плотность нитей утка, текс; P_o – плотность ткани по основе, число нитей/10 см; P_y – плотность ткани по утку, число нитей/10 см.

Применяя методы анализа размерностей, функциональное соотношение (1) можно выразить через безразмерные комплексы. Тогда соотношение примет вид:

$$\frac{Q}{P_p L \Pi_o} = \eta = \left(n; \frac{T_y \Pi_y}{T_o \Pi_o} \right), \quad (2)$$

где η – безразмерный показатель, характеризующий раздирающую нагрузку тканей.

Таблица 2

Артикул тканей	n, % ПЭ	T _o , текс	Π _o , нитей/10 см	T _y , текс	Π _y , нитей/10 см	$\frac{T_y \Pi_y}{T_o \Pi_o}$	Q, Н	P _p , Н	$\frac{Q}{P_p L \Pi_o}$	η ₁	η ₂	Q _{расч} , Н	Отклонение, %
8с101кв	100	26,0	310	26,0	210	0,677	104,4	4,7	0,1431	0,1456	0,9828	103,5	0,85
3с21кв	77	13,6	388	33,2	372	2,341	68,7	3,0	0,1180	0,1226	0,9628	71,8	4,30
3с24кв	76	13,0	360	31,2	422	2,813	63,1	2,8	0,1261	0,1216	1,0368	61,4	2,82
4с5кв	47	27,6	368	52,1	214	1,097	55,2	3,2	0,0933	0,0926	1,0072	54,3	1,61
8с119кв	24	13,6	447	71,0	460	5,372	45,6	3,0	0,0680	0,0696	0,9771	47,3	3,60

В табл.2 приведены исходные и расчетные значения раздирающей нагрузки ведомственных тканей по направлению основы.

Для установления степени влияния каждого из указанных параметров находим зависимости:

$$\eta = \eta_1 \eta_2, \quad (3)$$

$$\eta_1 = f(n) = 0,0010n + 0,0456, \quad (4)$$

где η_1 – безразмерный показатель, харак-

теризующий процентное содержание полиэфирных волокон в ткани (рис. 1).

$$\eta_2 = f\left(\frac{T_y \Pi_y}{T_o \Pi_o}\right) = \frac{\frac{T_y \Pi_y}{T_o \Pi_o}}{1,023 \frac{T_y \Pi_y}{T_o \Pi_o} + 0,032}, \quad (5)$$

где η_2 – безразмерный показатель, характеризующий структурные характеристики тканей (рис. 2).

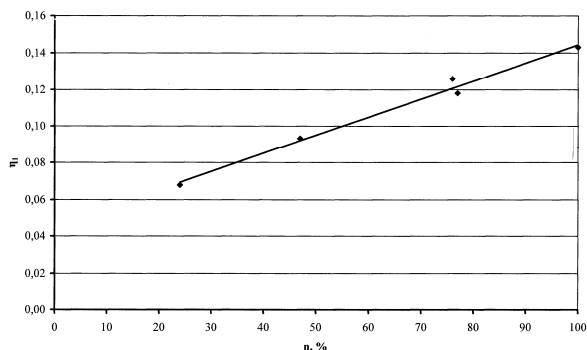


Рис. 1

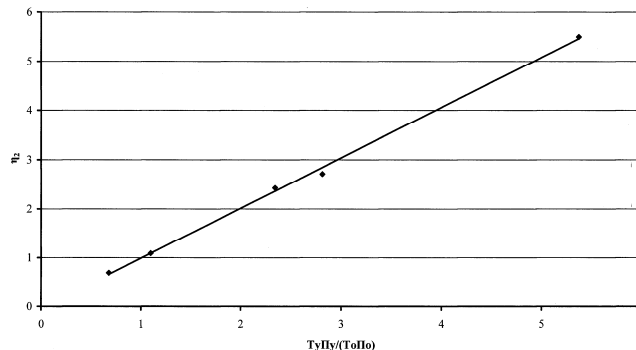


Рис. 2

Таким образом, окончательная формула для расчета раздирающей нагрузки по на-

правлению основы ведомственных тканей примет вид:

$$Q = 1,043 P_p L (0,0010n + 0,0456) \left(\frac{\frac{T_y \Pi_y}{T_o \Pi_o}}{1,023 \frac{T_y \Pi_y}{T_o \Pi_o} + 0,032} \right). \quad (6)$$

Формула справедлива для $24 \leq n \leq 100$ и $0,677 \leq \frac{T_y \Pi_y}{T_0 \Pi_0} \leq 5,372$. Отклонение расчетных значений от экспериментальных не превышает 4,30%.

ВЫВОДЫ

Получена математическая модель, позволяющая с высокой степенью точности прогнозировать раздирающую нагрузку ведомственных тканей в зависимости от доли содержания полиэфирных волокон в нитях и параметров строения тканей.

УДК 677.014.8:004.9

ИССЛЕДОВАНИЕ ТОЧНОСТИ КОМПЬЮТЕРНОГО МЕТОДА ИЗМЕРЕНИЯ ДЛИНЫ ОДИНОЧНЫХ ВОЛОКОН

А.Ю. МАТРОХИН, Н.А. КОРОБОВ, О.А. ШАЛОМИН, Б.Н. ГУСЕВ

(Ивановская государственная текстильная академия)

В настоящее время основным препятствием на пути практического применения компьютерных методов измерения свойств текстильных материалов является недостаточная степень доверия к результатам, получаемым этими методами. Несмотря на очевидные преимущества в производительности предлагаемых компьютерных методов, по сравнению с традиционными, потребители отдают предпочтение последним. В связи с этим необходимо решить проблему определения значений основных метрологических характеристик компьютерных методов измерения для целей калибровки. Основной качественной метрологической характеристикой любого метода измерения является точность, которая количественно выражается абсолютной и относительной погрешностями.

Объектом данного исследования является компьютерный метод измерений, реализующий способ определения длины отдельных хаотически расположенных волокон по цифровому изображению, получае-

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 3813–72. Материалы текстильные. Ткани и штучные изделия. Методы определения разрывных характеристик при растяжении.
2. ГОСТ 6611.2–73. Нити текстильные. Методы определения разрывной нагрузки и удлинения при разрыве.
3. *Шустов Ю.С.* Методы подбора и размерности в текстильной промышленности. – М.: МГТУ, 2002.

Рекомендована кафедрой текстильного материаловедения. Поступила 30.01.08.

мому с помощью оптического сканера [1]. Любая измерительная система представляет собой совокупность элементов, которые, с одной стороны, необходимы для получения конечного результата, а с другой стороны – подвержены колебаниям, приводящим к отклонению результата измерений от истинного (действительного) значения.

Основные операции подготовки и проведения испытаний компьютерного метода описаны в [1]. Способ формирования пробы отличается тем, что он не требует распрямления и ориентации волокон. Это способствует сохранению исходных размеров волокон и предохраняет их от разрушения.

Однако основным недостатком такой пробы является кривизна волокон, радиус которой на некоторых участках сопоставим с диаметром волокна. Это обстоятельство является одной из причин погрешности результатов измерений.

Как следует из [2], классическими составляющими итоговой систематической погрешности являются погрешности, вносимые оператором, инструментальные и методические погрешности.

Рассмотрим возможность появления и предупреждения погрешности, вносимой оператором. Она может возникнуть только на стадии подготовки пробы и при сканировании. Следует отметить, что при соблюдении рекомендаций [1] и при выборе правильного режима сканирования погрешность от неадекватного распознавания волокна может быть сведена к нулю. Исключения составляют волокна, находящиеся в непосредственной близости к краю изображения или выходящие за него. В связи с этим такие волокна выводятся из компьютерной обработки и в дальнейшем не учитываются.

Причиной инструментальной погрешности, прежде всего, является ограничение разрешающей способности средства измерений (сканера). Основной целью сканирования является получение цифрового изображения пробы с целостными волокнами.

Как оказалось, разрешающая способность R сканера существенно влияет на качество изображения (качество оценивается количеством и размером разрывов изображения волокна). С помощью визуальной оценки установлено, что для сканирования хлопковых волокон минимальная разрешающая способность должна быть не ниже 300 пикселей/дюйм.

На основе этого значения можно определить теоретическое значение минимальной абсолютной погрешности, которое составляет 0,17 мм, что сопоставимо с размерами двух пикселей (так как вероятность возникновения погрешности одинакова на обоих концах изображения волокна). Соответствующая величина относительной погрешности δL_p зависит от длины волокон и применительно к хлопковому волокну базового (пятого) типа ее можно оценить на уровне 0,66%.

Другой причиной инструментальной погрешности является несоответствие реальных размеров пикселей номинальным

значениям вследствие неверной передачи измерительной информации. Задача по оцениванию этой составляющей погрешности решена путем сопоставления длины, определенной непосредственно на калиброванной линейке с погрешностью 0,1 мм, и эквивалентной длины, соответствующей числу пикселей между центрами выбранных меток линейки.

Таким образом, относительная погрешность $\delta L_{\text{ц}}$ от несоответствия реальных размеров пикселей номинальным значениям определяется по формуле

$$\delta L_{\text{ц}} = 100 \left(L_1 - \frac{25,4n}{R} \right) / L_1, \quad (1)$$

где L_1 – значение длины между выбранными метками линейки, мм; n – целое число пикселей, находящихся между центрами изображений выбранных меток калиброванной линейки; R – выбранная разрешающая способность сканера, пикселей/дюйм.

Выборочные результаты контроля погрешности от несоответствия реальных размеров пикселей при $R = 300$ пикселей/дюйм приведены в табл.1.

Т а б л и ц а 1

Номер измерения	Значения характеристик		
	L_1 , мм	n	$\delta L_{\text{ц}}$, %
1	5	59	0,09
2	10	118	0,09
3	15	177	0,09
4	20	236	0,09
5	25	296	0,25
6	30	356	0,47
7	35	413	0,09
8	40	474	0,33
9	45	532	0,09
10	50	591	0,08
Среднее	-	-	0,17

В дальнейших расчетах будем использовать среднее арифметическое значение погрешности $\delta L_{\text{ц}}$, равное 0,17 %.

Наибольший вклад в возникновение методической погрешности вносит операция измерения длины одиночного волокна. Причиной погрешности является неадек-

ватность контролируемому объекту модели, параметры которой принимаются в качестве измеряемой величины. Это связано с тем, что измерение осуществляется дискретно по небольшим участкам изображения (размером от 1 до 17 пикселей), поэтому любое отклонение от прямолинейного расположения волокна внутри соответствующего участка приводит к систематическому искажению (уменьшению) получаемого результата относительно действительного значения.

Учитывая извитость (кривизну) волокон, среднюю (номинальную) длину во-

локна и погрешность, возникающую от одного извитка, можно приближенно спрогнозировать погрешность от кривизны волокон. Для этой цели был разработан компьютерный стенд, который позволяет измерять длину отдельных волокон в автоматическом и в интерактивном режиме. При этом фиксируется отклонение длины в абсолютных и относительных единицах и количество прямолинейных сегментов волокна.

Выборочные результаты определения погрешности компьютерного метода измерения приведены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Номер волокна	Длина одинокного волокна		Погрешность результата измерения		Количество пря- молинейных сег- ментов
	по компьютер- ному методу, мм	по ручному за- меру проекции волокон, мм	абсолютная $\Delta L_M, \text{мм}$	относительная $\delta L_M, \%$	
1	25,87	26,38	0,51	1,93	56
2	25,22	25,44	0,22	0,86	38
3	28,96	29,17	0,21	0,73	44
4	25,13	25,22	0,09	0,36	39
5	30,81	31,34	0,53	1,68	53
6	23,76	23,95	0,19	0,81	29
7	16,06	16,51	0,45	2,72	35
8	21,49	21,75	0,26	1,21	49
9	26,63	27,22	0,59	2,22	51
10	23,28	23,50	0,22	0,93	38
Среднее	-	-	0,327	1,34	43

Таким образом, можно предположить, что на каждом сегменте изогнутого волокна возникает локальная абсолютная погрешность, составляющая около 0,008 мм. Соответственно, получена возможность корректировать (увеличивать) значение длины, измеренной компьютерным методом, на величину, равную произведению числа прямолинейных сегментов, на постоянную величину локальной погрешности.

Как видно из табл. 2, величина абсолютной погрешности может достигать 0,59 мм. Средняя величина методической относительной погрешности δL_M составляет 1,34 %.

На заключительной стадии измерения присутствует погрешность δL_0 из-за округления результатов по отдельным волокнам для последующего построения диаграммы распределения и вычисления

сводных характеристик. Исходные данные округляются до 0,1 мм, поэтому предельная погрешность от данного фактора составит не более 0,05 мм. Соответствующая величина относительной погрешности δL_0 для базового типа хлопковых волокон составит около 0,2%.

С учетом вышеизложенного и на основании выборочных данных оценим итоговую относительную погрешность компьютерного метода измерения длины однокных волокон по формуле

$$\delta L = \sqrt{(\delta L_p + \delta L_{\text{ц}})^2 + \delta L_M^2 + \delta L_0^2} \quad (2)$$

В итоге получим, что предельная погрешность δL компьютерного метода измерения без учета компенсации составляющей δL_M не превышает 1,59%, что

свидетельствует о высокой точности предлагаемого метода.

ВЫВОДЫ

1. Оценена предельная относительная погрешность компьютерного метода измерения длины одиночных волокон [1], учитывающая инструментальную и методическую составляющие.

2. Установлена возможность компенсации систематической методической погрешности при измерении изогнутых и извитых волокон.

УДК 677.070

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕРМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПАРААРАМИДНЫХ НИТЕЙ В СРЕДЕ ВОЗДУХА И АЗОТА

К.Е. ПЕРЕПЕЛКИН, А.Б. СТЕПАНОВА, М.О. БАСОК

(Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна)

Целью данной работы является исследование и сопоставление термических характеристик высокомодульных, гетероциклических, высокомодульных и высокопрочных карбоциклических параарамидных нитей на воздухе и в среде азота. Эти данные важны для более полной оцен-

ки работоспособности параарамидных нитей в различных условиях эксплуатации.

В качестве объектов исследования были выбраны параарамидные нити отечественного и зарубежного производства (табл.1).

Т а б л и ц а 1

Номер образца	Название	Химическое строение полимера	Линейная плотность, текс	Аббревиатура
1	Русар	Полиамидобензимидазол (сополимер)	60	СпПАБИ
2	Тварон	Полипарафенилентерефталамид	110	ПФТА
3	Технора	Сополипарафенилен-3,4-оксидифенелен терефталамид	110	Метопараарамид

Температурные характеристики нитей изучали методами термогравиметрического анализа (ТГА) в воздушной и в инертной (азот) средах. Исследования проводили на дериватографе Q-1500 фирмы "МОМ". Скорость повышения температуры составила 5 град/мин. Конечная температура при испытаниях определялась завершением окисления на воздухе или пиролизом образцов в азоте. При испытании в азоте она достигала 700°C [1].

Согласно существующим методикам [2] и ранее проводимым испытаниям [1] для оценки термических превращений исследуемых нитей по данным ТГА определяли следующие параметры:

- начало интенсивного разложения по кривым ТГА (точка пересечения касательных к участкам кривой до и после перегиба) – T_1 ;
- сохранение массы полимера в указанной точке.

ЛИТЕРАТУРА

1. Матрохин А.Ю., Коробов Н.А., Гусев Б.Н. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2001, № 1. С. 106...109.
2. Рабинович С.Г. Погрешности измерений. – Л.: Изд-во: Энергия, 1978.

Рекомендована кафедрой материаловедения и товароведения. Поступила 06.04.07.

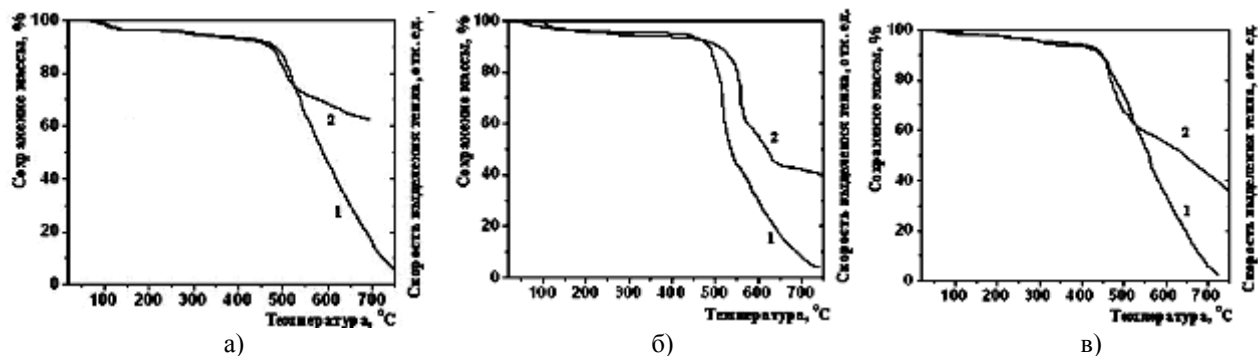


Рис. 1

Экспериментальные кривые ТГА для исследуемых нитей представлены на рис. 1, где кривые ТГА на воздухе (1) и в среде азота (2) параарамидных нитей: а – СпПАБИ; б – ПФТА; в – метапараарамид.

В табл. 2 приведены соответствующие температурные показатели и данные о сохранении массы.

Т а б л и ц а 2

Показатели		T_1 , °C	Сохранение массы, %
СпПАБИ	воздух	460	90
	азот	460	91
ПФТА	воздух	450	93
	азот	500	90
Метапараарамид	воздух	430	93
	азот	450	91

В воздушной среде интенсивное терморазложение T_1 начинается при температуре выше 430°C и составляет:

- для СпПАБИ 460°C,
- для ПФТА 450°C,
- для метапараарамида 430°C.

Сохранение массы образцов при этом составляет 90...93 %.

Температура начала интенсивного терморазложения для образца СпПАБИ в среде азота и в воздушной среде одинакова.

Для других исследуемых образцов температура интенсивного разложения T_1 в среде азота существенно выше и составляет:

- для образцов ПФТА 500°C,
- для метапараарамида 450°C.

Сохранение массы образцов составляет 90...92 %.

Из полученных данных следует, что наиболее высокой термостойкостью на воздухе обладают гетероциклические параарамидные нити СпПАБИ (Русар). Им практически не уступают нити на основе ПФТА.

В среде азота более высокой термостойкостью обладают нити на основе ПФТА (Терлон). Метапараарамидная нить (Технора) по показателям начала терморазложения близка к образцам нитей на основе СпПАБИ.

ВЫВОДЫ

Методами ТГА определено, что наиболее высокой термостойкостью на воздухе обладают гетероциклические сополиамиды СпПАБИ. Им практически не уступают нити на основе ПФТА. В среде азота наиболее высокой термостойкостью обладают нити на основе ПФТА.

ЛИТЕРАТУРА

1. Перепелкин К.Е., Маланьина О.Б., Басок М.О. и др. // Химические волокна. – 2005, №3. С.36...38.
2. Рабек Я. Экспериментальные методы в химии полимеров. / Пер. с англ. Под ред. В. В. Коршакова. – М., Мир, 1983. Т.2.

Рекомендована кафедрой материаловедения.
Поступила 08.10.07.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ГОЛОВНЫХ УБОРОВ ИЗО ЛЬНА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВЫСОКИХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ

Л.Л. ЧАГИНА, Н.А. СМИРНОВА

(Костромской государственный технологический университет)

Проблема обеспечения высокого качества головных уборов предполагает решение вопросов совершенствования конструкции и технологии, разработки рациональных структур пакетов материалов, снижения расхода материалов и улучшения эксплуатационных свойств.

Применяемый в промышленности способ изготовления летних головных уборов включает операции раскроя деталей из основной, прокладочной и подкладочной тканей, сборку изделия и влажно-тепловую обработку [1]. Сначала выполняют дублирование деталей из основной ткани прокладкой, затем ее сборку. Отдельно осуществляют сборку частей подкладки. Затем часть головного убора из основного материала соединяют с внутренним слоем (подкладкой).

Состав пакета материалов для летнего головного убора, как правило, недостаточно рационален. В качестве прокладочных материалов для них используются либо тканые сравнительно тяжелые прокладочные материалы на основе натурального сырья, которые обуславливают высокую жесткость клеевого соединения, либо искусственные или синтетические термоклеевые прокладочные материалы, не отвечающие гигиеническим требованиям.

В качестве подкладочных материалов для летнего головного убора используется вискозная подкладочная ткань или хлопчатобумажная бязь. Оба варианта отличаются высокими значениями поверхностной плотности и утяжеляют изделия. Материалы, применяемые при проектировании летних головных уборов, и технология их изготовления не позволяют выпускать изделия, сохраняющие свою форму в течение всего срока эксплуатации.

При изготовлении головных уборов в качестве прокладочного материала также используют термопластичный композиционный материал на основе волокнистого холста из отходов материалов швейного производства и плоскостабилизированной неориентированной полиэтиленовой сетки [2]. Соединение прокладочного материала с основной тканью производят после сборки деталей в готовое изделие путем объемного горячего прессования.

Использование в качестве прокладочного материала термопластичного композиционного материала из волокнистого холста снижает воздухопроницаемость, паропроницаемость и гигроскопичность. Объясняется это тем, что при дублировании полиэтилен расплавляется и снижает пористость текстильных материалов. Это обуславливает необходимость введения дополнительных вентиляционных отверстий, что повышает трудоемкость изготовления изделий. Применение полиэтиленовой сетки приводит к значительному увеличению жесткости, что ограничивает область применения таких прокладочных материалов для головных уборов из тканей с повышенной жесткостью (например, льняных).

С целью обеспечения высоких эксплуатационных свойств предлагается усовершенствовать технологию изготовления летних головных уборов [3] за счет использования новых термоклеевых прокладочных материалов. Разработано льнодержательное трикотажное полотно переплетения гладь с клеевым покрытием [4], которое является одновременно подкладкой и прокладкой.

Применение трикотажного полотна с клеевым покрытием в качестве "подклад-

ки–прокладки" позволяет повторить сложную пространственную форму детали головного убора из основного материала за счет высокой формовочной способности трикотажа и изготавливать внутренний слой головного убора не кроеным, а формованным частично или полностью.

Повышение формоустойчивости изделия обеспечивается при одновременном сохранении туше основного материала.

При изготовлении головного убора снижается трудоемкость и материалоемкость за счет исключения операций выкраивания подкладки, сборки и соединения ее с изделием. Совмещение операций формования головки головного убора из основного материала с дублированием и ВТО повышает производительность труда и снижает себестоимость изделий.

Использование в качестве прокладочного и подкладочного материала льнодержательного трикотажного полотна обеспечивает технологическую однородность пакета комплектующих материалов и высокие эксплуатационные свойства – гигроскопичность, воздухопроницаемость, паропроницаемость и др. Регулирование плотности вязания подкладочно-прокладочного трикотажного полотна позволяет получать головные уборы с различной жесткостью и упругостью.

На рис. 1 изображен головной убор, изготовленный по усовершенствованной технологии. Представлены два варианта технологической обработки (1-а, 1-б – в разрезе А-А). По первому варианту (рис. 1-а) внутренний слой головного убора (подкладки, совмещенной с прокладкой) изго-

товлен частично кроеным и частично формованным. Способ изготовления по второму варианту отличается тем, что внутренний слой головного убора (прокладки, являющейся одновременно и подкладкой) изготавливается не кроеным, а формованным полностью (рис. 1-б).

Соединение "подкладки-прокладки" с основной тканью по обоим вариантам производят после сборки деталей в готовое изделие путем формования, совмещенного с дублированием и влажно-тепловой обработкой.

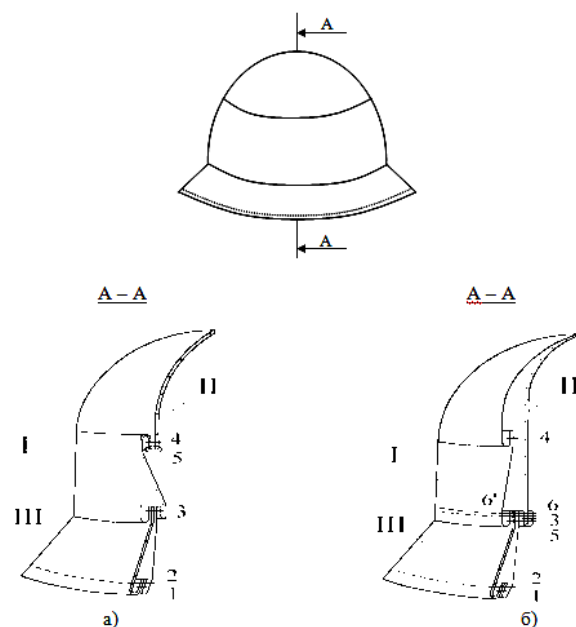


Рис. 1

Сравнительная оценка существующих в промышленности и усовершенствованного (рис. 1-а) способов изготовления головных уборов приведена в табл. 1.

Таблица 1

Исследуемые показатели	Существующий [1]	Существующий [2]	Усовершенствованный
Расход материала, м ² :			
– основной	0,282	0,282	0,282
– подкладочный	0,093	0,093	0,093
– прокладочный	0,257	0,257	0,05
– полиэтиленовая сетка	-	0,173	-
Трудоемкость, с	1195,2	1016,8	904,6
Поверхностная плотность изделия, г/м ²	215,8	226,6	140,8

ВЫВОДЫ

Предложена усовершенствованная технология изготовления летних головных уборов за счет использования новых термоклеевых прокладочных материалов, позволяющая улучшить эксплуатационные свойства, снизить материалоемкость и трудоемкость изделий.

ЛИТЕРАТУРА

1. ОСТ В 17-308–74. Панама форменная. – М.: ЦНИИТЭлегпром, 1974.

2. А.с. № 1340727. Способ изготовления головного убора / С.М. Нечунаев, Г.В. Колотилова, В.В. Веселов. – Оpubл. 1997.

3. Патент на изобретение № 2186513 РФ. Способ изготовления головного убора / Смирнова Н.А., Чагина Л.Л., Гусева Т.В., Смирнова Е.Е. – Оpubл. 2000.

4. Смирнова Н.А., Чагина Л.Л., Москаева Т.Б., Мининкова И.В. Разработка новых льносодержащих прокладочных материалов для одежды // Вестник КГТУ. – Кострома: КГТУ. –2000, №2.

Рекомендована кафедрой технологии и материаловедения швейного производства. Поступила 23.11.07.

УДК 677.021

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ
КОЭФФИЦИЕНТА АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ
ДЛЯ НАТУРАЛЬНОГО ВОЛОКНА**

Р.В. КОРАБЕЛЬНИКОВ, Д.А. ЛЕБЕДЕВ, Е.И. ГРОМОВА

(Костромской государственной технологической университет)

Поведение волокнистых частиц в технологических процессах при транспортировке и очистке во многом определяется воздействием на них сил как со стороны рабочих органов, так и сил аэродинамической природы.

В силу этого знание реальных значений сил аэродинамического сопротивления частиц волокна позволит правильно решать задачи, связанные с транспортированием волокна, а также с вопросами выбора параметров очистителей при решении задач движения этих частиц и взаимодействия их с рабочими органами пыльно-колосниковых систем [1...7].

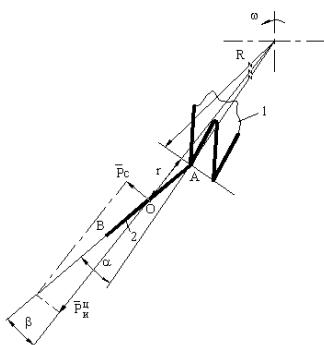


Рис. 1

В процессе очистки волокна в пыльных очистителях прядки волокна захватываются пыльными рабочими органами и перемещаются по колосниковой решетке. Характер поведения прядки при ее вращении с пыльным цилиндром показан на рис. 1,

где 1 – пыльный цилиндр; 2 – прядь волокна.

Если считать, что прядка закреплена на зубе пилы жестко, то на нее будут действовать следующие силы:

- 1) сила сопротивления воздуха P_c ;
- 2) центробежная сила инерции $P_{и}^ц$;
- 3) сила тяжести G .

Для удобства анализа были приняты следующие допущения:

- распределенные силы заменили равнодействующими $P_{и}^ц$, G , P_c , сосредоточенными в центре тяжести прядки волокна;
- прядку волокна представили в виде цилиндра с размерами l , d ;
- в дальнейшем пренебрегли силой тяжести прядки (которая, по сравнению с другими силами, мала).

Набегающий воздушный поток формирует силу сопротивления воздуха, стремящуюся отклонить прядку волокна (здесь и далее понимаем – свободную часть прядки волокна) от радиального направления [5]. Она определяется так:

$$P_c = CS \frac{\rho V_B^2}{2}, \quad (1)$$

где C – коэффициент аэродинамического сопротивления; S – миделево сечение прядки волокна; ρ – плотность воздуха;

V_B – скорость воздушного потока.

Центробежная сила инерции, действующая на прядки волокна, будет:

$$P_{и}^{ц} = \frac{mV^2}{(R+r)} = m\omega^2 (R+r), \quad (2)$$

где m – масса прядки волокна; V – линейная скорость движения центра тяжести O прядки волокна; ω – угловая скорость пильного цилиндра; R – радиус пильного цилиндра; r – радиальная координата центра тяжести O прядки волокна.

Величина отклонения прядки от радиального положения будет характеризовать величину силы аэродинамического сопротивления. Величина этого отклонения характеризуется углом α .

Из уравнения моментов сил относительно точки A для случая равновесного состояния прядки волокна ($\alpha \cong \beta = \text{const}$) угол отклонения определится следующим образом:

$$\alpha = \text{arctg} \frac{P_c}{P_{и}^{ц}} = \text{arctg} \frac{CS\rho V_B^2}{2m\omega^2 (R+r)}. \quad (3)$$

Для скорости воздуха относительно волокна принимаем:

$$V_B = kV = k\omega(R+r), \quad (4)$$

где k – постоянная, показывающая степень вовлечения воздуха во вращательное движение пильным цилиндром ($0 \leq k \leq 1$).

Тогда из (3) получим:

$$\alpha = \text{arctg} \frac{(R+r)CS\rho k^2}{2m}. \quad (5)$$

Поскольку $R \gg r$, то можно записать

$$\alpha = \text{arctg} \frac{RCS\rho k^2}{2m}. \quad (6)$$

Последнее соотношение показывает, что угол отклонения волокна α напрямую не зависит от угловой скорости вращения ω пильного цилиндра. Однако данная зависимость может проявляться через изменение величины коэффициента аэродинамического сопротивления, частично зависящего от формы прядки.

В общем случае коэффициент C является функцией следующих аргументов: $C=f(\text{Re}, \text{форма}, \text{степень турбулентности}, \text{шероховатость})$. Наиболее существенными аргументами являются число Рейнольдса и форма тела. Кроме того, волокнистые материалы обладают значительной проницаемостью при воздействии на них воздушного потока.

В процессах первичной переработки волокна и в дальнейших процессах трепания и чесания волокна находятся в разрыхленном состоянии и отдельные волокнистые комки оказывают потоку иное сопротивление, чем монолитные тела такой же формы и плотности, то есть особенностью текстильных материалов является их высокая воздухопроницаемость, поэтому вопросы внешнего обтекания тел (внешняя задача) одновременно сочетаются с вопросами фильтрации потока внутри тела (внутренняя задача), что меняет его аэродинамическое сопротивление [5], [6].

В этой связи точное аналитическое определение величины коэффициента аэродинамического сопротивления представляется затруднительным. Имеющиеся же решения внутренней (закон Дарси) и внешней (уравнение Навье-Стокса) задач справедливы только для весьма малых чисел Рейнольдса [5], [6].

Нами предполагается через определение угла отклонения прядки волокна исследовать закономерность изменения коэффициента аэродинамического сопротивления, аэродинамической силы и ее соотношения с центробежной силой инерции в функции вида сырья, скорости набегающего воздушного потока, площади поперечного сечения и объемной плотности пряди волокна.

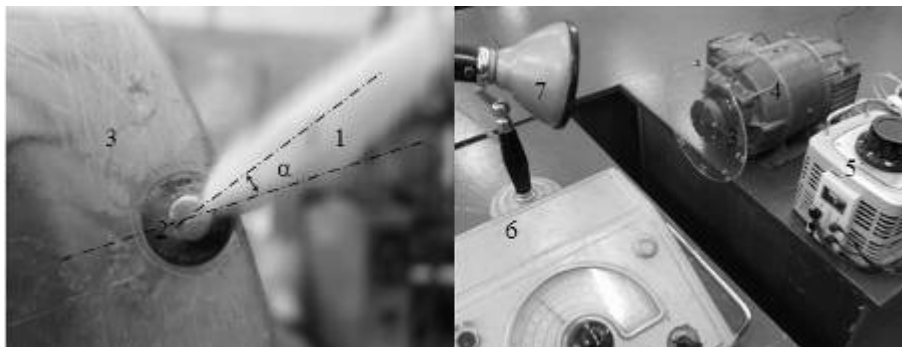


Рис. 2

Поставленная задача решалась экспериментально. Для визуального наблюдения быстротекущего процесса был использован стробоскопический метод (рис. 2 – экспериментальный стенд для определения угла отклонения пряди волокна от радиального направления: 1 – прядь волокна; 2 – зажим; 3 – вращающийся диск; 4 – электродвигатель; 5 – лабораторный автотрансформатор; 6 – стробоскопический тахометр; 7 – импульсная лампа). При этом прядка волокна полагается равномерной по плотности, волокна удовлетворительно параллелизованы; содержание сорных примесей в волокне, его влажность и другие свойства не принимаются во внимание.

Кроме того, поскольку под действием центробежных сил отдельные волокна распрямляются и прядка вытягивается в продольном направлении, ее можно представить в виде удлиненного тела, близкого к цилиндрической форме, размер поперечного сечения которого весьма мал по сравнению с его длиной.

Следует отметить, что при проведении эксперимента для исключения действия момента сопротивления изгибу прядки волокна крепилась на диске с помощью специального зажима, позволяющего ей свободно вращаться относительно точки крепления.

Исследование проводилось с использованием математических методов планирования и анализа результатов эксперимента. В полном факторном эксперименте исследовалось влияние количественных факторов: скорости движения прядки волокна X_1 ($V = \omega R$) и миделева сечения прядки волокна X_2 ($S = d\ell$, где d и ℓ – соответственно поперечный размер и длина прядки волокна) на изменение угла отклонения прядки волокна $Y(\alpha)$ для различных по виду и объемной плотности $\left(\gamma = \frac{4m}{\pi \ell d^2}\right)$ волокнистых материалов.

Интервалы варьирования факторов, а также значения их нижних и верхних уровней приведены в табл. 1.

Таблица 1

Варьируемые факторы	Интервалы варьирования	Значения факторов	
		нижний уровень (-)	верхний уровень (+)
Скорость движения прядки $X_1, \frac{m}{c}$	8,0	17,0	33,0
Миделево сечение X_2, m^2	$75 \cdot 10^{-6}$	$150 \cdot 10^{-6}$	$300 \cdot 10^{-6}$

При проведении эксперимента использовалось короткоштапельное льняное волокно, полученное из нормальной вылежки льняной тресты сорта "Белочка" (№ 1,75), и хлопковое волокно, полученное

из хлопка-сырца II сорта, разновидности 4880-С.

Образцы прядей формировались вручную: из хлопчатобумажной ленты нарезались фрагменты длиной 30 и 60 мм, после

чего формировались хлопковые пряжи различной массы с постоянным поперечным сечением 5 мм; аналогичным образом из льняной тресты были сформированы образцы льняных прядей. Причем длина образца, сформированного из хлопчатобумажной ленты, превышала длину волокон.

Это делалось специально – для сравнения отклонений с образцом из льна.

Матрица планирования и результаты эксперимента приведены в табл. 2. Число повторных опытов в каждой строке матрицы равнялось пяти.

Т а б л и ц а 2

№ опыта	Уровни факторов		Угол отклонения пряжи волокна Y, град			
	X ₁	X ₂	хлопковое волокно		короткоштапельное льняное волокно	
			$\gamma = 51 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	$\gamma = 77 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	$\gamma = 51 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	$\gamma = 77 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
1	–	–	43,2	33,1	37,1	25,8
2	+	–	42,0	32,2	35,0	25,5
3	–	+	59,4	42,6	51,2	35,3
4	+	+	44,0	40,5	37,0	34,4

После обработки результатов эксперимента для разных видов натуральных волокон и различной плотности получены уравнения регрессии, адекватно описывающие исследуемый процесс:

1) для хлопкового волокна:

– при объемной плотности $\gamma = 51 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

$$Y = 47,15 - 4,15X_1 + 4,55X_2 - 3,55X_1X_2; \quad (7)$$

– при объемной плотности $\gamma = 77 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

$$Y = 37,1 - 0,75X_1 + 4,55X_2 - 0,3X_1X_2; \quad (8)$$

2) для короткоштапельного льняного волокна:

– при объемной плотности $\gamma = 51 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

$$Y = 40,075 - 4,075X_1 + 4,025X_2 - 3,025X_1X_2; \quad (9)$$

– при объемной плотности $\gamma = 77 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

$$Y = 30,25 - 0,3X_1 + 4,6X_2 - 0,15X_1X_2; \quad (10)$$

Величины коэффициентов при X₁ и X₂ указывают на значимость исследуемых факторов в рассмотренных пределах. Наибольшее влияние на угол отклонения пря-

ди волокна оказывает фактор X₂, в меньшей степени – фактор X₁.

Коэффициент аэродинамического сопротивления находили из формулы (6) с учетом измеренного угла отклонения пряжи волокна, что позволяет согласовать результаты расчета с результатами эксперимента:

$$C = \frac{2mtg\alpha}{Rd\rho k^2 \cos\alpha}. \quad (11)$$

Для величин, входящих в выражение (11), были приняты следующие значения:

R=0,15 м; $\rho = 1,25 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ и k=1 (означает, что

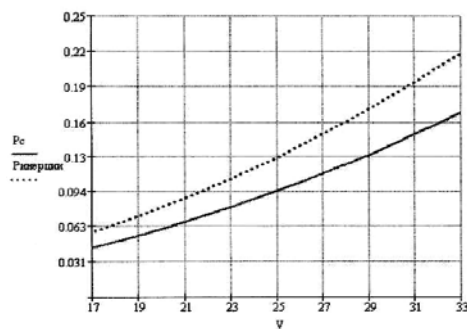
воздух не захватывается пыльным цилиндром и, следовательно, его скорость относительно волокна является максимальной).

По известной величине коэффициента аэродинамического сопротивления из (1) определяли силу аэродинамического сопротивления P_c. Результаты расчетов и соотношение сил P_c и P_и^ц представлены в виде графиков на рис. 3-а, б, в, г – изменение силы сопротивления P_c и центробежной силы инерции P_и^ц от скорости V:

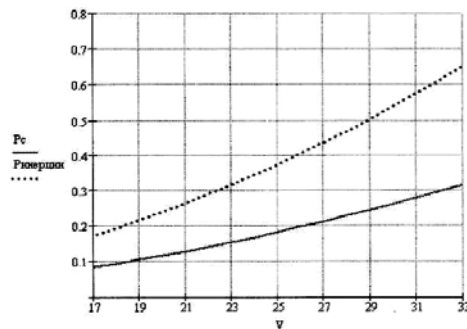
а) короткоштапельное льняное волокно при $\gamma = 51 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$; б) короткоштапельное

льняное волокно при $\gamma = 77 \frac{\text{КГ}}{\text{М}^3}$; в) хлопковое
волокно при $\gamma = 51 \frac{\text{КГ}}{\text{М}^3}$; г) хлопковое

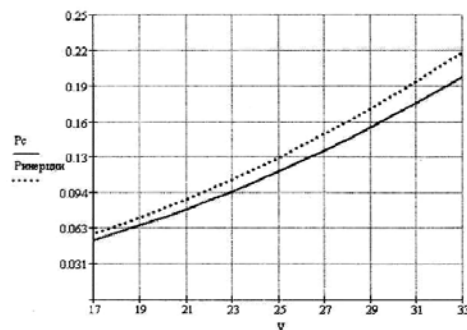
волокно при $\gamma = 77 \frac{\text{КГ}}{\text{М}^3}$.



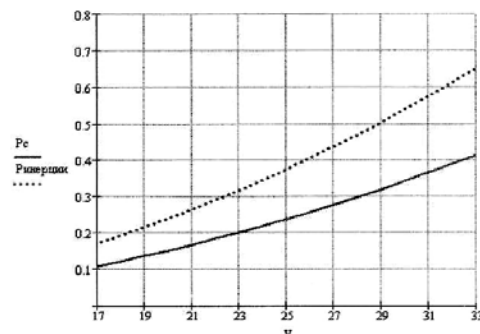
а)



б)



в)



г)

Рис. 3

Из анализа полученных данных можно заключить, что с увеличением угловой скорости пыльного цилиндра уменьшается угол отклонения прядки волокна, а следовательно, и коэффициент аэродинамического сопротивления.

По нашему мнению, это можно объяснить следующим. При увеличении скорости воздушного потока прядь волокна начинает деформироваться (нарушается ее первоначальная форма), отдельные кончики волокон, выступающие из пряди, отклоняются по направлению потока, меняя тем самым характер шероховатости поверхности пряди, что определяет и изменение ее сопротивления. При этом уменьшается отношение силы аэродинамического сопротивления к центробежной силе инерции $\frac{P_c}{P_{ц}}$ и угол отклонения α , что ве-

дет к улучшению условий взаимодействия волокна с колосниками.

Сила аэродинамического сопротивления составляет в среднем 60% от величины центробежной силы инерции, что в значительной мере отличается от результатов, представленных в [3].

Уменьшение коэффициента аэродинамического сопротивления наблюдается и при увеличении объемной плотности пряди волокна. На первый взгляд, данное явление противоречит общепринятому пониманию процесса. Так, в [5] говорится о том, что воздушный поток, движущийся через поры пронизаемого волокнистого материала, уменьшает разность давлений в лобовой и концевой частях тела и в итоге снижает сопротивление волокнистого тела потоку по сравнению с монолитным телом.

На наш взгляд, такое несоответствие можно объяснить следующим. В выбран-

ном для эксперимента интервале варьирования объемной плотности пористость материала при заданных размерах и структуре пряжи волокна меняется незначительно, поэтому изменение величины фильтрации также минимально. В то же время при большей объемной плотности пряжи волокна ввиду увеличения однородности и уменьшения шероховатости ее поверхности внешнее обтекание потоком воздуха происходит в более благоприятных условиях.

ВЫВОДЫ

1. Разработана методика определения сил аэродинамического сопротивления, действующих на волокно, довольно точно моделирующая реальный процесс и позволяющая исследовать воздействие воздушных потоков на больших скоростях. Данная методика может быть использована для изучения аэродинамических характеристик не только волокна, но и летучек хлопка-сырца, сорных примесей и др.

2. Определены значения коэффициента аэродинамического сопротивления для короткоштапельного льняного и хлопкового волокон.

3. Установлены зависимости изменения коэффициента аэродинамического сопротивления силы и ее соотношения с цен-

тробежной силой инерции от вида сырья, скорости набегающего воздушного потока, площади поперечного сечения и объемной плотности пряжи волокна.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Суслов Н.Н.* Исследование воздушных потоков в зоне трепания льняных машин двустороннего действия // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1958, № 3.

2. *Кузнецов Г.К., Савиновский В.И., Суслов Н.Н.* Аэродинамическая сила, действующая на слой волокна в процессе трепания // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1986, № 2.

3. *Разин С.Н., Пашин Е.Л.* Теоретические основы совершенствования механической модификации льна: Монография. – Кострома: КГТУ, 2005.

4. *Корабельников Р.В., Корабельников А.Р.* Теория и практика совершенствования очистителей волокна: Монография. – Кострома: КГТУ, 2001.

5. *Павлов Г.Г.* Аэродинамика технологических процессов и оборудования текстильной промышленности. – М.: Легкая индустрия, 1975.

6. *Потапов Е.Д., Соколова Ю.А.* Аэродинамика пористых материалов. – М.: Изд-во Полеотип, 2005.

7. *Корабельников Р.В., Лебедев Д.А.* Определение сил аэродинамического сопротивления в процессе очистки натуральных волокон // Научн. тр. молод. ученых КГТУ. – Кострома: КГТУ, 2007, №8.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин и проектирования текстильных машин. Поступила 03.12.07.

УДК 677.021.151.254/256

ОЦЕНКА ИНТЕНСИВНОСТИ ТРЕПАЛЬНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ДЛИННОГО ЛЬНЯНОГО ВОЛОКНА*

С.В. БОЙКО, Е.Л. ПАШИН

(Всероссийский научно-исследовательский институт по переработке лубяных культур, Костромской государственной технологической университет)

В результате экспериментальных исследований установлен факт преимущественного выделения волокнистых отходов из концевых участков льняной пряжи при обработке недотрепанного льна [1]. Оче-

видно, что обработка этих участков существенно отличается от условий взаимодействия бил трепального барабана с волокном других зон по высоте поля трепания.

При моделировании рассматриваемого

взаимодействия используются математические модели, разработанные при допущении, что при сходе пряжи с одного била ее свободный участок мгновенно перемещается на подбильную решетку била смежного барабана [2...4]. Однако проведенные нами наблюдения за поведением пряжи при трепании с использованием стробоскопии не подтвердили правомерность этих допущений. Были установлены иные более сложные ситуации перемещения свободных участков. Вследствие этого существующие теоретические положения нельзя в полной мере использовать при изучении перемещений упомянутых участков льняного волокна. Подтверждением такого вывода являются результаты логичных рассуждений Кузьминского А.Б. о сложности явлений поочередного перехода горсти между билками барабанов [2, с.119].

Исследования напряженного состояния, а значит, скоростей и ускорений различных участков пряжи при трепании, по нашему мнению, могут способствовать объяснению причин формирования отходов при обработке свободных участков льна.

В связи с этим для дальнейшего изучения исследуемых явлений при трепании льна был использован разработанный метод математического моделирования взаимодействия пряжи и била при трепании, основанный на построении дискретной модели нити и теории прочности при интенсивных кратковременных нагрузках. Одним из преимуществ данного метода является возможность расчета скоростей точек пряжи, которые экспериментальным путем определить было нельзя. В этом случае результаты компьютерного моделирования являются особенно ценными.

Были проведены расчеты скоростей V и ускорений a точек пряжи в процессе ее обработки для различных режимно-конструктивных параметров процесса трепания. Исследовали изменение V и a по высоте поля трепания, то есть при перемещении била на угол ϕ . Установлено, что наибольшие значения скорости и ее градиента имеют место у концевой участка пряжи. Этот факт объясняет, почему наибольшие волокнистые потери наблюдаются на концевом участке пряжи.

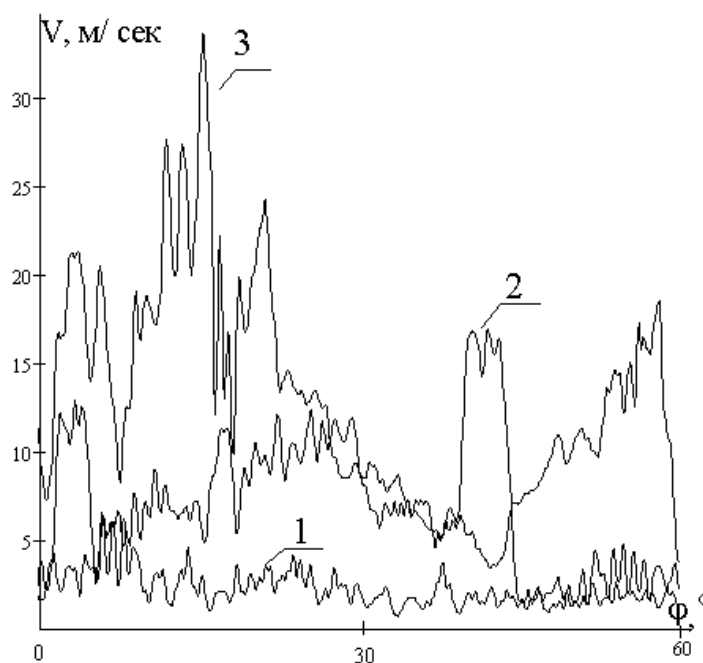


Рис. 1

* Работа выполнена при участии аспиранта Д.А. Волкова.

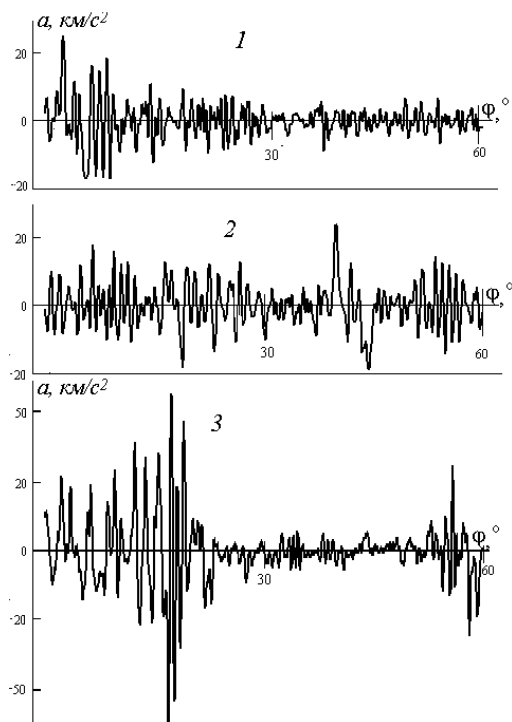


Рис. 2

На рис.1 представлены графики изменения скорости точек пряжи длиной 55 см при обработке трехбильными трепальными

барабанами с частотой вращения 250 об/мин, находящихся: 1 – у зажима, 2 – по середине обрабатываемой пряжи, 3 – у свободного конца. За начало отсчета принят момент удара била по пряди. На рис.2 – представлены графики изменения ускорений этих точек; обозначения кривых аналогичны обозначениям на рис. 1.

В отличие от ранее известных представлений наибольшие и резкие скачки скоростей и ускорений точек пряжи на ее концевых участках наблюдаются не в момент ударного воздействия била на прядь, а в момент захлестывания конца пряди за первую от центра вращения барабана планку подбильной решетки при первом их соприкосновении и сразу же в следующий за этим момент схода пряди с этой планки.

Характер нагружения прядей в зависимости от их длины в поле трепания при прочих равных условиях может существенным образом отличаться (рис.3). Это определяется расположением свободного участка при соприкосновении с подбильной решеткой.

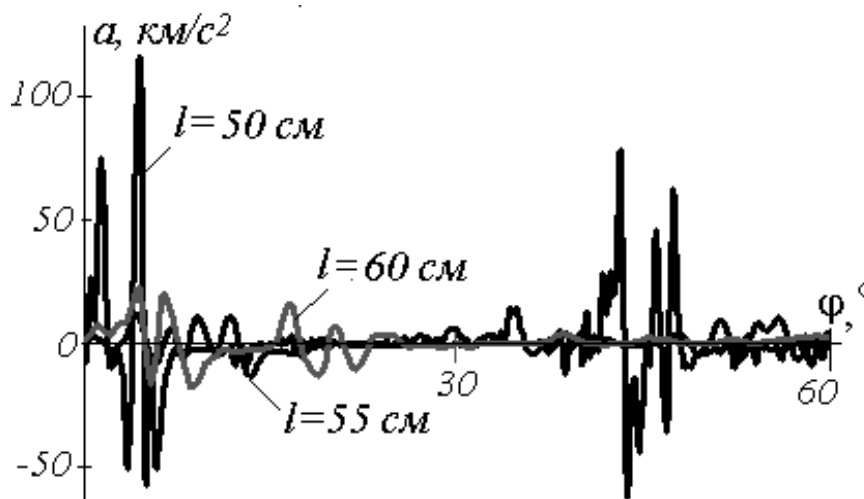


Рис. 3

В определенных случаях могут формироваться значительные градиенты скоростей точек на концах пряди.

Таким образом, на эффективность обработки свободных участков пряди существенным образом влияет ее длина. В силу этих причин при анализе процесса трепания

и при синтезе новых конструкций трепальных машин необходимо учитывать этот параметр.

Предложенная Кузьминским А.Б. [2], обобщенная и развитая Лапшиным А.Б. [4] комплексная оценка интенсивности и качества обработки льняного сырца в тре-

пальной машине предполагает учет следующих условий: "...нормальное распределение эффектов воздействия била вдоль пряжи; соответствующая величина суммарного воздействия, сообщенного обрабатываемому материалу; доброкачественность воздействия в каждой точке по длине пряжи".

Однако известные системы критериев эффективности процесса трепания не позволяют должным образом оценивать интенсивность воздействий на различные участки пряжи, что является необходимым для комплексной оценки эффективности трепальных воздействий.

В этой связи предложено для комплексной оценки эффективности трепальных воздействий в дополнении к известным критериям [4] ввести еще четыре критерия: два основных – распределение средних значений кинетической энергии участков и поперечных ускорений точек пряжи по ее длине, а также два дополнительных – дисперсию каждого из них. Эти критерии будут характеризовать характер распределения вдоль горсти эффектов интенсивности воздействий на нее со стороны бил. В частности, кинетическая энергия участка пряжи переменной длины будет представлять интегральную характеристику интенсивности встряхивающих воздействий в процессе трепания, а поперечные ускорения точек пряжи будут являться их локальными оценками.

Методика получения предложенных критериев следующая. В результате расчета с использованием предложенной модели взаимодействия била и пряжи волокна при трепании определяем скорости и ускорения всех точек пряжи за один временной цикл (между двумя последующими ударами воздействиями бил на прядь).

Определяем квадрат скорости i -й точки и ее среднее значение за время одного цикла v_{icp} . Соответственно, средняя кинетическая энергия i -й точки за цикл:

$$K_{icp} = \frac{m_i v_{icp}^2}{2}.$$

Далее разбиваем прядь по длине на несколько равных участков, например, по 5 см, и определяем суммарную кинетическую энергию $K_{yч}$ и суммарную среднюю кинетическую энергию $K_{cp,yч}$ точек пряжи на каждом участке.

Соответственно, среднее квадратическое значение кинетической энергии каждого участка пряжи:

$$\sigma_K = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (K_i - K_{icp})^2},$$

где N – число точек участка пряжи.

Аналогично определяем распределение среднего значения поперечного ускорения точек пряжи по ее длине и его дисперсию:

$$\sigma_a = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (a_i - a_{icp})^2}.$$

Для обеспечения сравнительного анализа разных схем дифференциации воздействий по высоте поля трепания целесообразно провести нормирование предложенных критериев эффективности путем определения их относительных оценок:

$$e_{iK} = \frac{K_{icp} - \bar{K}}{\bar{K}} \cdot 100\%$$

и

$$e_{ia} = \frac{\sigma_{ai} - \bar{\sigma}_a}{\bar{\sigma}_a} \cdot 100\%,$$

где $\bar{K} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N K_{icp}$ и $\bar{\sigma}_a = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \sigma_{icp}$ – средние значения кинетической энергии и ускорения точек пряжи за цикл; N – количество точек (участков) пряжи.

На рис.4-а и б представлены распределения нормированных оценок вновь предложенных критериев по длине пряжи 0,55 м (а) кинетической энергии и средних квадратических значений поперечного ускорения (б) при обработке трехбильными

барабанами при частоте вращения барабанов 250 об/мин.

ВЫВОДЫ

1. Предложенные критерии интенсивности трепальных воздействий в виде кинетической энергии и ускорений участков обрабатываемых прядей объясняют различия в образовании волокнистых отходов и заостренности по длине пряди в поле трепания.

2. Для снижения различий предложенных критериев по длине обрабатываемой пряди необходимо использовать приемы дифференциации по высоте поля трепания.

3. Интенсивность трепальных воздействий применительно к свободному участку пряди зависит от ее длины, поэтому при изучении процесса трепания льна необходимо учитывать длину прядей и их варьирование по данному параметру.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бойко С.В., Пашин Е.Л.* Исследование свойств нетрепаного волокна и их изменение в процессе его обработки //Деп. в ВИНТИ 20.11.06 № 1424-В2006, с. 49.

2. *Кузьминский А.Б.* Теоретические основы процесса трепания лубяных волокон. – Л.: Гизлегпром, 1940.

3. *Савиновский В.И.* Динамическое исследование и методы расчета бильных барабанов трепальных машин: Дис...канд. техн. наук. – Кострома, 1971.

4. *Латшин А.Б., Пашин Е.Л.* Развитие теории процесса трепания льна: Монография. – Кострома: КГТУ, 2004.

Рекомендована кафедрой теоретической механики и сопротивления материалов КГТУ. Поступила 01.09.07.

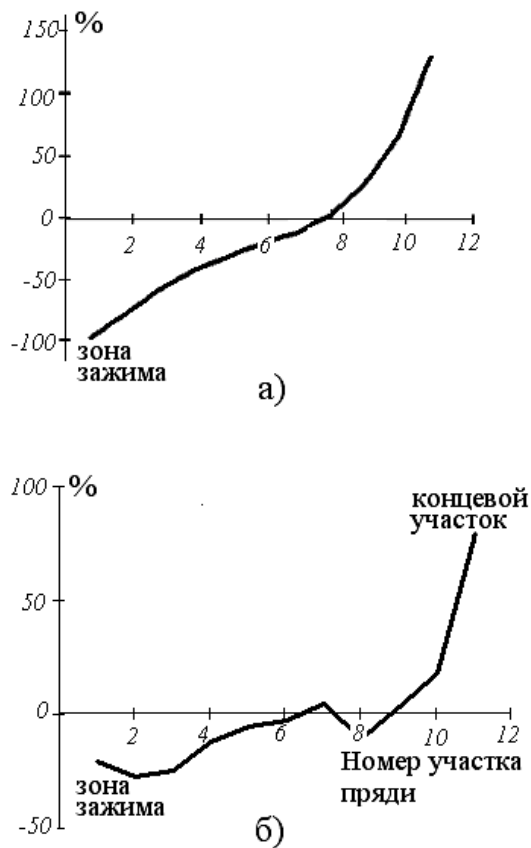


Рис. 4

Из представленных графических зависимостей следует, что кинетическая энергия свободного конца пряди и его ускорение значительно больше энергии и ускорений участков пряди вблизи зажима. Следовательно, для получения нормально проработанной горсти необходимо использовать различные средства дифференциации обработки по высоте поля трепания, что позволит выровнять значения предложенных критериев по длине пряди.

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА СОРТА "АЛЕКСИМ" И ПЕРВИЧНОЙ ОБРАБОТКИ ЛЬНОТРЕСТЫ НА СВОЙСТВА ТРЕПАНОГО ВОЛОКНА*

Т.А. КУДРЯШОВА, А.Ю. КУДРЯШОВ, С.А. КОКШАРОВ, С.В. АЛЕЕВА

(Всероссийский научно-исследовательский институт льна, г. Торжок,
Ивановская государственная текстильная академия,
Институт химии растворов РАН, г. Иваново)

Качество получаемого льняного волокна зависит от многих факторов, в том числе от сорта культивируемого льна-долгунца, проводимых агротехнических мероприятий, природных условий в процессах роста растения и лугового расстила льносолумы. В представленной работе прослежено влияние почвенного фактора при выращивании и переработке селекционного сорта льна "Алексим" (разработка ВНИИЛ) урожая 2005 года.

Выращивание проведено на опытных полях ВНИИЛ (Тверская обл.) и Костромского НИИСХ (Костромская обл.). Теребление осуществлено в раннюю желтую

спелость, расстил стеблей соломы на льнище произведен непосредственно после теребления и обмолота в один и тот же срок, а подъем льнотресты осуществлялся по мере ее вылежки (отделяемость в пределах 4,5...6,0 ед.).

В обоих регионах работа проводилась в соответствии с методическими указаниями [1]. Для сопоставления экспериментальные партии льносолумы подвергнуты тепловой мочке в соответствии с указаниями [2] при 35...37°C в течение 4 суток без смены мочильной жидкости с изменением рН от 7,07 до 4,5...5,5.

Т а б л и ц а 1

Регион	Вид льнотресты	Характеристика трепаного волокна
Тверская обл.	стланец	Цвет от серого до бурого; толщина неравномерная, волокна со светлой окраской, более тонкие, средней мягкости, более темные волокна – жесткие; содержат небольшое количество примесей костры (светлые – размером 3...5 мм и темно-бурые – более крупных размеров)
	моченец	Цвет неравномерный от светло-бежевого (телесного) до темно-бежевого; волокно средней толщины, достаточно мягкое на ощупь; содержит небольшое количество примесей костры небольших размеров 1...5 мм
Костромская обл.	стланец	Цвет светло-серый с отливом, неравномерный; толщина волокна по всей длине неравномерная; волокно жесткое на ощупь; содержит крупные примеси костры размером от 30 до 110 мм светло-коричневого цвета
	моченец	Цвет бежевый матовый, неравномерный; толщина волокна по всей длине неравномерная; волокно жесткое на ощупь; большое количество мелких частиц костры 2...15 мм, цвет примесей светло-бежевый

Представленные в табл. 1 результаты визуальной оценки полученного трепаного льноволокна свидетельствуют, что сопоставляемые образцы волокнистого материала существенно различаются по окраске, жесткости и закостренности. Более привле-

кательные внешние характеристики имеет волокно с опытного поля ВНИИЛ. Для объективной оценки проведены анализ полимерного состава образцов льняного волокна и физико-механические испытания.

* Исследования выполнены в рамках ФЦНТП "Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития науки и техники" (гос. контракт № 02.513.11.3229) и при финансовой поддержке гранта Президента Российской Федерации молодым ученым кандидатам наук (проект № МК-8178.2006.3).

Содержание полиуглеводов определяли путем их последовательной экстракции из волокнистого материала в соответствии с методиками [3]. Пектиновые вещества извлекали кипячением в 1%-ном растворе лимоннокислого аммония в течение 2 ч. После кипячения отфильтрованного экстракта с равным количеством 8 N раствора H₂SO₄ в течение 1 ч и нейтрализации 8 N раствором NaOH проводили спектрофотометрическое измерение содержания пектинов. Для этого 0,5 мл полученного раствора смешивали с 4 мл о-толуидинового реагента, кипятили 30 мин и определяли оптическую плотность при λ 360 нм в сравнении с контрольным раствором, для приготовления которого 4 мл реагента смешивали с 0,5 мл воды и нагревали в тех же условиях. Раствор о-толуидинового реагента готовили по методике [4].

Далее проводили экстракцию гемицеллюлоз кипячением в 2%-ном растворе HCl. После нейтрализации раствором Na₂CO₃ определяли углеводы по методу Вильштеттера и Шуделя [5] с гидролитическим их расщеплением на моносахариды в растворе щелочи и титрометрическим определением количества химически связываемого J₂ в пересчете на глюкозу.

Аналогичным методом определяется количество целлюлозы после растворения остатка волокна в 72%-ной H₂SO₄ и отделения коагулированного лигнина на фильтре с белой лентой с последующим весовым определением содержания последнего [5].

Результаты анализа полимерного состава сравниваемых образцов льняного волокна приведены в табл. 2 с дифференциацией для комлевой, вершинной и срединной зон льняного стебля.

Таблица 2

Регион	Вид льно-тресты	Зона стебля	Содержание полимеров, масс. %			
			целлюлоза	пектин	гемицеллюлозы	лигнин
Костромская обл.	моченец	вершина	63,6	2,2	16,0	11,6
		середина	60,2	2,7	17,4	12,6
		комель	58,8	2,5	17,5	14,0
		среднее значение	60,9	2,5	17,0	12,7
	стланец	вершина	64,5	5,5	16,2	8,8
		середина	63,1	6,1	17,0	9,8
		комель	62,9	6,5	17,1	9,9
		среднее значение	63,5	6,0	16,8	9,3
Тверская обл.	моченец	вершина	64,2	3,5	14,0	5,7
		середина	64,6	3,7	13,8	5,9
		комель	65,2	3,7	13,7	6,2
		среднее значение	64,7	3,6	13,8	5,9
	стланец	вершина	64,9	2,2	14,5	6,0
		середина	65,5	2,3	14,2	6,2
		комель	65,5	2,3	13,7	6,2
		среднее значение	65,3	2,3	14,1	6,1

Данные химического состава моченцового волокна позволяют сопоставить влияние различных условий выращивания льна при одинаковом режиме первичной переработки льносоломой. Нетрудно видеть, что волокно, полученное из сырья, выращенного на поле Тверского ВНИИЛ, менее лигнифицировано.

В определенной степени это связано с повышенной закоростренностью волокнистого материала из костромского региона, что отражается в пониженном уровне содержания целлюлозы и в значительной засоренности волокна инкрустирующими примесями гемицеллюлозных соединений, входящих в состав паренхимных тканей

стебля. Однако двухкратное превышение количества лигниновых примесей в костромском моченце свидетельствует также и о значительном одревеснении лубяной части стебля. В условиях лугового расстила льносолумы дополнительную специфику в изменение химического состава волокна вносит различие почвенной микрофлоры, обеспечивающей протекание мацерационных процессов. Полученные результаты свидетельствуют, что при расстиле на поле Костромского НИИСХ в расщеплении стеблей принимают участие лигниндеструктурирующие грибы "белой плесени". Это обеспечивает снижение в 1,3...1,4 раза содержания лигнина в стланцевом волокне по сравнению с моченцом.

Микрофлора льнища на тверском опытном участке либо не содержит таких микроорганизмов, либо примеси лигнина, присутствующие в лубяных пучках в относительно малых количествах, не испытывают действия вырабатываемых ими ферментов.

К числу принципиальных отличий следует отнести различный характер расщепления пектиновых примесей. Как видно, в сырье с костромского опытного участка

пектиновые вещества хуже расщепляются ферментами аэробных микроорганизмов при луговом расстиле и более подвержены каталитической деструкции под действием анаэробных бактерий, развивающихся при тепловой мочке соломы.

Вероятной причиной наблюдаемых различий являются особенности химического строения полиуронидных соединений, формирующихся в определенных условиях роста растения. Выращивание того же сорта льна-долгунца на тверском опытном участке создает иные условия биосинтеза полиуронидов, которые хуже деструктурируют при тепловой мочке, но достаточно полно расщепляются в стланцевом волокне.

Анализируя содержание примесей по зонам льняного стебля, можно предполагать, что сырье, выращенное на тверском участке, даст более равномерные смеси в текстильных материалах. Костромское сырье будет сложнее перерабатываться в текстильном производстве и даст более "шишковатую" пряжу в связи с повышенным содержанием примесей в комлевой части стебля.

Т а б л и ц а 3

Регион	Вид льнотресты	Зона стебля	Свойства чесаного волокна			Добротность пряжи, Др, км
			гибкость Г, мм	разрывное усилие Р, дН	линейная плотность Т, текс	
Костромская обл.	моченец	вершина	31,0	10,1	6,6	7,3
		середина	33,2	11,0	8,1	7,8
		комель	26,2	15,3	8,1	7,9
	стланец	вершина	28,0	15,8	4,6	8,1
		середина	31,3	15,8	4,4	8,4
		комель	30,2	16,4	4,4	8,5
Тверская обл.	моченец	вершина	55,4	7,9	3,0	9,3
		середина	58,1	8,2	3,5	9,6
		комель	59,3	7,4	3,8	9,6
	стланец	вершина	46,2	8,7	4,1	8,5
		середина	47,8	9,9	5,6	8,9
		комель	55,3	9,3	5,2	9,6

В табл. 3 представлены результаты испытания физико-механических свойств чесаного льноволокна в соответствии с методическими указаниями [2]. Гибкость Г определена по 60 замерам на гибкомере Г-2. Разрывное усилие волокна Р получено как среднее арифметическое результатов испытания 30 проб на динамометре ДКВ-60 с

точностью до 0,1 дН. Линейная плотность Т определена для комлевой части горстей чесаного волокна путем вырезки из прядей отрезков длиной 10 мм, взвешивания 5 проб массой 10 мг с точностью до 0,001 г и последующего подсчета количество волокон в каждой из 5 проб. При этом комплексы, расщепленные на половину длины

и более, считают таким числом волокон, сколько их в расщепленном конце. Волокна длиной менее 10 мм, но более 5 мм считают 2 за 1, а волокна короче 5 мм в расчет не принимают. Число волокон по всем 5 пробам суммируют и делят на 5.

По этим свойствам возможна прогнозируемая характеристика прядильной способности волокна на основе показателя добротности пряжи D_p (км или сН/текс), для определения которого рекомендовано [2] выражение:

$$D_p = 0,10G + 0,2P + 0,013T + 2,1.$$

Сопоставление многочисленных данных результатов прядения показывает, что различие в 1 км по добротности приблизительно соответствует различию в 1 номер чесаного волокна.

Результаты испытаний подтверждают, что район выращивания льна оказывает существенное влияние на технологические характеристики получаемого текстильного сырья. При этом следует отметить неоднозначность наблюдаемых отклонений. По показателю гибкости оба вида волокна с тверского опытного участка превосходят костромские аналоги. Наименее раздробленным является наиболее одревесневшее костромское моченцовое волокно. Наличие лигниновых спаек между элементарными волокнами предопределяет высокие значения разрывного усилия в образцах волокнистого сырья, полученных с костромского участка.

Оптимальное сочетание свойств чесаного волокна по критерию добротности пряжи получено для сырья из тверской льнотресты с переработкой по моченцовой технологии, значительно превосходящее результат аналогичной пробы с костромского участка.

Малопривлекательным представляется небольшое увеличение показателя добротности для костромского стланцевого волокна за счет вклада высокого значения разрывного усилия. Этот параметр свидетельствует о необходимости использования более жестких методов удаления примесей целлюлозы при переработке сырья на текстильных предприятиях.

ВЫВОДЫ

Экспериментально подтверждено, что выращивание и переработка одного сорта льна-долгунца в разных регионах даже в одинаковых погодных условиях существенно влияет на полимерный состав лубяных пучков и разрушение растительных тканей стебля при луговом расстиле. Изменение содержания спутников целлюлозы коррелирует с физико-механическими свойствами волокна.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пашин Е.А., Кудряшов А.Ю., Серова Е.Н. и др. Методические указания по проведению технологической оценки качества льна-долгунца в системе государственного сортоиспытания. – Кострома: ВНИИЛК, 2006.
2. Лебедев Я.Л., Егоров М.Е., Ковалев В.Б. и др. Методические указания по проведению технологической оценки льносоломы и опытов по первичной обработке льна. – Торжок: ВНИИЛ, 1972.
3. Иванов А.Н. Физико-химические основы технологии приготовления льнотресты: Дис... докт. техн. наук. – Кострома, 1989.
4. Усов А.И., Яроцкий С.В. Раздельное определение гексоз и пентоз при помощи о-толуидинового реагента // Изв. АН СССР. Сер. хим. – 1974, №4. С. 877...880.
5. Лабораторный практикум по химической технологии волокнистых материалов / Под ред. Садова Ф. И. – М.: Гизлегпром, 1963.

Рекомендована научно-техническим семинаром Института химии растворов РАН. Поступила 02.10.07.

УДК 677.051.178.4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПИЛЬЧАТЫХ ЛЕНТ

С.Б. ОРЕНБАХ, Г.В. САВЕЛЬЕВ

(ОАО "ЦНИИМашдеталь", ООО МНТЦ "Текма")

До недавнего времени проектирование конструкций пальчатых лент проводилось исходя из статического рассмотрения процесса чесания. Применение современных виброизмерительных, лазерных и других систем, а также программ компьютерного моделирования позволило проектировать гарнитуры на новом уровне. Используя разработанный численный метод расчета процесса функционирования чесальной машины [1], можно сократить процессы вычисления и обработки результатов проектирования гарнитур.

При модернизации чесальных машин и установлении эффективных режимов эксплуатации высокопроизводительных чесальных машин одним из наиболее важных факторов является определение оптимальных характеристик пальчатых лент (переднего и заднего углов; шагов и высот зубьев; шероховатости поверхности и др.). Устанавливая связь между взаимодействующими зубьями барабанов, например, между передними углами главного и съемного барабанов, возможно уменьшить неровноту чесаной ленты (ватки прочеса) на выходе машины, то есть свести к минимуму неровноту полуфабриката. Для разных типов волокон, перерабатываемых на всевозможных конструкциях чесальных машин, должны применяться пальчатые ленты, имеющие определенные параметры [2].

Для решения как поставленной задачи, так и для ряда других задач, возникающих в процессе чесания, целесообразно использовать результаты достоверных экспери-

ментальных зависимостей работы чесальной машины, что имеет практический смысл лишь при условии полной воспроизводимости и повторяемости экспериментальных данных исследуемой машины.

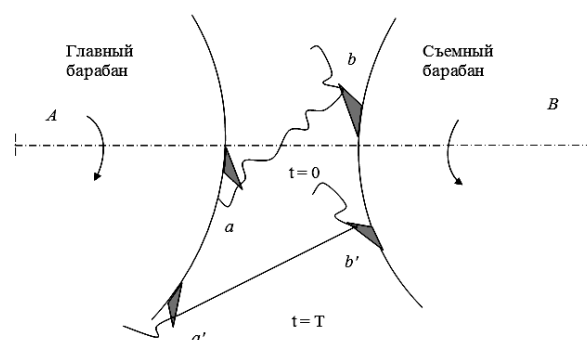


Рис. 1

Определение оптимальных характеристик пальчатых лент начнем с установления передних углов наклона зубьев взаимодействующих барабанов и на примере взаимодействия главного и съемного барабанов рассмотрим процесс переноса волокна [3], (рис. 1).

В начальный момент времени $t = 0$ волокно ab находится в положении, где точки a и b (точки зацепления за главный и съемный барабаны) расположены либо на оси AB , либо весьма близки к ней. В момент $t = T$ происходит отрыв волокна (точки a' и b'). В этом случае волокно переходит на съемный барабан B , либо остается зацепленным за гарнитуру главного барабана A .

Независимо от того, на каком барабане окажется волокно, математическая модель переноса имеет вид:

$$L^2 = [R(1 - \cos \omega_a T) + r(1 - \cos \omega_b T)]^2 + [R \sin \omega_a T - r \sin \omega_b T]^2, \quad (1)$$

$$\Delta \Theta_{кр} = \Theta - \theta - (\omega_a T + \omega_b T). \quad (2)$$

Здесь ω_a, ω_b – угловые скорости вращения главного и съемного барабанов; R, r – радиусы главного и съемного барабанов; Θ, θ – углы наклона передних граней зубьев барабанов; $\Delta \Theta_{кр}$ – разность критических углов.

Первое уравнение – сумма квадратов по горизонтальной и вертикальной осям проекций зацепленной части волокна L за зуб гарнитуры, а второе уравнение – уравнение баланса углов.

При определении величины L следует иметь в виду, что точка зацепления волокна за зуб – случайная величина, имеющая равномерное распределение. Следовательно, при определении T из уравнения (1) в качестве величины L следует взять половину средней длины волокон.

При известных значениях ω_a, ω_b и

$$K_{св} = 6,7676 - 0,2474 \left(\frac{N_m - 0,21}{0,03} \right) + 0,2118 \left(\frac{N_m - 0,21}{0,03} \right)^2 + 0,7 \left(\frac{Z - 119}{19} \right) - 0,3325 \left(\frac{\delta - 5}{1} \right),$$

$$K_{и} = 5,581 - 0,325 \left(\frac{N_m - 0,21}{0,03} \right) + 0,067 \left(\frac{N_m - 0,21}{0,03} \right)^2 + 0,31 \left(\frac{Z - 119}{19} \right) - 0,1372 \left(\frac{\delta - 5}{1} \right),$$

где N_m – номер чесаной ленты, м/кг; Z – скорость выпуска ленты, м/мин; δ – разводка между главным и съемным барабанами ($1/1000'' \sim 0,025$ мм).

Следует отметить, что коэффициенты $K_{и}$ и $K_{св}$ используются при оценке качества чесаной ленты. Измерения ровноты чесаной ленты сечением 14 мм проводили на отрезках длиной в 20 и 300 м; $K_{св}$ используется для оценки отрезков в 300 м, а $K_{и}$ – для отрезков в 20 м.

Значения N_m, Z и δ использовались в

$\Delta \Theta_{кр}$ задача сводится к решению нелинейного алгебраического уравнения (1) относительно величины T , которое подставляется в уравнение (2).

Таким образом, разность между передними углами зубьев главного и съемного барабанов:

$$\Theta - \theta = \Delta \Theta_{кр} - (\omega_a + \omega_b) T.$$

Решение уравнения (1) можно осуществить численно, методом последовательных приближений.

Итак, исходная задача сводится к определению оптимальных значений угловых скоростей ω_a и ω_b . Необходимо установить критерии, исходя из которых следует искать значения скоростей вращения барабанов. В качестве этого выберем критерий, характеризующий общую неровноту чесаной ленты (ватки прочеса). Этот критерий зададим в виде суммы двух функций $K_{и}$ и $K_{св}$, характеризующих ровноту полуфабриката. Смысл и метод получения этих функций подробно описан в [4]. Они имеют вид:

качестве коэффициентов регрессионного уравнения и изменялись: N_m от 0,15 до 0,27; Z от 83,5 до 136 м/мин; δ от $3/1000''$ до $7/1000''$.

При определении параметров N_m, Z и δ необходимо учитывать следующие ограничения: сила P , действующая на одно волокно, не должна превышать величину разрывной нагрузки $P_{разр}$, а производительность чесальной машины G_0 не должна быть ниже заранее заданной, то есть:

$$P < P_{\text{разр}}, \frac{Z}{N_m} > G_0.$$

Для определения силы P , действующей на волокно, учтем, что вектор силы определяется как сумма векторов:

$$P = P_{\text{чес}} + P_{\text{ц.б}} + P_{\text{д.в}} + P_{\text{у.с}},$$

где $P_{\text{чес}}$ – вектор силы чесания; $P_{\text{ц.б}}$ – вектор центробежной силы; $P_{\text{д.в}}$ – вектор силы давления воздуха; $P_{\text{у.с}}$ – вектор силы упругого сопротивления волокна в гарнитуре.

Определим скалярные значения этих сил [5]:

$$P_{\text{ц.б}} = \frac{GR\omega_a^2 \pi^2}{g30^2} = 1,12GR\omega_a^2 \cdot 10^{-3},$$

$$P_{\text{чес}} = 53,6865 - 13,9665 \left(\frac{N_m - 0,21}{0,03} \right) - 3,7015 \left(\frac{N_m - 0,21}{0,03} \right)^2.$$

При высокопроизводительном процессе хлопкочесания до 100 кг/ч на ширине машины один метр увеличение скорости подачи волокон Z в единицу времени не оказывает существенного влияния на силу чесания, так же как и величина разводки δ между главным и съемным барабанами, принятая 5/1000".

Далее произведем пересчет этой силы на одно волокно согласно [5] и определим силу упругого сопротивления волокон $P_{\text{у.с}} = V + Q$, где V – сила, необходимая для сжатия волокон; Q – сила трения, возникающая при скольжении волокон вдоль зубьев гарнитур.

$$V = 13100 p^2 - 46 p,$$

где p – коэффициент заполнения гарнитур.

$$Q = \mu N,$$

где μ – коэффициент трения волокон хлопка по стальному зубу; N – нормальное давление на одно волокно.

В зависимости от состояния волокон,

где G – сила тяжести волокна, кгс; R – радиус главного барабана, м.

Силу давления воздуха определим по формуле:

$$P_{\text{д.в}} = C f_B (N_2 - W_1)^2 \frac{\rho_{\text{возд}}}{2},$$

где C – экспериментальный коэффициент, зависящий от числа Рейнольдса; f_B – площадь поперечного сечения волокна, м²; $(N_2 - W_1)$ – скорость воздушного потока относительно скорости волокна, м/с; $\rho_{\text{возд}}$ – плотность воздуха 0,123 кгс·с/м.

Силу чесания на все волокна определим в зависимости от N_m (согласно[4]) в виде:

чистоты поверхности зуба, то есть его шероховатости, других трибологических составляющих коэффициент трения может быть от 0,2 до 0,36.

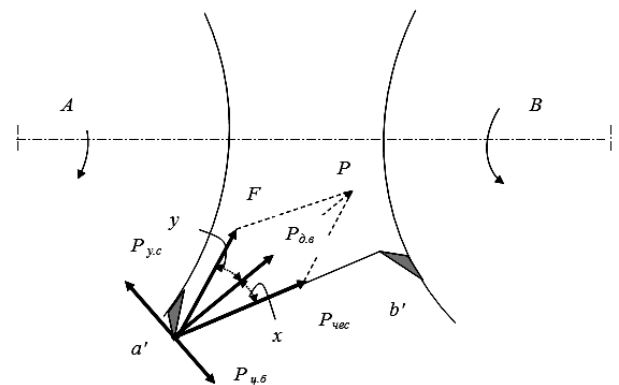


Рис. 2

Для определения абсолютного значения результирующей силы P , действующей на одно волокно, рассмотрим диаграмму всех указанных сил (рис. 2).

Равнодействующая сил $P_{\text{ц.б}}$, $P_{\text{у.с}}$ и $P_{\text{д.в}}$ определяется как:

$$F = \sqrt{(P_{\text{у.с}} - P_{\text{ц.б}})^2 + P_{\text{д.в}}^2}.$$

Результирующую силу можно определить, зная угол между силой F и $P_{\text{чес}}$.

Для этого вначале определим угол x между $P_{\text{дв}}$ и $P_{\text{чес}}$:

$$x = \arccos \frac{R \sin \omega_a T - r \sin \omega_b T}{L} - \omega_a T,$$

где T – время с момента зацепления волокна до момента его перехода на съемный барабан.

Угол между F и $P_{\text{д.в}}$:

$$\left\{ \begin{array}{l} K_{\text{пер}}(N_m, Z) = K_{\text{св}} + K_{\text{п}} \rightarrow \min \\ P_{\text{рез}} < P_{\text{разр}} \\ \frac{Z}{N_m} > G_0 \end{array} \right. \quad Zp=G,$$

которую возможно решить относительно N_m, Z .

Подставив решение задачи оптимиза-

$$y = \arctag \frac{P_{\text{у.с}} - P_{\text{ц.б}}}{P_{\text{д.в}}}.$$

Таким образом, угол между F и $P_{\text{чес}}$ равен $x + y$.

Далее по теореме косинусов определяем значение силы $P_{\text{рез}}$:

$$P_{\text{рез}} = \sqrt{P_{\text{чес}}^2 + F^2 + 2P_{\text{чес}}F \cos(x + y)}.$$

Окончательно имеем задачу оптимизации в виде:

ции в формулу для определения коэффициента передачи [4] в виде:

$$K_{\text{пер}}(N_m Z) = 10,6238 - 0,4004 \left(\frac{N_m - 0,21}{0,03} \right) + 1,0929 \left(\frac{Z - 119}{19} \right),$$

получим значение $K_{\text{пер}}$.

Далее необходимо воспользоваться эмпирическими зависимостями вида $K_{\text{пер}}(\omega_a)$ и $K_{\text{пер}}(K_v)$, где $K_v = \frac{\omega_b r}{\omega_a R}$.

Согласно этим зависимостям при решении уравнения (1) были выбраны скоро-

сти $\omega_a = 396,3$ об/мин; $\omega_b = 20,72$ об/мин.

Относительным результатом является величина угла $y = \Theta - \theta - \Delta \Theta_{\text{кр}}$, в зависимости от других параметров. В частности, зависимость от длины зацепленной части волокна ($\ell_{\text{зац}} = L/2$) имеет вид:

$\ell_{\text{зац}}$, мм	20	30	40	50	60
y , град	1,87	2,80	3,73	4,66	5,60

Расчет проведен для наиболее характерных габаритов барабанов хлопкочесальной машины: $D = 1290$ мм, $d = 680$ мм.

Зависимость угла y от угловой скорости ω_a при $\ell_{\text{зац}} = 25$ мм; $D = 1290$ мм; $d = 680$ мм:

ω_a , об/мин	300	400	500
y , град	2,38	2,33	2,31

Зависимость угла y от D при $\omega_a = 396,3$ об/мин; $\omega_b = 20,72$ об/мин; $\ell_{\text{зац}} = 25$ мм:

D, мм	600	700	800	900	1300
у, град	5,01	4,30	3,67	3,00	2,31

После установления передних углов ленты главного и съемного барабанов, используя [1], мы определяли все остальные параметры чесальной гарнитуры.

ВЫВОДЫ

Проведено исследование по определению оптимальных конструкций и параметров пильчатых лент для высокопроизводительных чесальных машин. Исследования выполнены методами численного моделирования. Оптимизированы ленты для разных типов чесального оборудования, перерабатывающего разнообразные виды волокон. Новые конструкции лент могут быть использованы при модернизации действующего оборудования.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Оренбах С.Б.* Разработка численного метода расчета процесса функционирования чесальной машины // Сб. научн. тр. ЦНИИМашдеталь. – М.: ЦНИИТЭЛегпром, 1992.
2. *Оренбах С.Б.* Гарнитура чесальных машин. – М.: Легпромбытиздат, 1987.
3. *Харакава К., Киносита С., Танака К.* Модель передачи волокон между пильчатыми валами вблизи критического отношения скоростей поверхностей и ее применение // Сэньи кикай гаккайси. –Т. 28, №12, 1975.
4. *Артыц П.* Технические измерения важнейших параметров, влияющих на высокопроизводительное чесание: Дис. – Штутгарт, 1971.
5. *Ашнин Н.М.* Кардочесание волокнистых материалов. – М.: Легпромбытиздат, 1985.

Рекомендована техническим советом. Поступила 22.01.08.

УДК 677.3:677.017

ОСОБЕННОСТИ ДЕФОРМАЦИОННЫХ СВОЙСТВ УВЛАЖНЕННОГО ШЕРСТЯНОГО ВОЛОКНА

Д.М. ДАРВИШ, Е.С. ЦОБКАЛЛО, АКСАКАЛ БАКИ, С.П. ФОШКИНА

(Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна,
Йылдызский Технический Университет, г. Стамбул, Турция)

Технология шерстяного производства неразрывно связана с применением влажностной обработки на различных технологических этапах – от первичной обработки шерсти до процессов расшлихтовки и отделки [1], [2]. Изменения деформационных свойств шерстяного волокна, происходящие под действием влаги, несомненно, должны учитываться в процессе производства. Системного представления об особенностях деформационного поведения увлажненных шерстяных волокон и методик их корректной оценки не существует [3...12]. Вследствие этого проблема созда-

ния структурной модели, интерпретирующей механическое поведение волокон шерсти при растяжении, а также исследование влияния влаги на механические свойства шерстяного волокна являются актуальными и могут дать дополнительную информацию об участии тех или иных структурных элементов в процессе деформирования для создания обоснованной структурной модели.

Цель данной работы состояла в выявлении характерных особенностей механического поведения увлажненных моноволокон шерсти и интерпретации получен-

ных результатов с позиции изменения структуры.

Объектами исследования служили волокна овечьей шерсти, взятые из различных регионов Турции. Волокна полугрубой шерсти, имеющие среднее значение диаметра 50 мкм, в нашей работе условно обозначены №1,3,4. Мериносовая шерсть, средний диаметр которой составлял 30 мкм, обозначена №2.

Отбор проб осуществляли при помощи электронного микрометра: диаметр измеряли пошагово на протяжении всего волокна, полученные значения усредняли и отбирали волокна с близкими геометрическими характеристиками. Далее волокна увлажняли выдерживанием в воде при комнатной температуре в течение 1 ч.

Испытания механических свойств проводили на универсальной установке Instron 1122 в режиме активного нагружения при скорости движения зажимов 50 мм/мин. Структурные изменения, происходившие в волокне под действием влаги, изучали методом Фурье НПВО на инфракрасном спектрометре "Spectrum one" в диапазоне волновых чисел от 500 до 4000 см⁻¹.

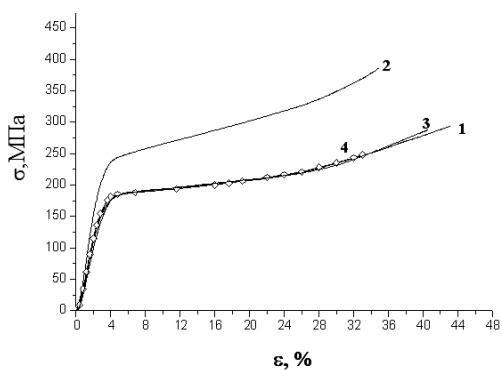


Рис. 1

На рис. 1 представлены диаграммы растяжения исходных шерстяных моноволокон, условно обозначенные №1...4. На всех кривых можно выделить три харак-

терные для шерстяного волокна области: зону "гуковой" деформации – в диапазоне $0 \leq \epsilon \leq 4\%$, зону "текучести" – $4\% \leq \epsilon \leq 26-30\%$, и третью зону – $\epsilon \geq 30\%$, соответствующую области "после текучести". Подобные характерные области на кривых растяжения волокон шерсти отмечены в ряде работ [13...16].

Диаграммы растяжения моноволокон шерсти после часового выдерживания в воде при комнатной температуре ($T=20^\circ\text{C}$) имеют принципиально отличный характер (рис. 2). Под действием влаги наблюдается "слом" в области гуковой деформации, вследствие чего на кривой растяжения появляется особая "промежуточная" область в диапазоне $2\% \leq \epsilon \leq 12-16\%$ удлинения. Зоны "текучести" и "после текучести" сохраняются, однако протяженность зоны "текучести" сокращается практически вдвое, а ее начало характеризуется значениями удлинения $\epsilon = 12-16\%$, что соответствует концу промежуточной области.

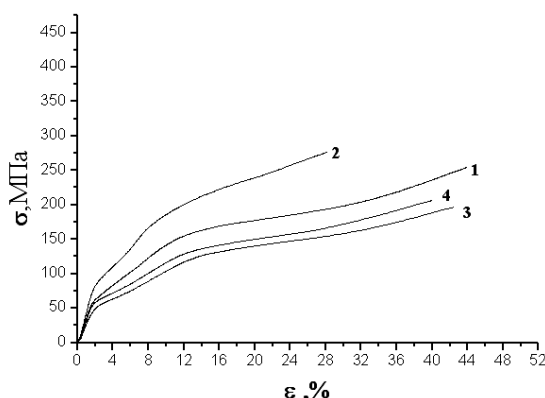


Рис. 2

Для оценки изменения механических свойств моноволокон шерсти после увлажнения были выбраны следующие характеристики: начальный модуль жесткости E_0 , разрывное удлинение ϵ_p , разрывное напряжение σ_p (табл. 1).

Таблица 1

Характеристики	До увлажнения				После вымачивания в воде в течение 1 ч			
	№1	№2	№3	№4	№1	№2	№3	№4
Начальный модуль, E_0 (ГПа)	$7,0 \pm 0,3$	$9,5 \pm 0,3$	$6,2 \pm 0,3$	$6,7 \pm 0,3$	$4,7 \pm 0,3$	$5,3 \pm 0,3$	$3,5 \pm 0,3$	$4,1 \pm 0,3$
Разрывное удлинение, ϵ_p , %	43 ± 5	35 ± 5	40 ± 5	33 ± 5	44 ± 5	28 ± 5	42 ± 5	40 ± 5
Разрывное напряжение, σ_p (МПа)	295 ± 5	386 ± 5	287 ± 5	248 ± 5	255 ± 5	277 ± 5	198 ± 5	207 ± 5

После вымачивания в воде для всех волокон наблюдается уменьшение на 35...40% значения начального модуля жесткости E_0 и на 15...30% разрывного напряжения σ_r ; разрывное удлинение ε_r при этом изменяется незначительно. Следует отметить, что в ряде литературных источников указывается на существенное увеличение ε_r шерстяных волокон под действием влаги [3], что не подтверждается результатами наших исследований.

Наибольший интерес для увлажненных волокон представляет появление на кривой растяжения дополнительной "промежуточной" области, находящейся между зонами квазиупругих деформаций и зоной "текучести". Следует отметить, что ранее в литературных источниках не описывалось столь существенного влияния влаги на изменение формы кривых растяжения шерстяных волокон.

В процессе производства диапазон деформаций $2\% \leq \varepsilon \leq 16\%$ является весьма характерным, поэтому корректная оценка деформационно-прочностных свойств увлажненных волокон шерсти в "промежуточной" области приобретает особое значение.

Для выявления характерных особенностей механического поведения увлажненных волокон использовали зависимости изменения тангенциального модуля жесткости от удлинения, полученные путем дифференцирования диаграмм растяжения, то есть как:

$$E_T(\varepsilon) = \frac{\partial \sigma(\varepsilon)}{\partial \varepsilon}. \quad (1)$$

На примере шерстяного волокна №3 показаны зависимости $E_T(\varepsilon)$ для исходного волокна и волокна, прошедшего влажностную обработку (рис. 3 – исходное волокно (1), увлажненное в течение 1 ч (2)). Зависимость $E_T(\varepsilon)$ для увлажненных волокон шерсти изменяется по более сложному закону по сравнению с исходным. В начале "промежуточной" области при $\varepsilon \approx 2\%$ значение модуля жесткости составляет $E_T \approx 0,6$ ГПа, что на порядок больше значения модуля в зоне "текучести" для исходных волокон.

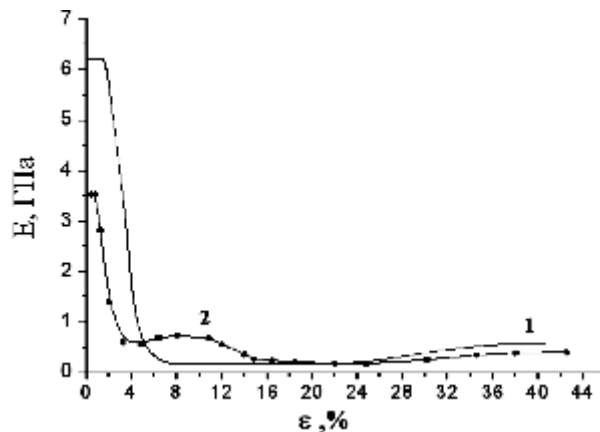


Рис. 3

Появление максимума текущего модуля со значением $E_T \approx 0,8$ ГПа в области удлинения $\varepsilon \approx 8-10\%$, свидетельствует о комплексе структурных изменений, происходящих под действием влаги. Переход в зону "текучести" с характерным для нее значением модуля $E_T \approx 0,15$ ГПа происходит лишь при $\varepsilon \approx 16\%$. Таким образом, шерстяное волокно после увлажнения приобретает большую жесткость на участке $4\% \leq \varepsilon \leq 16\%$.

Очевидно, что структурные изменения, происходящие под действием влаги, легко обратимы, то есть при высушивании волокна наблюдается полное возвращение к первоначальной форме кривой растяжения. Для шерстяного волокна к таким легко обратимым структурным изменениям относятся разрыв-образование водородных связей (в основном типа $NH \cdots OC$) и α - β -переход полипептидных цепей фибриллярной структуры. Влага не действует на дисульфидные связи $-S-S-$.

Ниже мы предлагаем структурную интерпретацию изменения механических характеристик шерстяного волокна под действием влаги.

Набухание волокна в воде в большей степени происходит за счет проникновения молекул воды в межмикрофибрилярное пространство [4], [14]. Методом ИК-спектроскопии при анализе полосы поглощения с максимумом около 3500 см^{-1} нами было показано увеличение содержания свободной влаги в волокне, то есть увлажнение может сопровождаться как разрушением водородных и ионных связей в

системе микрофибриллы–матрица, так и пластифицирующим действием свободной влаги, что и приводит к общему снижению начального модуля жесткости E_0 .

Колебание значений текущего модуля в "промежуточной" области свидетельствует о комплексе структурных процессов, происходящих под действием влаги. Молекулы воды способны оказывать двойственное действие: с одной стороны, они инициируют разрушение водородных связей на различных структурных уровнях, с другой – способствуют образованию новых по типу "полимер–вода–полимер".

Кристаллическая структура микрофибрилл шерстяного волокна в недеформированном состоянии становится доступной для проникновения влаги лишь при растя-

жении [4]. Разрушение определенного числа водородных связей на внешних участках микрофибрилл вызывает более ранний переход в следующую область деформирования, а постепенное проникновение влаги внутрь микрофибрилл, разрушение внутренних водородных связей и образование новых по типу "полимер–вода–полимер" обуславливает увеличение жесткости волокна в "промежуточной" области.

Методом ИК-спектроскопии показано увеличение числа сильных водородных связей (полоса поглощения 3200 см^{-1}) при увлажнении волокна. Структурные изменения, происходящие при растяжении шерстяного волокна под действием влаги, могут быть наглядно продемонстрированы на модели (рис. 4).

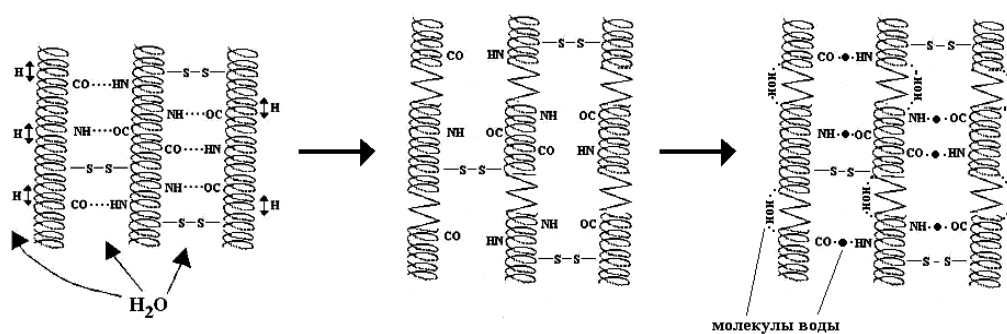


Рис. 4

Проведенные исследования показали, что деформационно-прочностные свойства шерстяных волокон изменяются под действием влаги следующим образом: наблюдается уменьшение начального модуля и разрывного напряжения, разрывное удлинение изменяется незначительно.

На диаграмме растяжения увлажненного шерстяного волокна появляется дополнительная "промежуточная" область, находящаяся между зонами квазиупругих деформаций и "текучести" в диапазоне $2\% \leq \epsilon \leq 12-16\%$. Следует отметить, что данная характерная особенность механического поведения увлажненных волокон шерсти ранее в литературе не отмечалась.

По изменению зависимости тангенциального модуля жесткости выявлено, что увлажненное шерстяное волокно проявляет более жесткие свойства по сравнению с

воздушно-сухим образцом на участке $4\% \leq \epsilon \leq 16\%$, что связано с последовательным разрушением водородных связей в фибриллярной структуре волокна под действием влаги и образованием новых по типу "полимер–вода–полимер".

ЛИТЕРАТУРА

1. *Купрашевич В.И.* // Общая технология шерстяного производства. – Легпромбытиздат, 1988.
2. *Рогачев Н.В.* Некоторые вопросы первичной обработки шерсти. – М.: Легкая индустрия, 1980.
3. *Александр П.А. и Хадсон Р.Ф.* // Физика и химия шерсти. – М., 1958.
4. *Feughelman M.* // Textile Research Journal. – V. XXIX (3), 1959. P. 223.
5. *Feughelman M.* // Journal of the Textile Institute. – V. 45(8), 1954.
6. *Chapman B.M.* // Journal of Textile Institute. – V. 64(6), 1973. P.312...327.
7. *Danilatos G., Feughelman M.* // Textile Research Journal. – V. 46, 1976. P.845...846.

8. Danilatos G.D., Postle R. // Journal of Macromolecular Science, Physics. – V.B19(1), 1981. P.153...165.
9. Watt I.C.//Textile Research Journal. – V.30, 1960. P.443...450.
10. Feughelman M., Robinson M.S. // Textile Research Journal. – V. 39, 1969. P.196...198.
11. Feughelman M., Robinson M.S. // Textile Research Journal. – V. 41, 1971. P.469...474.
12. Новорадовская Т.С., Садова С.Ф. // Химия и химическая технология шерсти. – М., 1986.
13. Hearle J.W. //International Journal of Biologi-

cal Macromolecules. – V. 27, 2000. P.123.

14. Feughelman M. // Journal of Applied Polymer Science. – V. 83, 2002. P.489.
15. Worthmann F.-J., Zahn H. // Textile Research Journal. – V.64(12), 1994. P.737.
16. Chapman B.M. // Textile Research Journal. – V. 39, 1969. P.1102.

Рекомендована кафедрой сопротивления материалов СПГУТД. Поступила 22.01.08.

УДК 677. 11. 022: 658. 562

КОМПЛЕКСНАЯ СИСТЕМА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ПРЯДИЛЬНОГО ЛЬНЯНОГО ПРОИЗВОДСТВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПЕКТРАЛЬНЫХ МЕТОДОВ АНАЛИЗА

Е.А. ПЕСТОВСКАЯ, А.Н. ИВАНОВ

(Костромской государственный технологический университет,
Научно-внедренческий центр «Блеск» (г. Кострома))

Технологический процесс выработки льняной пряжи мокрым способом включает следующие технологические переходы: чесание трепаного волокна, приготовление ленты и суровой ровницы, ее химическую обработку и прядение на кольцевых прядильных машинах с однозонными вытяжными приборами.

В результате работы гребенных вытяжных приборов ленточных и ровничных машин и вытяжного прибора прядильной машины возникает внутренняя структурная неровнота продуктов прядения, обусловленная различной толщиной и длиной технических комплексов и характером их распределения по длине продукта. Вследствие этого возникает неровнота продуктов прядения по линейной плотности и разрывной нагрузке.

В связи с этим качество льняной ленты, ровницы и пряжи определяется тремя основными показателями: прочностью на разрыв при растяжении, неровнотой по линейной плотности и разрывной нагрузке.

Важным дополнительным показателем качества льняной пряжи являются пороки внешнего вида: утолщения, утонения, шишки и ворсистость, которые ухудшают внешний вид льняных тканей и снижают

их сортность. Утолщения в пряже обусловлены образованием коротких волокон в чесаных материалах, ленте и ровнице.

В процессе механического дробления наряду с продольным расщеплением технических комплексов льняных волокон происходит их частичный поперечный разрыв. Короткие волокна в ленте накапливаются на гребнях вытяжного прибора ровничной машины и образуют утолщения в ровнице через расстояния, равные шагу гребней, умноженному на вытяжку.

Неровнота, как одно из наиболее отрицательных свойств продуктов прядения, в большей мере влияет на физико-механические свойства продуктов прядения и ткачества и технико-экономические показатели работы фабрик. Неровнота продуктов прядения обуславливает нестационарность технологических процессов и сильно влияет на обрывность в прядении.

Контроль и исследование неровноты продуктов прядения имеют важное значение, так как позволяют устанавливать место и причины возникновения неровноты.

Неровнота льняной пряжи на порядок выше неровноты хлопковой пряжи. Это обусловлено комплексным строением технических льняных волокон. Неровнота

пряжи по линейной плотности и крутке обуславливает такие дефекты в структуре и внешнем виде ткани, как полосатость, зебристость, муаровый или ромбоидальный эффект. Из пряжи неравномерной по прочности и другим свойствам получают ткань с неравномерной прочностью, растяжимостью и упругостью. Для выявления причин возникновения таких дефектов ткани необходимо контролировать неровноту продуктов прядения, прежде всего на коротких отрезках в зоне действия вытяжных приборов машин.

По квадратичной неровноте (коэффициенту вариации) по линейной плотности и разрывной нагрузке, определяемым в настоящее время в лабораториях текстильных предприятий, нельзя судить о сложном характере изменения свойств продуктов прядения. В силу этого только применение таких характеристик структурной неровноты, как амплитудный спектр, градиент неровноты, дает возможность раскрыть характер и структуру неровноты.

Установлено, что основные показатели качества продуктов прядения – прочность на разрыв, неровнота по линейной плотности и разрывной нагрузке зависят от числа технических комплексов волокон в поперечном сечении продуктов, их длины и распределения по длине волокон [1].

Структурные показатели волокон в пряже (\bar{T} – средняя линейная плотность волокон, мтекс; $\bar{\ell}$ – средняя длина, мм; C_ℓ – коэффициент вариации по длине, %) быстро и точно оцениваются на основе анализа спектров неровноты пряжи с использованием автоматизированного комплекса КЛА-2 по специальной программе.

На основании изучения этих свойств пряжи в диапазоне линейной плотности 10...56 текс нами установлено, что пряжа высокого качества должна иметь в поперечном сечении не менее 20 комплексов волокон и длину волокон 18...20 мм, коэффициент вариации по длине 40-50%. При таких структурных показателях пряжа имеет относительную разрывную нагрузку более 22 сН/текс и относится к группе СЛ-1 сорт.

Параметр неровноты C_V^2 по коротким отрезкам в диапазоне 0...400 мм может быть определен прибором КЛА-2 или прибором типа Uster. Оптимальной для выработки ткани с равномерной поверхностной плотностью и хорошим застилом является льняная пряжа с $C_V^2=800-850$. При увеличении C_V^2 более 900 возникает поверхностный дефект ткани – муарность.

Контроль характера дробления волокна в вытяжном приборе и обеспечение оптимального параметра неровноты пряжи на коротких отрезках в зоне вытягивания является первым необходимым условием выработки высококачественной льняной ткани с равномерной поверхностной плотностью. Контроль характера дробления волокон позволяет точно подбирать и регулировать режимы химической обработки ровницы при изменении смески и качества волокон в ровнице. Это является важнейшим условием обеспечения стабильной работы прядильного производства.

Нами разработан и освоен в производстве новый высокоэффективный экологически безопасный перекисно-сульфитный способ химической обработки льняной ровницы, позволяющий сохранить уникальное природное качество льняных волокон и значительно повысить их прядильную способность [2]. Этот способ позволил полностью отказаться от использования хлорита натрия, вырабатывать высококачественную льняную пряжу линейной плотности 56...33 текс и на ее основе разработать новый конкурентоспособный на мировом рынке ассортимент чистольняных тканей.

В настоящее время разработанный нами перекисно-сульфитный способ обработки льняной ровницы используется на всех действующих прядильных производствах страны. Применение сульфитно-щелочной варки без перекисного беления позволяет производить подготовку льняной ровницы к мокрому прядению с сохранением природного серого цвета стланцевых волокон [3].

Для оперативного контроля и управления режимом химической обработки льня-

ной ровницы при смене смеси сырья нами разработан точный инструментальный метод экспресс-оценки качества стланцевых волокон по координате цвета Z , определяемой с использованием компаратора цвета КЦ-3 [4].

В технических лабораториях льняных прядильных фабрик степень одревеснения льняных волокон оценивается визуально по группам цвета с помощью эталонных образцов. Такой субъективный способ оценки качества смеси сырья в ровнице не позволяет эффективно управлять режимами химической обработки льняной ровницы.

В зависимости от степени одревеснения срединных пластинок и значения координаты Z суровая льняная ровница разбивается на 3 группы качества (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Группы качества	Степень одревеснения S , %	Координата цвета Z
1 группа мягкая ровница	$S < 30$	$Z > 18$
2 группа средней мягкости ровница	$S = 30 - 40$	$Z = 14 - 17$
3 группа грубая ровница	$S > 40$	$Z < 14$

В зависимости от группы качества суровой ровницы, определенной по значению координаты Z , рекомендуются соответствующие параметры технологического режима сульфитно-перекисного способа обработки льняной ровницы.

Определены ключевые точки контроля показателей качества суровой и беленой ровницы, определяющие обрывность в прядении: степень одревеснения, параметр неровноты S_V^2 , крутка, прочность на разрыв в суровом и беленом виде, количество утонений в пряже – как индикатор качества работы вытяжного прибора.

Подбор значений этих параметров производится таким образом, чтобы для соответствующих линейных плотностей ровницы и пряжи из нее, используемого типа вытяжного прибора при регламентированной

крутке ровницы обеспечить требуемую прочность суровой ровницы и далее необходимую потерю прочности ровницы в беленом виде в процессе химической обработки за счет ослабления связей между элементарными волокнами в срединных пластинках, при которой в процессе прядения в вытяжном приборе будет достигаться требуемая степень дробления технических комплексов волокон при стабильном процессе вытягивания ровницы до разрыва.

Увеличение неровноты пряжи в зоне вытягивания и количества утонений свидетельствуют о напряженной работе вытяжного прибора прядильной машины.

В производственных условиях прядильной фабрики ООО "Яковлевская мануфактура" были определены оптимальные значения этих показателей для вырабатываемого ассортимента чистольняных пряжи и ровницы, которые введены в стандарты предприятия на качество продуктов прядения.

Рабочие органы вытяжных приборов ленточных и ровничных машин испытывают повышенные нагрузки при переработке грубого волокна, которое в настоящее время в основном поступает в прядение, и достаточно быстро изнашиваются. Это приводит к увеличению структурной неровноты ленты и ровницы в зоне действия гребенных механизмов вытяжного прибора, а также периодической неровноты от дефектов, связанных с биением питающих и вытяжных цилиндров вытяжного прибора, погрешностей шага шестерен приводов и износа элементов гребенных механизмов.

Особенно быстро изнашиваются гребенные механизмы ленточных машин 4-го перехода. В связи с этим необходимо осуществлять постоянный контроль за техническим состоянием машин льняных ровничных систем и проводить своевременный их ремонт. На прядильных машинах следует уделять особое внимание контролю технического состояния питающих цилиндров вытяжных приборов. Программа диагностики дефектов работы машин комплекса КЛА-2 позволяет быстро опреде-

лить причину дефектов и дать рекомендации по их устранению [4].

Контроль пороков внешнего вида пряжи – утолщений и утонений. Эти пороки возникают вследствие образования коротких волокон в продуктах прядения и недостаточно эффективного смешивания волокон с разной степенью одревеснения в лентах и ровнице. Разработана методика экспресс-анализа количества коротких волокон в суровой льняной ровнице, степени одревеснения волокон, структурной сырьевой неровноты в ленте и ровнице с применением комплекса КЛА-2 и компаратора цвета КЦ-3, позволяющая устанавливать причины образования пороков внешнего вида пряжи [5].

ВЫВОДЫ

1. Для обеспечения контроля и регулирования технологических процессов прядения льняных волокон на основе спектрального анализа разработаны точные и быстрые методы инструментального контроля структурной неровноты продуктов прядения и степени одревеснения льняной ровницы.

2. Разработана система контроля и управления технологическими режимами химической обработки льняной ровницы на основе экспресс-оценки степени одревеснения срединных пластинок льняного волокна с использованием компаратора цвета КЦ-3 и параметров структурной неровноты получаемой чистольняной пряжи с использованием КЛА-2.

3. Определены оптимальные параметры структурной неровноты и разработаны требования к качеству продуктов по тех-

нологическим переходам производства чистольняной пряжи средней линейной плотности. Рекомендуемые параметры структурной неровноты продуктов прядения льна введены в стандарты качества льнопредприятий.

4. Определены ключевые точки контроля показателей качества суровой и белой ровницы, обуславливающие обрывность в прядении. Применение современных методов контроля технологических процессов льняного прядильного производства позволяет быстро (в течение 30 мин) выяснять причины нарушения технологических режимов на всех переходах и определять оптимальные условия работы прядильного оборудования.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Пестовская Е.А., Иванов А.Н.* Оптимальные параметры структурной неровноты чистольняной пряжи // Вестник КГТУ. – 2007, №15. С.8...13.

2. *Пестовская Е.А., Иванов А.Н.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007, №3. С.72...76.

3. *Пестовская Е.А., Иванов А.Н.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007, №3С. С.55...58.

4. *Пестовская Е.А.* Совершенствование технологических процессов подготовки льняной ровницы к прядению и повышение качества чистольняной пряжи: Дис...канд. техн. наук.– Кострома, КГТУ, 2007.

5. *Иванов А.Н., Пестовская Е.А.* Особенности качества стланцевых льняных волокон урожаев последних лет // Вестник ВНИИЛК (Всероссийского научно-исследовательского института по переработке лубяных культур). – 2007, №3. С.19...22.

Рекомендована кафедрой прядения натуральных и химических волокон КГТУ. Поступила 11.02.08.

УДК 677.023.73/74

**ДИНАМИКА ТОЧКИ НАМАТЫВАНИЯ
ТЕКСТИЛЬНОЙ ПАКОВКИ РУЛОННОГО ТИПА**

А. Ю. КУТЬИН, Ю. К. КУТЬИН, Ю.А. КОСИНОВ

(Ивановская государственная текстильная академия)

Проблема определения параметров напряженного состояния тела намотки тесно связана с задачей грамотного проектирования технологического оборудования, обеспечивающего формирование паковок с заданными свойствами, именно поэтому ее решению посвящено много исследований [1]. Но результаты, полученные в них, можно расценивать только как источник качественной информации о процессах, происходящих в паковке. Достигнутые результаты, в силу случайного характера процесса наматывания [2], нельзя соотнести с конкретной паковкой. Сегодня необходим новый подход к решению данной проблемы.

Для превращения случайного процесса формирования цилиндрической намотки в детерминированный разработан и реализован способ активного (управляемого) перемещения уплотняющего органа в соответствии с математической моделью [2], [3], состоящей из четырех уравнений:

$$a = f(\theta), \tag{1}$$

$$\rho(\theta) - \rho_0 = \int_0^\theta a d\theta, \tag{2}$$

$$L = \int_0^\theta \rho(\theta) d\theta, \tag{3}$$

$$\gamma = \frac{m_s L(\theta)}{\pi H [\rho^2 - \rho_0^2]}, \tag{4}$$

где a – параметр спирали намотки [4]; ρ – текущий радиус намотки; θ – угол поворота паковки; ρ_0 – радиус основания паков-

ки; L – текущая длина намотки; m_s – масса единицы длины полотна перерабатываемого материала; H – ширина полотна; γ – плотность намотки.

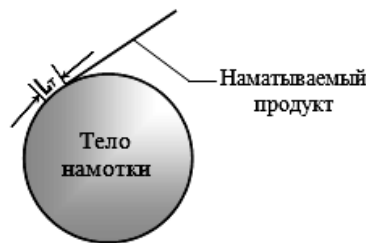


Рис. 1

Второе уравнение этой модели описывает движение точки наматывания материала (рис. 1) по спирали. В соответствии с законами динамики для точки, движущейся по известной траектории, можно определить величину силы, действующей на нее. Причем следует отметить, что масса точки наматывания m_n – величина переменная. По мере вращения паковки она возрастает согласно некоторой функции $\xi(\theta)$:

$$m_n = \xi(\theta), \tag{5}$$

поскольку увеличивается площадь соприкосновения материала с телом намотки.

Совокупная масса точек наматывания должна быть равной массе всей намотки, поэтому справедливо:

$$\sum m_n = m_s L_c, \tag{6}$$

где L_c – полная длина намотки.

Пусть известна величина $\Omega_H(\theta)$, характеризующая изменение массы точки наматывания в каждом месте ее траектории на участке $[0; \theta_k]$ в зависимости от угла поворота паковки. Тогда выражение (6) можно представить в виде:

$$\sum \Omega_H(\theta) \Delta\theta = m_S L_c, \quad (7)$$

где θ_k – конечный угол поворота паковки; $\Delta\theta$ – приращение угла поворота паковки при соприкосновении наматываемого продукта с телом намотки.

В пределе при $\Delta\theta \rightarrow 0$ сумма (7) трансформируется в интегральную:

$$\int_0^{\theta_k} \Omega_H(\theta) d\theta = m_S L_c. \quad (8)$$

Если в качестве формируемого объекта рассматривать сновальную паковку, то выражение (8) с учетом уравнения (3) можно записать в следующей форме:

$$\int_0^{\theta_k} \Omega_H(\theta) d\theta = MTL_c = MT \int_0^{\theta_k} \rho(\theta) d\theta, \quad (9)$$

где M – число нитей в заправке; T – линейная плотность пряжи.

При использовании в качестве верхнего предела интегрирования θ ($0 < \theta \leq \theta_k$), выражение (9) отражает зависимость массы намотки от значения угла поворота θ . Из равенства (9) вытекает, что

$$\begin{aligned} \Omega_H &= MT\rho(\theta), \\ m_H &= MT\rho(\theta)d\theta = MTdL. \end{aligned} \quad (10)$$

Последняя формула подчеркивает исходное представление о том, что масса точки наматывания меняется в процессе формирования намотки, но движение точки с переменной массой подчиняется обобщенному уравнению динамики (уравнению Мещерского):

$$m_H \frac{dv}{dt} = F + \frac{dm_1}{dt}(u_1 - v) + \frac{dm_2}{dt}(u_2 - v), \quad (11)$$

где $m_H = m_H(t)$ – масса точки наматывания в текущий момент времени t (координаты точки отнесены к некоторой неподвижной системе координат); F – равнодействующая всех сил, действующих на точку наматывания; v – скорость точки в момент t ; dm_1 и dm_2 – частицы массы, которые соответственно отделяются и присоединяются к точке наматывания за время dt ; u_1 и u_2 – скорости частиц dm_1 и dm_2 .

В данном уравнении разности скоростей $(u_1 - v) = v_1$ и $(u_2 - v) = v_2$ представляют собой относительные скорости отделяющихся и присоединяющихся частиц. $\frac{dm_1}{dt}v_1$ – это реактивная сила, обусловленная отделением частиц массы, а $\frac{dm_2}{dt}v_2$ – это тормозящая сила, обусловленная присоединением частиц массы.

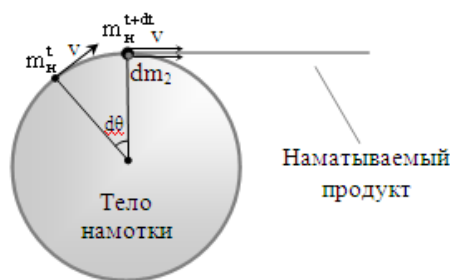


Рис. 2

Масса точки наматывания только возрастает, так как возрастает радиус намотки, а значит, и приращение дуги спирали. Следовательно, реактивная сила $\frac{dm_1}{dt}v_1$ отсутствует. Кроме того, по условиям задачи скорости точек m_H (рис. 2 – движение точки наматывания; m_H^t – положение точки наматывания в момент времени t ; m_H^{t+dt} – положение точки наматывания в момент времени $t + dt$) и dm_2 равны по абсолютному значению и

совпадают по направлению ($u_2 = v$), поэтому $\frac{dm_2}{dt} v_2 = 0$.

В итоге уравнение (11) можно записать в обычном виде:

$$m_H \frac{dv}{dt} = F. \quad (12)$$

Выясним природу силы F . Прежде всего, следует отметить, что это центральная сила, поскольку под ее действием точка наматывания описывает траекторию в виде спирали [5]. Следующий вопрос: какая эта сила (отталкивания или притяжения)? Чтобы ответить на этот вопрос, нужно найти проекцию силы F_r на радиальное направление. Проекция силы F_r равна произведению массы точки m_H на радиальную составляющую ускорения y_r :

$$F_r = m_H y_r. \quad (13)$$

Радиальная составляющая ускорения в полярных координатах равна [5]:

$$y_r = \ddot{\rho} - \rho \dot{\theta}^2, \quad (14)$$

где $\ddot{\rho}$ – обозначение второй производной функции радиуса $\rho(t)$ по времени t ; $\dot{\theta}$ – обозначение производной функции угла поворота паковки $\theta(t)$ по времени t . Такие обозначения приняты в теоретической механике. Воспользуемся ими, чтобы не нарушать установившуюся традицию.

В качестве уравнения траектории точки наматывания, заданного в полярных координатах, рассмотрим спираль Архимеда:

$$\rho - \rho_0 = a\theta, \quad (15)$$

где $a = \text{const}$.

Секторная скорость при действии центральной силы – это величина постоянная [5]:

$$\frac{\rho^2 \dot{\theta}}{2} = \text{const}. \quad (16)$$

Удвоенная секторная скорость тоже константа:

$$\rho^2 \dot{\theta} = C_E = \text{const}, \quad \dot{\theta} = \frac{C_E}{\rho^2}. \quad (17)$$

Продифференцировав уравнение траектории последовательно два раза, получим:

$$\dot{\rho} = a\dot{\theta} = \frac{aC_E}{\rho^2}, \quad (18);$$

$$\ddot{\rho} = -2 \frac{a^2 C_E^2}{\rho^5}. \quad (19)$$

Если подставить выражения (17) и (19) в формулу (14) для радиальной составляющей ускорения, то последняя приобретет следующий вид:

$$y_r = -\frac{C_E^2 (2a^2 + \rho^2)}{\rho^5}. \quad (20)$$

Параметр a спирали – это очень маленькая величина (в единицах СИ имеет порядок $10^{-5} \dots 10^{-6}$), поэтому ее квадратом можно пренебречь. В итоге получится:

$$y_r = -\frac{C_E^2}{\rho^3} = -\rho \dot{\theta}^2. \quad (21)$$

Поскольку линейная скорость v_L наматываемого материала постоянна, то радиальная составляющая ускорения будет равна:

$$y_r = -\frac{v_L^2}{\rho}. \quad (22)$$

Соответственно проекция центральной силы на радиальное направление будет следующей:

$$F_r = -m_n \frac{v_{\text{л}}^2}{\rho} . \quad (23)$$

В данном случае знак минус свидетельствует только о том, что

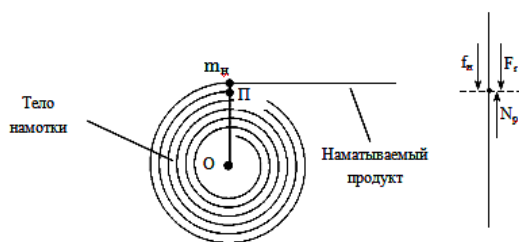


Рис. 3

Теперь рассмотрим динамику системы материальных точек m_n и Π (рис. 3). В радиальном направлении на точку Π действует центростремительная сила F_r , а также проекция f_n силы натяжения – силы, которая вызывает деформацию самого наматываемого продукта на участке L_T в месте его соприкосновения с телом намотки (рис. 1) и (рис. 4 – проекция силы натяжения в радиальном направлении), то есть в точке наматывания.

Кроме того, на точку Π со стороны тела намотки действует сила реакции N_p , а также, в соответствии с принципом Даламбера [6], сила инерции $m_n u_n$ (m_n – масса точки Π ; u_n – ускорение точки Π), направленная в сторону, противоположную направлению ускорения u_n .

Запишем уравнение кинестатики для точки Π в проекции на радиальное направление [5]:

$$F_r + f_n - N_p - m_n u_n = 0 . \quad (24)$$

В первом приближении будем считать, что точка Π остается неподвижной, поэтому ее ускорение u_n равно нулю. Тогда силу реакции можно представить в виде суммы двух сил:

$$N_p = F_r + f_n . \quad (25)$$

В соответствии с третьим законом динамики сила реакции N_p равна по модулю

центральной силе F является силой притяжения, и ее проекция F_r направлена к центру паковки [5].

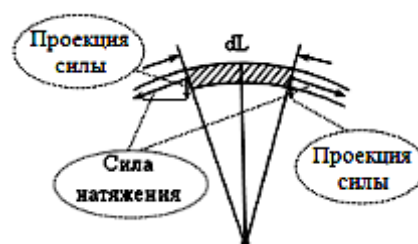


Рис. 4

силе давления C_n , действующей со стороны точки Π на тело намотки и направленной в противоположную сторону:

$$C_n = F_r + f_n = m_n \frac{v_{\text{л}}^2}{\rho} + f_n . \quad (26)$$

Соотношение сил F_r и f_n зависит от линейной скорости наматываемого материала и от вида применяемой для формирования намотки математической модели. Дальнейшие исследования необходимо сосредоточить на поиске таких условий наматывания и такой математической модели, при которых материал в теле намотки подвергается наименьшей деформации.

ВЫВОДЫ

На основе принципов динамики с помощью известной траектории движения точки наматывания длинномерного материала выявлена взаимосвязь между условиями этого движения и действующей на выделенный элемент намотки совокупной силой, зависящей от математической модели формирования паковки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сухарев В.А., Матюшев И.И. Расчет тел намотки. – М.: Машиностроение, 1982.
2. Кутьин А.Ю. Проектирование текстильных паковок рулонного типа и методы их воспроизводства. – Иваново: ИГТА, 2006.

3. Кутьин А.Ю., Кутьин Ю.К., Паникратов С.К. // Текстильная промышленность. – 1996, № 3. С.25...27.

4. Выгодский М.Я. Справочник по высшей математике. – М.: Физматгиз, 1961.

5. Бать М.И., Джанелидзе Г.Ю., Кельзон А.С. Теоретическая механика в примерах и задачах: Учебное пособие для вузов. – Т. II. Динамика. – М.: Наука, 1991.

6. Карякин Н.И., Быстров К.Н., Киреев П.С. Краткий справочник по физике: Учебное пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 1964.

Рекомендована кафедрой прикладной математики и информационных технологий. Поступила 29.01.08.

УДК 677.023.74

АНАЛИЗ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ДЛИНЫ СНУЮЩИХСЯ НИТЕЙ В РЕЖИМЕ ОСТАНОВА СНОВАЛЬНОЙ МАШИНЫ СП-140

Е.П. КОРЯГИН

(Ивановская государственная текстильная академия)

Тормозная система партионной сновальной машины типа СП состоит из трех колодочных тормозов: мерильного, сновального и укатывающего валов. Наладка этих тормозов может оказывать существенное влияние на достоверность показаний счетчика длины намотанных нитей при останове машины, поскольку одновременного останова мерильного и сновального валов при разных диаметрах навивки достичь практически невозможно. Согласно [1, с.101] для уменьшения угла выбега сновального вала тормозную систему машины необходимо настраивать на останов при среднеквадратическом значении R_H радиуса намотки.

В предположении справедливости данной рекомендации рассмотрим взаимодействие мерильного, сновального и укатывающего валов при останове машины при разных текущих радиусах ρ намотки ($R_0 \leq \rho \leq R_{\max}$), где R_0 и R_{\max} – радиус ствола и максимальный радиус намотки. Заметим, что одновременный останов всех трех валов будет происходить при $\rho = R_H$.

Проанализируем влияние величины R_H на погрешность:

$$\Delta L_{\text{ост}} = L_{\text{сн}} - L_{\text{сч}} \quad (1)$$

показаний счетчика при останове машины, где $L_{\text{сн}}$ – длина снующихся нитей, намотанных на сновальный вал, а $L_{\text{сч}}$ – длина нитей, зарегистрированная счетчиком.

При одновременном останове мерильного и сновального валов должно выполняться условие

$$\varphi_{\text{в.м}} = \varphi_{\text{в.с}} R_H / R_M, \quad (2)$$

где $\varphi_{\text{в.м}}$, $\varphi_{\text{в.с}}$ – углы выбега соответствующих валов; R_M – радиус мерильного вала.

Запишем уравнения движения мерильного и сновального валов в режиме останова:

$$\begin{aligned} -I_M \ddot{\varphi}_{\text{в.м}} &= M_{\text{ТМ}} + M_{\text{сМ}} + TR_M (1 - e^{Kf\alpha}), \\ -I_C \ddot{\varphi}_{\text{в.с}} &= M_{\text{Тс}} + M_{\text{сс}} + Tr e^{Kf\alpha} + KM'_y, \quad (3) \\ K &= \text{sign}(R_H - \rho), \end{aligned}$$

где I_M – момент инерции массы мерильного вала и жестко связанных с ним деталей; I_C – момент инерции массы сновального вала с пряжей и ведущей системой машины (ротор электродвигателя, пиноли) относительно его оси вращения; $M_{\text{ТМ}}$, $M_{\text{Тс}}$ – тормозные моменты, создаваемые соответ-

ственно тормозами мерильного и сновального валов; $M_{см}$ – момент сил статического сопротивления мерильного вала, приведенный к оси его вращения; $M_{сc}$ – момент сил статических сопротивлений ведущей системы, приведенный к оси вращения сновального вала; T – суммарное натяжение нитей перед мерильным валом; M'_y – момент сил трения между укатывающим и сновальным валами, приведенный к оси вращения сновального вала; f – коэффициент трения нитей о поверхность мерильного вала; α – угол охвата нитями поверхности мерильного вала [2]:

$$\alpha = \frac{\pi}{2} + \arcsin\left(\frac{\rho + R_m}{h}\right), \quad (4)$$

где h – расстояние по вертикали между осями мерильного и укатывающего валов.

Согласно [3]:

$$I_c = I_{co} + \frac{\pi H \gamma}{2} (\rho^4 - R_o^4), \quad (5)$$

где I_{co} – момент инерции массы пустого сновального вала вместе с ведущей системой машины, то есть ротором электродвигателя и пинолями; H – рассадка фланцев сновального вала; γ – плотность намотки.

Решения системы уравнений (3) относительно углов выбега имеют вид:

$$\varphi_{в.м} = \frac{0,5 V_c^2 I_m}{R_m^2 \left[M_{ТМ} + M_{см} + TR_m (1 - e^{Kf\alpha}) \right]}, \quad (6)$$

$$\varphi_{в.с} = \frac{0,5 I_c(\rho) V_c^2}{\rho^2 \left[M_{Тc} + M_{сc} + T\rho e^{Kf\alpha} + KM'_y \right]}, \quad (7)$$

где V_c – скорость снования.

Совместное решение уравнений (6) и (7) при $\rho = R_H$ с учетом (2) дает зависимость требуемого тормозного момента мерильного вала от тормозного момента сновального при данной наладке:

$$M_{ТМ} = \frac{I_m R_H (M_{Тc} + M_{сc} + TR_H)}{R_m \left[I_{co} + \frac{\pi H \gamma}{2} (R_H^4 - R_o^4) \right]} - M_{см}. \quad (8)$$

Полученное уравнение позволяет определить параметры настройки тормозной системы. Так, при радиусе намотки R_H экспериментально устанавливаются тормозной момент $M_{Тc}$, который вместе с моментом $M_{сc}$ обеспечивал бы его максимально быстрое торможение при обрыве нити.

Тогда по формуле (8) можно подобрать для этого радиуса намотки режим торможения мерильного вала, при котором он будет останавливаться одновременно со сновальным валом. Зависимость (8) справедлива для любого R_H радиуса настройки, а не только для среднеквадратического.

При разных тормозных режимах, соответствующих заданному радиусу намотки R_H , формулы (6)...(8) позволяют рассчитать углы выбега $\varphi_{в.м}$ и $\varphi_{в.с}$ при останове машины с разным радиусом ρ намотки нитей.

При этом

$$L_{сч} = \varphi_{в.с} (R_H, M_{Тc}) \rho, \quad (9)$$

$$L_{сч} = \varphi_{в.м} (R_H, M_{Тc}) R_m \quad (10)$$

и на основании (1) определяется погрешность $\Delta L_{ост}$.

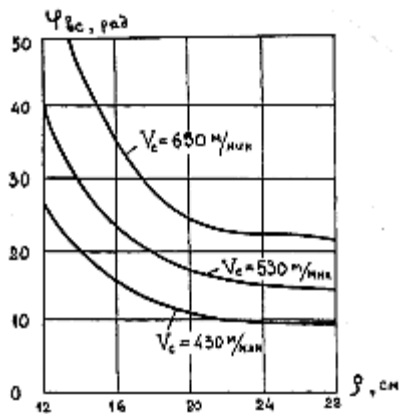


Рис. 1

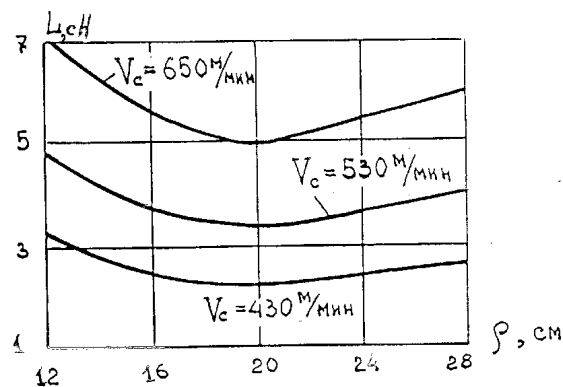


Рис. 2

Некоторые результаты расчетов по формулам (4), (5), (7) и (9) приведены на рис. 1 и 2 при $M_{Tc} = 500$ Н·м; $I_{co} = 7,798$ кг·м²; $M_{cc} = 7,634$ Н·м и $\gamma = 460$ кг/м³. Среднее натяжение одиночной нити 25 текс по данным эксперимента принималось равным 0,16 Н. При числе снующихся нитей $m=456$ этому соответствовало суммарное натяжение $T = 73,00$ Н. Другие параметры, необходимые для расчета, имели следующие значения: $H = 1,4$ м; $R_o = 0,12$ м; $R_M = 0,053$ м; $R_n = 0,22$ м; $h = 0,6$ м; $f = 0,35$ [4].

Из рис. 1 видно, что угол выбега уменьшается с увеличением радиуса намотки пряжи. Это объясняется большим влиянием начального значения угловой скорости вращения сновального вала по сравнению с начальным значением его момента инерции.

В начале процесса наматывания, когда инерционность сновального вала сравнительно невелика, он вследствие большой угловой скорости успевает за время действия тормозной системы повернуться на больший угол. По мере наматывания угловая скорость сновального вала уменьшается, что и приводит к уменьшению угла выбега. Если иметь в виду, что работа, затрачиваемая тормозом на останов вала, равна произведению $M_{Tc} \cdot \varphi_{в.с.}$, то согласно представленным результатам останов машины с минимальным радиусом намотки следует считать наиболее тяжелым режи-

мом для тормоза и пинолей сновальной машины.

Угол выбега сновального вала (рис. 1) при его останове увеличивается с увеличением скорости снования. Длина $L_{сн}$ нитей (рис. 2) с возрастанием радиуса намотки сначала уменьшается до некоторого значения, а затем начинает увеличиваться. Это объясняется тем, что на первом участке намотки большее влияние оказывает угол выбега сновального вала, а на втором – радиус намотки.

Зависимость $L_{сн} = L_{сн}(\rho)$ позволяет сделать некоторые заключения о возможности предотвращения заматывания конца оборвавшейся нити в тело намотки при останове машины. Очевидно, оборвавшийся конец нити не будет заматан на сновальный вал, если точка обрыва будет располагаться от точки наматывания по линии заправки не менее чем на расстоянии $L_{сmin}$.

Так, при $V_c = 530$ м/мин и $M_{Tc} = 500$ Н·м имеем $L_{сmin} = 3,2$ м (рис. 2), что соответствует зоне сигнальной рамки.

С учетом времени t_{cp} срабатывания датчика обрыва нити и тормозной системы заматывания конца оборвавшейся нити на сновальный вал наблюдаться не будет, если точка обрыва находится от точки наматывания на расстоянии

$$\delta \geq V_c t_{cp} + L_{сmin} \quad (11)$$

Проанализируем работу мерильного механизма сновальной машины, когда при одном и том же тормозном моменте $M_{Тс}$ сновального вала мерильный валик настраивается на одновременный останов на разных радиусах R_n намотки. В этом случае при заданном R_n и других параметрах тормозной момент $M_{ТМ}$, приложенный к мерильному валику, рассчитывается по формуле (8). Абсолютная погрешность измерения длины нитей, намотанных в период останова машины, определяется при разных радиусах намотки по формуле (1). Для этого по формуле (7) предварительно рассчитываются углы выбега сновального вала.

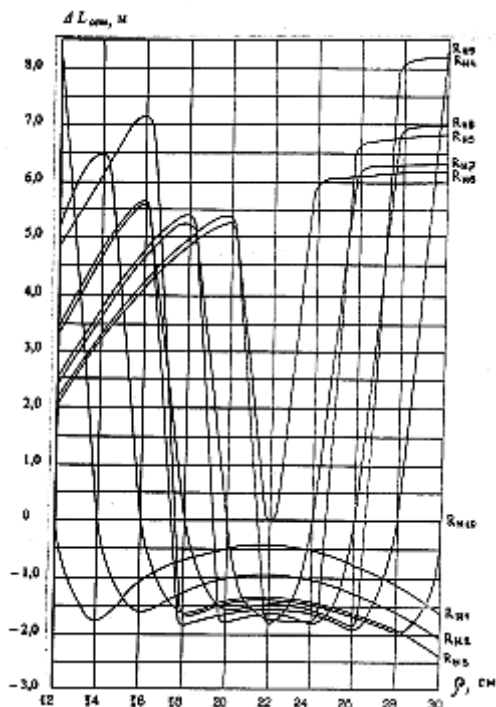


Рис. 3

Найденные таким образом с применением ЭВМ величины абсолютных погрешностей измерений при разных режимах торможения сновальной машины приведены на рис. 3. В расчетах принято: $M_{Тс}=300$ Н·м; $V_c=530$ м/мин; $I_m=0,0303$ кг м²; $V_{см}=0,081$ Н·м. Остальные исходные данные указаны выше.

Из графиков, представленных на рис. 3, видно, что при неизменной настройке тормозной системы погрешность показания счетчика в момент останова сновального

вала не остается постоянной, а изменяется по сложной зависимости, имеющей три характерные зоны.

В первой зоне она монотонно возрастает до некоторой величины, во второй зоне падает до минимума и в большинстве случаев меняет знак, а в третьей зоне снова возрастает.

Например, при наладке тормоза мерильного валика на одновременный останов со сновальным валом при $R_n = 0,20$ м (рис. 3, кривая R_{n5}) счетчик вначале наматывания до $\rho = 0,20$ м занижает истинную длину нитей, причем при $\rho = 0,18$ м погрешность достигает 5,4 м. Затем в диапазоне $0,20 \leq \rho \leq 0,245$ м наработки сновального вала показания счетчика завышаются, а при дальнейшей наработке вновь занижаются. При полном сновальном вале погрешность показания счетчика за однократный останов достигает 6,8 м.

Средняя погрешность $\Delta L_{cp}(\rho)$ показаний счетчика в режиме останова машины при наработке сновального вала до радиуса ρ будет:

$$\Delta L_{cp}(\rho) = \frac{1}{\rho - R_0} \int_{R_0}^{\rho} \Delta L_{ост}(\rho) d\rho. \quad (12)$$

Интеграл, стоящий в правой части этого выражения, можно определить (при соответствующем значении $M_{ТМ}$) путем определения площадей под соответствующими кривыми, представленными на рис. 3.

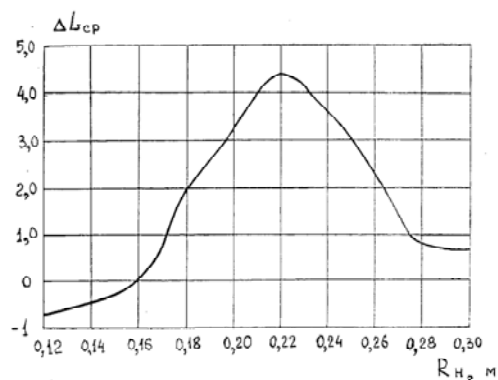


Рис. 4

В качестве примера на рис. 4 показана зависимость $\Delta L_{\text{ср}}(R_{\text{н}})$ при $M_{\text{Тс}} = 300 \text{ Н}\cdot\text{м}$, полученная на основании рис. 3, для полного сновального вала. График показывает, что максимальная средняя погрешность в показаниях счетчика при наработке полного вала, при прочих равных условиях, будет наблюдаться в случае наладки тормозов мерильного и сновального валов на одновременный останов при радиусе намотки пряжи $R_{\text{н}} = 0,22 \text{ м}$.

Согласно приведенным результатам минимальная погрешность в показаниях счетчика за время наработки сновального вала будет при наладке тормозной системы на одновременный останов мерильного и сновального валов при $R_{\text{н}} = 0,15 \dots 0,17 \text{ м}$.

ВЫВОДЫ

1. С увеличением радиуса намотки угол выбега сновального вала при останове машины уменьшается, независимо от настройки тормозной системы.

2. При существующей конструкции мерильного механизма тормозная система не обеспечивает полного устранения погрешности измерения длины намотанных нитей

в период останова сновальной машины. Эта погрешность зависит от тормозного момента и радиуса намотки сновального вала, при которых происходит торможение, и от радиуса намотки, при котором осуществляется настройка тормозной системы на одновременный останов мерильного и сновального валов.

3. Согласно проведенным нами исследованиям для повышения точности измерения длины нитей наладку необходимо производить в начале наработки сновального вала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гордеев В.А., Арефьев Г.И., Волков П.В. Ткачество. – М.: Легкая индустрия, 1970.
2. Маховер В.Л., Белкин Н.К. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1987, № 2. С.48...52.
3. Аносов В.Н., Орнатская В.А. Автоматическое питание ткацких машин основной и утком. – М.: Легкая индустрия, 1975. С.190.
4. Кесвел Э.Р. Текстильные волокна, пряжа и ткани. – М.: Ростехиздат. – 1960.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 02.10.07.

УДК 677.04 : 677.027.2

**РАЗРАБОТКА ПРЕПАРАТА ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОЙ ПОДГОТОВКИ
ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ***М.Н. КРОТОВА, О.И. ОДИНЦОВА, Е.Ю. КУВАЕВА, И.А. МУРАВЬЕВ**(Ивановский государственный химико-технологический университет)*

В настоящее время химико-текстильные производства не могут обойтись без использования широкого ассортимента экологически безопасных текстильных вспомогательных веществ. При подготовке хлопчатобумажных тканей применяют моющие, стабилизирующие и регулирующие средства, обладающие высокой смачивающей, сольватирующей и экстракционной способностью по отношению к естественным спутникам целлюлозных волокон и к тем веществам, которые наносят на текстильные волокна в прядильном и ткацком производствах (замасливатели, шликта и другие композиции).

Традиционно считается, что лучшими ТВВ для процессов подготовки текстильных материалов являются неионогенные ПАВ на основе оксиэтилированных алкилфенолов (неонол АФ 9/10 и феноксол БВ). Однако их производство и использование в мире постепенно сокращается не столько из-за низкой биоразлагаемости, сколько ввиду установленной токсичности промежуточных продуктов их разложения.

Цель настоящего исследования состояла в оценке возможности замены оксиэтилированных алкилфенолов на новые экологически безопасные ПАВ в процессах отварки и беления хлопчатобумажных тканей по щелочно-перекисному способу.

В качестве объектов исследования были использованы хлопчатобумажные ткани

арт. 262 и 43; неионогенные ПАВ на основе алкилполигликозидов ("зеленых" соединений) и анионные препараты: сульфопроизводные алкилфенолов и фосфоросодержащие соединения.

Качество подготовки оценивали по капиллярности и степени белизны подготовленных тканей в соответствии с требованиями нормативно-технической документации.

Поверхностно-активные вещества, применяемые в процессах подготовки, должны обладать комплексом необходимых свойств – устойчивостью в щелочной среде, высокой смачивающей и эмульгирующей способностями, а также незначительным пенообразованием.

Сравнительная характеристика свойств изучаемых химических соединений приведена в табл. 1.

Из данных табл. 1 следует, что алкилполигликозиды характеризуются высокой смачивающей способностью по сравнению с алкилфенолами (неонолом АФ 9/10 и феноксолом БВ) и с анионактивными ПАВ (сульфосидом 61, лигносульфонатом и др.). Одновременно они обладают таким уникальным свойством, как устойчивость к высококонцентрированным растворам щелочей (до 200 г/л), что позволит использовать алкилполигликозиды также и для интенсификации процесса мерсеризации хлопчатобумажных тканей.

Таблица 1

Химическое строение		Наименование ПАВ	Устойчивость к щелочам, г/л	Пенообразование, см ³	Устойчивость пены, %	Смачивающая способность, с
Неионогенные ПАВ	оксиптиллированные алкилфенолы	неонол АФ 9/10	до 50	340	68	2,5
		феноксол БВ	до 150	190	51	1,6
	оксиптиллированные спирты	синтанол БВ	до 50	160	50	3,0
	алкилполигликозиды	лютенсол GD 70	до 200	225	94	0,5
		АПГ-1	до 200	370	69	1,3
		АПГ-2	до 200	300	84	1,0
Анионоактивные ПАВ	сульфопроизводные	сульфосид 61	до 100	200	53	6,0
		лигносульфонат	до 100	105	-	1,6
		сультекс АФ 9-12	до 50	260	58	5,8
		сандоцин MJ	до 100	150	68	1,4
	фосфоросодержащие	ФОС	до 170	240	60	64,0
		ФТ	до 100	150	80	58,0
		фосфенокс Н-6В	-	190	87	11,0

Однако в ряде случаев при использовании алкилполигликозидов наблюдается повышенное пенообразование, которое может быть устранено посредством добавления пеногасителей.

На следующем этапе исследования было изучено влияние изучаемых ПАВ на технические результаты процессов подготовки хлопчатобумажной ткани арт. 262 (табл.2).

Таблица 2

Химическое строение	Наименование ПАВ	Капиллярность, мм		Степень белизны, %	
		после отварки	после беления		
Неионогенные ПАВ	оксиптиллированные алкилфенолы	неонол АФ 9/10	105	128	81,1
		феноксол БВ	95	132	84,5
	алкилполигликозиды	АПГ-1	136	140	83,6
		лютенсол GD 70	130	139	83,0
Анионоактивные ПАВ	сульфопроизводные	сандоцин MJ	86	126	80,2
		сультекс АФ 9-12	124	135	80,7
	фосфоросодержащие	ФОС	132	148	82,1
		ФТ	122	150	80,6
		фосфенокс Н-6В	130	139	80,0

Экспериментальные данные табл. 2 показывают, что оксиптиллированные алкилфенолы (неонол АФ 9/10 и феноксол БВ) позволяют получать на целлюлозных текстильных материалах капиллярность от 128 до 132 мм и степень белизны 80...84%, которые соответствуют требованиям нормативно-технической документации.

Также в процессах подготовки были опробованы сульфопроизводные и фосфоросодержащие ПАВ. Сульфопроизводные алкилфенолов обеспечивают капиллярность текстильного материала и степень белизны, сходную с аналогичными показателями

неионогенных ПАВ.

Полученные результаты по капиллярности для фосфоросодержащих ПАВ значительно выше аналогичных показателей для сульфопроизводных оксиптиллированных алкилфенолов (139...150 мм), а степень белизны текстильных материалов, подготовленных с их использованием, соответствует 80...82%, что не всегда удовлетворяет существующим нормам.

Оптимальные технические результаты подготовки целлюлозных текстильных материалов по щелочно-перекисному способу были получены при введении в вароч-

ный и белящий растворы алкилполигликозидов. Они обеспечивают более высокие значения капиллярности (140 мм) и степени белизны (83 %) ткани по сравнению с традиционно используемыми ПАВ.

Для достижения наилучших технических результатов процесса отварки и беле-

ния при использовании неионогенных ПАВ (алкилполигликозидов) их следует смешивать с анионоактивными ПАВ, в результате чего может наблюдаться явление синергизма моющего, смачивающего и эмульгирующего действия двухкомпонентных составов ПАВ различных классов.

Таблица 3

Природа ПАВ	Наименование ПАВ	Отношение в составе	Капиллярность, мм Время, мин			Степень белизны, %
			15	30	60	
АПГ + фосфоросодержащие АПАВ	лютенсол GD 70 ФОС	1:1	-	-	142	84,0
		1:2	-	-	143	84,1
АПГ + ПАВ на основе производных алкиламинов	АПГ-1 бетапав АП	1:1	120	147	165	83,7
	АПГ-1 оксипав АП	1:1	118	137	159	84,9
	АПГ-1 оксипав А	1:1	123	147	165	84,1
	АПГ-1 оксамин оксид КМ-7	1:1	132	160	186	84,9
	лютенсол GD 70 бетапав АП	1:1	120	146	169	84,1
	лютенсол GD 70 оксипав АП	1:1	116	137	155	83,8
	лютенсол GD 70 оксипав А	1:1	102	120	133	83,2
	Лютенсол GD 70 Оксамин оксид КМ-7	1:1	114	124	134	86,2
АПГ + сульфопроизводные ПАВ	АПГ-1 сульфосид 61	1:1	96	101	107	84,3
		1:0,5	118	135	143	85,5
	АПГ-1 сультекс АФ 9-12	1:1	117	140	152	86,3
		1:1	108	126	136	84,6
	АПГ-1 лигносульфонат водорастворимый	1:2	118	133	138	85,9
		1:3	140	164	195	85,4
		2:1	145	170	199	84,0
	лютенсол GD 70 сульфосид 61	1:1	132	153	169	87,2
	лютенсол GD 70 сультекс АФ 9-12	1:1	108	113	128	84,7
лютенсол GD 70 сульфонол	1:1	141	168	192	86,5	

Изучено влияние состава композиционных препаратов на технические результаты подготовки миткала арт. 43 (табл. 3). Все исследуемые системы можно разбить на три группы:

1 – алкилполигликозид–анионоактивное фосфоросодержащее ПАВ;

2 – алкилполигликозид–ПАВ производ-

ные алкиламинов;

3 – алкилполигликозид–сульфопроизводные алкилфенолов.

Составленные композиции первой группы позволяют получить положительные результаты по всем исследуемым показателям, но синергитического эффекта действия такой смеси не выявлено.

Применение композитов, включающих алкилполигликозиды и производные алкиламинов, обеспечивает получение хороших технических результатов беления текстильных материалов, особенно для смеси АПГ-1 и оксамин оксид КМ-7, взятых в соотношении 1:1. В этом случае степень белизны текстильного материала составляет 84,9%, а капиллярность ткани соответствует 186 мм.

Оптимальные результаты достигаются при использовании композитов третьей группы.

Введение в варочный и белящий растворы препаратов, включающих АПГ-1 и лигносульфонат в соотношении 1:3 и 2:1, обеспечивает степень белизны целлюлозных тканей на уровне 84...85,5 % и капиллярность соответственно 195...199 мм.

На основании проведенных исследований к использованию в процессах подготовки целлюлозных текстильных материалов рекомендуется препарат, в состав которого входят АПГ-1 и лигносульфонат в соотношении 1:3.

Разработанный состав позволяет:

– получать высокие технические результаты беления хлопчатобумажных тканей;

– снизить уровень загрязнения сточных вод;

– заменить оксиэтилированные алкилфенолы в процессах подготовки целлюлозных текстильных материалов по щелочно-перекисному способу.

ВЫВОДЫ

1. Показана эффективность и целесообразность включения в варочные и белящие растворы новых экологически безопасных соединений – алкилполигликозидов, обладающих более высоким смачивающим и эмульгирующим действием, чем традиционно используемые ПАВ.

2. Проведена оптимизация составов препаратов для беления текстильных материалов по щелочно-перекисному способу с использованием различных эффективных добавок. Установлено, что лучшие технические результаты подготовки хлопчатобумажных тканей достигаются при использовании композита в качестве основы, включающего неионогенное ПАВ – алкилполигликозид (АПГ-1) и анионактивное соединение – лигносульфонат в соотношении 1:3.

Рекомендована кафедрой химической технологии волокнистых материалов. Поступила 26.11.07.

УДК. 677.314.027.4

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АКРИЛОВЫХ СОПОЛИМЕРОВ В ПРОЦЕССЕ ПЕЧАТАНИЯ АКТИВНЫМИ КРАСИТЕЛЯМИ

В.А.ЕПИШКИНА, Р.Н.ЦЕЛМС, А.М.КИСЕЛЕВ, В.К.ВАСИЛЬЕВ

(Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна)

Активные красители, наряду с органическими пигментами, широко используются в процессах печатания текстильных материалов [1]. Они позволяют получить широкую цветовую гамму окрасок с высокой устойчивостью к мокрым обработкам и трению [2].

Хорошо известна необходимость пра-

вильного выбора загустителя при печати активными красителями с тем, чтобы исключить их возможное взаимодействие между собой (деактивацию красителя), что вызывает замыв фона напечатанного материала и увеличение поступления красителя в сточные воды красильно-отделочного производства.

С этой точки зрения представляет интерес использование в качестве загустителей акриловых карбоксилсодержащих сополимеров, приобретающих необходимую для печати вязкость при загущении в щелочной среде. Образование ионизированной и отрицательно заряженной группы COO^- не позволяет анионам активного красителя прореагировать с ними и образовать связи с макромолекулами загустителя [3].

В представленной работе оценена эффективность применения отечественного акрилового сополимера (латекса МН-10) со средней степенью карбоксилирования в качестве загустителя печатных красок с активными красителями.

В качестве объектов исследования использовали подготовленную хлопчатобумажную ткань (без мерсеризации) и активный винилсульфоновый краситель с невысоким сродством к целлюлозному волокну (оранжевый ЖТ) [1].

Ранее нами показано, что реологические и печатные свойства красок на основе латекса МН-10 близки к случаю использования природного загустителя на базе солей альгиновой кислоты (альгинат натрия (6%)) [4]. Установлено, что после нейтрализации 8...10%-ным водным раствором NH_4OH водная дисперсия латекса МН-10 приобретает оптимальные значения динамической вязкости в интервале $\text{pH}=8,5-9$.

Загуститель на основе латекса МН-10, являясь дисперсной коллоидной системой, обладает термодинамической неустойчивостью (склонность к коагуляции). В присутствии нейтральных и потенциально кислых электролитов наблюдается снижение вязкости загущенной дисперсии акрилового сополимера вследствие экранирования низкомолекулярными ионами фиксированных зарядов поликислот.

Экспериментально показано, что хлорид магния вызывает более резкое падение вязкости системы по сравнению с хлоридом аммония (рис.1 – влияние NH_4Cl (1) и MgCl_2 (2) на вязкость акрилового загустителя МН-10; ось абсцисс – концентрация соли, г/г полимера; ось ординат – η , Па·с), что объясняется снижением растворимости со-

полимера в результате взаимодействия polyvalentных ионов металлов с карбоксильными группами латекса-загустителя [5].

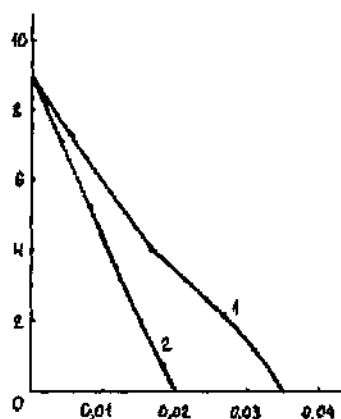


Рис. 1

Снижение вязкости печатной краски на основе латекса МН-10 отмечено также при введении в нее щелочного агента (NaHCO_3), необходимого для ковалентной фиксации активного красителя.

В связи с этим в работе оценена возможность фиксации красителя в условиях, соответствующих щелочному загущению акрилового сополимера. Показано, что при использовании для этой цели гидроксида аммония приводит к значительному снижению (в 2,5 раза) интенсивности полученных окрасок (неполная ковалентная фиксация), поэтому в состав краски рекомендовано введение 32,5%-ного раствора гидроксида натрия в количестве 10 г/кг.

Процесс фиксации наиболее эффективно протекает в режиме термообработки напечатанной ткани при температуре 150°C в течение 5 мин (лабораторные условия).

Исследование реологических свойств печатных составов на основе латекса МН-10 и альгината натрия показало отсутствие принципиальных различий в характере их вязкого течения.

Рассматриваемые печатные композиции можно отнести к псевдопластическим структурно-вязким системам с высокой степенью тиксотропного восстановления структуры (для альгината натрия – 91%, для латекса МН-10 – 97%).

Близость реологических характеристик предопределила сопоставимость показателей качества напечатанных образцов хлопчатобумажной ткани за исключением значений жесткости грифа, которые выше для случая использования акрилового загустителя.

По этой причине далее исследовались свойства смешанных загусток "альгинат натрия + латекс МН-10" в соотношении 1:1; 3:1 и 1:3. Реологические характеристики их вязкого течения представлены на рис. 2, где 1 – альгинат натрия (6%): МН-10=1:3; 2 – МН-10; 3 – альгинат натрия (6%); 4 – альгинат натрия (6%): МН-10=1:1; 5 – альгинат натрия (6%): МН-10= 3:1; ось абсцисс – $\xi g \tau$; ось ординат – $\xi g D$.

Достаточно высокие показатели степени структурированности и тиксотропного восстановления структуры позволяют сделать вывод об отсутствии нежелательного раз-

рушения печатных красок при формировании рисунка по способу фотофильмпечати.

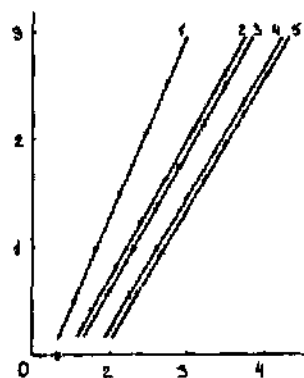


Рис. 2

Качество узорчатой расцветки образцов хлопчатобумажной ткани, напечатанной указанными составами, характеризуется данными, представленными в табл. 1.

Таблица 1

Вид загустителя	A _{ср} , %	П _с	F(R)	Прочность окрасок, баллы			Степень фиксации, %
				сухое трение	мокрое трение	стирка	
Соотношение альгинат натрия: латекс МН-10							
• 1:1	98	44,3	3,16	5	5	5/5/5	85
• 3:1	98,8	54	3,32	5	5	5/5/5	87
• 1:3	98	75	3,37	5	5	5/5/5	85
Традиционная печатная краска	91	74	3,18	5	5	5/5/5	85

Анализ данных табл. 1 показывает, что показатели интенсивности и прочности окрасок, а также степени фиксации активного красителя при использовании смешанной загустки "альгинат натрия – МН-10" в соотношении 1:3 практически идентично применению индивидуального

загустителя альгината натрия.

Важно отметить, что присутствие в комплексном загустителе синтетического компонента (латекса МН-10) позволяет регулировать жесткость грифа напечатанной ткани и сообщать ей эффект легкой несминаемости (табл.2).

Таблица 2

Вид загустителя	Жесткость ткани EJ, мкН·см ²	Несминаемость, град.
Печатная краска с комплексным загустителем (альгинат натрия: МН-10)		
• 1:1	2500	165
• 3:1	1928	163
• 1:3	1600	174
Традиционная печатная краска (альгинат натрия (6%))	529	136
Непечатанная ткань	530	135

Экспериментальная оценка адгезии пленок печатных красок к целлюлозному субстрату позволила установить, что латекс МН-10 образует тонкие пленки со средней величиной смываемости.

Важным преимуществом загустителя на основе латекса МН-10 является то, что при его использовании существенно уменьшается десорбция активного красителя в процессе промывки напечатанной ткани (на 25...50%).

Таким образом, применение смешанной загустки на основе природного и синтетического полимеров позволяет при обеспечении высокого качества печати сократить расход воды в процессе промывки и уменьшить содержание активных красителей в сточных водах красильно-отделочного производства.

По нормативным требованиям такие стоки могут не подвергаться специальной очистке и в экологическом отношении становятся более безопасными.

ВЫВОДЫ

1. На основании экспериментальных исследований для печатания хлопчатобумажных тканей активными красителями предложено в качестве загустителя использование композиции природного и синтетического полимеров (альгинат натрия + карбоксилсодержащий акриловый латекс МН-10 в соотношении 1:3).

2. Определены условия стабильности рекомендуемой композиции, дана характеристика ее реологических и печатных

свойств, оптимизированы условия применения, обеспечивающие необходимое качество узорчатой расцветки и высокую степень фиксации активных красителей.

3. Показана возможность регулирования жесткости напечатанной ткани и придания ей свойств несминаемости при использовании в печатной краске акрилового карбоксилсодержащего полимера.

4. Установлено, что применение рекомендованного загустителя снижает степень десорбции активных красителей в процессе промывки напечатанной ткани, что уменьшает его поступление в сточные воды, в результате чего исключается необходимость их специальной деструктивной очистки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Романова М.Г., Гордеева И.В. Активные красители в текстильной промышленности.—М.: Легпромбытиздат, 1986.

2. Кричевский Г.Е. Физико-химические основы применения активных красителей. — М.: Легкая индустрия, 1977.

3. Кричевский Г.Е. Химическая технология текстильных материалов (Учебник для вузов, т.2).—М., 2001.

4. Етишкина В.А., Киселев А.М., Целмс Р.Н., Васильев В.К. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. — 2006, №6. С.70...72.

5. Ключин Е.С., Переплетчикова Т.П. и др. Акриловые сополимеры для текстильной промышленности (Обзор).—М.:НИИТЭХИМ, 1988.

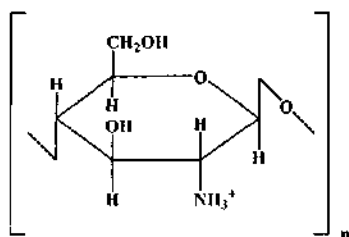
Рекомендована кафедрой химической технологии и дизайна текстиля. Поступила 27.11.07.

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ОБРАБОТКИ ХИТОЗАНОМ НА ПРОЦЕСС НЕПРЕРЫВНОГО КРАШЕНИЯ ХЛОПЧАТОБУМАЖНЫХ ТКАНЕЙ АКТИВНЫМИ КРАСИТЕЛЯМИ

И.И. КЛОЧКОВА, П.А. СИРОТИН, В.В. САФОНОВ

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

Хитозан – самое известное водорастворимое производное хитина – продукт деацетилирования хитина. Хитозан не растворим в воде, но хорошо растворяется в разбавленных растворах некоторых кислот, в результате чего приобретает положительный заряд:



Наличие в хитозане ионогенных аминогрупп определяет многие его свойства, включая потребительские, многообразие и уникальность которых обеспечивает хитозану широкое практическое применение.

Известно более 100 областей применения хитозана, препаратов и композиций на его основе. В текстильной промышленности хитозан используется для улучшения крашиваемости тканей [1], [2]; в качестве аппретирующего, шлихтующего и противоусадочного средства [3]; в качестве загустителя в пастах для пигментного печатания тканей [4], [5].

В настоящей работе исследованы свойства хлопчатобумажных тканей, обработанных хитозаном, и разработаны оптимальные условия проведения непрерывного способа крашения активными красителями.

Ранее было установлено, что хитозан образует аморфную пленку на поверхности текстильных материалов, улучшая их физико-механические и гигиенические свойства, а также способствуя повышению крашиваемости тканей [6...8].

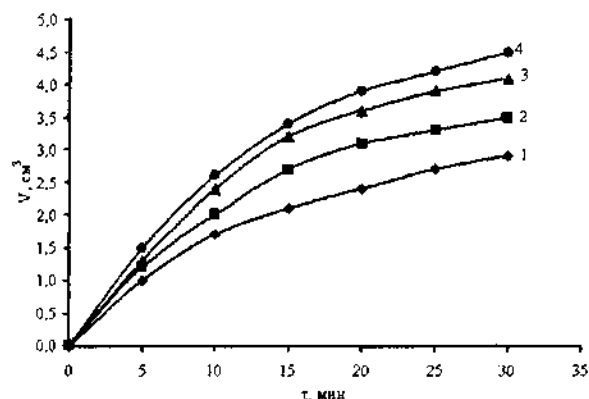


Рис. 1

Исследования показали (рис. 1: 1 – необработанный образец; 2 – образец, обработанный 0,5%-ным раствором хитозана; 3 – образец, обработанный 1,0%-ным раствором хитозана; 4 – образец, обработанный 1,5%-ным раствором хитозана), что обработка хитозаном приводит к увеличению количества поглощаемой жидкости хлопчатобумажной тканью в единицу времени, что говорит об улучшении ее смачиваемости. С повышением концентрации хитозана наблюдается повышение сорбционной способности ткани, что можно объяснить набуханием полимерной пленки хитозана.

В водных растворах хлопчатобумажные ткани приобретают отрицательный заряд, что затрудняет подход анионов активных красителей к волокну. Для компенсации отрицательного поверхностного заряда волокна в красильный раствор вводят электролит. Использование хитозана позволяет исключить применение электролита, так как после обработки хитозаном происходит изменение поверхностного заряда волокна с отрицательного на положительный (рис. 2 – зависимость ζ -потенциала хлопчатобумажных тканей от концентрации хитозана), что способствует

лучшему подходу анионов красителя к волокну. Повышение концентрации хитозана приводит к увеличению положительного заряда волокна, что объясняется повышением содержания на ткани NH_3^+ -групп хитозана.

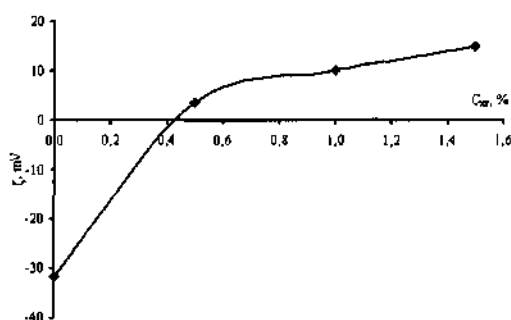


Рис. 2

Полученные данные позволяют заключить, что обработка хитозаном может оказать положительное действие на процесс непрерывного крашения хлопчатобумажных тканей активными красителями.

В работе исследовано влияние на интенсивность окраски (K/S) хлопчатобумажных тканей следующих параметров процесса непрерывного крашения: длительность пропитки t_p , температура красильного раствора $t_{кр}$ и длительность запаривания t_3 при различных концентрациях хитозана $C_{хт}$.

Установлено, что на интенсивность окраски помимо концентрации хитозана оказывает влияние длительность пропитки в красильном растворе.

Исследования проводили при температуре красильного раствора 20°C с последующим запариванием в течение 10 мин.

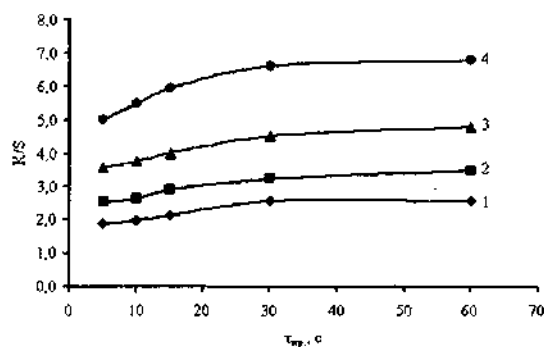


Рис. 3

Как видно из рис. 3, где 1 – необработанный образец; 2 – образец, обработанный 0,5%-ным раствором хитозана; 3 – образец, обработанный 1,0%-ным раствором хитозана; 4 – образец, обработанный 1,5%-ным раствором хитозана, с увеличением длительности пропитки в красильном растворе интенсивность окраски хлопчатобумажных тканей повышается. Оптимальная длительность пропитки составляет 30 секунд.

Изучение влияния температуры красильного раствора на колористические характеристики окраски показало, что увеличение температуры приводит к повышению интенсивности окраски хлопчатобумажных тканей (рис. 4, где 1 – необработанный образец; 2 – образец, обработанный 0,5%-ным раствором хитозана; 3 – образец, обработанный 1,0%-ным раствором хитозана; 4 – образец, обработанный 1,5%-ным раствором хитозана).

Исследования проводились при длительности пропитки – 30 с и времени запаривания 10 мин. С повышением концентрации хитозана также наблюдается увеличение интенсивности окраски. Оптимальная температура проведения непрерывного процесса крашения составляет $60\text{--}80^\circ\text{C}$.

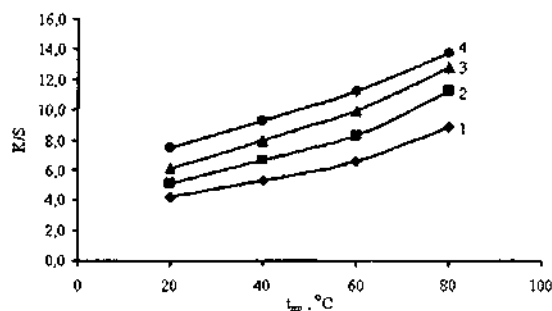


Рис. 4

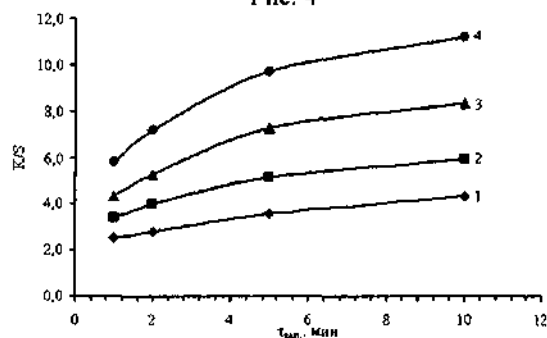


Рис. 5

Из представленных на рис. 5, где 1 – необработанный образец; 2 – образец, обработанный 0,5%-ным раствором хитозана; 3 – образец, обработанный 1,0%-ным раствором хитозана; 4 – образец, обработанный 1,5%-ным раствором хитозана, данных видно, что с повышением концентрации хитозана и увеличением длительности запаривания интенсивность окраски значительно увеличивается. Для образцов, обработанных хитозаном, оптимальное время запаривания составляет 5 мин, тогда как для необработанных – 10 мин.

На основании полученных результатов можно заключить, что значительное влияние на интенсивность окраски оказывает концентрация хитозана в пропиточном растворе. Применение хитозана в процессе непрерывного крашения может позволить получать окраски с интенсивностью, аналогичной окраскам, полученным по стандартным технологиям, но при меньшем времени пропитки, температуре красильного раствора и времени запаривания. Полученные результаты можно объяснить взаимодействием активного красителя, прежде всего, с хитозаном, который образует на поверхности волокон пленку и сорбирует краситель.

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что обработка хитозаном хлопчатобумажных тканей приводит к повышению их сорбционной способности и изменению поверхностного заряда волокон.

2. Выявлены зависимости интенсивности окраски хлопчатобумажных тканей от следующих параметров процесса непре-

рывного крашения: время плюсования, температура красильного раствора, длительность запаривания, концентрация хитозана.

3. Определены оптимальные условия проведения непрерывного процесса крашения хлопчатобумажных тканей активными красителями с применением хитозана.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Bandyopahyay B.N., Sheth G.N., Moni M.M.* Chitosan can cut salt use in reactiv dyeing // *Int. Dyer.* – 183. № 11. 1998. С.39...40, 42.

2. *Вахитова Н.А.* Разработка научно-обоснованной технологии крашения хлопчатобумажных тканей водорастворимыми красителями с применением хитозана: Дис...канд. техн. наук. – М., МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2005.

3. *Садов Ф.И., Маркова Г.Б.* Получение хитозана и его применение // *Научн.-исследоват. тр. / Под ред. Ф.И. Садова.* –2001. Т. 13. С. 70...74.

4. *Kolbe Hanno.* Новая композиция, содержащая хитозан. *Nouvelle composition contenant du chitozan* // *Transgene SA* - № 9702296, 1998.

5. *Никитенкова В.Н.* Разработка технологии печатания хлопчатобумажных тканей пигментными красителями с использованием хитозана: Дис...канд. техн. наук. – М., МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2002.

6. *Клочкова И.И., Сафонов В.В.* // *Изв. вузов. Технология текстильной промышленности.* – 2006, №4. С.50...54.

7. *Клочкова И.И., Сафонов В.В.* // *Текстильная промышленность. Научный альманах.* – 2005, №1. С.44...47.

8. *Клочкова И.И., Сафонов В.В.* Изучение влияния обработки хитозаном на процесс крашения шерстяных тканей активными красителями // *Вестник ДИТУД.* – Димитровград, РАН, 2006. С.44...47.

Рекомендована кафедрой химической технологии волокнистых материалов. Поступила 27.11.07.

ИЗУЧЕНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ МЕЖДУ ТЕРМИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ И ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ ОГНЕЗАЩИТНОГО ДЕЙСТВИЯ НЕКОТОРЫХ ФОСФОРОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Н.П. ПУЗИКОВА

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

Методы термического анализа широко применяются в различных областях при изучении химических, физико-химических и физических процессов, происходящих в любых материалах и сопровождающихся поглощением или выделением теплоты.

Основным преимуществом методов термического анализа является их простота, экспрессность и возможность получения достаточного объема качественной и количественной информации [1], [2].

В данной работе сделана попытка найти взаимосвязь между термическими свойствами некоторых фосфорорганических соединений (ФОС): производных фосфорной – тексафан 43 и модифицированный тексафан и метилфосфоновой кислот – антипирен Т-2 и тетрааммонийная соль ОЭДФК и эффективностью их огнезащитного действия.

Термические свойства выбранных для исследования ФОС (такие данные практически отсутствуют, преобладает эмпирический подход к выбору замедлителей горения) изучались на комплексной установке Дериватограф Q-1500°C, позволяющей проводить одновременно дифференциально-термический, термогравиметрический,

термогазотитрометрический анализ в условиях линейного, изотермического и квазиизотермического нагрева.

Исследования проводились в условиях линейного нагрева в атмосфере воздуха при скорости нагревания 10°C/мин. Навеска исследуемого вещества составляла 100 мг.

О термостабильности ФОС судили по температуре, соответствующей 5% потере массы ($T_{5\%}$). На основании полученных данных найдено, что наибольшей термической стабильностью обладали антипирен Т-2 и модифицированный тексафан. На основании обработки полученных TG, DTG кривых были определены температурные интервалы разложения и температуры, соответствующие максимальной скорости потери массы для каждой ступени.

Установлено, что разложение всех исследованных ФОС протекало многоступенчато в широком температурном интервале. При разложении тексафана 43, модифицированного тексафана и антипирена Т-2 обнаружено 5 ступеней разложения, тетрааммонийной соли ОЭДФК – 7 ступеней.

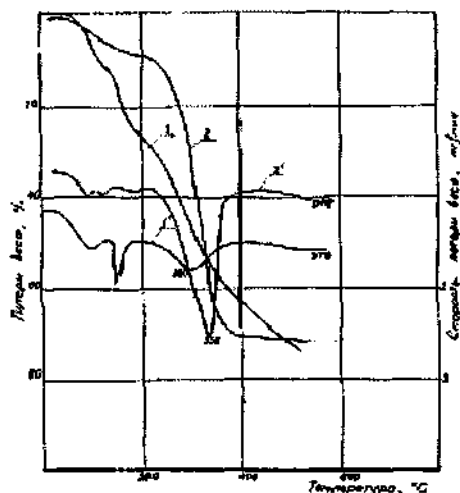


Рис. 1

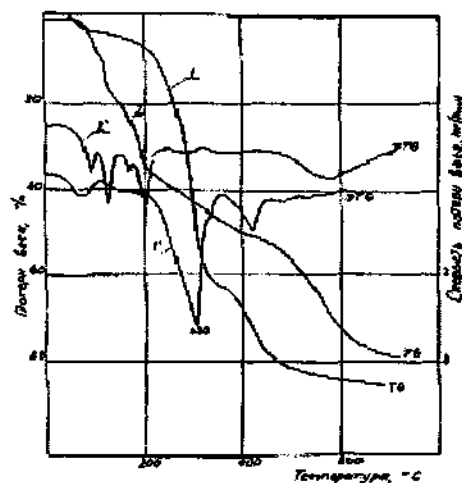


Рис. 2

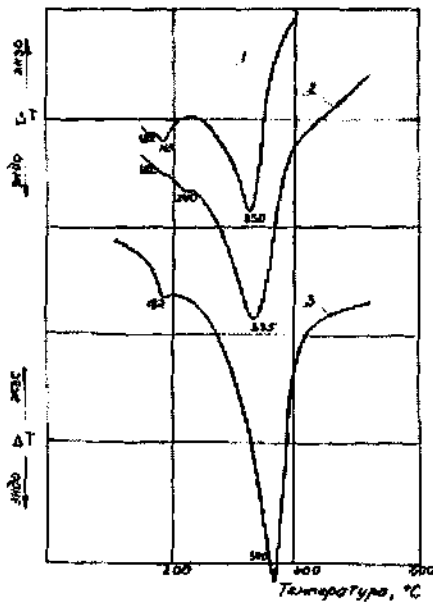


Рис. 3

Как видно из данных, приведенных на рис. 1, тексафан 43 (кривые 1,1'), модифицированный тексафан (кривые 2,2') и антипирен Т-2 (рис.2, кривые 1,1') были относительно устойчивы до температуры 165°C, интенсивное разложение этих ФОС наблюдалось при температуре 330...335°C с ярко выраженным эндозффектом (рис. 3, кривые 1 и 2).

Рис. 1 – TG и DTG кривые исследованных фосфорорганических соединений: 1, 1' – тексафан 43; 2, 2' – модифицированный тексафан; рис 2 – TG и DTG кривые исследованных ФОС: 1, 1' – антипирен Т-2; 2, 2' – тетрааммонийная соль ОЭДФК; рис. 3 – ДТА кривые: 1 – антипирен Т-2; 2 – модифицированный тексафан; 3 – хлорид аммония.

Появление данной ступени разложения, по-видимому, связано с разложением хлорида аммония, присутствующего в технических продуктах: тексафане 43, представляющего собой производное триамида фосфорной кислоты (ТАФ) и продуктов его гидролиза; антипирена Т-2, представляющего смесь диамида метилфосфоновой кислоты (ДАМФК) и хлористого аммония.

Наибольшее содержание хлористого аммония было обнаружено в модифицированном тексафане и антипирене Т-2, соответственно равное 1 молю NH_4Cl , наименьшее – в тексафане 43, равное 0,5моля

NH_4Cl . При температуре 338...340°C хлорид аммония сублимируется.

Для подтверждения полученных данных о наличии хлористого аммония в технических продуктах исследованных ФОС (существовала проблема очистки продуктов от хлорида аммония) была изучена кинетика разложения при нагревании хлористого аммония.

Анализ полученных TG и DTG кривых показал, что разложение протекает в одну ступень и сопровождается значительным поглощением тепла (рис. 3, кривая 3) с последующей возгонкой хлорида аммония при температуре 338°C, что хорошо согласуется с литературными источниками и подтверждает наши предположения. Появление пика на DTA кривых (рис.3, кривые 1...3) обусловлено плавлением хлорида аммония при температуре 182°C.

Интенсивное разложение тексафана 43 наблюдалось в интервале температур 645...870°C; модифицированного тексафана – в интервале 425...942°C. Появление данных ступеней разложения обусловлено, по-видимому, собственно разложением триамида фосфорной кислоты в случае тексафана или его димера в случае модифицированного тексафана (данные ступени на кривых не показаны).

Анализ полученных TG и DTG кривых для антипирена Т-2 показал, что появление второй основной ступени разложения, протекающей в узком температурном интервале 385...492°C параллельно с возгонкой хлористого аммония, по-видимому, связано с разложением диамида метилфосфоновой кислоты.

Как следует из данных, приведенных на рис.2 (кривые 2, 2'), при разложении тетрааммонийной соли комплексона обнаружено 7 ступеней разложения. Первые четыре ступени разложения, следующих одна за другой и сопровождающихся образованием целого ряда промежуточных продуктов, протекают в узком температурном интервале – от 40 до 275°C. Образование продуктов термического превращения сопровождалось значительным поглощением тепла. При температуре выше 280°C даль-

нейшее разложение соли комплексона протекало с выделением значительного количества тепла.

На основании данных ДТА обнаружены продукты, имеющие следующие температуры плавления: 1 – $T_{пл}$ 117,5°C; 2 – $T_{пл}$ 145°C; 3 – $T_{пл}$ 175°C; 4 – $T_{пл}$ 210°C; 5 – $T_{пл}$ 230°C.

На основании данных ДТА анализа были определены температуры плавления исследованных ФОС: $T_{пл}$ тексафана составляла 145°C, модифицированного тексафана – 240°C, антипирена Т-2 – 195°C.

Анализ данных ДТА и ТГА показал, что интенсивное разложение исследуемых ФОС, обусловленное прежде всего разложением хлористого аммония, протекает в температурной области, близкой к температурному интервалу разложения целлюлозы (170...400°C), что является предпосылкой эффективности этих соединений в качестве замедлителей горения для целлюлозных материалов. Более высокую эффективность огнезащитного действия должны проявлять модифицированный тексафан и антипирен Т-2.

Как видно из приведенных данных, разложение хлористого аммония (рис.3, кривые 1...3) протекает с поглощением значительного количества тепла, то есть имеет место эндотермический процесс, приводящий к уменьшению количества тепла, поступающего и расходуемого на подготовку к горению очередной порции вещества, к снижению температуры пламени; тем самым снижается вероятность воспламенения и образования горючих газов, являющихся топливом для него.

О потенциальной эффективности ФОС как замедлителей горения можно судить по содержанию в них элементов пламегасителей, таких как фосфор, бор, галогены, азот и др.

В работе было определено содержание водорода, углерода, азота и фосфора в исследуемых ФОС. Содержание азота определяли по методу Кьельдаля и на С, Н, N-анализаторе, содержание фосфора – по колориметрированию фосфорно-молибдатного комплекса. Элементный состав исследуемых ФОС приведен в табл. 1.

Таблица 1

Название антипирена	Содержание, масс.% найденно рассчитано				N/P	C/P
	С	Н	N	P		
Тексафан 43	<u>0,07</u>	<u>6,34</u>	<u>19,19</u>	<u>22,66</u>	<u>0,85</u>	<u>0,003</u>
	–	5,20	18,70	20,70	0,90	–
Модифицированный тексафан	<u>1,88</u>	<u>6,70</u>	<u>27,61</u>	<u>33,60</u>	<u>0,82</u>	<u>0,056</u>
	–	5,20	30,90	35,80	0,86	–
Антипирен Т-2	<u>13,20</u>	<u>7,50</u>	<u>14,70</u>	<u>17,50</u>	<u>0,84</u>	<u>0,75</u>
	12,77	7,45	13,90	15,40	0,90	0,83
Тетрааммонийная соль ОЭДФК	<u>8,46</u>	<u>7,12</u>	<u>14,96</u>	<u>21,12</u>	<u>0,71</u>	<u>0,40</u>
	8,80	7,30	20,43	22,62	0,90	0,39

Из приведенных данных следует, что наибольшей эффективностью огнезащитного действия должен обладать модифицированный тексафан, содержащий 33,6% фосфора и 27,6% азота.

Огнезащитные характеристики определяются не только содержанием элементов пламегасителей, но и соотношением N/P.

Как видно из приведенных данных, соотношение N/P для всех исследованных ФОС практически одинаково высокое, в 2 раза выше, чем, например, для пироватекса ЦП, что подтверждает их высокую эффективность как антипиренов.

Следующим этапом работы была модификация бязи водными растворами ФОС

в присутствии N-метилольных соединений.

На основании проведенных исследований были рассчитаны коэффициенты эффективности используемых в работе ФОС в соответствии с уравнением Ван-Кревелена:

$$\Delta \text{КИ} = a(c + b),$$

где $\Delta \text{КИ}$ – изменение кислородного индекса; a – коэффициент эффективности антипирена; b – константа, характерная для данного антипирена ($b = 0,02 A$, где A – атомная масса элемента – антипирена); c – концентрация элемента – антипирена, масс. %.

В табл. 2 приведены значения коэффициентов эффективности исследованных ФОС.

Таблица 2

Наименование антипирена	Коэффициент эффективности
Тексафан	3,1
Модифицированный тексафан	3,7
Соль ОЭДФК	2,5
Антипирен Т-2	3,4

Полученные данные позволяют заключить, что все исследованные ФОС являются эффективными замедлителями горения (ЗГ) для целлюлозных материалов. Тетрааммонийная соль комплексона по эффективности огнезащитного действия несколько уступает тексафану, модифицированному тексафану и антипирену Т-2, но

превосходит широко применяющийся для огнезащитной отделки препарат – пирова-текс ЦП.

ВЫВОДЫ

1. Методом дифференциально-термического анализа изучены свойства производных фосфорной и метилфосфоновой кислот. Найдена взаимосвязь между термическими свойствами исследованных ФОС и эффективностью огнезащитного действия тексафана 43, модифицированного тексафана, антипирена Т-2 и тетрааммонийной соли ОЭДФК.

2. На основании проведенных исследований показано, что высокая эффективность модифицированного тексафана, антипирена Т-2, тексафана 43, как замедлителей горения, обусловлена наличием в технических продуктах хлорида аммония, разложение которого сопровождается поглощением значительного количества тепла и протекает в температурной области, близкой к температурному интервалу разложения целлюлозы 170...400°C.

ЛИТЕРАТУРА

1. Берг Л.Г. Введение в термографию. – М.: Наука, 1969.
2. Пилюян Г.О. Введение в теорию термического анализа. – М.: Наука, 1967.

Рекомендована кафедрой химической технологии волокнистых материалов. Поступила 25.05.07.

УДК 677.529

НЕТКАНЫЕ РЕАКЦИОННОСПОСОБНЫЕ МАТЕРИАЛЫ*С.В. БУРИНСКИЙ*

(Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна)

Достоинством реакционноспособных волокон, в отличие от сорбентов в форме гранул, является возможность их переработки в технические изделия различной структуры. Тем не менее, разработка практических методов создания волокнистых фильтрующих материалов является достаточно сложной задачей, так как при переработке в ткани или трикотаж модифицированные волокна с высокой обменной емкостью, имеющие обычно низкую прочность и эластичность, дополнительно сильно повреждаются [1]. В результате этого потери волокон и соответственно себестоимость получаемых из них материалов довольно высоки, а готовые изделия не полностью отвечают требованиям, предъявляемым к фильтрующим материалам их потребителями.

Совмещение модифицированных волокон с волокнами, не имеющими функциональных групп, хотя и увеличивает прочностные показатели пряжи и получаемых из них материалов, но наличие крутки снижает скорость обменных процессов почти в 2 раза [1]. Вследствие указанных выше причин ионо- и электронно-обменные тканые и трикотажные материалы могут найти лишь ограниченное применение.

Более перспективно применение нетканых материалов, так как при их получении волокна испытывают меньшие напряжения, а структура полотен обеспечивает сочетание требований фильтрации: высокой пропускной способности, тонкости очистки жидкостей и газов [2].

Из нетканых материалов особый интерес представляют иглопробивные материалы, поскольку в этом случае удается

обеспечить максимальную доступность активных групп волокон действию реагентов. Как показали исследования, кинетические показатели нетканых иглопробивных ОВ и ионообменных материалов, полученных на оборудовании промышленных предприятий, лишь на 10% ниже, чем у составляющих их волокон [2].

Поскольку в процессе чесания и холстообразования потери волокон могут достигать 20...30%, целесообразно для увеличения выхода активные группы ионообменных волокон переводить в солевую форму. В результате этого потери волокон уменьшаются почти в 1,5 раза.

Стабильность формы нетканого иглопробивного полотна наиболее высока, если длина волокон-реагентов не менее 60 мм, их удельное разрывное напряжение не менее 50...70 м·Н/текс, а поверхностная плотность материала 200...450 г/м².

Число проколов для материалов такой массы должно быть не менее 180...200 /см², а глубина прокалывания 8...10 мм. Эмульсировать волокна целесообразно только в том случае, когда без этой обработки практически не удастся получить достаточно однородный холст, поскольку ПАВы, входящие в состав эмульсирующей смеси, блокируют ионогенные группы волокон, снижая их реакционную способность.

Заметно влияет на повреждаемость волокон величина их равновесной влажности. Наибольший выход иглопробивного полотна имеет место, когда влагосодержание ионообменных волокон составляет 25...30%. Если же волокно имеет влажность меньше 15%, потери волокон могут

достигать 20%. Вместе с этим при переработке ионообменных волокон с высоким равновесным влагосодержанием особое внимание необходимо уделять поддержанию в цехе влажности до 65% [3].

При изготовлении материалов для санитарной очистки газов на оборудовании промышленного типа с производительностью от 3 до 50 тыс. м³/ч с поверхностной плотностью до 1000 г/м² целесообразно получать вначале материал с поверхностной плотностью 500 г/м², а затем пропускать через иглопробивную машину два полотна. Однородность таких полотен примерно на 20% выше.

Технология переработки ионо- и электронно-обменных (ИО и ЭО) волокон копан в иглопробивные нетканые полотна, рекомендованные к использованию для локальной очистки стоков, санитарной очистки газов, созданию средств защиты органов дыхания, апробирована в производственных условиях ОАО "Полимир", г. Новополоцк, Республика Беларусь и ОАО НИИХимволокно, г. Санкт-Петербург.

Разработан [4] также процесс получения упрочненных фильтрующих материалов путем формирования холстов из смеси ИО (или ЭО) волокон с термовлагодластичными ПВС волокнами, выполняющими функцию связующего, путем пропитки холстов водным раствором соли дикарбоновой кислоты, отжима, сушки и горячего прессования. При использовании ПВС-волокон содержание связующего в нетканом клееном материале может быть минимальным, поскольку увеличение адгезии эквивалентно замене большого числа склеек небольшой прочности меньшим числом склеек повышенной прочности.

Снижение количества связующего в материале до 15...10% изменяет условия работы участков волокон между склейками за счет увеличения их подвижности, способствует улучшению структурно-механических свойств материала и лучшему проявлению специфических свойств ИО и ЭО волокон, поскольку активные группы последних лишь в минимальной степени блокированы в зонах склейки.

Активация клеящих и усадочных свойств ПВС-связующих волокон имеет место при осуществлении влажностно-тепловых обработок, когда на поверхности ПВС-волокон образуется гель полимера, являющийся адгезивом.

Прочность адгезионной связи между волокнами в нетканом материале зависит от содержания в нем термовлагодластичных ПВС-волокон, количества влаги и температуры уплотняющей обработки. Устойчивость нетканых материалов этого типа к тепловлажностным обработкам достигается за счет проведения процесса этерификации ПВС дикарбоновыми кислотами.

Изготовление опытных партий нетканых ИО и ЭО материалов проводили на опытно-промышленном агрегате ЛКН-40.

Исследования показали, что с увеличением содержания ПВС-волокон в материале с 10 до 25% усадка материала в камере сушки изменяется почти в два раза, с 17 до 34%. Повышение температуры сушки с 107 до 115°C увеличивает усадку материала на 15...25%.

Зная величину усадки материала при различном содержании связующих волокон, удастся правильно выбрать поверхностную плотность исходного холста и готовых материалов.

Для увеличения плотности, прочности и стабильности материалов в жидких средах их подвергали горячему каландрированию при температуре около 130°C в течение 30 с. При термообработке происходит структурирование ПВС-волокон малеиновой кислотой, в результате чего материал приобретает водостойкость и потеря массы после получасового кипячения в воде не превышает 1,5% [1]. Такие материалы при поверхностной плотности 75 г/м² имеют прочность 150...180 Н, удлинение 18...23%, воздухопроницаемость 15...21 м³/м²·мин [4].

Нетканые клееные материалы из реакционноспособных волокон получали также пропиткой холстов вспененным латексом БНК-40 ГП [1]. После отжима до влагосодержания 250% полотна высушивали при температуре 70°C.

Применение вспененных латексов позволяет в более широких пределах варьировать (в сторону уменьшения) содержание связующего, улучшить равномерность его распределения и получить материалы со структурой, близкой к точечной [5].

Исследование материалов, в которых массовая доля волокон с сульфокислотными группами составляла 80%, показало, что при равной реакционной способности и одинаковой поверхностной плотности материалы с латексным связующим в 2,5 раза прочнее материалов с ПВС-волоконными связующими [1]. Степень использования обменной емкости при 5 мин контакта с раствором гидроксида натрия концентрацией 0,1 моль/л составляла 92%, что свиде-

тельствует о доступности структуры материалов действию реагентов [1], [3], [5].

Переработка модифицированных волокон в нетканые фильтрующие материалы упрощается, если в качестве объекта химической модификации использовать готовые текстильные материалы. Одним из объектов исследования были выбраны иглопробивные нетканые материалы из волокна нитрон 333 мтекс с поверхностной плотностью 200 и 500 г/м², плотностью 150 пр./см², глубиной прокалывания 7 и 5 мм [3].

Модификацию материалов проводили в водном растворе, содержащем по 120 г/л гидроксида натрия и серно-кислого гидразина, при температуре 90...96°C.

Т а б л и ц а 1

Продолжительность обработки, мин	Нетканый иглопробивной материал из волокна нитрон с поверхностной плотностью, г/м ²				Волокно нитрон	
	200		500		СОЕ _{общ} , ммоль/г	F (СОЕτ/τ _∞)
	СОЕ _{общ} , ммоль/г	F (СОЕτ/τ _∞)	СОЕ _{общ} , ммоль/г	F (СОЕτ/τ _∞)		
20	2,60	0,43	2,00	0,33	2,70	0,45
30	3,80	0,63	3,00	0,50	4,10	0,68
40	4,50	0,75	3,50	0,58	5,00	0,83
60	4,80	0,80	3,60	0,60	5,90	0,98
90	4,80	0,80	4,00	0,67	6,00	1,00

Как видно из представленных в табл. 1 (кинетика модификации волокна нитрон и нетканых материалов на его основе) данных, на кинетику образования ионогенных групп заметное влияние оказывает поверхностная плотность модифицируемых материалов. Более низкие значения обменной емкости материалов с большей поверхностной плотностью объясняются снижением подвижности реакционной смеси внутри набухшего материала.

Увеличение в ванне концентрации омыляющего и структурирующего агентов до 60 г/л при одинаковой продолжительности обработок заметно влияет на величину обменной емкости материалов [3], [6].

Одновременно выяснилось, что продолжительность обработок не должна превышать 60...70 мин, поскольку в противном случае происходит разрушение исходной структуры материала. Процесс химической модификации иглопробивных по-

лотен необходимо проводить на оборудовании, применяемом для периодических способов крашения тканей, например, на роликовых машинах-джиггерах. На этом же оборудовании целесообразно проводить и промывку материалов. Для сушки полотен рекомендуется сушилка с керамическими излучателями, где совмещение теплоотдачи конвекцией с тепловым инфракрасным излучением интенсифицирует процесс сушки.

Другим объектом исследования служили нетканые клееные материалы из волокна нитрон 333 мтекс, скрепленные иглопробиванием, а затем вспененным и отвержденным латексом БНК-40 ГП [7]. Такие полотна имеют значительно большую прочность и стабильность формы по сравнению с иглопробивными. Поэтому процессы химической модификации и промывки можно проводить в более жестком температурном и гидродинамическом режиме.

Иглопрокалывание также способствует более равномерной химической обработке материалов с высокой поверхностной плотностью (до 500 г/м² и выше). Этот метод позволяет получать полотна с обменной емкостью до 4,5...4,8 ммоль/г. Особенностью таких материалов является повышенная прочность и то, что ионообменными свойствами здесь обладают не только волокна, но и связующее, поскольку нитрильные звенья последнего также вступают в реакции гидролиза и структурирования [7].

ВЫВОДЫ

1. Реакционноспособные волокна должны перерабатываться в прочес и иглопробивные нетканые материалы с предварительным переводом ионогенных групп в солевую форму с исходной влажностью не менее 20...25%.

2. Перспективен процесс придания реакционной способности готовым нетканым клееным материалам, полученным с использованием вспененных связующих, обменная емкость которых достигает величины 4...5 ммоль/г.

1. Черненко Г.Г., Буринский С.В., Вольф Л.А. // В сб.: Проблемы разработки технологических процессов и оборудования для производства нетканых текстильных материалов. – Л., 1978. С.51...54.

2. Буринский С.В., Вольф Л.А. // В сб.: Проблемы качества, ассортимента и эффективности в текстильной и швейной промышленности. Резюме докл. XII Национ. научно-технич. конф. – НРБ, Варна, 14-16 окт., 1977. С.57...58.

3. Черненко Г.Г., Буринский С.В., Вольф Л.А. // Текстильная промышленность. – 1979, №9. С.51.

4. Колоднер Д.И., Меос А.И., Буринский С.В. // В сб.: Новое в организации, технике и технологии текстильной и легкой промышленности. – Л., 1971. – Ч. 2. С.34...35.

5. Кан Г.Э., Митченко В.Р., Юха М.Р. и др. Механические свойства и износостойкость текстильных материалов // Докл. VII Всесоюз. научн. конф. по текстильному материаловедению. – Вильнюс-Каунас, 1971. С.240...243.

6. Черненко Г.Г., Буринский С.В. / В сб.: Исследование и моделирование технологических процессов производства нетканых текстильных материалов. – Л., 1979. С.24...28.

7. Черненко Г.Г., Буринский С.В. Получение ионитов в виде нетканых клееных материалов //ЦНИИТЭИЛегпром. – М., 1979. – 7 с.- Деп. в ВИНТИ.- 1979.- № 185.

Рекомендована кафедрой технологии химических волокон и композиционных материалов. Поступила 14.11.07.

УДК 677.07.017.63

ВЛАГОПОГЛОЩАЮЩИЕ СВОЙСТВА МНОГОСЛОЙНОГО ПОЛОТНА ДЛЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ОДЕЖДЫ

И.В. ФРОЛОВА, И.А. ЧЕБЕРЯК

(Ивановская государственная текстильная академия)

Технология изготовления многослойного полотна, уникального по своим свойствам, была разработана около двадцати лет назад, однако коммерческое применение нашла только в начале XXI века.

Отличительной особенностью этих полотен, ставших новым поколением текстиля, для нашего случая является применение нитей бикомпонентного профиля в одном слое в сочетании с натуральными во-

локнами во втором слое, где имеются регенерированные волокна, что значительно удешевляет продукцию в виде функциональной одежды и полностью отвечает требованиям стандарта.

Рассмотрим идеализированную модель переноса веществ через поверхность фазового контакта газ – жидкость и воспользуемся положениями пленочной теории [1]. Принимаем, что сопротивление массопо-

току у границы раздела фаз сосредоточено в тонких пограничных слоях и что вещества на границе раздела фаз находятся в равновесии (рис.1 – пленочная (последовательная) модель массопереноса).

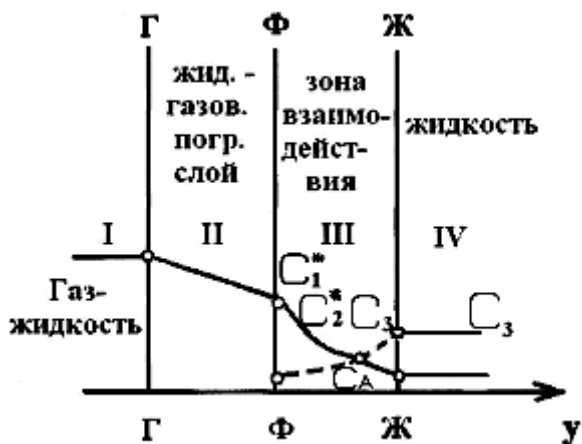


Рис. 1

Характеристическое время переноса в слоях II – III намного меньше, чем время переноса по высоте поверхности участка тела человека, поэтому можно рассматривать систему как стационарный процесс (рис.1).

Для зоны I имеем:

$$Q_A' = \frac{D_1}{\delta_1} (C_1 - C_1^*), \quad (1)$$

где Q_A' – поток компонента в газовой фазе; D_1 – эффективный коэффициент переноса; δ_1 – диффузный слой толщиной δ_1 – плотность потока газа и жидкости (пота) через поверхностный слой к активному волокнистому полотну согласно закону Фика:

$$\sim D_s \frac{\partial C(0)}{\partial y}; \quad (2)$$

C_1, C_1^* – концентрация газа и жидкости на границе зоны I.

На границе других зон газ – жидкость происходит скачок концентрации согласно условию равновесия:

$$C_2^* = K_p C_1^*, \quad (3)$$

где C_2^*, C_1^* – концентрация на границе зон газ – жидкость; K_p – константа равновесия.

В зонах III и IV протекает поглощение газов и паров жидкости с последующей реакцией.

Приведенная скорость реакции определяется уравнением:

$$\omega = K C_A^m C_B^n. \quad (4)$$

Тогда для зоны III получаем систему уравнений массопереноса:

$$\left. \begin{aligned} \frac{d^2 C_A}{dy^2} &= m \frac{K}{D_2} C_A^m C_B^n, \\ \frac{d^2 C_B}{dy^2} &= n \frac{K}{D_3} C_A^m C_B^n \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

с граничными условиями:

$$\begin{aligned} \text{при } y = 0 \quad C_A &= C_2^*; \quad \frac{dC_B}{dy} = 0; \\ \text{при } y = \delta \quad C_A &= C_2; \quad C_B = C_3, \end{aligned}$$

где D_2 и D_3 – коэффициенты переноса веществ A и B.

Система уравнений (5) определяет зависимость: $Q_A''(C_2^*; C_2; C_3)$, которая может быть представлена в явном виде для двух предельных случаев:

1. $k = 0$ с чисто физическим поглощением (абсорбцией):

$$Q_A'' = \frac{D_2}{\delta} (C_2^* - C_2'). \quad (6)$$

2. $k \rightarrow \infty$, когда скорость химической реакции во много раз превышает скорость поглощения, что можно считать обоснованным при наличии в слоях, поглощающих газ – жидкость абсорбента. Тогда ре-

шение находим из чисто физического поглощения вещества А на участке $0 < y < y_0$, а на участке $y_0 < y < \delta_2$ поглощение вещества В (рис.2 – модель решения для активного взаимодействия волокнистыми слоями → газ → жидкость).

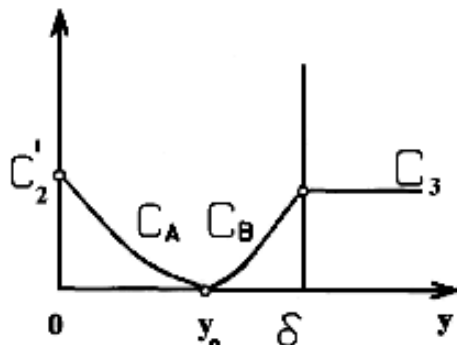


Рис. 2

В точке $y = y_0$ происходит взаимодействие реагирующих веществ и образование вещества, значение которого y_0 . Величину поглощения вещества А найдем из соотношения:

$$\left. \begin{aligned} Q_A'' &= -\frac{m}{n} Q_B; \frac{D_2}{y_0} C_2^* = \frac{m}{n} \frac{D_3}{\delta_2 - y_0} C_3; \\ y_0 &= \delta_2 \frac{D_2 C_2}{D_2 C_2^* + \frac{m}{n} D_3 C_3} \end{aligned} \right\}, \quad (7)$$

$$Q_A'' = \frac{D_2 C_2^* + \frac{m}{n} D_3 C_3}{\delta_2}. \quad (8)$$

С учетом непрерывности потока: $Q_A' = Q_A'' = Q_A$.

Полагая $D_1/\delta_1 = K_\Gamma$; $D_2/\delta_2 = K_\text{Ж}$, найдем:

– при $K = 0$

$$Q_A = \frac{C_1 - \frac{1}{K_\text{П}} C_2}{\frac{1}{K_\Gamma} + \frac{1}{K_\text{П} K_\text{Ж}}}, \quad (9)$$

– при $K \rightarrow \infty$

$$Q_A = \frac{C_1 + \frac{1}{K_\text{П}} \frac{m D_3}{n D_2} C_3}{\frac{1}{K_\Gamma} + \frac{1}{K_\text{П} K_\text{Ж}}}. \quad (10)$$

Таким образом, в рамках модели переноса получена зависимость замкнутой системы динамических уравнений из мгновенного материального баланса при рассмотрении элементарного участка Δx по высоте волокнистых слоев и разделении его на зоны, соответствующие жидкости и газу.

При чисто физическом поглощении уравнение мгновенного материального баланса запишется в виде:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial M_1}{\partial t} &= -\Delta x \frac{\partial}{\partial x} Q_1 - q_{12} \Delta x; \\ \frac{\partial M_2}{\partial t} &= -\Delta x \frac{\partial}{\partial x} Q_2 - q_{12} \Delta x \end{aligned} \right\}, \quad (11)$$

где M_1 , Q_1 – масса и поток компонента в газовой фазе на участке Δx по высоте волокнистых слоев; M_2 , Q_2 – масса и поток компонента в жидкости по высоте волокнистых слоев на участке Δx ; q_{12} – плотность потока компонента, переносимого из газа в жидкость.

Для того, чтобы уравнения (11) представляли замкнутую систему, необходимо выразить Q_1 , Q_2 и q_{12} через M_1 и M_2 .

Допустимую качественную характеристику, задачу y , исключая сложные граничные условия, можно получить в рамках простой модели, рассматривающей распределение свойств гидродинамического процесса только по высоте волокнистого слоя, если предположить, что потоки веществ с достаточной степенью точности можно считать функциями от средних концентраций этих веществ. Тогда уравнения (11) примут вид:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial C_1}{\partial t} &= -\frac{\partial}{\partial x} Q_1(C_1) - q_{12}(C_1, C_2); \\ \frac{\partial C_2}{\partial t} &= -\frac{\partial}{\partial x} Q_2(C_2) - q_{12}(C_1, C_2) \end{aligned} \right\}, \quad (12)$$

где $C_1 = M_1/\Delta x$; $C_2 = M_2/\Delta x$.

Кроме концентраций C_1 и C_2 потоки, входящие в уравнение (12), зависят от целого ряда величин, характеризующих гидродинамический и тепловой режим волокнистых слоев. Эти величины в принятой модели должны рассматриваться как параметры, изменение которых вносит возмущение в основную систему динамических уравнений.

На выходе слоистого волокнистого полотна при расчете давления в зоне завихрений будем использовать модель Чэпмена – Корста, которая основывается на предположении, что давление вдали от точки прилипания по потоку равно давлению неподвижной среды на линии раздела.

Давление в зоне смещения принимается равным давлению в зоне завихрений, а на удалении по направлению потока давление принимается равным давлению окружающей среды, существовавшему до появления потока. Тогда:

$$P_\infty = P_{td}, \quad (13)$$

где P_∞ – давление на бесконечном удалении от точки смещения; P_{td} – стационарное давление по линии раздела.

Давление в зоне завихрений связано с числом Маха на линии раздела соотношением:

$$\frac{P_b}{P_{td}} = \left[1 + \frac{y^* - 1}{2} M_a^2 \right]^{y^*/(v-1)}. \quad (14)$$

Выразив равенство (14) функцией скорости на линии раздела и числом Маха, имеем:

$$\frac{P_b}{P_\infty} = \left[\frac{1 + (1 - u_0^2 u_1^2)^{(v-1)/2} M_1^2}{1 + \frac{v-1}{2} M_1^2} \right]^{y^*/(v-1)}, \quad (15)$$

где P_b – давление отрыва; y^* – расстояние по направлению, перпендикулярному основному потоку (размерное); M – число Маха; v – коэффициент теплового расширения; $u = u^*/u_1^*$; $u_1 = u_1^*/v_1$; v_1 – постоянная эталонная скорость (размерная); u_1^* – переменная эталонная скорость ($u_1^* = u^*(x^*)$); u_0' – скорость в центре первоначального потока.

Для малых чисел Маха получаем приближенный результат:

$$\frac{P_b}{P_\infty} \approx 1 - M_1^2 u_0'^2 u_1^2, \quad (16)$$

или

$$\frac{P_\infty - P_0}{1/2 \rho_1^* v_1^2} \frac{P_b}{P_\infty} = u_0'^2 u_1^2. \quad (17)$$

Результат для полупотока при смещении по потоку запишется:

$$\frac{P_\infty - P_b}{1/2 \rho_1^* v_1^2} \frac{P_b}{P_\infty} \approx 0,35 \left[1 - 0,28 x^{-1/2} \right]^2; \quad (18)$$

$$x > 0,487,$$

где ρ_1^* – эталонная плотность; $x = x^*/L$; x^* – расстояние по направлению основного потока (размерное); L – относительная длина.

Для полного потока получаем:

$$\frac{P_\infty - P_b}{1/2 \rho_1^* v_1^2} \frac{P_b}{P_\infty} \approx \frac{4}{9} x^{-2/3} \left[1 - \frac{\kappa^2 m^2}{4} x^{-2/3} \right]^2 \left[1 + 0,22 x^{-1/3} \right]^2; \quad (19)$$

$$x > 0,5; \quad \frac{\kappa m}{2} x^{-1/3} < 1.$$

При смещении против движения как для полного, так и для полупотока имеем:

$$\frac{P_\infty - P_b}{\frac{1}{2} \rho_1^* v_1^2} \frac{P_b}{P_\infty} \approx 0,202 x^{2/3}. \quad (20)$$

Результат справедлив для значений $x < 0,5$ как для полного потока, так и для полупотока, где $\kappa = (C \rho_1^* M_1^* v_1 L)^{-1/2}$; C – коэффициент пропорциональности; $\frac{M^*}{M_1^*} = C \frac{T^*}{T_1^*}$ (индексом 1 обозначены эталонные величины).

Необходимо заметить, что в этом случае можно написать безразмерное уравнение закона сохранения количества движения:

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{u}{u_1} \frac{du}{dx} = u_1 \frac{\partial}{\partial \psi} \left(u \frac{\partial u}{\partial \psi} \right). \quad (21)$$

В этом случае эталонная вязкость μ_1^* и эталонная температура T_1^* постоянны, безразмерная скорость u_1 становится функцией x .

Тогда результат для полного потока приобретает вполне простой вид, при условии, что первоначальная струя представляет собой поток несжимаемой среды в закрытом канале.

В этом случае:

$$\frac{1}{4} m^2 \kappa^2 = 0,162; \quad u_1 / v_0 = 1,45,$$

а x определяется соотношением:

$$x = 2,11 \frac{x^*}{h} Re_h^{-1}. \quad (22)$$

Графики, построенные по формуле (19), приведены на рис. 3 – давление в зоне завихрений на выходе волокнистого слоя по линии раздела для полного потока, откуда видно, что экстремум достигается,

когда $\frac{P_b}{P_\infty} = \frac{1}{2}$, а для этого случая $\frac{1}{4} m^2 \kappa^2 = 0,162$.

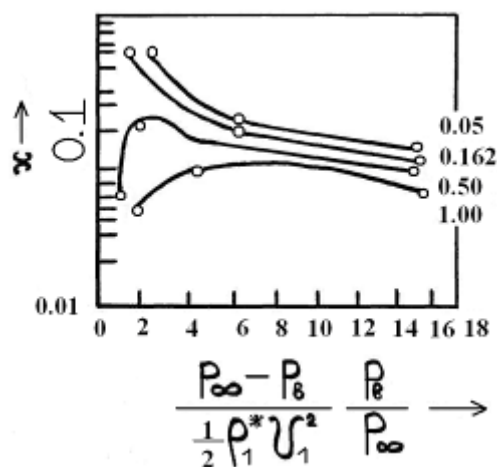


Рис. 3

Оценивая полученные числовые результаты, отметим, что половина высоты первоначальной струи h для случая полного потока соответствует перемещению ламинарного пограничного слоя на расстояние x_1 .

Тогда результаты для смещения по потоку достоверны, когда струя пройдет расстояние $0,7 x_1$.

В этом месте значение параметра:

$$\left(\frac{P_\infty - P_b}{\frac{1}{2} \rho_1^* v_1^2} \frac{P_b}{P_\infty} \right),$$

характеризующего давление в зоне завихрений, на $\sim 50\%$ больше параметра, соответствующего асимптотической эпопе в той же точке.

ВЫВОДЫ

При использовании модели в зоне завихрений есть различия: скорость на линии раздела существенно отличается от скорости, соответствующей асимптотическому распределению скоростей в струе, что должно привести к тому, что давление в зоне завихрений будет отличаться от

давления, соответствующего прилипанию асимптотической струи.

При полупотоке давление в зоне завихрений меньше тех, которые соответствуют асимптотической эпюре.

В случае полного потока давление в зоне завихрений меньше асимптотических для струй малой длины, однако возрастает для средних значений длины струи и приближается к асимптотическим значениям.

УДК 677.021.164

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ДВИЖЕНИЯ СИСТЕМЫ МНОГОСВЯЗАННЫХ ЖГУТОВ ЛЬНОВОЛОКНА

С.Ю. КАПУСТИН, В.Д. ФРОЛОВ, Ф.Р. КАХРАМАНОВ

(Ивановская государственная текстильная академия)

Установлено, что при протекании технологического процесса на поточных линиях при переработке льноволокна возникают вынужденные колебания волокна [1]. В настоящей работе рассматривается система, состоящая из нескольких жгутов волокна на отверстиях устройства [2].

При этом расчет данной системы, состоящей из жгутов волокна, подразделяется на два основных этапа:

1) система, состоящая из жгутов волокна, разделяется на отдельные системы и определяются частоты и формы колебаний каждой системы в отдельности;

2) в плоскостях сечений связей, соединяющих системы жгутов волокна, прикладываются равные и противоположно направленные силы. Затем находят выражения перемещений систем жгутов волокна от действия приложенных сил. Эти перемещения выражаются с помощью значенных частот и форм; при этом учитывается условие равенства перемещений систем, в точках соединения связей составляются

ЛИТЕРАТУРА

1. Кафаров В.В. Основы массопередачи. – М.: Высшая школа, 1971.

Рекомендована кафедрой механической технологии текстильных материалов. Поступила 10.01.08.

уравнения, с помощью которых определяются частоты и формы сложной системы жгутов волокна в целом.

Выражение перемещений упругой системы жгутов волокна, которая совершает установившиеся вынужденные колебания с частотой ω , можно представить в виде суммы перемещений по формам колебаний системы жгутов волокна:

$$y_k = \sum_{i=1}^n y_{ik} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^q \frac{p_i^2 \delta_{ijk} R_{ijk}}{p_i^2 - \omega^2} \cos \omega t, \quad (1)$$

где p_i – частота колебаний системы по i -й форме; R_{ijk} – силы, приложенные к системе жгутов волокна; δ_{ijk} – перемещение системы жгутов волокна по соответствующей форме колебаний.

Для системы, совершающей поступательные горизонтальные перемещения (1):

$$\delta_{ijk} = \frac{X_{ij} X_{ik}}{p_i^2 \left(\sum_{j=1}^n X_{ij}^2 + \int_0^l m(x) X_i^2(x) dx \right)} = \frac{X_{ij} X_{ik}}{p_i^2 U_i(x)}, \quad (2)$$

то же, совместно с крутильными переме-

щениями:

$$\delta_{ijk} = \frac{X_{ij}X_{ik}}{p_i^2 \left[\sum_{j=1}^n (m_j X_{ij}^2 + \theta_j \varphi_{ij}^2) + \int_0^1 \{m(x) X_i^2(x) + \theta_j(x) \varphi_i^2(x)\} dx \right]} = \frac{X_{ij}X_{ik}}{p_i^2 U_i(x, \varphi)}, \quad (3)$$

$m_j, m(x)$ – сосредоточенные массы системы жгутов волокна; $X_{ij}, \varphi_{ij}, \dots, X_{ik}, \varphi_{ik}, \dots, X_i(x), \varphi_i(x)$ – ординаты поступательных и угловых перемещений по i -й форме колебаний жгутов волокна; $U_i(x), U_i(x, \varphi)$ – вторые сомножители в

знаменателях выражений; $\theta_j, \theta(x)$ – моменты инерции сосредоточенных масс системы относительно центров тяжести.

При определении угловых перемещений системы и учете крутящих моментов в числитель выражения (3) подставляются соответствующие ординаты угловых деформаций.

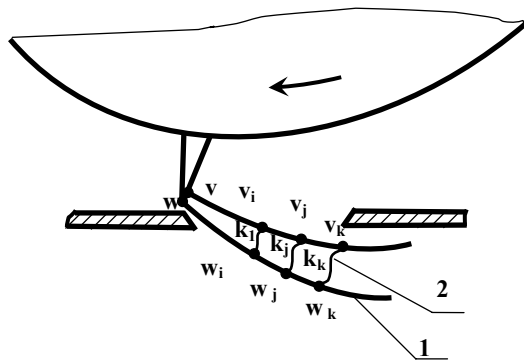


Рис. 1

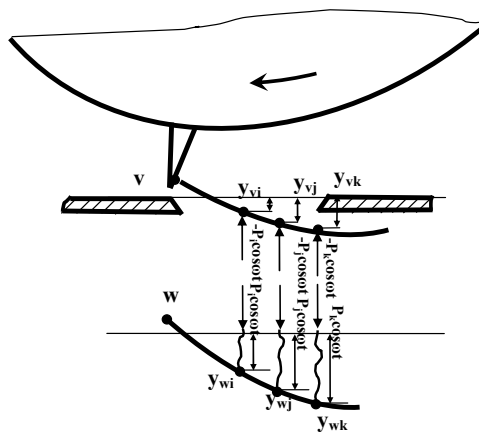


Рис. 2

Рассмотрим систему жгутов волокна, схема которого показана на рис.1, где 1 – жгут волокна, 2 – связи, соединяющие жгуты волокна. Это – сложная система составлена из систем жгутов волокна v, w , которые соединены друг с другом. Для определения частот и форм колебаний сложной системы жгутов волокна разрежем

связи и приложим в плоскостях сечений равные и противоположно направленные силы, действующие по гармоническому закону с частотой ω (рис.2).

Эти силы равны упругим реакциям, возникающим при деформациях соответствующих связей, то есть:

$$-P_1 \cos \omega t = k_1 (y_{v1} - y_{w1}), -P_2 \cos \omega t = k_2 (y_{v2} - y_{w2}); \dots, -P_j \cos \omega t = k_j (y_{vj} - y_{wj}), \quad (4)$$

где y_{vj}, y_{wj} – перемещения точек системы v, w , примыкающих к связям; k_j – жесткости связей.

Выразив с помощью формулы (1) перемещения точек систем v, w , соединенных связями, получим систему из уравне-

ний, где h – строка уравнений записывается следующим образом:

$$\sum_{j=1}^q \left(\sum_{k=1}^n \frac{P_{vk}^2 \delta_{khj}^v}{P_{vk}^2 - \omega^2} + \sum_{r=1}^m \frac{P_{wr}^2 \delta_{rhj}^w}{P_{wr}^2 - \omega^2} \right) P_j + \frac{P_h}{k_n} = 0, \quad (5)$$

где p_{vk}, p_{wt} – соответственно k -я и $г$ -я частоты колебаний систем v, w ; $\delta_{khj}^v, \delta_{rhj}^w$ – соответственно перемещение системы v и перемещение системы w .

Решая систему уравнений (5), определяем частоты колебаний сложной системы жгутов волокна.

Подставляя затем ω_1 и \dots, P_{ikj}, \dots в формулу (1), находим перемещения u_{ijk} точек систем v и w .

Таким же образом выполняется расчет сложных систем жгутов, составленных из более простых.

Причем, когда в системе наряду с поступательными необходимо учитывать и крутильные колебания, в точках разрезания связей прикладываются не только силы, но и соответствующие моменты, от действия которых с помощью формулы (3) наряду с поступательными учитываются и угловые перемещения (рис. 3).

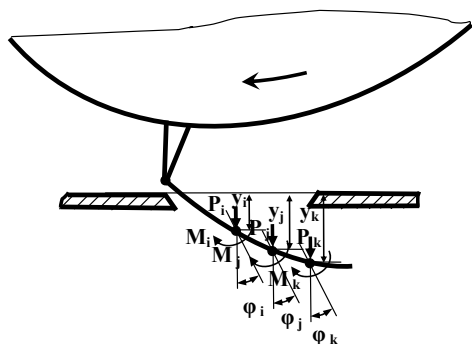


Рис. 3

Чтобы избежать ложных расчетов, влияние связей на колебания сложной системы жгутов волокна необходимо учитывать последовательно, то есть вначале рассчитать сложную систему с одной связью, затем, используя вычисленные при этом характеристики, наложить вторую связь и т. д. Таким образом, на каждом этапе расчета приходится решать лишь одно уравнение.

Формулы, необходимые для расчета, получаются из выражений (1) и (5).

Частоты колебаний системы, составленной из v и w систем, соединенных одной связью, находятся из уравнения

$$\sum_{r=1}^n \frac{p_{vr}^2 \delta_{r2}^v}{p_{vr}^2 - \omega_1^2} + \sum_{r=1}^m \frac{p_{wr}^2 \delta_{r2}^w}{p_{wr}^2 - \omega_1^2} + \frac{1}{k_1} = 0, \quad (6)$$

где p_{vr}, p_{wr} – частоты системы v и w соответственно по формам $г$ и $к$; $\delta_{r2}^v, \delta_{r2}^w$ – перемещения по формам $г$ и $к$ систем v и w ; n, m – количество степеней свободы.

Амплитуды по формам колебаний сложной системы с одной связью определяются по формулам:

$$X_{ivj}^{(1)} = \sum_{r=1}^n \frac{p_{vr}^2 \delta_{r2}^v}{p_{vr}^2 - \omega_1^2} \frac{X_{rovj}}{X_{rov1}}; \quad (7)$$

$$X_{iwh}^{(1)} = \sum_{r=1}^m \frac{p_{wr}^2 \delta_{r2}^w}{p_{wr}^2 - \omega_1^2} \frac{X_{kwh}}{X_{kw1}}$$

где $X_{ivj}^{(1)}, X_{iwh}^{(1)}, \dots$ – искомые амплитуды по i -й форме сложной системы; X_{rovj}, X_{kwh} – амплитуды колебаний систем v и w .

Пользуясь выражением (1), получим уравнение частот для сложной системы, составленной из систем v и w , которые соединяют h связей:

$$\sum_{i=1}^{n+m} \frac{\Delta_{ih-1}}{\omega_{h-li}^2 - \omega_h^2} + \frac{1}{k_h} = 0, \quad (8)$$

где ω_{h-li} – частота колебаний по i -й форме системы; k_h – жесткость связи h ;

$$\Delta_{ih-1} = \frac{[X_{ivh}^{(h-1)} - X_{iwh}^{(h-1)}]^2}{U_{h-li}(x)};$$

$X_{ivh}^{(h-1)}, X_{iwh}^{(h-1)}$ – амплитуды колебаний системы с $h-1$ связями по i -й форме.

Из уравнения (8) определяют собственные частоты системы с h связями.

Амплитуды колебаний такой системы вычисляют по формуле:

$$X_{re}^{(h)} = \sum_{i=1}^{n+m} \frac{X_{ivh}^{(h-1)} - X_{iwh}^{(h-1)}}{U_{h-li}(x_i)(\omega_{h-li}^2 - \omega_{hr}^2)} X_{ie}^{(h-1)}. \quad (9)$$

Теперь рассмотрим определение частот и форм колебаний системы с "дополнительными" массами.

В случае если на жгут волокна действуют пылевые массы, их можно рассматривать как дополнительные и как внешнюю возмущающую нагрузку.

Рассмотрим систему с "дополнительными" массами (рис. 4). Инерционные силы при перемещении этих масс будут:

$$\begin{aligned} R_1^u &= -M_1 \ddot{y}_1 = \omega^2 M_1 y_1 \cos \omega t, & R_2^u &= -M_2 \ddot{y}_2 = \omega^2 M_2 y_2 \cos \omega t \dots, \\ R_j^u &= -M_j \ddot{y}_j = \omega^2 M_j y_j \cos \omega t, \end{aligned} \quad (10)$$

где M_j – дополнительные массы; y_j – амплитуды перемещений системы.

С помощью формулы (1) составим выражения для перемещений в точках присоединения масс от действия сил (10). В результате получим систему уравнений, k - строка которой будет:

$$\sum_{j=1}^q M_j y_j \sum_{i=1}^n \frac{p_i^2 \delta_{ijk}}{p_i^2 / \omega^2 - 1} - y_k = 0. \quad (11)$$

Отсюда определяются частоты системы с дополнительными массами и соответствующие им амплитуды колебаний в точках присоединения масс.

Амплитуды системы жгутов волокна в разных точках находятся с помощью формулы

$$y_{re} = \sum_{j=1}^q M_j y_j \sum_{i=1}^n \frac{p_i^2 \delta_{ije}}{p_i^2 / \omega^2 - 1}. \quad (12)$$

В выражениях (11) и (12) введены следующие обозначения: $\delta_{ijk} = X_{ij} X_{ih} / p_i^2 U_i(x_j)$;

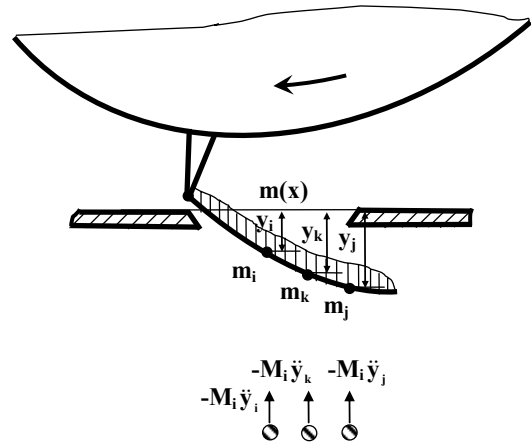


Рис. 4

$\delta_{ije} = X_{ij} X_{ie} / p_i^2 U_i(x_j)$ – перемещение системы по i -й форме соответственно в точках h и e ; p_j – i -я частота системы; X_{ij}, X_{ih}, X_{ie} – амплитуды по i -й форме.

ВЫВОДЫ

Разработанная методика дает возможность прогнозировать поведение многосвязных жгутов волокна на поточной линии, а также оптимально устанавливать устройства для очистки волокон.

ЛИТЕРАТУРА

1. Капустин С.Ю. Усовершенствование технологий в процессе очистки длинноволокнистых материалов на лентоформирующей машине в составе поточной линии ПЛ-И-КЛ: Дис...канд. техн. наук. – Иваново, 1992.
2. А.с. №1477794 (СССР). Устройство для очистки текстильных волокон / Капустин С.Ю. и др.: – Опул. 1989. Бюл. №17.

Рекомендована кафедрой механической технологии текстильных материалов. Поступила 08.10.07.

УДК 667.075.004.12

ОЦЕНКА ПРОЧНОСТНЫХ И УПРУГИХ СВОЙСТВ ОСНОВОВЯЗАНЫХ ПОЛОТЕН ДЛЯ РЕКОНСТРУКТИВНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ ХИРУРГИИ

Л.П. РОВИНСКАЯ, В.А. ЖУКОВСКИЙ, Т.С. ФИЛИПЕНКО, А.В. ГРИДНЕВА

(Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна)

Современные технологии пластической хирургии зачастую могут быть реализованы только с использованием сетчатых полимерных имплантатов, укрепляющих опорные мягкие ткани в процессе и после заживления ран [1].

Наибольшее применение в мировой хирургической практике нашли основовязанные эндопротезы из полипропиленовых (ПП) мононитей, характеризующихся высокой биосовместимостью, устойчивостью к биодegradации, а также отсутствием капиллярно-фитильных свойств. Сетчатые полотна, выработанные на основовязальном оборудовании комбинированными двух- и трехгребеночными переплетениями, имеют малорастяжимую пористую структуру, не закручиваются и не распускаются, тем самым соответствуют требованиям, предъявляемым медициной [2].

Однако выпускаемая промышленностью техническая ПП-мононить обладает повышенной жесткостью и низкой эластичностью и, как следствие, низкой прочностью в узле (ниже на 40...45% прочности мононитей). При растяжении основовязаного трикотажа остовы его петель, разворачиваясь в плоскости полотна, затягиваются в узлы, таким образом являясь опасным местом появления разрыва мононити.

На рис. 1 изображен фрагмент петельной структуры эндопротеза с указанием этой опасной зоны.

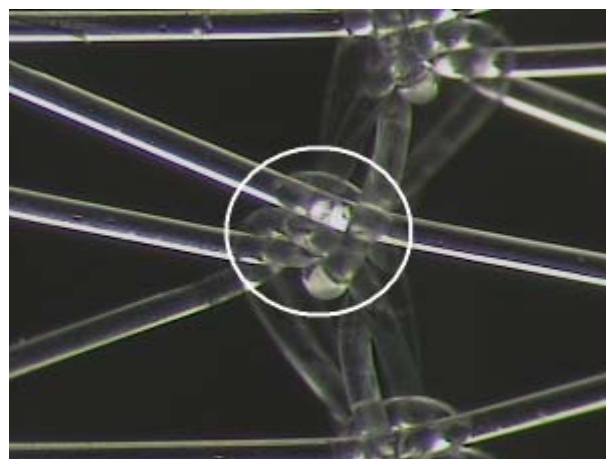


Рис. 1

Изменение механических свойств ПП-мононитей достигнуто посредством их физической модификации, которая совмещена с технологическим процессом получения мононитей. Разработанные хирургические ПП-мононити имеют улучшенные физико-механические свойства: прочность в узле 3,9 Н при удлинении 21 % для мононити диаметром $d = 0,09$ мм и 5,6 Н при удлинении 25% для мононити диаметром $d = 0,12$ мм [3].

В связи с использованием модифицированных ПП-мононитей, а также в свете последних исследований физиологии и механики брюшной стенки, для получения адаптированных к ней эндопротезов появилась необходимость полного анализа всего процесса деформации при растяжении сетчатых полотен.

Сетчатое основовязаное полотно для эндопротезов имеет сложную петельную макроструктуру, возможность относительно легкого смещения точек контакта в структуре, особенно для гладких и относительно жестких мононитей, создает благоприятные условия для деформации во всех направлениях в плоскости полотна.

Известно, что деформация трикотажа при растяжении протекает как процесс нарушения внутреннего равновесия системы петель, имевшегося до деформации, и перехода этой системы в новое состояние равновесия. Этот переход сопровождается изменением конфигурации петли и ориентации нити в петле, смещением точек контакта между нитями, а также растяжением или сжатием отдельных участков нитей.

Вследствие этого при оценке свойств основовязанных полотен, применяемых в эндопротезировании, было использовано

классическое положение теории вязания о возможности условного разделения процесса растяжения на три фазы, показывающие характер изменения петельной структуры [4].

Для проведения исследований были отобраны образцы трех вариантов сетчатых основовязанных полотен для эндопротезов, спроектированных в соответствии с медико-техническими требованиями и разработанных в ООО "Линтекс" из хирургических ПП-мононитей диаметром 0,12 и 0,09 мм.

Поскольку сетчатые эндопротезы относятся к текстильным материалам, испытания на прочность осуществляют по методикам, принятым для трикотажных полотен [5]. Однако стандартные методы не дают полной характеристики процесса растяжения эндопротеза, а показывают только критические значения разрывной нагрузки и разрывного удлинения.

В силу этих причин испытания при одноосном растяжении вдоль петельного ряда и вдоль петельного столбика проводились на полуавтоматической разрывной машине Statigraph L с системой статистической и графической обработки полученных результатов Testcontrol.

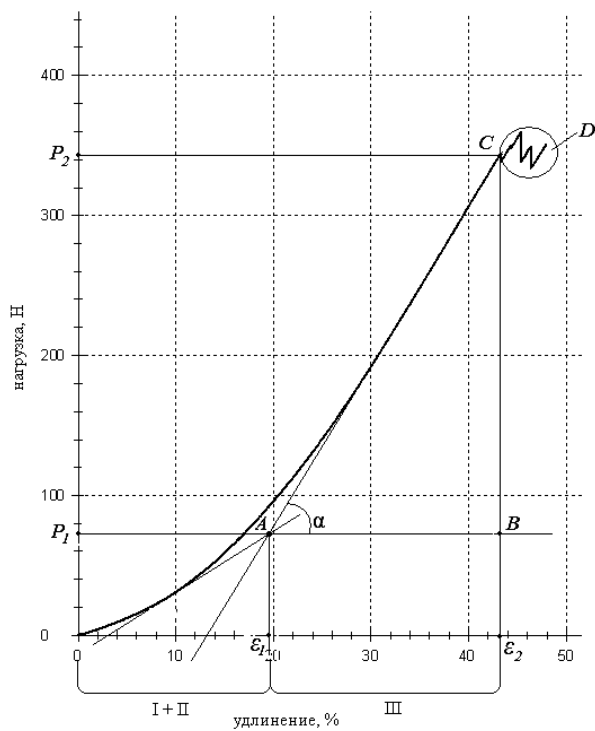


Рис. 2

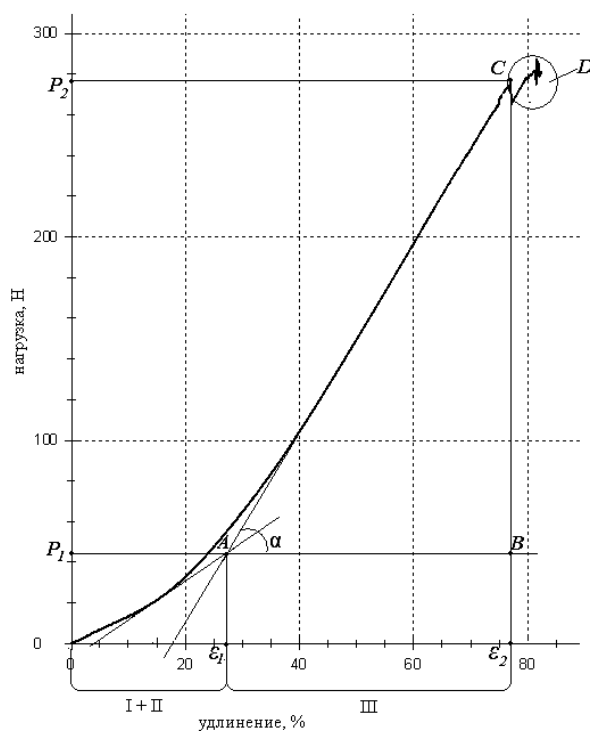


Рис. 3

Обобщенные графики растяжения образцов одного из вариантов (2/0,12) вдоль петельного ряда (рис. 2) и вдоль петельного столбика (рис. 3) представляют собой достаточно выраженную нелинейную зависимость относительного удлинения ε от приложенной нагрузки P .

Это означает, что при различных нагрузках один и тот же образец трикотажа ведет себя как несколько объектов, отличающихся друг от друга по своим механическим свойствам. Графически это может быть описано касательной к определенному участку диаграммы растяжения.

Значения в точке А пересечения касательных будут определять границы фаз растяжения образца. В первой фазе распрямляются изогнутые участки нитей, во второй происходит смещение точек контакта петель. Вследствие скоротечности первой фазы, она не имеет четкой границы и объединена со второй. Третья фаза начинается, когда петельная структура уже исчерпала возможности скольжения и поэтому удлинение образца происходит только за счет растяжения мононитей.

Точка С на графике является критической и характеризует момент начала разрыва отдельных мононитей, хотя удлинение образца продолжается. Это явление обозначено на графике областью D.

Третья фаза характеризуется достаточно стойким сопротивлением растягивающему усилию, удлинение образца растет пропорционально росту нагрузки. Можно считать, что на этом участке материал подчиняется закону Гука и для него можно определить модуль продольной упругости E , характеризующий способность материала сопротивляться растяжению:

$$E = \frac{\partial \sigma}{\partial \varepsilon}. \quad (1)$$

Графически модуль продольной упругости можно представить как $\operatorname{tg} \alpha$ (из треугольника ABC):

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{BC}{AB}, \quad (2)$$

где AB – изменение относительного удлинения образца на участке III $\varepsilon_2 - \varepsilon_1$; BC – изменение напряжения образца на участке III, выраженное разностью отношений нагрузки P к площади поперечного сечения образца F :

$$\sigma_2 - \sigma_1 = \frac{P_2}{F} - \frac{P_1}{F}. \quad (3)$$

Площадь поперечного сечения образца F может быть рассчитана как произведение площади поперечного сечения мононити на количество мононитей n , сопротивляющихся растяжению:

$$F = \frac{\pi D^2}{4} n. \quad (4)$$

Таким образом,

$$E = \frac{4(P_2 - P_1)}{\pi D^2 n (\varepsilon_2 - \varepsilon_1)}. \quad (5)$$

Результаты испытаний и расчетов прочностных и упругих характеристик исследуемых эндопротезов вдоль петельного столбика и вдоль петельного ряда приведены в табл. 1.

По данным [1] минимально необходимая прочность эндопротеза заданного размера составляет 98,7 Н. Как видно из табл. 1, рекомендуемое значение прочности находится в третьей зоне, характеризующейся деформацией мононитей.

Критические значения разрывной нагрузки для всех исследуемых вариантов превышают этот показатель, то есть исследуемые эндопротезы удовлетворяют требованиям по назначению.

Вариант/ диаметр мононити, мм	Вдоль петельного столбика					Вдоль петельного ряда				
	зона I+II (деформация структуры)		зона III (деформация мононити)			зона I+II (деформация структуры)		зона III (деформация мононити)		
	изменение нагрузки, Н	изменение удлинения, %	изменение нагрузки, Н/критическое значение, Н	изменение удлинения, %	модуль продольной упругости E, МПа	изменение нагрузки, Н	изменение удлинения, %	изменение нагрузки, Н/критическое значение, Н	изменение удлинения, %	модуль продольной упругости E, МПа
1/0,12	43	64	208/251	41	220	50	22	306/356	42	186
2/0,12	50	28	225/275	49	200	73	19	270/343	24	270
3/0,09	35	54	91/126	26	280	48	37	87/135	24	258

ВЫВОДЫ

1. Проведена оценка прочностных и упругих свойств основвязанных хирургических полотен из модифицированных ПП-мононитей, установлен характер деформации при растяжении и критические значения нагрузки.

2. Исследуемые варианты эндопротезов удовлетворяют требованиям по показателям прочности и эластичности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Goldstein H.S. Selecting the right mesh // *Hernia*. – 1999, № 1. P. 23...26.

2. Zhukovsky V.A., Vinokurova T.I., Zhukovskaya I.I., Rovinskaya L.P. The development and manufacturing of polymeric endoprosthesis meshes for surgery of soft tissues // IV International textile conference MEDTEX. – 2002, Lodz. P.81...85.

3. Жуковский В.А., Хохлова В.А., Гриднева А.В., Коровичева С.Ю. Особенности технологии получения полипропиленовых хирургических мононитей // Межвуз. сб. научн. тр. – СПб.: СПбГТИ (ТУ), 2006. С.122...124.

4. Шалов И.И., Далидович А.С., Кудрявин Л.А. Технология трикотажного производства. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.

5. Торкунова З.А. Испытание трикотажа. – М.: Легпромбытиздат, 1991.

Рекомендована кафедрой трикотажного производства. Поступила 21.12.07.

УДК 677.055 (088.8)

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТЕЙ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОСНОВНЫХ СВОЙСТВ ЛЕЧЕБНОГО ТРИКОТАЖА ОТ ПАРАМЕТРОВ СТРУКТУРЫ И ПЕРЕПЛЕТЕНИЙ

Е.П. БУАДЗЕ, Н.О. ПАИЛОДЗЕ, С.А. ЖОРЖОЛИАНА

(Государственный университет им. Ак.Церетели, г.Кутаиси)

Ранее в [1] нами рассмотрены особенности проектирования параметров лечебного трикотажа и рекомендованы трикотажные полотна трех вариантов, отличающихся друг от друга тем, что они связаны при различных соотношениях натяжений нитей основ.

В представленной работе сделана попытка сравнительного исследования зависимостей показателей основных свойств

лечебного трикотажа от параметров структуры и вида переплетения.

Исходя из основных требований, предъявляемых к медицинскому текстилю, в частности, перевязочным материалам, профилактическим салфеткам, лечебным салфеткам и другим, наиболее важными критериями оценки пригодности трикотажных полотен являются показатели, характеризующие их качество работы и про-

изводительность. Важнейшими показателями качества лечебного трикотажа, а именно лечебных салфеток, являются разрывные характеристики, пористость, формоустойчивость, водопроницаемость, во многом зависящие от структуры и параметров трикотажного полотна [2].

Рассмотрим влияние вида переплетения трикотажных полотен на такие важные показатели, как разрывные характеристики, формоустойчивость, растяжимость материала и плотность.

Испытания на разрывную нагрузку и разрывное удлинение проводились на разрывной машине FU-1000e (ГДР) по стандартной методике [3].

В табл.1 приведены результаты испытаний на разрыв образцов трикотажа, предназначенного для лечебного материала.

Т а б л и ц а 1

№ варианта	Разрывная нагрузка P_p , кгс		Разрывное удлинение E_p , %	
	по длине	по ширине	по длине	по ширине
1	39,3	41,2	69	72
2	42,2	43,0	71	73
3	19,5	21,0	68	75
4	17,0	17,5	70	72
5	18,2	18,7	69	71
6	17,9	18,5	71	73
7	18,2	19,0	70	72
8	40,9	41,3	72	73
9	45,8	46,2	71	73
10	43,4	46,0	72	74
11	38,3	42,5	68	69
12	39,2	43,0	69	71
13	36,8	40,0	70	73
14	38,2	41,3	71	74
15	20,8	22,4	42	44
16	23,9	24,0	40	42
17	35,6	37,6	60	62
18	34,5	35,6	70	73
19	33,4	39,2	72	75
20	36,4	37,8	65	69
21	40,0	39,8	71	76
22	17,5	17,1	91	93
24	18,7	16,1	98	90
25	34,4	36,0	74	80
26	36,5	34,0	77	81
27	32,7	35,9	78	83
28	24,8	22,5	41	79
29	34,0	33,0	74	80

Сопоставление полученных данных показывает, что почти все образцы трикотажа

пресс-уточных переплетений, принятых для исследования, равнорастяжимы по длине и ширине. Разрывная нагрузка по длине близка к разрывной нагрузке по ширине.

Другое достоинство заключается в том, что разрывное удлинение не превышает 100%, а у некоторых вариантов достигает всего 40%. При нагрузках, на один-два порядка меньших, чем разрывные, это обеспечивает незначительную деформацию лечебного материала, а значит и стабильность пор.

Все образцы вариантов с 1 по 24 связаны при неизменных натяжениях нитей основ и величине оттяжки, значит их показатели сопоставимы и зависят, главным образом, от вида переплетения. Сравнивая эти показатели, можно видеть, что наименьшую прочность по ширине и длине имеют образцы переплетений, соответствующих графическим кладкам нитей пресс-уточного переплетения на базе трико и с обвивкой утком.

Это объяснимо тем, что при использовании для грунта переплетения трико, выбранных сдвигах за иглами уточной гребенки и полученных соотношениях длин нитей в петлях и протяжках, разрыву сопротивляются не обе системы нитей, а только одна из них.

Разрыв происходит в две стадии. Для лечебного трикотажа важно получить минимальное удлинение в зоне рабочих нагрузок. Очевидно, такими будут образцы, имеющие минимальное разрывное удлинение при максимальной разрывной нагрузке. Среди исследованных образцов – это варианты, изготовленные при разных двухсторонних сдвигах уточной гребенки за иглами, и последние пять вариантов с различными натяжениями основ и утка.

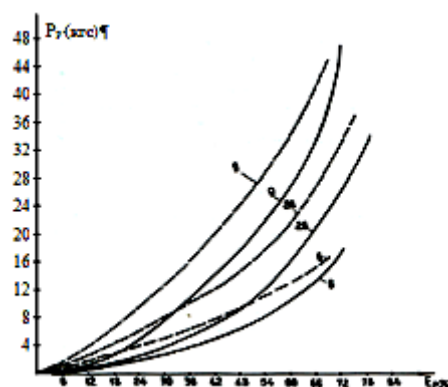


Рис. 1

На рис. 1 показаны графики разрывной нагрузки и разрывного удлинения для вариантов 6, 9 и 26.

Среди последних пяти вариантов выделяется только один вариант, у которого соотношение длин петель грунта и трико очень велико. Примерно похожие показатели при других соотношениях позволяют сделать вывод, что образцы трикотажа и других пресс-точных переплетений можно использовать для оптимизации показателей свойств путем варьирования этим соотношением в допустимых пределах, не повышая их растяжимости, что важно в данной работе.

В табл. 2 показаны значения поверхностной плотности тех же образцов трикотажа пресс-точных переплетений.

Т а б л и ц а 2

Вариант	Поверхностная плотность, г/м ²	Вариант	Поверхностная плотность, г/м ²
1	100	16	120
2	105	17	116
3	125	18	121
4	126	19	119
5	126	20	120
6	126	21	122
7	116	22	119
8	105	23	115
9	98	24	118
10	100	25	126
11	102	26	120
12	110	27	124
13	120	28	123
14	122	29	124
15	118		

Поверхностная плотность определена по стандартной методике [4]. Предложенные варианты образцов имеют этот показатель в пределах 100...125 г/м², что не намного превышает поверхностную плотность трикотажа уточных переплетений. Но и другие варианты имеют примерно такую же материалоемкость.

Показатель формоустойчивости для медицинских салфеток имеет важное значение и методика исследования должна соответствовать условиям их эксплуатации. Деформация трикотажного образца может привести к увеличению площади просветов между нитями не только из-за выпрямления элементов структуры, но и

по причине перехода нитей из одних участков петель в другие. Особо нежелательна пластическая или остаточная деформация.

Время работы образца в условиях эксплуатации мы взяли минимальным – 6 ч. Таким же выбрано и время испытания образцов. Этому времени соответствует 5000 циклов. Показания стрелы прогиба зафиксировано после 25, 50, 100, 150, 200, 250, 500, 750, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000, 4000 и 5000 циклов нагружения.

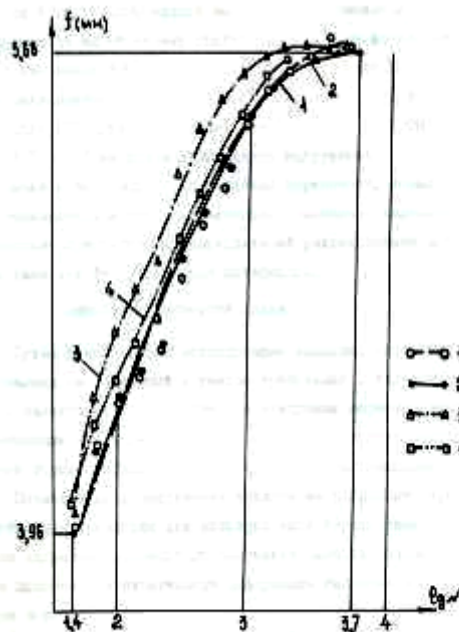


Рис. 2

На рис. 2 они представлены графически: показана зависимость остаточной циклической деформации (стрела прогиба) от количества циклов нагружения f . По оси абсцисс отложены десятичные логарифмы от числа циклов.

Для исследования на формоустойчивость отобраны те же варианты, что и при определении разрывных характеристик. По графикам на рис. 2 можно оценить эти образцы в сравнении. Показаны только зависимости для вариантов, соответствующих табличным обозначениям: кривая 1 – вариант 29; 2 – вариант 25; 3 – вариант 26; 4 – вариант 3. Эти варианты показали себя как наиболее формоустойчивые.

Самый приемлемый в этом отношении – вариант 3. Стрела прогиба растет только

на 2 мм и после 10000 циклов нагружения не меняется.

Вариант 29 имеет стрелу прогиба 2,5 мм и не меняет этого значения уже после 3000 циклов нагружения. Вариант 25 – стрела прогиба сохраняется равной 2,6 мм после 30000 циклов, вариант 26 – 2,4 мм после 1000 циклов, вариант 4 – 2,9 мм после 1500 циклов.

Итак, в работе доказано существенное влияние типа переплетения на разрывные характеристики образцов лечебного трикотажа.

Все предложенные заправки обеспечивают получение равнорастяжимых по ширине и длине полотен, незначительную деформацию трикотажа и соответственно стабильность пор. Также показано, что поверхностная плотность отобранных образцов трикотажа пресс-уточных переплетений при установленной заправке находится в пределах $100...125 \text{ г/м}^2$, не намного превышающей поверхностную плотность трикотажа простых уточных переплетений.

Шесть лучших вариантов трикотажных полотен пресс-уточных переплетений при испытании на формоустойчивость с помощью многоциклового воздействия и статической обработки результатов показали себя как наиболее формоустойчивые, обеспечивающие работу лечебного трикотажа без деформации пор.

Образцы трикотажа пресс-уточного переплетения рекомендованы для внедрения.

ВЫВОДЫ

1. В работе рассмотрены зависимости разрывных характеристик, формоустойчивости и плотности лечебного трикотажа от параметров и вида переплетений. Сопоставление полученных данных показывает,

что почти все образцы трикотажа пресс-уточного переплетения, принятые для исследований, равнорастяжимы по длине и ширине. Разрывная нагрузка по длине близка к разрывной нагрузке по ширине – это является положительной особенностью исследуемого материала. Показано, что все предложенные нами варианты связаны при неизменных натяжениях нитей основы и величине оттяжки, значит их показатели сопоставимы и зависят, главным образом, от вида переплетений.

2. Показано, что поверхностная плотность отобранных образцов трикотажа пресс-уточного переплетения при установленной заправке находится в пределах $100...125 \text{ г/м}^2$, что не намного превышает поверхностную плотность трикотажа простых уточных переплетений.

3. Установлены лучшие шесть вариантов трикотажных полотен пресс-уточного переплетения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Буадзе Е., Жоржוליани С. Особенности проектирования параметров лечебного трикотажа // Georgian Engineering News "Новые технологии текстильной и легкой промышленности" (Спец. вып.). – 2007, июнь. С.7...11.

2. Гензер М.С. Лечебный трикотаж. – М.: Легкая индустрия, 1975.

3. Полотна трикотажные. Методы определения прочности. ГОСТ 8847–64 взамен ГОСТа 8847–58. Введен 1965. Группа №49, СССР.

4. Полотна трикотажные. Методы определения линейных размеров, веса и влажности. ГОСТ 8845–58 взамен ГОСТа 1229–42 в части методов определения линейных размеров и веса. Введен 1959. Группа №49, СССР.

Рекомендована департаментом "Технология текстильной промышленности". Поступила 11.02.08.

УДК 687.016

**ФОРМИРОВАНИЕ ТИПОВЫХ ОБРАЗОВ
ГРАФИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ЖЕНСКОГО ПЛАТЬЯ***Л.П. МАЛЫГИНА, Т.В. МЕДВЕДЕВА***(Московский государственный университет сервиса)**

Закономерным следствием интеллектуализации систем автоматизированного проектирования конструкций одежды является разработка моделей данных и знаний предметной области, прежде всего для работ так называемого творческого характера. Одним из наиболее сложных видов работ, основанных на использовании только органолептических приемов и высокой квалификации конструктора, является анализ проектируемых моделей одежды по журналам мод [1]. Этот вид работ состоит из двух частей: собственно анализа и подготовительных работ.

Подготовка модели изделия к анализу заключается в органолептическом преобразовании исходной информации о проектируемом фасоне изделия, представленной в каталоге или журнале мод в различных позах и ракурсах, в его вид в строго фронтальной проекции. Такие исследования в настоящее время проводятся в МГУС [2]. Работы по формализации и извлечению знаний для выполнения собственно анализа моделей одежды также начаты [3], [4], однако являются более сложными и требуют выбора специальных методов представления знаний [5].

Представление информации в форме знаний должно обладать [6]: внутренней интерпретируемостью; структурируемостью; связностью; семантической метрикой; активностью.

Предметную область необходимо адекватным образом представить в памяти компьютера, чтобы с ее помощью обеспечить поиск, анализ, обработку и выдачу накопленной информации в форме, удобной для принятия решений. Эта задача

может быть решена путем использования соответствующих средств описания, предоставляющих необходимые базовые понятия и правила, позволяющие строить более сложные семантические конструкции на основе базовых [6].

В результате анализа [1] и [2] установлено, что наиболее адекватно представлять графическую информацию (Gi) о художественно-конструктивном построении (ХКП) женского платья может производственно-фреймовая модель, сочетающая в себе преимущества составляющих моделей.

С целью разработки производственно-фреймовой модели проведена декомпозиция и типизация понятий, в результате которых разработана иерархическая модель графической информации о художественно-конструктивном построении женского платья.

Фрагмент иерархической модели представлен на рис. 1. За исходные понятия приняты силуэтные линии (G1) и линии внутреннего контура (G2). Компонентами силуэтных линий являются линии стана (G1.1) и рукава (G1.2), а компонентами линий внутреннего контура – линии внутреннего контура, контактирующие с силуэтными (G2.1), локальные линии внутреннего контура (G2.2) и линии, используемые для визуализации образа (G2.3). Составляющими более высокого уровня являются обобщенные образы графических элементов женского платья. Например, обобщенными образами стана (G1.1) являются: линия плеча (G1.1.1), линия горловины (G1.1.2), линия проймы (G1.1.3) и т.д.

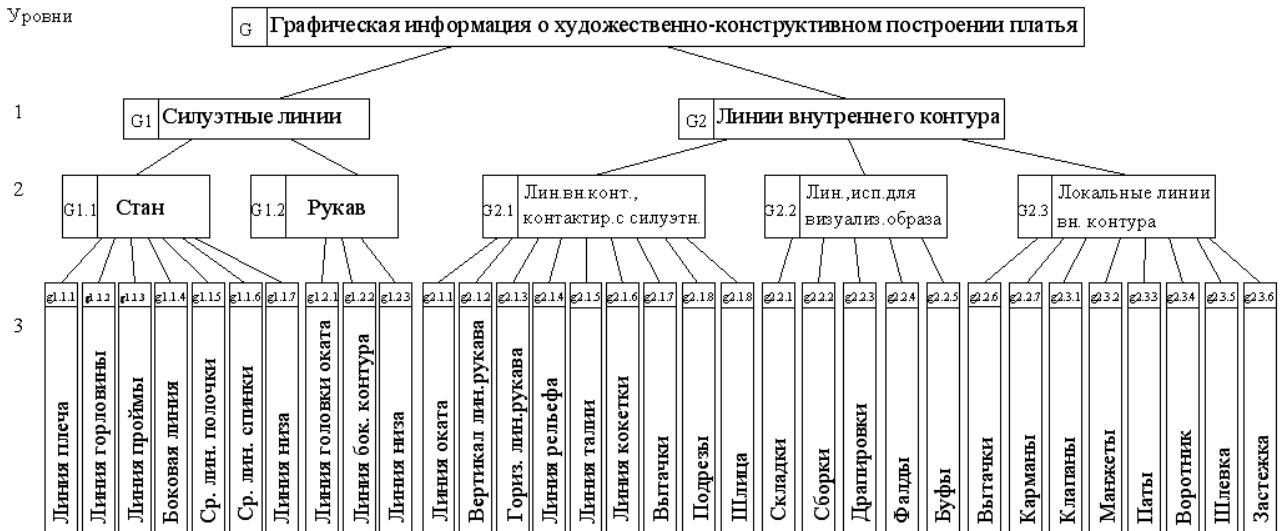


Рис. 1

На четвертом и пятом уровнях представлены типовые варианты графических образов, например, линия плеча (G1.1) представлена следующими типовыми образами (ТО): прямая линия плеча (G1.1.1.1), овальная линия плеча (G1.1.1.2), линия плеча, повторяющая естественную линию фигуры (G1.1.1.3), седлообразная

линия плеча (G1.1.1.4), покатая линия плеча (G1.1.1.5). ТО описываются единицами графической информации (ЕГИ).

Для описания ТО графических элементов женского платья в виде фреймов разработана их характеристика (табл. 1) и схема измерения ЕГИ, составляющих типовой образ (табл. 2).

Таблица 1

№ п/п	Наименование ТО	Графическое изображение ТО	Признаки	Значения признаков
1	Линия горловины овальной формы		<ol style="list-style-type: none"> 1. Обозначение ТО 2. Количество ЕГИ, составляющих ТО 3. Характер ЕГИ 4. Расположение относительно фигуры 5. Характер контакта с силуэтными линиями 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 112101-112103; 2. 5; 3. дуги, точки; 4. В области точек 110003 и 110005; 5. Образуют силуэтные линии

Таблица 2

№ п/п	Наименование ТО	Графическое изображение ТО	Наименование параметра	Условное обозначение
1	Линия горловины овальной формы		<ol style="list-style-type: none"> 1. Расширение горловины 2. Углубление горловины 	<ol style="list-style-type: none"> 1. X₁ 2. Z₁

Графическое изображение ТО разработано для фронтальной и профильной проекций системы человек–одежда в виде графической модели одежды (ГМО) [5].



Рис. 2

Каждый фрейм имеет имя (уникальный идентификатор), для разработки которого осуществлено кодирование типовых образов графических элементов (ГЭ) женского платья в соответствии с основными положениями Единой десятичной системы классификации и кодирования продукции (рис. 2) и разработан каталог типовых образов графических элементов женского платья, фрагмент которого представлен в табл. 3.

Т а б л и ц а 3

№ п/п	Код ТО	Наименование ТО	Графическое изображение ТО
1	11.02.01	Линия горловины овальной формы	

Поскольку ГМО является плоскостной проекцией трехмерной системы человек–одежда, было проведено исследование поверхности женской фигуры и определена зависимость коэффициентов топографических зон от размера, роста и полнотной группы женской фигуры [3]. Установлено, что в наибольшей степени на величину коэффициентов топографии влияет изменение размера фигуры, а изменение роста и полнотной группы влияет незначительно.

Полученные зависимости могут быть использованы для определения параметров типовых образов графических элементов женского платья плотно прилегающего силуэта. Для определения топографических изменений графических элементов системы человек–одежда проведено фотограмметрическое исследование женского платья прямого, полуприлегающего и приле-

гающего силуэта, различной объемной формы [4].

В результате установлены зависимости, отражающие:

- влияние силуэтных форм различного объема на форму горизонтальных сечений;
- влияние топографии поверхности одежды различного вида, силуэтного решения и членений на проекционные искажения графических элементов, определяющих художественно-конструктивное построение изделий.

Сформированные типовые образы художественно-конструктивных показателей в виде продукционно-фреймовой модели позволяют приступить к разработке программного обеспечения для автоматизированного выполнения художественного конструктивного анализа, а в дальнейшем и к созданию базы знаний соответствующей экспертной системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Матузова Е.М., Соколова Р.И., Гончарук С.Н. Разработка конструкций женских швейных изделий по моделям. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1975.

2. Медведева Т.В., Енина А.Б. Разработка способа преобразования исходной информации о проектируемой модели изделия // Мат. X Междунар. научн.-практ. конф.: Наука – сервису. – М., 2005.

3. Медведева Т.В., Малыгина Л.П. Исследование влияния размеров ростов и полнотных групп на топографию поверхности женских фигур // Мат. X Междунар. научн.-практ. конф.: Наука – сервису. – М., 2005.

4. Малыгина Л.П., Медведева Т.В. Методика исследования внешней формы поверхности женского платья // Мат. Междунар. научн.-техн. конф.: Современные наукоемкие технологии и перспективные материалы текстильной и легкой промышленности (Прогресс – 2005). – Иваново, 30 мая – 1 июня 2005.

5. Медведева Т.В. Развитие основ формирования качества при проектировании конструкций одежды: Монография. – М., 2005.

6. Гаскаров Д.В. Интеллектуальные информационные системы. – М.: Высш. шк., 2003.

Рекомендована кафедрой конструирования и технологии швейных и трикотажных изделий. Поступила 25.10.07.

УДК 677.024

К ВОПРОСУ О ПОВЫШЕНИИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТКАЦКИХ МАШИН С МАЛОГАБАРИТНЫМИ ПРОКЛАДЧИКАМИ УТКА

В.А. МАКАРОВ, Е.Н. ХОЗИНА, О.С. КОВАЛЕВА

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

Повышение производительности ткацких машин с малогабаритными прокладчиками утка является двухмерной задачей [1...5]. С одной стороны, необходимо повысить фактическую производительность ткацких машин всей гаммы заправочных ширин в целом, с другой – необходимо поддерживать фактическую производительность широких машин на приемлемо одинаковом уровне с узкими или даже обеспечить ее некоторое плавное повышение с увеличением заправочной ширины машины по берду, иначе ассортиментные преимущества широких ткацких машин будут принесены в жертву повышению производительности при выработке тканей массового ассортимента.

При решении поставленной задачи сохранения баланса и повышения производительности следует помнить, что под фактической производительностью подразумевается производительность машины с учетом всех видов простоев, то есть теоретическая производительность, умноженная на коэффициент полезного времени (КПВ) [6].

Известно, что на ткацких машинах типа СТБ и СТБУ с малогабаритными прокладчиками утка КПВ уменьшается, хотя и незначительно, с увеличением заправочной ширины машины [7]. Это вызвано увеличением времени совпадения ручных технологических операций обслуживания. Поэтому вполне очевидно, что с целью повышения фактической производительности ткацких машин с ростом их заправочной

ширины необходимо обеспечить опережающее увеличение их теоретической производительности. Таким образом, необходимым и достаточным критерием при решении поставленной задачи повышения производительности ткацких машин всего типоразмерного ряда является определение и анализ их теоретической производительности.

Обзор патентной и научной литературы выявил два возможных принципа повышения теоретической производительности ткацких машин, особенно с увеличением их заправочной ширины. Первый состоит в расширении фазового угла полета прокладчика утка в зеве ткацкой машины с ростом ее заправочной ширины L_{TM} при постоянной средней скорости прокладчика (применен швейцарской фирмой "Зульцер"). Второй – в повышении средней скорости прокладчика при неизменном значении фазового угла его полета. Он использован при проектировании ткацких машин всей гаммы заправочных ширин второго поколения (СТБУ-1;2;4 и ТМ-1200) [8]. При этом под фазовым углом полета прокладчика понимается определенный временной интервал, отводимый на полет прокладчика через зев и выраженный в градусах угла поворота главного вала машины.

Рассмотрим более подробно предложенные способы повышения теоретической производительности ткацких машин с малогабаритными прокладчиками утка.

Если принять среднюю скорость полета прокладчика постоянной и равной максимальному ее значению $v_{\text{ПП}}^{\text{CP}} = v_{\text{ПП}}^{\text{max}}$, которое может быть получено с помощью существующих боевых механизмов ткацких машин, то необходимо увеличивать время, отводимое в цикловой диаграмме ткацкой машины на полет прокладчика через зев, то есть расширять фазовый угол полета прокладчика $\varphi_{\text{ПП}}$ с увеличением заправочной ширины машины L_{TM} .

Такой путь требует тщательного исследования цикловых диаграмм ткацких машин различных заправочных ширин с целью выявления возможности увеличения $\varphi_{\text{ПП}}$ без нарушения условий работы других механизмов, участвующих в прокладывании уточной нити и кинематически связанных с боевым механизмом. Таким образом, следует рассмотреть цикловые диаграммы работы батанного, зевобразующего и кромкообразующего механизмов, а также механизма торможения прокладчика утка.

Анализ цикловых диаграмм ткацких машин типа СТБ и СТБУ [1...3] показал, что механизмами, определяющими возможность повышения теоретической производительности указанных машин различных заправочных ширин, являются боевой и батанный механизмы, поскольку именно от них зависят фазовые и кинематические характеристики работы всех остальных механизмов.

Это объясняется тем, что работа большинства механизмов машин типа СТБ и

СТБУ имеет последовательно-параллельный характер, и только боевой и батанный механизмы осуществляют свою работу строго последовательно. Эти механизмы имеют плавающую точку стыковки цикловых диаграмм, совпадающую с цикловым углом боя (под цикловым углом боя понимается момент начала движения прокладчика в зеве ткацкой машины.)

Рациональный выбор циклового угла боя для ткацких машин определенной заправочной ширины и/или рациональное распределение между боевым и батанным механизмами фазовых углов их работы и будет определять ту оптимальную цикловую диаграмму ткацких машин, которая обеспечит их максимальную теоретическую производительность. У ткацких машин типа СТБ и СТБУ для определения величины фазового угла полета прокладчика $\varphi_{\text{ПП}}$ имеется следующее соотношение:

$$\varphi_{\text{ПП}} = 360^\circ - \varphi_{\text{БАМ}} - \Delta\varphi, \quad (1)$$

где $\varphi_{\text{БАМ}}$ – фазовый угол поворота главного вала, отводимый на движение батанного механизма; $\Delta\varphi$ – фазовый угол поворота главного вала, отводимый на работу других механизмов, начинающих функционирование после прилета прокладчика утка в правую приемную коробку ткацкой машины. Значения фазовых углов $\varphi_{\text{ПП}}$, $\varphi_{\text{БАМ}}$ и $\Delta\varphi$ для ткацких машин различных типоразмеров [1...3] представлены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Тип ткацкой машины (ТМ)	Фазовый угол поворота главного вала, градусы		
	$\varphi_{\text{ПП}}$	$\varphi_{\text{БАМ}}$	$\Delta\varphi$
Узкие ТМ типа СТБ	155	140	65
Широкие ТМ типа СТБ	195	105	60
ТМ типа СТБУ всех заправочных ширин	170	145	45

Исследование цикловых диаграмм ткацких машин показало, что возможно расширение угла $\varphi_{\text{ПП}}$ боевого механизма с увеличением заправочной ширины машины без нарушения цикловых диаграмм и условий работы других механизмов, то есть без

изменения угла $\Delta\varphi$ у конкретной группы машин. Это может быть достигнуто путем выбора оптимальных значений циклового и фазового углов движения батана.

Известно, что батанный механизм является одним из основных механизмов,

определяющих динамику работы всей ткацкой машины и оказывающих влияние на вращение ее главного вала, являющегося ведущим звеном, кинематически связывающим все остальные механизмы ткацкой машины. Вследствие этого необходим обоснованный выбор величины фазового угла движения батана $\Phi_{\text{БАМ}}$ для каждого конкретного значения заправочной ширины машины $L_{\text{ТМ}}$.

Очевидно, что уменьшение фазового угла движения батана с увеличением заправочной ширины машины может привести к возрастанию инерционных нагрузок в батанном механизме. Однако известно, что с увеличением $L_{\text{ТМ}}$ уменьшается частота вращения главного вала $n_{\text{ГВМ}}$ [8] и возрастает число батанных коробок, передающих движение единому брусу батана ткацкой машины, что приводит к снижению нагрузок в кулачковом приводе и позволяет уменьшать фазовый угол движения батана без ухудшения условий работы

его кулачковых пар в каждой батанной коробке и всей ткацкой машины в целом.

Незначительное увеличение или сохранение величины фазового угла движения батана может быть осуществлено за счет уплотнения цикловой диаграммы ткацкой машины. Это возможно благодаря использованию определенных законов движения, применяемых в приводе батанного механизма [9]. Однако необходимо отметить, что цикловая диаграмма работы батана должна быть обязательно согласована с цикловой диаграммой работы кромкообразующего механизма вне зависимости от того, какую кромку (закладную, перевивочную или брошюровочную) он формирует [9...12].

Итак, следуя вышеописанному способу, для повышения теоретической производительности ткацкой машины, например, на 20%, с ростом ее заправочной ширины от 1,8 до 4,5 м при заданной средней скорости полета прокладчика 28 м/с, необходимо иметь значения $\Phi_{\text{ПП}}$, представленные в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Заправочная ширина $L_{\text{ТМ}}$, м	1,8	2,2	2,5	2,8	3,3	3,6	3,9	4,2	4,5
Теоретическая производительность Π^{T} , тыс.м утка/ч	42,6	43,8	44,7	45,5	46,7	48,6	49,4	50,4	51,3
Фазовый угол полета прокладчика утка $\Phi_{\text{ПП}}$, градусы	154	158	162	165	170	175	178	182	186
Угол движения батана $\Phi_{\text{БАМ}}$, градусы	136	132	128	125	120	115	112	108	105

Рассмотрим второй путь повышения эффективности работы ткацких машин с малогабаритными прокладчиками утка.

Это путь увеличения средней скорости полета прокладчика утка $v_{\text{ПП}}^{\text{СР}}$ с возрастанием заправочной ширины машины $L_{\text{ТМ}}$ при постоянном фазовом угле полета прокладчика $\Phi_{\text{ПП}}$. Повышение производительности машины пропорционально увеличению средней скорости $v_{\text{ПП}}^{\text{СР}}$ возможно лишь за счет увеличения начальной скоро-

сти прокладчика $v_{\text{ПП}}^{\text{Н}}$, что требует не только увеличения диаметра $d_{\text{ТВ}}$ и начального угла закручивания торсиона $\Phi_{\text{ТВ}}$, но также повышения быстродействия боевого механизма, его прочности, надежности и износостойкости его циклически нагружаемых рабочих деталей, снижения их массы, увеличения жесткости их креплений, увеличения несущей способности валов и подшипников, снижения температуры масла в буфере и корпусе боевого механизма, обеспечения плавной регулировки масляно-

го буфера в широком диапазоне действия диссипативных сил.

В табл. 3 представлены значения средней скорости прокладчика утка $v_{\text{ПП}}^{\text{CP}}$, необходимые для повышения теоретической производительности ткацких машин на

20% с увеличением их заправочной ширины от 1,8 до 4,5 м при постоянном фазовом угле полета прокладчика $\varphi_{\text{ПП}}$, равном 170° .

Т а б л и ц а 3

Заправочная ширина L_{TM} , м	1,8	2,2	2,5	2,8	3,3	3,6	3,9	4,2	4,5
Теоретическая производительность Π^{T} , тыс.м утка/ч	42,6	43,8	44,7	45,5	46,7	48,6	49,4	50,4	51,3
Частота вращения главного вала $n_{\text{ГВМ}}$, об/мин	395	332	295	271	236	225	211	200	190
Максимальная средняя скорость полета прокладчика $v_{\text{ПП}}^{\text{CP}}$, м/с	25,1	25,8	26,3	26,8	27,5	28,6	29,1	29,6	30,2
Увеличение производительности Π^{T} по отношению к $\Pi_{1,8}^{\text{T}}$ при $L_{\text{TM}}=1,8$ м, %	0	2,8	4,9	6,8	9,6	14,1	16,0	18,3	20,4
Увеличение скорости $v_{\text{ПП}}^{\text{CP}}$ по отношению к $v_{\text{ПП}}^{\text{CP}1,8}$ при $L_{\text{TM}}=1,8$ м, %	0	2,8	4,8	6,8	9,6	13,9	15,9	17,9	20,3
Уменьшение частоты вращения $n_{\text{ГВМ}}$ по отношению к $n_{\text{ГВМ}}^{1,8}$ при $L_{\text{TM}}=1,8$ м, %	0	15,9	25,3	31,4	40,3	43,0	46,6	49,4	51,9
Уменьшение частоты вращения $n_{\text{ГВМ}}$ по отношению к $n_{\text{ГВМ}}^{1,8}$ при $L_{\text{TM}}=1,8$ м, относит. ед.	0	1,19	1,34	1,46	1,67	1,76	1,87	1,98	2,10

Путь повышения средней скорости прокладчика приведет к повышению скорости влета его в приемную коробку, особенно у ткацких машин малых заправочных ширин ($L_{\text{TM}} = 1,8 \dots 2,2$ м), поэтому необходимо осуществить усовершенствование механизма торможения прокладчика утка с целью обеспечения возможности гашения достаточно большого количества остаточной энергии, приносимой прокладчиком в приемную коробку по мере увеличения его конечной скорости $v_{\text{ПП}}^{\text{K}}$.

Практика выпуска и эксплуатации ТМ типа СТБУ-1;2;4, а также проведенные

расчеты допустимой скорости влета прокладчика в приемную коробку [13] показали, что без существенной модернизации боевого механизма и механизма торможения прокладчика поднять скорость его полета выше 30 м/с и повысить производительность ткацких машин с малогабаритными прокладчиками данным способом не представляется возможным.

Таким образом, вторая возможность повышения теоретической производительности ткацких машин обусловлена либо проведением комплексного усовершенствования как боевого механизма, так и механизма торможения прокладчика утка,

либо созданием принципиально новых конструкций этих механизмов.

Оба рассмотренных способа повышения производительности ткацких машин имеют ряд недостатков. Применение только двух цикловых диаграмм (путь фирмы "Зульцер") не ведет к унификации деталей ткацкой машины и, в то же время не позволяет "широким" машинам полностью раскрыть свои возможности. На ткацких машинах типа СТБУ (путь "универсальной" цикловой диаграммы) степень унификации деталей повышена, но, как показали проведенные исследования [8], результаты которых представлены в табл. 4

(значения частоты $n_{ГВМ}$ и производительности Π^T на ткацких машинах типа СТБУ различных заправочных ширин), их теоретическая производительность практически не изменяется с увеличением заправочной ширины. Это ставит под сомнение эффективность применения широких ткацких машин второго поколения с точки зрения их фактической производительности, так как последняя снижается с увеличением заправочной ширины $L_{ТМ}$ из-за соответствующего уменьшения КПВ.

Т а б л и ц а 4

Заправочная ширина ткацкой машины $L_{ТМ}$, м	1,8	2,2	2,5	2,8	3,3	3,6	3,9
Частота вращения главного вала $n_{ГВМ}$, об/мин	413	338	297	265	225	206	190
Теоретическая производительность Π^T , тыс.м утка/ч	44,6	44,6	44,6	44,5	44,6	44,5	44,5

Таким образом, теоретическую производительность ткацкой машины можно принять за основной критерий при оценке эффективности ее работы и рассматривать

ее как функционал, включающий в себя большое количество разнообразных параметров и функций:

$$\Pi^T = C_{ЕИ} F \left[\varphi_{ПП}(\varphi_{БАМ}); v_{ПП}^{CP}(d_{ТВ}; \varphi_{ТВ}; T; t_{ЭКСП}; L_{ТМ}; F_{ТОРМ}^{ДОП}); L_{ТМ}; K \right], \quad (2)$$

где $C_{ЕИ}$ – коэффициент, зависящий от единицы измерения теоретической производительности; $\varphi_{ПП}$ – фазовый угол полета прокладчика в зеве; $\varphi_{БАМ}$ – фазовый угол движения батанного механизма; $v_{ПП}^{CP}$ – средняя скорость полета прокладчика утка в зеве; $d_{ТВ}$ и $\varphi_{ТВ}$ – диаметр и угол закручивания торсионного вала боевого механизма соответственно; T – линейная плотность перерабатываемой уточной нити; $t_{ЭКСП}$ – длительность нахождения ткацкой машины в эксплуатации; $F_{ТОРМ}^{ДОП}$ – допустимая сила торможения прокладчика утка механизмом его торможения; $L_{ТМ}$ – заправочная ширина ткацкой машины; K

– климатические условия в ткацком цехе.

Анализ функционала (2) позволил предложить третий путь повышения теоретической производительности ткацких машин. Это путь создания целого ряда цикловых диаграмм, предусматривающих постепенное плавное совместное увеличение фазового угла $\varphi_{ПП}$ и средней скорости полета прокладчика $v_{ПП}^{CP}$ при возрастании заправочной ширины ткацкой машины $L_{ТМ}$. При этом очевидно, что повышение средней скорости полета прокладчика $v_{ПП}^{CP}$ на ткацких машинах разной заправочной ширины $L_{ТМ}$ будет максимальным только тогда, когда конечная скорость прокладчика $v_{ПП}^K$ будет одной и той же. Эта скорость

должна определяться только способностью механизма торможения обеспечить гашение остаточной энергии прокладчика и должна устанавливаться максимальной, единой и постоянной: $v_{\text{ПП}}^{\text{К}} = \text{const}$.

ВЫВОДЫ

1. Производительность ткацких машин с малогабаритными прокладчиками утка зависит не только от частоты вращения главного вала машины, но и от величины средней скорости полета прокладчика, которая, в свою очередь, зависит от начальной и конечной скорости прокладчика, фазового угла его полета и заправочной ширины машины и ограничивает максимально возможное значение частоты вращения главного вала ткацкой машины.

2. Повышение производительности ткацких машин с малогабаритными прокладчиками утка является двухмерной задачей, решение которой состоит в увеличении производительности ткацких машин всего ряда заправочных ширин ($L_{\text{ТМ}}=1,8\dots4,5$ м), поддержании производительности широких машин на приемлемо одинаковом уровне с узкими и даже некотором ее повышении с увеличением заправочной ширины.

3. Возможны три пути повышения производительности всего типоразмерного ряда ткацких машин с малогабаритными прокладчиками утка:

– расширение фазового угла полета прокладчика утка $\varphi_{\text{ПП}}$ в зеве ткацкой машины с ростом ее заправочной ширины $L_{\text{ТМ}}$ при постоянной средней скорости прокладчика $v_{\text{ПП}}^{\text{СР}}$;

– увеличение средней скорости полета прокладчика $v_{\text{ПП}}^{\text{СР}}$ с возрастанием заправочной ширины машины $L_{\text{ТМ}}$ при постоянном фазовом угле полета прокладчика $\varphi_{\text{ПП}}$;

– создание ряда цикловых диаграмм, предусматривающих постепенное плавное совместное увеличение фазового угла $\varphi_{\text{ПП}}$

и средней скорости полета прокладчика $v_{\text{ПП}}^{\text{СР}}$ при возрастании заправочной ширины ткацкой машины $L_{\text{ТМ}}$.

4. Для всей гаммы заправочных ширин ткацких машин указанного типа следует отказаться от использования "универсальной" цикловой диаграммы.

5. Увеличение производительности ткацких машин возможно только в том случае, когда цикловая диаграмма каждой машины будет соответствовать ее заправочной ширине.

6. Поскольку производительность ткацких машин зависит от средней скорости полета прокладчика, а последняя – от его начальной скорости и ограничена его максимально возможной конечной скоростью, следует изыскать способы и устройства, способные обеспечить повышение начальной скорости прокладчика и полное гашение его возрастающей конечной скорости.

ЛИТЕРАТУРА

1. Проспект ОАО "Текстильмаш". – Чебоксары, 2004.
2. Проспект ОАО "Текстильмаш". Технические характеристики ткацких машин типа СТБ. – Чебоксары, издательский заказ №823-92.
3. Станки ткацкие бесчелночные СТБ с малогабаритными прокладчиками утка. Руководство по эксплуатации. – Внешторгиздат, 1982.
4. Проспект фирмы "Gebrüder Sulzer", "Aktiengesellschaft Winterthur", Schweiz.
5. Антонов В.С., Туваева А.А. Анализ производительности станков СТБ. – Оборудование для текстильной промышленности и производства химических волокон. – М.: ЦНИИТЭИЛегпищемаш, 1984, № 1. С.5...8.
6. Алленова А.П. Автоматические ткацкие станки СТБ. – М.: Легпромбытиздат, 1985.
7. Лопатин К.В. Некоторые вопросы обоснования рабочих и эксплуатационных параметров новых ткацких станков. – М.: ЦНИИТЭИЛегпищемаш, 1971.
8. Макаров В.А., Хозина Е.Н., Ковалева О.С. Производительность ткацких машин с микропрокладчиком: по ГОСТ, в рекламе, на практике // В мире оборудования. – 2006, № 2. С.26...29.
9. Антонов В.С., Макачев А.Н. Уточненная цикловая диаграмма механизмов кромкообразователей ткацких станков СТБ. – Оборудование для текстильной промышленности и производства химических волокон. – М.: ЦНИИТЭИЛегпищемаш, 1985, № 2. С.4...6.

10. *Терентьев О.А., Макачев А.Н.* Анализ цикловой диаграммы ткацких станков СТБ и функциональные группы механизмов // Сб. науч. тр. ВНИИЛТЕКМАШ. – М.: Минлегпищемаш, 1985. С.3...12.

11. *Макачев А.Н., Терентьев О.А.* Синтез универсальной цикловой диаграммы ткацких станков типа СТБ // Сб. науч. тр. ВНИИЛТЕКМАШ. – М.: Минлегпищемаш, 1985. С.13...27.

12. *Терентьев О.А., Макачев А.Н.* Оптимизация цикловой диаграммы механизмов проклады-

вания утка для станков СТБ // Текстильная промышленность. – 1989, № 1. С.39...42.

13. *Ковалева О.С., Хозина Е.Н.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2005, № 6. С.84...89.

Рекомендована кафедрой проектирования текстильных машин. Поступила 03.02.08.

УДК 677.8.65.011.56

РАСЧЕТ НАПРЯЖЕННОСТИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ДИСКА ЗАПИСИ ИНФОРМАЦИИ. ВЫБОР МАГНИТНОГО МАТЕРИАЛА

А.К. РАСТОРГУЕВ, И.М. БОЙЦОВ

(Ивановская государственная текстильная академия)

Минимальный магнитный поток, необходимый для срабатывания герконов:

$$\Phi_r = \mu_0 H_r S_e = 12,56 \cdot 10^{-7} \cdot 7,5 \cdot 10^5 \cdot 0,64 \cdot 10^{-6} = 60,3 \cdot 10^{-8} \text{ Вб.} \quad (1)$$

Определим напряженность магнитного поля, создаваемую магнитным отпечатком в воздушном зазоре:

$$\Phi_r = \Phi_{\text{в.зав}}, \quad (2)$$

$$H_{\text{в.зав}} = \Phi_r / \mu_0 S_{\text{отп}} = H_r S_e / S_{\text{отп}} = 7,5 \cdot 0,64 \cdot 10^{-6} \cdot 10^5 / (0,82425 \cdot 10^{-4}) = 5,82 \cdot 10^3 \text{ А/м.} \quad (3)$$

Магнитный поток в воздушном зазоре без учета рассеяния равен магнитному потоку, создаваемому магнитным отпечатком:

$$\Phi_{\text{в.зав}} = \Phi_{\text{стали}}. \quad (4)$$

При расчете необходимо учитывать рассеивание магнитного потока. Зададимся значением коэффициента утечки:

$$\sigma_y = \Phi / \Phi_p = (\Phi_p + \Phi_y) / \Phi_p = 1,1 - 1,6, \quad (5)$$

где Φ – полный магнитный поток; Φ_y – магнитный поток утечки; Φ_p – магнитный поток в рабочем зазоре.

Принимаем $\sigma = 1,5$.

Итак, с учетом утечки:

$$\Phi_{\text{стали}} = \sigma_y \Phi_{\text{в.зав}} = 1,5 \cdot 60,3 \cdot 10^{-8} = 0,904 \cdot 10^{-6} \text{ Вб.} \quad (6)$$

Определим минимально необходимое значение магнитной индукции в стали:

$$B_{\text{стали}} = \Phi_{\text{стали}} / S_{\text{отп}} = 0,904 \cdot 10^{-6} / 0,82425 \cdot 10^{-4} = 0,01097 \text{ Тл.} \quad (7)$$

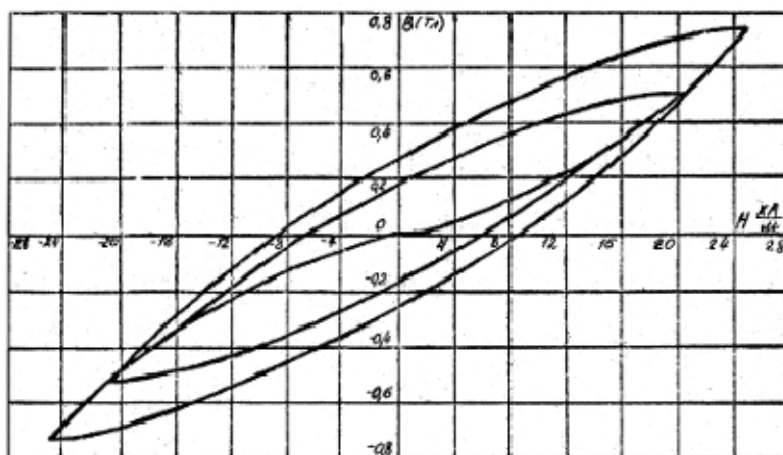


Рис. 1

В качестве материала диска выбираем сталь Р18. На рис. 1 приведена кривая на-

магничивания этого материала, снятая экспериментально.

В вычислительной технике для магнитных барабанов рекомендуются магнито-твердые материалы [1]:

$$\begin{aligned} H_c &= (16 \sim 48) \cdot 10^3 \text{ А/м}, \\ B_r &= 0,12 \text{ Тл}. \end{aligned} \quad (8)$$

Такие материалы сохраняют намагниченность в присутствии сравнительно больших мешающих полей, механических усилий и больших изменениях влажности и температуры. Наши же задачи существенно отличаются от задач вычислитель-

ной техники, где главное внимание уделяется повышению плотности записи и хранению информации, поэтому H_c и B_r у нас несколько ниже:

$$\begin{aligned} H_c &= 9 \cdot 10^3 \text{ А/м}, \\ B_r &= 0,28 \text{ Тл}. \end{aligned} \quad (9)$$

Как отмечалось в предыдущей статье, в расчетах используется величина H_m . Она определяется по предельной петле гистерезиса путем аппроксимации начальной кривой.

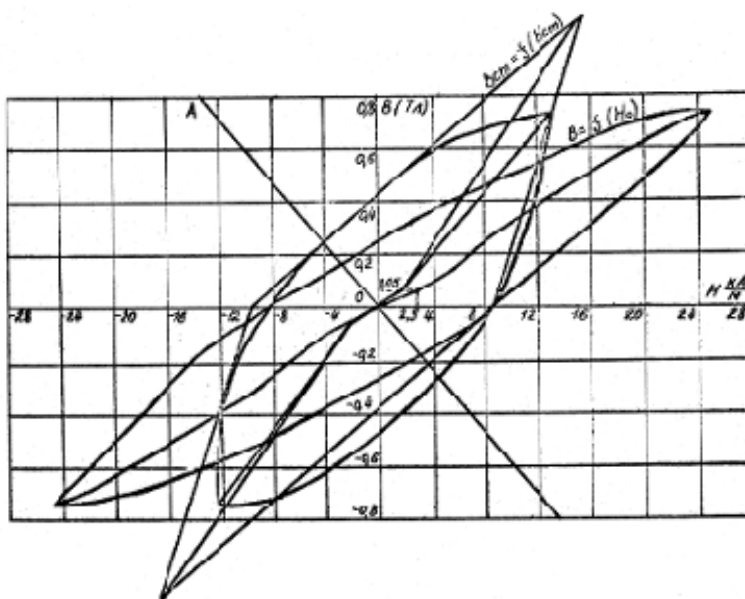


Рис. 2

На рис. 2 показана зависимость остаточной индукции стали от напряженности внешнего поля.

Если на ферромагнитный эллипсоид, выполненный из изотропного материала, воздействует внешнее поле направленно-стью H_0 , совпадающее по направлению с одной из главных осей эллипсоида, то материал эллипсоида равномерно намагничивается. Однако намагничиванию эллипсоида противодействует окружающее магнитное пространство, влияние которого эквивалентно действию на материал эллипсоида равномерно размагничивающего поля H_p .

Таким образом, можно сказать, что напряженность результирующего поля внутри эллипсоида является разностью напряженностей H_0 и H_p :

$$H_{\text{стали}} = H_0 - H_p. \quad (10)$$

Поле $H_{\text{стали}}$ является непосредственно возбудителем намагниченности I материала эллипсоида.

У эллипсоида размагничивающее поле H_p является линейной функцией намагниченности [2]:

$$H_p = NI/4\pi, \quad (11)$$

где N – размагничивающий фактор, величина которого зависит только от соотношения размеров эллипсоида.

Отсюда (10) принимает вид:

$$H_{\text{стали}} = H_0 - NI/4\pi. \quad (12)$$

Величина m , обратная N , называется проницаемостью формы эллипсоида:

$$m=4\pi/N. \quad (13)$$

и определяется следующим образом:

$$m = \frac{n^2 - 1}{\frac{n}{\sqrt{n^2 - 1}} \ln(n + \sqrt{n^2 - 1}) - 1}, \quad (14)$$

$$n=2a/2b=42 \cdot 10^{-3}/5,25 \cdot 10^{-3}=8, \quad (15)$$

$$m = \frac{8^2 - 1}{\frac{8}{\sqrt{8^2 - 1}} 2,303 \lg(8 + \sqrt{8^2 - 1}) - 1} = \frac{63}{\frac{8}{7,94} 2,303 \lg 15,94 - 1} = 35,19. \quad (16)$$

Графическим изображением зависимости $H_p=f(B)$ является прямая ОА. Крутизна наклона характеристики формы:

$$\operatorname{tg} \alpha = B/H_p = \mu_0(m-1)G_n/m. \quad (17)$$

Для построения ОА задаемся произвольной ординатой, например, $B=0,3$ Тл, и находим соответствующую ей абсциссу H_p :

$$H_p = B/\mu_0(m-1) = 0,3/12,56 \cdot 10^{-7}(35,19-1) = 6,986 \cdot 10^3 \text{ А/м}. \quad (18)$$

Итак, условия срабатывания геркона ((6) и (7)):

$$\begin{aligned} \Phi_{\text{стали ср}} &= 0,904 \cdot 10^{-6} \text{ Вб}, \\ B_{\text{стали ср}} &= 0,01097 \text{ Тл}. \end{aligned}$$

Из рис. 2 определяем условия записи:

$$\begin{aligned} H_{\text{стали min}} &= 2,5 \cdot 10^3 \text{ А/м}, \\ \Phi_{\text{стали min}} &= 4,12125 \cdot 10^{-6} \text{ Вб}, \\ B_{\text{стали min}} &= 0,05 \text{ Тл}. \end{aligned} \quad (19)$$

Рассчитаем абсолютную и относительную магнитную проницаемость стали:

$$\begin{aligned} \mu_{\text{стали}} &= B_{\text{стали min}}/H_{\text{стали min}} = \\ &= 0,05/2,5 \cdot 10^3 = 20 \cdot 10^{-6}, \end{aligned} \quad (20)$$

$$\mu_r = \mu_{\text{стали}}/\mu_0 = 20 \cdot 10^{-6}/12,56 \cdot 10^{-7} = 15,92. \quad (21)$$

Из (6) и (7) видно, при каких значениях магнитного потока в стали и индукции в стали герконы сработают с большей вероятностью. Однако эти условия оказываются недостаточными для обеспечения вполне определенной остаточной намагниченности, поэтому в дальнейших расчетах принимаем $H_{\text{стали}}$ и $B_{\text{стали}}$ из условий (19).

ВЫВОДЫ

Получены расчетные формулы для определения магнитного потока и магнитной индукции в стали диска записи информации. На основе этих значений выбран материал для нашего диска – сталь марки Р18.

Построен график зависимости остаточной индукции стали от напряженности внешнего поля, с учетом действия размагничивающего поля. С помощью графика уточнены условия записи напряженности магнитного поля $H_{\text{стали}}$ и магнитной индукции $B_{\text{стали}}$. В целях обеспечения вполне определенной остаточной намагниченности, необходимой для уверенного срабатывания герконов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Шадрин В.Н.* Магнитная запись в автоматике. – М.: Л., Госэнергоиздат, 1962.
2. Справочник под ред. докт. техн. наук проф. Пятин Ю. М. Постоянные магниты. – М.: Энергия, 1971.

Рекомендована кафедрой автоматики и радиоэлектроники. Поступила 01.09.07.

РЕАЛИЗАЦИЯ НАБЛЮДАТЕЛЯ СОСТОЯНИЙ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ РОВНИЧНОЙ МАШИНЫ

К.А.ПОЛЯКОВ, А.Е. ПОЛЯКОВ, А.В.ШИЛОВ

(Радиотехнический институт им. академика А.Л.Минца,
Московский государственный текстильный университет им.А.Н.Косыгина)

В настоящей статье анализируется возможность реализации наблюдателя состояний типа Люенбергера для электромеханической системы ровничной машины (РМ).

Рассмотрим электромеханическую систему привода приемного вала РМ [1], описываемую уравнением состояний:

$$\dot{\underline{x}} = f(\underline{x}, \underline{u}, t), \quad (1)$$

где $\underline{x} \in \mathbb{R}^n$ – вектор состояния; $\underline{u} \in \mathbb{R}^m$ – входной вектор.

Выходной сигнал системы задается посредством

$$\underline{y}(t) = q(\underline{x}, \underline{u}, t) + \underline{v}(t), \quad (2)$$

где $\underline{v} \in \mathbb{R}^p$ – вектор сигнала на выходе; $\underline{V} \in \mathbb{R}^p$ – нулевое среднее значение вектора флуктационного шума, загрязняющего выходной сигнал.

Задача может быть определена как получение наилучшей возможной оценки состояния $\underline{x}(t)$ в результате измерений входа $\underline{u}(t)$ и выхода $\underline{y}(t)$.

На основании теории обычных дифференциальных уравнений можно получить $\underline{x}(t)$ в качестве однозначного решения уравнения (1) для заданного входа $\underline{u}(t)$ при условии, что известно первоначальное состояние $\underline{x}(0)$. Однако на практике $\underline{x}(0)$ неизвестно.

Основная идея применения наблюдателя типа Люенбергера, который первоначально предлагался для линейной системы, состояла в использовании модели для генерации оценки состояний. Действительный выход системы сравнивался с выходом модели, а разница подавалась обратно в модель таким образом, что ошибка оцен-

ки асимптотически снижалась до нуля. Это определяется посредством следующей линейной модели [2]:

$$\dot{\underline{x}}(t) = A\underline{x}(t) + B\underline{u}(t), \quad (3)$$

$$\underline{y}(t) = C\underline{x}(t), \quad (4)$$

где предполагается, что выход не имеет шума.

Наблюдатель состояний описывается следующей моделью [3]:

$$\dot{\underline{x}}(t) = A\underline{x}(t) + B\underline{u}(t) + K[\underline{y}(t) - C\underline{x}(t)]. \quad (5)$$

Ошибка наблюдения определяется выражением:

$$\tilde{\underline{x}}(t) = \underline{x}(t) - \hat{\underline{x}}(t). \quad (6)$$

Посредством вычитания (5) из (3) и используя (2) и (4), можно получить следующее:

$$\dot{\tilde{\underline{x}}} = (A - KC) \tilde{\underline{x}}.$$

Таким образом, ошибка наблюдения $\tilde{\underline{x}}(t)$ будет приближаться к нулю асимптотически, если все собственные значения матрицы $A-KC$ имеют отрицательные вещественные части.

Для реализации наблюдателя состояний, использующего метод блочно-импульсной функции [4], необходимо решить итеративно уравнение состояния для наблюдателя, заданного моделью (5), которая может быть перегруппирована в уравнение

$$\dot{\underline{x}}(t) = (A - KC) \underline{x}(t) + B\underline{u}(t) + K\underline{y}(t). \quad (7)$$

Уравнение (7) подобно выражению (5), кроме A , которое заменено на $(A - KC)$, имеет дополнительный вход $Ky(t)$.

Вследствие того, что наблюдатель Люенбергера был получен для линейных систем, для нелинейных систем применена линеаризованная версия нелинейной динамической модели с необходимостью соблюдения условия линеаризации после каждого шага, использующего текущие оценки состояний.

Нелинейный наблюдатель Люенбергера для электромеханических систем, описываемых уравнениями (1) и (2), может быть определен дифференциальным уравнением:

$$\dot{\underline{x}} = f(\underline{x}, \underline{u}, t) + K(\underline{y} - \hat{\underline{y}}), \quad (8)$$

где \underline{y} – выходной сигнал, получаемый из оценки состояния \underline{x} посредством соотношения

$$\underline{y}(t) = q(\underline{x}, \underline{u}, t). \quad (9)$$

Для того, чтобы наблюдатель состояний мог дать оценки, которые сходятся с их действительными значениями, необходимо, чтобы ошибка оценки состояния \underline{x} , определяемая в уравнении (8), приближалась к нулю по мере увеличения t .

При вычитании (8) из (9) получим:

$$\dot{\hat{\underline{x}}} = f(\hat{\underline{x}}, \underline{u}, t) - f(\underline{x}, \underline{u}, t) - K[q(\hat{\underline{x}}, \underline{u}, t) - q(\underline{x}, \underline{u}, t)]. \quad (10)$$

Следовательно, необходимо выбрать матрицу коэффициентов усиления (K) таким образом, чтобы уравнение (10) представляло асимптотически устойчивую систему.

Для упрощения используем расширение ряда Тейлора $f(\cdot)$ и $q(\cdot)$ относительно рабочей точки x_0 . Оставляя члены первого порядка, получим следующую аппроксимацию:

$$\begin{pmatrix} \dot{\hat{x}}_1 \\ \dot{\hat{x}}_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & -2 \\ 1 & -3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 1 \\ -2 \end{pmatrix}; \quad y = [0 \ 1] \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix} + y(t).$$

$$\dot{\hat{\underline{x}}} = (A - KC) \hat{\underline{x}},$$

$$A^\Delta = \left. \frac{\partial f}{\partial \underline{x}} \right|_{\underline{x} = \underline{x}_0}; \quad C^\Delta = \left. \frac{\partial p}{\partial \underline{x}} \right|_{\underline{x} = \underline{x}_0}.$$

Необходимо выбрать матрицу коэффициентов усиления таким образом, чтобы вещественные части собственных значений $(A - KC)$ имели отрицательные значения.

При решении практических задач возможно разделить пространство состояний на небольшое число областей так, чтобы для каждой из них было бы достаточно определенного значения K -матрицы.

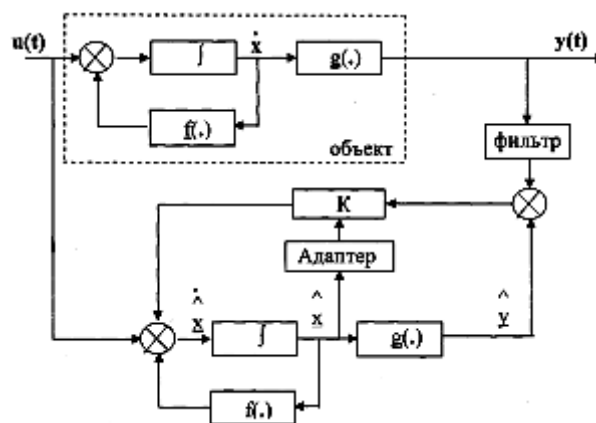


Рис. 1

Для моделирования электромеханической системы с адаптивным наблюдателем может быть использована структурная схема, приведенная на рис. 1.

Система управления приводом приемного вала крутильно-мотальной машины без учета влияния гибких и упругих связей в кинематических передачах и наличии наблюдателя положения храпового механизма замка может рассматриваться как линейная система второго порядка, описываемая следующими уравнениями [5]:

Прикладываемый к системе входной сигнал задан посредством

$$u(t) = 2\cos 0,23t - \cos 2,76t - \cos 0,98t.$$

$$y(t) = c_1 e^{-t} + c_2 e^{-2t} - 8,758186 \cos(0,23t - 0,283129) + 0,971396 \cos(3,76t - 1,462932) + 3,641298 \cos(0,98t - 0,809646),$$

где константы c_1 и c_2 зависят от начальных условий.

Линейная система, а также функция входного сигнала были промоделированы на ЭВМ при $c_1 = c_2 = 0$. Выбран интервал дискретизации, равный 0,05 с, и реализованы два случая: а) – выходной сигнал без шума и б) – выходной сигнал, загрязненный белым шумом.

При моделировании наблюдателя, использующего блочно-импульсные функции, выбрана следующая матрица коэффициентов усиления:

$$K = [-31 \quad -7],$$

помещающая полюса наблюдателя на -6 в р-плоскости.

Наблюдатель тестировался при нулевом начальном условии и выявил удовлетворительные характеристики при наличии шума и без фильтра. По истечении 25 интервалов дискретизации ошибка снизилась примерно до 2%. С использованием фильтра ошибка стала 0,5 % по истечении 25 интервалов дискретизации.

Затем моделировалась нелинейная система второго порядка:

$$\left. \begin{aligned} \dot{x}_1 &= x_2, \\ \dot{x}_2 &= -3x_1 - 2x_1^2 - x_2 + u, \\ y &= x_1. \end{aligned} \right\}$$

Используя линеаризацию системы относительно $x_1 = 0$ и $x_2 = 0$ был спроектирован наблюдатель состояний второго порядка для получения собственных значений на -3 и -4:

Выходной сигнал системы при отсутствии шума может быть вычислен следующим образом:

$$\begin{aligned} x &= x_2 - 6y, \\ x_2 &= -3x_1 - 2x_1^2 = x_2 + u - 3y. \end{aligned} \quad (11)$$

Нелинейная система (11) промоделирована на ЭВМ при ступенчатом входном сигнале. Получены оценки для бесшумового случая, а также с 10%-ным шумом, добавляемым к выходному сигналу.

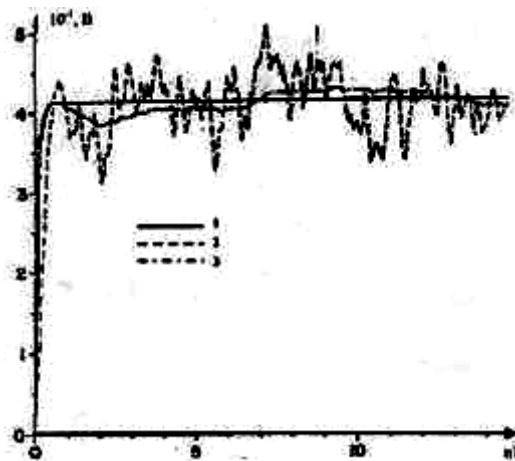


Рис. 2

Результаты приведены на рис.2, где показана оценка переходного процесса для нелинейного случая: 1 – отсутствие шума; 2 – наличие шума без фильтра; 3 – наличие шума (с фильтром). Из рисунка следует, что нелинейный наблюдатель с фильтром работает удовлетворительно даже в присутствии шума.

ВЫВОДЫ

Результаты имитационного моделирования указывают на то, что состояния наблюдателя отслеживают достаточно точно действительные состояния системы. Одна-

ко устойчивость алгоритма можно гарантировать только в случае незначительной ошибки наблюдения.

При реализации блочно-импульсной функции нет необходимости в фильтре для шума низкого уровня. Необходимо тщательно определить тип микропроцессора. Для оперативной (в темпе поступления информации) работы необходимо, чтобы вычисления для наблюдателя завершались в пределах одного интервала дискретизации. Важен выбор интервала дискретизации (T), который зависит от постоянных времени системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Поляков К.А., Поляков А.Е. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2000, №1. С.105...109.
2. Кузовков Н.Т. Модальное управление и наблюдающие устройства. – М.: Машиностроение, 1976.
3. Доруссо П., Рой Р. Пространство состояний в теории управления. – М.: Наука, 1970.
4. Солодовников В.В. Теория сложности и проектирование систем управления. – М.: Наука, 1990.
5. Zou H., Tewfir A.H. Parameterization compactly supported orthonormal wavelets. //IEEE Transactions on Signal Processing. –V.41, Mar. 2003.

Рекомендована кафедрой электротехники. Поступила 20.10.07.

УДК 534.833: 621

**РАСЧЕТ ТАРЕЛЬЧАТЫХ ВИБРОИЗОЛЯТОРОВ
ДЛЯ ТКАЦКИХ СТАНКОВ**

Б.С.САЖИН, О.С.КОЧЕТОВ, А.В. ШЕСТЕРНИНОВ, Е.О.БОБРОВА

**(Московский государственный текстильный университет им.А.Н. Косыгина,
Ульяновский государственный технический университет)**

Актуальность вопроса размещения нового, более высокопроизводительного оборудования на старых производственных площадях связана с тем, что приходится либо увеличивать жесткость межэтажных перекрытий, либо устанавливать оборудование на виброизолирующие системы [1], [2]. Последний вариант зачастую более предпочтителен, так как не требует больших затрат на реконструкцию зданий.

Так, например, в ЗАО "МПКО (Московское производственное камвольное объединение) "Октябрь" был решен вопрос о снижении динамических нагрузок в ткацком производстве на перекрытия над 2-м этажом в осях 3-5/А-В в пользу установки оборудования на виброизолирую-

щие системы. Это решение было связано с требованиями проверяющей организации ГПИ-1 о снижении динамических нагрузок, которая при очередном обследовании перекрытия зафиксировала превышение допустимых [3] динамических нагрузок на данное перекрытие в 2 с лишним раза в полосах частот со среднегеометрическими частотами 8 и 16 Гц (табл.1 – среднегеометрические значения вертикальной виброскорости ($мс^{-1} \cdot 10^{-2}$), измеренные на 3-м этаже ткацкого корпуса МПКО "Октябрь" в осях 3-5/А-В при установке 6 станков типа СТБ 2-175 с кареточным зевобразовательным механизмом СКН-14 "жестко" и на тарельчатые виброизоляторы (число оборотов главного вала 220 мин⁻¹)).

Т а б л и ц а 1

№ п/п	Условия эксперимента	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц					
		2,0	4,0	8,0	16	31,5	63
1	6 станков СТБ 2-175 с кареткой СКН-14 установлены "жестко", точка замера: т. № 1	0,04	0,08	0,17	0,23	0,09	0,05
2	6 станков СТБ 2-175 установлены на тарельчатые виброизоляторы, т. № 1	0,04	0,11	0,07	0,09	0,05	0,04
3	6 станков СТБ 2-175 установлены "жестко", точка замера: т. № 2	0,05	0,09	0,20	0,25	0,10	0,06
4	6 станков СТБ 2-175 установлены на тарельчатые виброизоляторы, т. № 2	0,05	0,12	0,09	0,08	0,06	0,03
5	Нормативные значения, ГОСТ 12.1.012-90	0,64	0,23	0,12	0,12	0,12	0,12

К проектируемой системе виброизоляции для станков СТБ 2-175 с кареткой СКН-14 (вес станка с навоем $Q = 2460$ кгс) были сформулированы технические требования:

а) виброизоляторы должны вписываться в контур станка и не выходить за его

габаритные размеры (для сохранения технологических проездов и проходов);

б) виброизоляторы должны обеспечивать снижение динамических нагрузок на основание не менее чем в 2 раза;

в) виброизоляторы не должны повышать обрывность нитей и снижать надеж-

ность работы станка;

г) виброизоляторы должны быть долго-

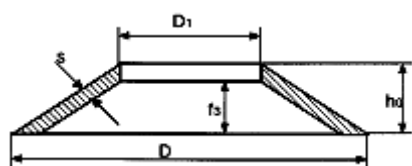


Рис. 1

Таковыми виброизоляторами являются виброизоляторы на базе тарельчатых пружин (рис. 2 – конструктивная схема тарельчатого виброизолятора). Виброизолятор устанавливается на основание 6 с вибродемпфирующим слоем 5 и состоит из верхней плиты 1, являющейся опорной поверхностью устанавливаемого оборудования и стержня 2, который фиксирует тарельчатые пружины 3 по внутреннему диаметру. Между тарельчатыми пружинами 3 и стержнем 2 выполнен зазор 4 в пределах, обеспечивающих оптимальное скольжение тарельчатых пружин 3 по внутреннему диаметру.

Остановимся на методике расчета такого виброизолятора. По ГОСТу 3057–79 [4] выбираем параметры тарельчатой пружины, расчетная схема которой представлена на рис.1, согласно опорным реакциям станка по максимально допустимой нагрузке P_3 , кГс. Выбираем тарельчатую пружину нормальной точности, изображенную на рис.1 и получаемую штамповкой без механической обработки поверх-

вечны, удобны в обслуживании и монтаже, а также иметь малую стоимость.

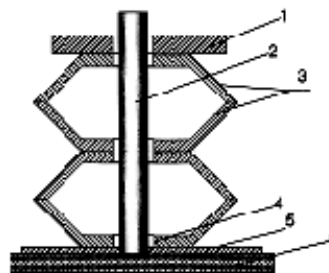


Рис. 2

ности обреза из стали марки 60С2А по ГОСТу 14959–79, НРС 44...50. Геометрические параметры пружины: наружный диаметр $D=50$ мм; внутренний диаметр $D_1=25$ мм; статическая осадка под максимальной нагрузкой $f_3=1,45$ мм; толщина тарельчатой пружины $s=1,8$ мм; высота в свободном состоянии $h_0=3,25$ мм.

Определим вид упругой характеристики пружины по соотношению:

$$\frac{f_3}{s} < 0,6 \text{ – линейная характеристика;} \quad (1)$$

$$\frac{f_3}{s} \geq 0,6 \text{ – нелинейная характеристика.}$$

$$\text{Для наших размеров } \frac{f_3}{s} = \frac{1,45}{1,8} = 0,8 \text{ ха-}$$

рактеристика нелинейная.

Теперь определим жесткость пружины по формуле:

$$k_z = \frac{4Es^3}{(1-\mu^2)YD^2} \left[\left(\frac{f_3}{s} \right)^2 - 3 \frac{f_3 \times f}{s^2} + \frac{3}{2} \left(\frac{f}{s} \right)^2 + 1 \right] =$$

$$= \frac{4 \times 2,1 \cdot 10^6 \times 0,18^3}{(1-0,3^2) \times 0,687 \times 5^2} \left[(0,8)^2 - 3 \times 0,8 \left(\frac{0,116}{0,18} \right) + \frac{3}{2} \left(\frac{0,116}{0,18} \right)^2 + 1 \right] = 2225 \frac{\text{кГс}}{\text{см}}, \quad (2)$$

где E – модуль упругости для стали, равный $2,1 \cdot 10^6$ кГс/см²; μ – коэффициент Пуассона для стали $\mu=0,3$;

$$Y = \frac{6}{\pi \ln A} \left[\frac{A-1}{A} \right]^2 = \frac{6}{3,14 \times \ln 2} \left(\frac{2-1}{2} \right)^2 = 0,687; \quad (3)$$

$$A = \frac{D}{D_1} = \frac{50}{25} = 2 \text{ — отношение диаметров пружины.}$$

При последовательном соединении пружин в комплекте жесткость вычисляется по формуле

$$k_{Z_{\text{общ}}} = \frac{k_Z}{n} = \frac{2225}{10} = 222,5 \frac{\text{кГс}}{\text{см}}, \quad (4)$$

где n — число пружин в комплекте.

Определим суммарную жесткость системы виброизоляции в вертикальном направлении:

$$C_Z = 4 \times k_{Z_{\text{общ}}} = 4 \times 222,5 = 890 \frac{\text{кГс}}{\text{см}}. \quad (5)$$

$$f_{B1} = \frac{n_1}{60} = \frac{220}{60} = 3,67 \text{ Гц}; \quad f_{B2} = 7,33 \text{ Гц}; \quad f_{B3} = 11,02 \text{ Гц};$$

$$\eta_Z^1 = \sqrt{\frac{1 + \gamma^2}{\left(1 - \frac{f_{B1}^2}{f_Z^2}\right)^2 + \gamma^2}} = \sqrt{\frac{1 + 0,037^2}{\left(1 - \frac{3,67^2}{3^2}\right)^2 + 0,037^2}} = 2. \quad (7)$$

Аналогично были определены коэффициенты виброизоляции для 2 и 3-й гармоник:

$$\eta_Z^2 = 0,21; \quad \eta_Z^3 = 0,08.$$

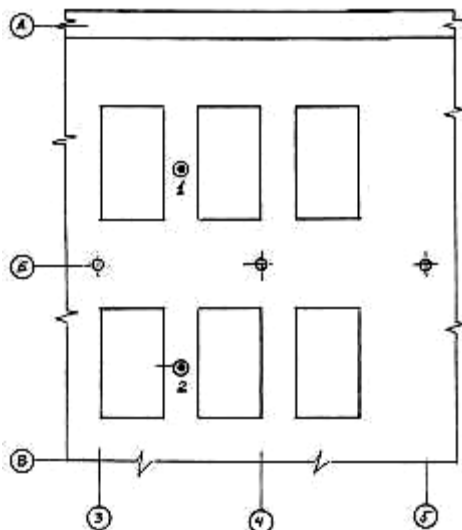


Рис. 3

Рассчитаем собственную частоту колебаний системы "станок на виброизоляторах" в вертикальном направлении:

$$f_Z = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{C_Z g}{Q}} = \frac{1}{2 \times 3,14} \sqrt{\frac{890 \times 981}{2460}} = 3 \text{ Гц}. \quad (6)$$

Вычислим эффективность виброизоляции для схемы установки станка на абсолютно жесткое основание, причем следует отметить, что демпфирование в системе обусловлено внутренним поглощением энергии в материале виброизоляторов (коэффициент неупругого сопротивления $\gamma=0,037$).

Определим коэффициент передачи силы на частоте вынужденных колебаний станка в вертикальном направлении, при числе оборотов главного вала $n_1 = 220 \text{ мин}^{-1}$, для первых трех гармоник:

Для проведения экспериментальных исследований был выбран опытный участок на 3-м этаже ткацкого корпуса МПКО "Октябрь", расположенный в осях 3-5/А-В, схема которого представлена на рис.3.

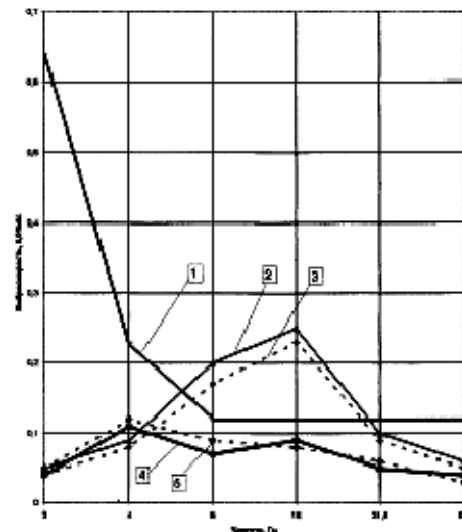


Рис. 4

Среднеквадратичные значения вертикальной виброскорости ($\text{мс}^{-1} \times 10^{-2}$), измеренные на 3-м этаже ткацкого корпуса МПКО "Октябрь" в осях 3-5/А-В при установке 6 станков типа СТБ 2-175 с кареточным зевобразовательным механизмом СКН-14 "жестко" и на тарельчатые виброизоляторы (число оборотов главного вала 220 мин^{-1}), приведены на рис.4, кривая 1 – нормативные значения по ГОСТу 12.1.012–90; кривая 2 – 6 станков СТБ 2-175 установлены "жестко", точка замера: т. № 2; кривая 3 – 6 станков СТБ 2-175 с кареткой СКН-14 установлены "жестко", точка замера: т. № 1; кривая 4 – 6 станков СТБ 2-175 установлены на тарельчатые виброизоляторы, т. № 1; кривая 5 – 6 станков СТБ 2-175 установлены на тарельчатые виброизоляторы, т. № 2.

Из представленных материалов видно, что прохождение резонансного режима работы станка на тарельчатых виброизоляторах на первой гармонике (3,67 Гц) практически не отразилось на его эффективности в требуемом диапазоне частот (8...16 Гц). В полосе частот со среднегеометрической частотой 4 Гц имеет место незначительное увеличение виброскорости ($\text{мс}^{-1} \times 10^{-2}$), например, для точки №1 с 0,08 до 0,11; для точки № 2 – с 0,09 до 0,12 (при норме 0,23). Динамические нагрузки от станка на тарельчатых виброизоляторах на перекрытие в полосе частот 8...16 Гц уменьшаются в 2,5...3 раза, приводя их в

соответствие с нормативными значениями по ГОСТу 12.1.012–90.

ВЫВОДЫ

1. Разработана методика расчета тарельчатых виброизоляторов для станков типа СТБ 2-175 с кареточным зевобразовательным механизмом СКН-14 с учетом предварительных замеров уровней виброскорости на межэтажных перекрытиях фабричных зданий.

2. Разработана и испытана система виброизоляции для ткацких станков, включающая в себя тарельчатые пружины, которая снижает динамические нагрузки на перекрытие в полосе частот 8...16 Гц в 2,5...3 раза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кочетов О.С. // Изв.вузов. Технология текстильной промышленности. – 1995, №1. С.88...92.
2. А.с. СССР № 1668773. Виброизолирующая система Кочетова для ткацких станков /О.С.Кочетов.– Оpubл.1991. Бюл. № 29.
3. ГОСТ 12.1.012–90. ССБТ. Вибрация. Общие требования безопасности. – М.: Госстандарт,1991.
4. Ануриев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. – Т.3. – М.: Машиностроение, 1980.

Рекомендована кафедрой процессов и аппаратов химической технологии и безопасности жизнедеятельности. Поступила 18.04.06.

УДК 541.128.:660743; 541.128.13:69794

ТКАНЫЕ КАТАЛИЗАТОРЫ НА ОСНОВЕ КЕРАМИЧЕСКИХ НИТЕЙ ДЛЯ ОЧИСТКИ ГАЗОВЫХ ВЫБРОСОВ

Р.Ф. ВИТКОВСКАЯ, Г.К. ГИЗДАТУЛЛИНА, С.В. ПЕТРОВ

(Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна)

Проблема поиска новых эффективных катализаторов окислительной деструкции токсичных органических веществ и оксида углерода в газовых выбросах автотранспорта и предприятий остается очень актуальной [1], [2]. В качестве катализаторов

такого типа используются металлы переменной валентности и их соединения, обычно нанесенные на металлическую или керамическую подложку [3]...[5]. Это позволяет использовать тонкие каталитические слои, имеющие заданную геометри-

ческую конфигурацию. Наиболее часто используются инертные жаропрочные оксидно-силикатные подложки с добавками оксида алюминия [6].

В качестве объекта исследования нами были выбраны тканые сетки из комплексных жаропрочных кварцевых нитей [7]...[9], полученные по расплавной технологии на АО "Стекловолокно". Подобные сетки удобны в монтаже и использовании, обладают крайне низким гидродинамическим сопротивлением, долговечны и прочны.

Для получения активного слоя на керамической матрице использован метод пропитки носителя растворами солей металлов с последующей термической обработкой для получения оксидов.

Процесс получения катализатора проводили в несколько стадий:

- удаление замасливателя методом предварительной термообработки стеклоткани;

- однократная пропитка растворами нитратов соответствующих металлов или их смесей, сушка в струе теплого воздуха;

- термообжиг материала при 500...800°C.

При термообжиге происходит разложение солей металлов до соответствующих оксидов по схеме: $Me(NO_3)_n \xrightarrow{(t, ^\circ C)} MeO_{n/2} + n NO_2 + 1/4 n O_2$.

Нижние слои оксида, вероятно, частично включаются в структуру кварцевого стекла с образованием прочной связи оксид – подложка.

Для изучения каталитической активности использована газовоздушная смесь, содержащая 1 % CO, O₂ и N₂ с объемной скоростью 80000 ч⁻¹.

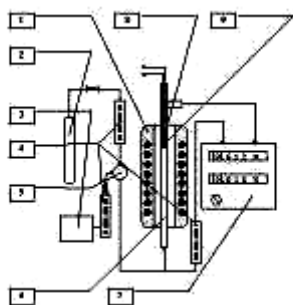


Рис. 1

Эксперименты выполнялись на лабораторной установке по изучению активности волокнистого катализатора в реакции окисления CO, представленной рис. 1.

Исходная смесь подается компрессором 3 в смеситель 5. Оттуда часть смеси направляется в блок-анализатор CO – 7, а другая часть направляется в термостатируемый трубчатый реактор 6, помещенный в печь 1. В трубчатый реактор, снабженный термопарой для измерения температуры, 8 помещается волокнистый катализатор 9. Смесь после реактора также направляется в блок-анализатор 7.

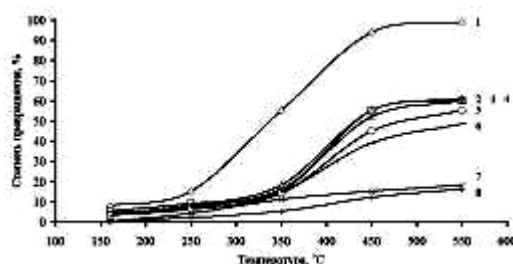


Рис. 2

Как показывают литературные данные и наши эксперименты, сильное влияние на каталитическую активность оказывает состав слоя. Например, на рис. 2 показана активность образцов, содержащих оксиды различных металлов, при этом активность уменьшается в ряду: Co > (Ni, Cu, Mn) > Fe > Cr > Zr > Zn; кривая 1 – Co; 2 – Ni; 3 – Cu; 4 – Mn; 5 – Fe; 6 – Cr; 7 – Zr; 8 – Zn.

Полученные результаты свидетельствуют о перспективности использования кобальтсодержащего катализатора для окисления окиси углерода. В связи с этим был проведен ряд испытаний с кобальтсодержащим катализатором и изучено влияние температуры термообжига волокна на его дальнейшую каталитическую активность.

Результаты испытаний каталитической активности нескольких оксидно-кобальтовых образцов приведены на рис. 3 – зависимость степени превращения CO на кобальтсодержащем катализаторе от температуры при различной температуре предварительной термообработки исходного

волокна: 1 – 100°C; 2 – 200°C; 3 – 300°C; 4 – 400°C; 5 – 500°C; 6 – 600°C; 7 – 700°C.

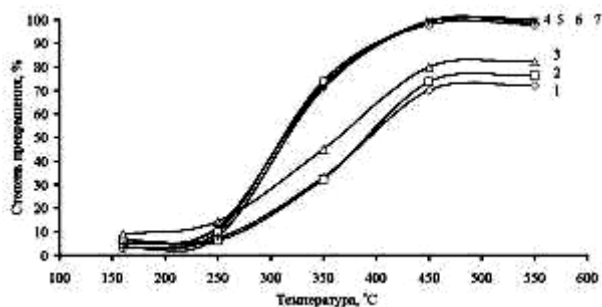


Рис. 3

Из рис. 3 видно, что полученные образцы являются эффективными катализаторами окисления окиси углерода.

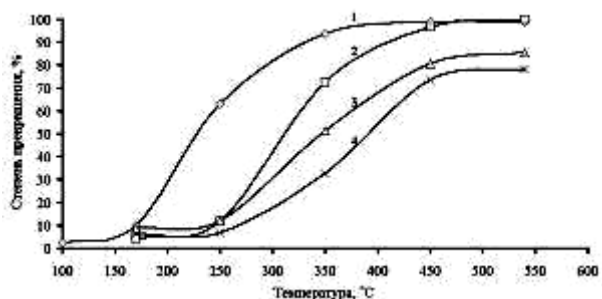


Рис. 4

Для увеличения активности можно использовать в качестве промоторов добавки оксидов других металлов. Для примера на рис. 4 приведены температурные кривые степени превращения CO для слоев, содержащих различные комбинации наиболее активных металлов (кривая 1 – Co, Cu, Ni; 2 – Co, Cu; 3 – Co, Ni; 4 – Cu, Ni). Все образцы получены однократным действием растворов соответствующих солей концентрацией 5% по каждому из ионов металлов.

Активность сравниваемых образцов уменьшается в ряду: (Co + Cu + Ni) > (Co+Cu) > (Co+Ni) > (Cu+Ni). Образец, содержащий кобальт, медь и никель, позволяет получить ту же величину степени превращения при температурах примерно на 100 °C ниже, чем, например, чисто кобальтсодержащий катализатор.

Последовательная пропитка и сушка тремя растворами, содержащими разные ионы металлов, не дает эффекта промоти-

рования. Эксперимент показывает, что в этом случае каталитическая активность соответствует активности самого верхнего слоя, кроме того, за счет утолщения слоев их механическая прочность уменьшается. Вероятно, в химических превращениях участвует только верхний оксидный слой.

Полученный каталитический материал перспективен при очистке промышленных выбросов и продуктов сгорания топлива передвижных установок от оксида углерода.

ВЫВОДЫ

1. Тканые сетки на основе керамических нитей могут быть использованы в качестве матрицы для активного каталитического слоя на основе оксидов металлов для очистки газовых выбросов от органических загрязнителей и оксида углерода.

2. Метод нанесения каталитического слоя на подложку из керамических нитей заключается в предварительной термообработке стеклоткани, однократной пропитке водными растворами нитратов металлов переменной валентности, сушке и прокаливании.

3. Каталитическая активность в реакции окисления CO для каталитических сеток, содержащих различные металлы, уменьшается в ряду: Co > (Ni, Cu, Mn) > Fe > Cr > Zr > Zn. Сетки, на которые нанесены смеси оксидов нескольких металлов, могут проявлять еще большую каталитическую активность; активность таких катализаторов уменьшается в ряду: (Co+Cu+Ni) > (Co+Cu) > (Co+Ni) > (Cu+Ni). Каталитическую активность в реакции окисления окиси углерода формирует только тонкий поверхностный слой оксидной пленки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Катализаторы очистки газовых выбросов промышленных предприятий и транспорта / Сост. М.Л. Донских // Аннотационный указатель изобретений 1981-1987. – Новосибирск: ГПНТБ СО АН СССР, 1988.

2. Степанова Л.П. Катализаторы очистки газовых выбросов промышленных предприятий и транспорта / Сост. Л.П. Степанова, З.С. Аршинская

//Аннотационный указатель изобретений 1989-1992. – Новосибирск: ГПНТБ СО АН СССР, 1995.

3. *Чистяков С. И.* Катализаторы, содержащие комплексы металлов на носителях / Отв. ред. Зырянова Р. М. //Отечественная и иностранная литература за 1966 – I полугодие 1980 гг. – Новосибирск: ГПНТП, 1980.

4. Каталитические и адсорбционные свойства металлов VIII группы / Редколлегия Д. В. Сокольский и др. //Сб. статей. – Алма-Ата: Наука, 1980.

5. *Крылов О.В., Киселев В.Ф.* Адсорбция и катализ на переходных металлах и их оксидах. – М.: Химия, 1981.

6. *Гарджикусов В. С. и др.* Катализаторы окисления оксида углерода в диоксид на основе алкилированных алюминиевых сплавов. – Баку, 1990.

7. *Барелко В.В., Хрущ А.П., Черашев А.Ф.* Каталитические системы на основе стекловолнистых тканых матриц, легированных металлами, в реак-

циях окисления углеводородов и восстановления оксидов азота // Кинетика и катализ. – 2000, №5, т. 41. С.719...727.

8. *Симонова Л.Г. и др.* Катализаторы на основе стекловолнистых носителей. Физико-химические свойства кремнеземных катализаторов на стекловолнистых носителях // Кинетика и катализ. – 2001, №5, т.42. С.762...772.

9. *Бальжиниматов Б.С. и др.* Катализаторы на основе стекловолнистых носителей. Адсорбционные и каталитические свойства Pt и Pd, нанесенных на стекловолнистые носители в реакции селективного гидрирования ацетиленовых углеводородов // Кинетика и катализ. – 2002, №4, т.43. С.586...594.

Рекомендована кафедрой инженерной химии и промышленной экологии. Поступила 26.11.07.

УДК 677.857.2:532.2

ЭЛЕКТРОАКТИВАЦИЯ ПРОМЫВНОГО РАСТВОРА КАК СРЕДСТВО ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССА ПРОМЫВКИ ТКАНЕЙ

В.И.СМИРНОВ, Н.Ф.КАЛАБИН, С.Л.ХАЛЕЗОВ

(Ивановская государственная текстильная академия)

Научные разработки ИГХТУ, ИХР РАН, ИГТА с применением электромагнитных полей во многих отделочных операциях весьма эффективны. Электроактивацию растворов можно рассматривать как один из факторов, влияющих в том числе и на процесс промывки тканей, наряду с температурой в промывной машине, скоростью проводки тканей, концентрацией загрязнений в ткани и промывном растворе.

Авторы настоящей работы провели исследования по возможности использования способа электрохимической активации технической воды, применяемой в отделочном производстве, и влияние ее на качество промывки.

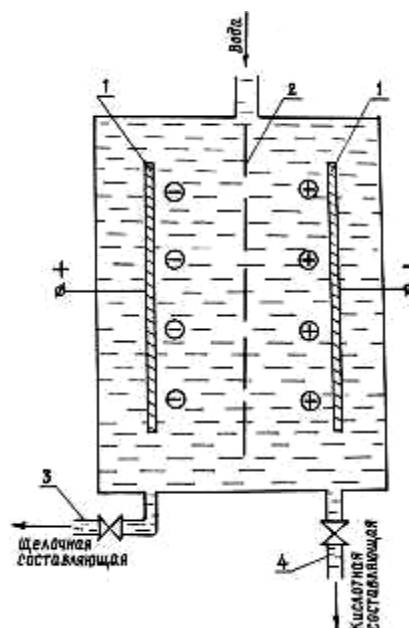


Рис. 1

С этой целью применяемый нами для испытаний стенд СПЛ-1 [1] был укомплектован электрическим активатором воды (рис. 1), который включает в себя: пару электродов анод-катод, разделенных мембраной, отводящие трубопроводы активированной воды по щелочной и кислотной составляющим, систему питания постоянного тока (на рис. 1 не показана).

Испытаниям подвергалась ткань полульняная арт. 05272, предварительно пропитанная (принятым большинством исследователей в качестве модельного трудноудаляемого загрязнения) раствором едкого натра. Промывными растворами служили активированная (щелочная и кислотная) и неподготовленная вода.

Исследования во всех случаях проводились при постоянных начальных усло-

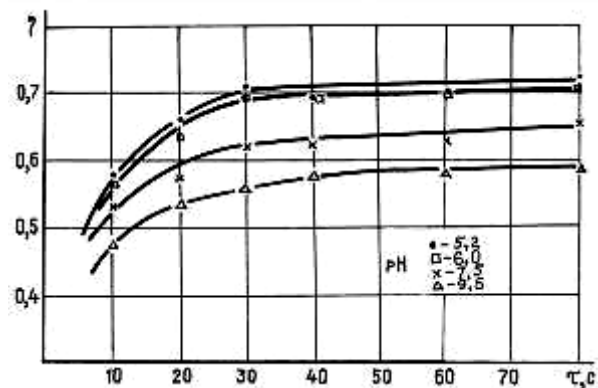


Рис. 2

Из графических зависимостей следует, что кислотная составляющая активированной воды существенно ускоряет процесс отмывки ткани от щелочи по сравнению с неподготовленной водой. В то же время щелочная составляющая активированной воды этот процесс замедляет. При этом заметно смещение равновесия в системе ткань – промывной раствор.

Для количественной оценки влияния активированного раствора на степень промывки введем комплекс:

$$P = \frac{pH - pH_0}{pH_0},$$

виях (скорость, температура, концентрация загрязнения на ткани и промывном растворе). Длительность промывки τ варьировалась от 10 до 80 с, а основной параметр активации – водородный показатель pH составлял 5,2 ... 9,5.

По результатам экспериментальных исследований построены кинетические кривые промывки (рис. 2) в неподготовленной (pH = 7,5) и активированной воде по ее кислотной (pH=5,2 и 6,0) и щелочной (pH=9,5) составляющим, а на рис. 3 представлено изменение степени промывки $\Delta\eta = \eta_{акт} - \eta$ при промывке в кислотных составляющих активированной воды в сравнении с "чистой" промывкой в зависимости от длительности процесса.

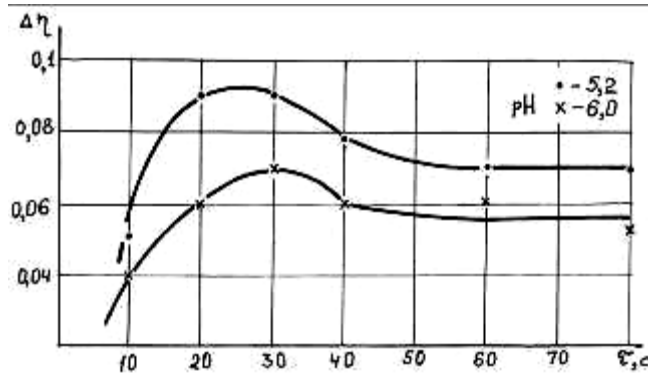


Рис. 3

где pH_0 – водородный показатель чистой водопроводной воды (в условиях эксперимента $pH_0 = 7,5$); pH – тот же показатель активированной воды.

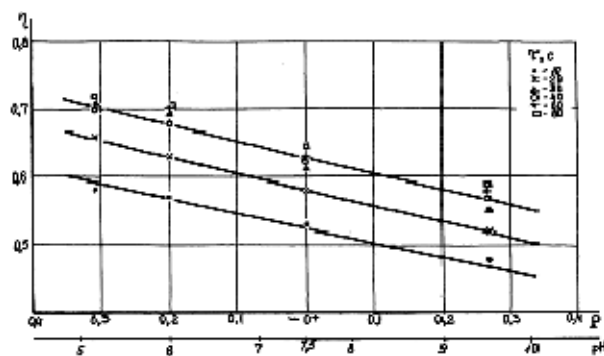


Рис. 4

Графическая зависимость (рис.4) степени промывки η от комплекса P и pH раствора при различной длительности промывки показывает, что эта зависимость в условиях эксперимента носит линейный характер, причем угол наклона прямых приблизительно одинаков. Данный факт позволяет описать процесс уравнением

$$\eta = A \pm kP,$$

где A – величина степени промывки, зависящая от технологических факторов.

В нашем случае $k = 0,222$;

$k > 0$ при $P < 0$ ($pH < 7,5$),

$k < 0$ при $P > 0$ ($pH > 7,5$).

Полученная количественная зависимость влияния активированного раствора на степень промывки может быть учтена в предложенных нами ранее уравнениях расчета процесса промывки ткани [1], [2].

ВЫВОДЫ

1. Выявлено значительное влияние активированного раствора на качество промывки ткани.

2. Дана количественная оценка влияния активированного раствора на степень промывки ткани.

ЛИТЕРАТУРА

1. Процессы промывки тканей и методы их интенсификации / Сажин Б.С., Альтер-Песоцкий Ф.Л., Афанасьева В.А., Рыжаков Н.В., Ковалева Л.Ф., Смирнов В.И., Конькова М.Б. – М.: Пищевая промышленность, 1984.

2. Смирнов В.И., Халезов С.Л., Калабин Н.Ф. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1996, №4. С.104...107.

Рекомендована кафедрой теоретической механики и сопротивления материалов. Поступила 17.12.07.

УДК 681.326:667.021

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
ДВИЖЕНИЯ ВОЛОКОН И СОРНЫХ ЧАСТИЦ
В ВИНТОВОМ ВОЗДУШНОМ ПОТОКЕ**

Г.И. ЧИСТОБОРОДОВ, Е.Г. НЕФЕДЬЕВА, Ф.Н. ЯСИНСКИЙ

**(Ивановская государственная текстильная академия,
Ивановский государственный энергетический университет)**

С помощью устройства, представленного на рис.1, удастся первоначально хаотически расположенные волокна выстраивать вдоль по потоку и отделять из волокнистой массы сорные частицы [1...6].

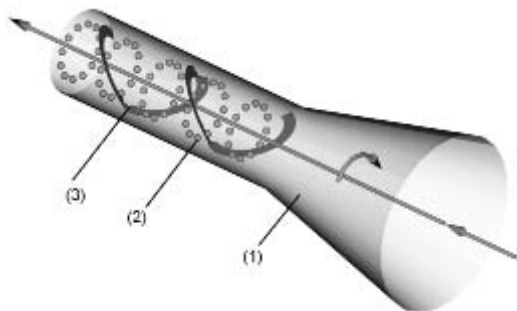


Рис. 1

Устройство состоит из конусообразной сужающейся части (1), перфорированной цилиндрической трубы (2) и внутренней винтовой направляющей (3).

Воздушно-волокнистый поток входит в сужающуюся часть. При этом скорость воздуха возрастает, волокна вытягиваются и устанавливаются вдоль по течению. Винтовая направляющая закручивает поток и возникающие центробежные силы сносят волокна и сорные частицы к стенкам перфорированной трубы.

Сорные частицы через отверстия перфорации выходят из потока, а волокна скользят далее по стенке трубы. Упорядоченность волокон, полученная в сужающейся части, облегчает отделение сорных частиц.

С целью определения оптимальных конструктивных параметров и режимов работы этого устройства было предпринято математическое моделирование. Приняты следующие допущения (рис.2 – схематическое представление модели волокна и условные обозначения):

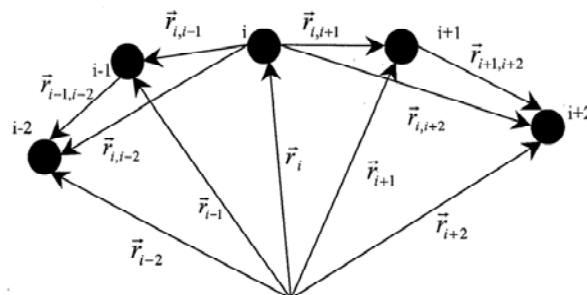


Рис. 2

1. Волокна представлены цепочками одинаковых точечных масс, соединенных упругими связями с трением,

2. Кроме связей с соседними, каждая частица связана также с соседями соседей, что обеспечивает сопротивление скручиванию волокна.

3. На частицы действуют аэродинамические силы, определенные разностью скоростей воздуха и волокна в данной точке.

Приняты следующие обозначения:

\vec{r}_i – радиус-вектор, определяющий положение i -й частицы;

$\vec{r}_{i,j}$ – вектор, направленный из i -й частицы в j -ю частицу;

$\vec{r}_{i,i+1}$ – радиус-вектор, направленный из i -й частицы в $(i+1)$ -ю;

$\vec{F}_{i,i+1}^Y, \vec{F}_{i,i+1}^T$ – силы упругости и трения, с которыми на i -ю частицу действует связь $\vec{r}_{i,i+1}$.

Согласно этому дифференциальные уравнения движения волокна будут иметь вид:

$$m_i \frac{d\vec{V}_i}{dt} = \vec{F}_{i,i+1}^Y + \vec{F}_{i,i+1}^T + \vec{F}_{i,i-1}^Y + \vec{F}_{i,i-1}^T +$$

$$+ \vec{F}_{i,i+2}^Y + \vec{F}_{i,i+2}^T + \vec{F}_{i,i-2}^Y + \vec{F}_{i,i-2}^T + \vec{F}_i^A + \vec{G}$$

$$\frac{d\vec{r}_i}{dt} = \vec{V}_i; \quad i = 1, 2, \dots, N, \quad (2)$$

где m_i – масса i -й частицы, составляющей цепочки, N – их число; \vec{V}_i – скорость i -й частицы (верхние индексы Y и T соответственно обозначают силы упругости и трения); \vec{G} – вес i -й частицы; \vec{F}_i^A – аэродинамическая сила.

Все $m_i = m$. Для этих сил можно предложить следующие выражения:

$$\left. \begin{aligned} \vec{F}_{i,i+1}^Y &= c \left(\left| \vec{r}_{i+1} - \vec{r}_i \right| - \ell \right) \frac{\vec{r}_{i+1} - \vec{r}_i}{\left| \vec{r}_{i+1} - \vec{r}_i \right|}, \\ \vec{F}_{i,i-1}^Y &= c \left(\left| \vec{r}_{i-1} - \vec{r}_i \right| - \ell \right) \frac{\vec{r}_{i-1} - \vec{r}_i}{\left| \vec{r}_{i-1} - \vec{r}_i \right|}, \\ \vec{F}_{i,i+2}^Y &= c \left(\left| \vec{r}_{i+2} - \vec{r}_i \right| - 2\ell \right) \frac{\vec{r}_{i+2} - \vec{r}_i}{\left| \vec{r}_{i+2} - \vec{r}_i \right|}, \\ \vec{F}_{i,i-2}^Y &= c \left(\left| \vec{r}_{i-2} - \vec{r}_i \right| - 2\ell \right) \frac{\vec{r}_{i-2} - \vec{r}_i}{\left| \vec{r}_{i-2} - \vec{r}_i \right|}. \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Здесь c, ℓ – жесткость и длина связи в ненапряженном состоянии.

Аэродинамическая сила взята в виде:

$$\vec{F}_i^A = \rho S \left| \vec{U} - \vec{V}_i \right| \cdot \left(\vec{U} - \vec{V}_i \right), \quad (4)$$

где ρ – аэродинамический коэффициент; ρ – плотность воздуха; S – эффективная

площадь в расчете на одну частицу; \vec{U}, \vec{V}_i – векторы скорости воздуха и частицы в окрестности i -й частицы.

Силы трения предполагаем пропорциональными скорости удлинения соответствующих связей и направленными вдоль этих связей. Так, для связи $\vec{r}_{i,i+1}$ сила трения будет иметь вид:

$$\vec{F}_{i,i+1}^T = \alpha \frac{d}{dt} \vec{r}_{i,i+1}, \quad (5)$$

Очевидно, что уравнения в форме (1) справедливы для внутренних частиц цепочки. Для 1, 2, $N-1, N$ -частиц уравнения будут проще, так как некоторые из сил будут отсутствовать; α – коэффициент пропорциональности.

Уравнения движения для сорных частиц включают лишь вес частицы и аэродинамическую силу:

$$M_S \frac{d\vec{V}_S}{dt} = M_S g + K_{SP} \frac{\pi \cdot D_S^2}{4} \left| \vec{U} - \vec{V}_S \right| \left(\vec{U} - \vec{V}_S \right), \quad (6)$$

$$\frac{d\vec{R}_S}{dt} = \vec{V}_S; \quad S = 1, 2, \dots, n. \quad (7)$$

Здесь $M_S, D_S, \vec{V}_S, \vec{R}_S$ – масса, диаметр, скорость и радиус-вектор, определяющий положение сорной частицы.

Вычисления, реализующие данную модель, выполняются в следующем порядке.

1. Согласно (2), (3), (5) определяем аэродинамические поля скорости для чистого воздуха, протекающего через устройство.

2. С помощью генератора случайных чисел на входе в устройство хаотически разбрасываются волокна и сорные частицы.

3. Интегрируем дифференциальные уравнения движения волокон и сорных частиц. Использован метод Рунге-Кутты второго порядка. Положение волокон и сорных частиц непрерывно выдается на экран и можно визуальнo оценивать происходящие процессы (распрямление, вытягивание волокон, их переориентацию, отделение сорных частиц).

В процессе интегрирования накапливаются статистические характеристики, оценивающие очистку волокнистой массы и упорядочение волокон. Интегрирование продолжается до установления статистических характеристик.

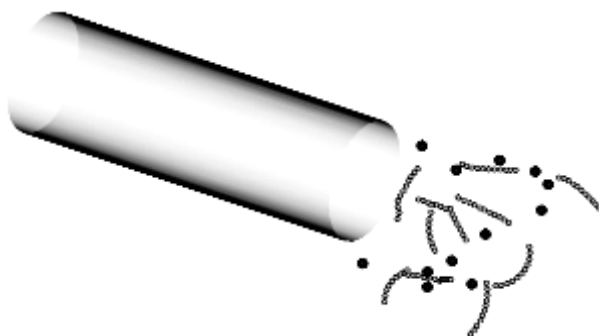


Рис.3.

На рис.3 и 4 показаны состояния воздушно-волокнистой массы и сорных частиц на входе и выходе из устройства соответственно.

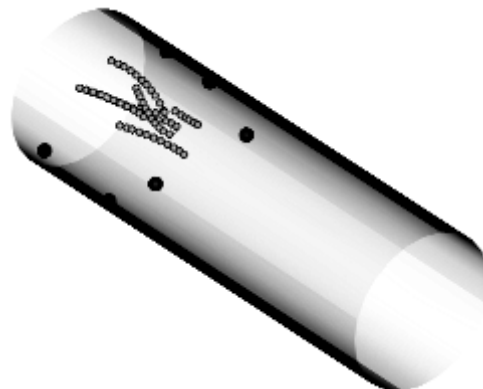


Рис.4.

4. Изменяя условия численных экспериментов, определяем оптимальные конструктивные и технологические характеристики устройства.

Вычислительные процессы были распараллелены и реализованы на многопроцессорном суперкомпьютере МВС-100, так как при большом числе волокон и сорных частиц объем вычислений весьма велик [6].

ВЫВОДЫ

1. Предложена математическая модель и реализующий ее программный пакет, позволяющие исследовать процессы отделения сора и укладки волокон в прямоточном устройстве с винтовым движением воздушно-волокнистой смеси.

2. Модель позволяет определить оптимальные конструктивные характеристики устройства и режимы его работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Балаев Э.Ф., Ясинский Ф.Н. Компьютерное моделирование текстильных технологических процессов в аэродинамических полях. – Иваново: ИГЭУ, 2002.

2. Балаев Э.Ф., Нуждин Н.В., Пекунов В.В., Сидоров С.Г., Чернышева Л.П., Ясинский Ф.Н. Численные методы и параллельные вычисления для задач механики жидкости, газа и плазмы. – Иваново: ИГЭУ, 2003.

3. Павлов Г.Г. Аэродинамика технологических процессов и оборудования текстильной промышленности. – М.: Легкая индустрия, 1975.

4. Мигушов И.И. Механика текстильной нити и ткани. – М.: Легкая индустрия, 1998.

5. Радовицкий В.П., Стрельцов Б.Н. Электроаэромеханика текстильных волокон. – М.: Легкая индустрия, 1970.

6. Ясинский Ф.Н., Чернышева Л.П. Многопроцессорные вычислительные системы. – Иваново: ИГЭУ, 1998.

Рекомендована кафедрой начертательной геометрии и черчения. Поступила 21.12.07.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОРИСТОСТИ ТКАНЫХ ПОЛОТЕН

Е.Н. КУЗЬМИЧЕВА, С.С. ЮХИН

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

При определении показателей материалоемкости, заполнения и пористости образцы тканей сканировались в исходном плоском состоянии. В качестве объектов исследования использовали суровые ткани из хлопчатобумажной пряжи ($T=18,5\text{текс}\times 2$) следующих переплетений: полотно, саржа 1/3, диагональ, неправильный 4-ремизный сатин, неправильный 6-ремизный сатин, рогожка 2/2. Исследование образцов тканей проводили с помощью программ для ЭВМ [1], [2], разработанных в ИГТА.

Для практической реализации процесса сканирования и визуализации полученных изображений использовались существующие специальные компьютерные программы, поставляемые вместе с оборудованием, которые позволяют управлять этим процессом (TWIN 32, Adobe Photoshop, ACDSee и т.д.). Разрешающая способность изображения установлена на уровне 1200 пикселей/дюйм.

Анализ полученных изображений образцов текстильных полотен проводили в палитре серого цвета. При этом уровни яркости в изображении распределялись между темными и светлыми участками в виде двумерного массива данных, где каждый элемент изображения имеет числовое значение яркости от 0 (соответствует черному цвету) до 255 (соответствует белому цвету). Все остальные промежуточные значения в зависимости от близости к минимальному или максимальному значению включают оттенки серого цвета.

Итогом работы программы является протокол испытаний измерения показателей заполнения и пористости (образец – саржа 1/3; программа №2002610835), представленный на рис. 1. Дополнительно в протоколе отражено изображение пор на ткани, полученное путем нанесения только

тех точек изображения пробы ткани, яркость которых меньше средней яркости ткани с порами с проверкой значения пористости и заполнения через отношение площадей.

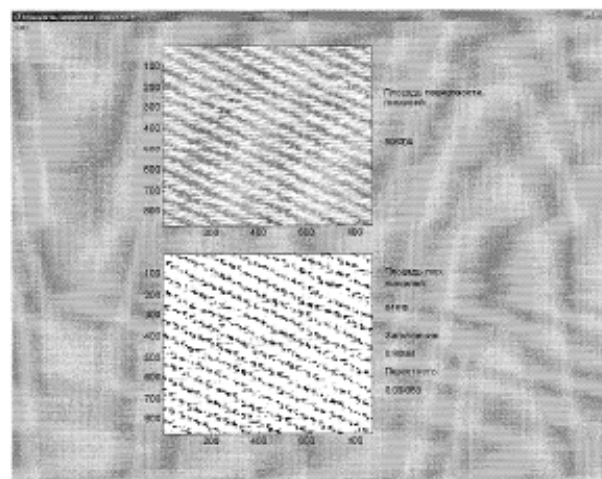


Рис. 1

Анализ полученных данных в результате исследования образцов тканей с помощью программы выявил следующую особенность: по полученному изображению ткань разделяется на светлые участки – при дальнейшей обработке результатов условно воспринимаемые программой как "нити" и темные участки – "поры". Следовательно, тени, которые отбрасывают волокна нитей на площадь ткани и сами нити, взаимно изгибаясь, при сканировании и последующей обработке изображения, воспринимаются программой [1] как сами нити, что уже искажает действительную пористость.

После проведения аналитического анализа показателей пористости и сравнения их с результатами программ определения показателей заполнения и пористости тканых полотен пришли к выводам, что наиболее достоверными получаются результаты, если программа обрабатывает изобра-

жения образцов, где диаметр нитей основы и/или утка приблизительно равен среднему диаметру пор, то есть результаты программы близки к аналитическим, если исследуются разреженные ткани.

Кроме того, ввиду особенностей обработки изображений (по световому спектру), данную программу можно использовать для светлых однотонных тканей, без нанесенного на них печатного рисунка.

$$V = 2 \left[\ell_o \ell_y \frac{\pi}{2} - \ell_o d_{\text{ут}} - \ell_y d_{\text{ор}} + d_{\text{ор}} d_{\text{ут}} \frac{\pi}{4} \right] + \left[(\ell_o - d_{\text{ор}})(\ell_y - d_{\text{ут}}) \left(\frac{h_o + h_y}{2} \right) \right], \quad (1)$$

где ℓ_o – геометрическая плотность ткани по основе; ℓ_y – геометрическая плотность ткани по утку; $d_{\text{ор}}$ – диаметр нитей основы по горизонтали; $d_{\text{ут}}$ – диаметр нитей утка по горизонтали.

В итоге показано, что двухмерное изображение не дает понятия об объеме пор в ткани, а следовательно, об их размере и отношении ко всему исследуемому полотну, и не будет эффективным для оценки, например, системы фильтрации, в которой пористость материала является одним из основных показателей. Предложения по усовершенствованию программ могут заключаться в следующем – использовать трехмерные изображения полотен для оценки показателей их пористости.

ВЫВОДЫ

1. Проведен сравнительный анализ результатов исследования показателей пористости тканей, полученных с помощью известных компьютерных программ и расчетных методов.

В дальнейшем, анализируя формулы поверхностной, объемной, внутренней и общей пористости [3], находим, что все они выражены относительными показателями, а абсолютным показателем является размер поры.

Размер поры, в свою очередь, зависит от объема поры и вычисляется по формуле (1) для полотняного переплетения:

2. Предложены пути совершенствования программных продуктов для использования их при проектировании систем фильтрации, где показатели пористости материала являются определяющими.

ЛИТЕРАТУРА

1. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ №2002610835. Программа определения показателей заполнения и пористости тканых полотен/ Н.А. Коробов, М.А. Сташева. – Оpubл. 29.05.2002.
2. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ №2003610868. Компьютерный анализ геометрических и структурных свойств ткани полотняного переплетения/ Н.А. Коробов, М.А. Сташева. – Оpubл. 10.04.2003.
3. Юхин С.С., Мартыненко С.Е. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности.– 2003, №4. С.40...43.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 03.09.07.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ АЛГОРИТМА РАСПОЗНАВАНИЯ ПАКОВОК КРЕСТОВОЙ НАМОТКИ

М.Н. НУРИЕВ, П.Н.РУДОВСКИЙ

(Азербайджанский государственный экономический университет,
Костромской государственный технологический университет)

Для поиска изображения бобины в кадре предложено два варианта алгоритмов, модернизированных относительно [1].



Рис. 1

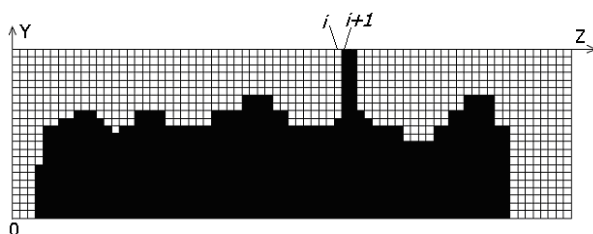


Рис. 2

Блок-схема первого варианта алгоритма (поиска первой точки профиля паковки) представлена на рис. 1. На рис. 2 приведено схематическое изображение бобины в кадре. Бобина условно показана черным цветом, а фон – белым. Изображение со-

стоит из точек, образующих столбцы в направлении оси ОУ. Для поиска изображения бобины в кадре проводится последовательный перебор точек в направлении оси ОУ начиная с левого крайнего столбца.

Принадлежность точки к изображению бобины определяется двумя критериями: первый – цвет изображения, второй – минимальная ордината первого, имеющего контрастный, по отношению к фону, цвет. Разница задается внутренним параметром MIN_REQUEST_WIDTH_BOBIN.

Так, на рис. 2 столбец 4 имеет высоту 7 точек. В случае, если MIN_REQUEST_WIDTH_BOBIN=10, он не будет распознан как принадлежащий изображению бобины. Изображение бобины будет распознано только начиная со второго столбца.

При втором варианте поиска бобины в кадре пользователь указывает точку, принадлежащую профилю и имеющую аппликату середины изображения бобины. Считывание координат профиля осуществляется влево и вправо от указанной точки "одновременно". Следует отметить, что при втором способе алгоритм, приведенный на рис. 1, не используется.

Достоинство первого метода состоит в его полной автоматизации – пользователю не надо участвовать в настройке положения паковки. Второй метод более быстрый – выбор алгоритма, используемого для распознавания координат профиля паковки, происходит в меню настройки.

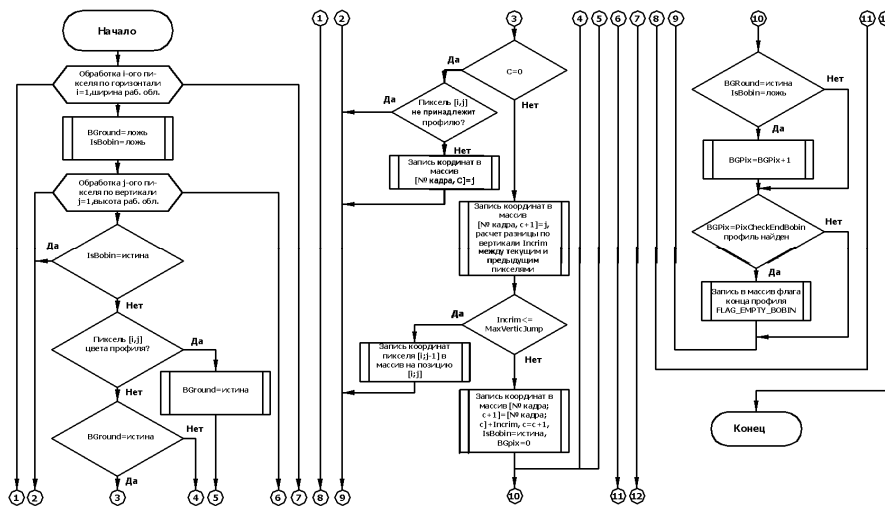


Рис. 3

Блок-схема алгоритма считывания координат представлена на рис. 3.

Алгоритм считывания координат не зависит от способа поиска первой точки бобины в кадре и работает следующим образом. В каждом следующем столбце просматриваются точки снизу вверх до тех пор, пока в этом столбце не будет найден пиксель, отличающийся цветом от заданного цвета бобины. Ордината последнего в столбце пикселя, имеющего цвет паковки, сравнивается с координатой такого же пикселя в предыдущем столбце.

Разница в координатах не должна превышать параметра *MaxVerticJump*, который задается пользователем. Этот параметр задает количество пикселей, которое допустимо для разницы между соседними столбцами профиля бобины.

На рис. 2 показаны два столбца с номерами *i* и *i+1*, разница их ординат составляет 9 пикселей. Очевидно, что такая разница между ординатами невозможна на реальной бобине и наличие ее на изображении вызвано помехами, которые должны быть отфильтрованы. Согласно алгоритму, в случае если разница координат превышает *MaxVerticJump*, то ординате профиля в просматриваемом столбце присваивается значение ординаты предыдущего столбца. Таким образом, происходит считывание координат профиля бобины до тех пор, пока не будет достигнут конец профиля.

За конец профиля принимается аппли-

ката последнего из столбцов, имеющих цвет паковки, если следом за ним количество идущих подряд столбцов, имеющих цвет фона, будет более параметра «Число пикселей цвета фона определяющих конец паковки». Этот параметр также задается пользователем и в программной реализации обозначен *PixCheckEndBobin*.

На рис. 2 правые 8 столбцов являются фоном, при этом если значение параметра *PixCheckEndBobin* меньше 8, то конец профиля будет найден. Если же значение будет более 8, то конец профиля найден не будет и координаты фона попадут в массив, содержащий координаты профиля.

После того как найден конец профиля, в массив записывается флаг конца бобины, который задается внутренним параметром *FLAG_EMPTY_BOBIN*.

Координаты профилей каждого видеоролика хранятся в отдельном массиве. В программном обеспечении для хранения полученных координат предусмотрено три массива: *BMPPProfileCoord0_1*, *BMPPProfileCoord0_2*, *BMPPProfileCoord0_3*, каждый из которых содержит координаты профилей двух торцов и боковой поверхности соответственно. Эти массивы хранят абсолютные координаты профиля. Для построения трехмерной модели паковки эти координаты преобразуются в относительные.

Рассмотрим этот процесс на примере рис. 2. Заполнение массива кадра начина-

ется с того момента, когда найдена первая точка профиля бобины (столбец 5). Ее ордината принимается равной нулю. Далее в массив записываются координаты следующих точек относительно первой найденной.

Исходя из рис. 2 массив координат профиля будет выглядеть следующим образом (0,0,1,1,2,2,2,1,0,-1,0,0,...,-3000). В конце массива стоит флаг FLAG_EMPTY_BOBIN=-3000. Значение флага выбрано таким, чтобы его нельзя было принять за координату очередной точки профиля. Аналогично хранится информация о каждом кадре. Размерность массива задается внутренним параметром MAX_VIDEO_WIDTH, который определяется исходя из ширины кадра в пикселях.

Масштаб полученного изображения, как это показано в [2], определяется взаимным положением осветителя, бобины, шторки и фотоприемника. Кроме того, на него влияют оптическое и цифровое увеличение камеры. Для получения четкой тени шторку необходимо устанавливать как можно ближе к бобине. При этом в случае смены типоразмера бобины или контролируемой поверхности (боковая поверхность или торец) происходит изменение масштаба.

Определение масштаба теоретическими методами, изложенными в [3], требует контроля большого числа размеров и обеспечения их высокой точности. Для исключения этого в состав устройства входит мерная метка, которая представляет собой металлическую полосу шириной 1 см, расположенную в поле зрения регистрирующей камеры за пределами изображения бобины.

Для определения масштаба изображения пользователь с помощью манипулятора «мышь» отмечает координаты начала и конца мерного отрезка на изображении. Таким образом, программа получает координаты двух точек на изображении, расстояние между которыми на реальном объекте составляет 1 см. По изображению

производится подсчет количества пикселей между отмеченными точками. После чего рассчитывается масштаб изображения как количество пикселей изображения в одном сантиметре. Масштаб может быть задан вручную, если пользователь его знает.

Полученное значение масштаба сохраняется для использования в процессе обработки последующих кадров, если настройка устройства для съемки видеороликов не изменилась. В дальнейшем полученный масштаб используется при построении визуальной модели паковки и для вычисления единичных показателей, характеризующих форму паковки и отклонения формы от заданной.

ВЫВОДЫ

1. Разработан алгоритм, совмещающий процессы распознавания точек профиля паковки на ее изображении, полученном методом теневой проекции и фильтрации изображения от сопутствующих процессу съемки дефектов.

2. Предложен метод расчета масштаба изображения, позволяющий снизить требования к точности позиционирования элементов устройства для контроля профиля паковок друг относительно друга и по отношению к бобине.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нуриев М. Н., Киселев П. Н. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007, №6С. С.148...151.
2. Рудовский П. Н., Нуриев М. Н., Киселев П. Н. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2006, №3. С.124...125.
3. Нуриев М. Н., Киселев П. Н. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2006, №4С. С.99...102.

Рекомендована кафедрой теоретической механики и сопротивления материалов КГТУ. Поступила 29.01.08.

ПРИМЕНЕНИЕ СТРАТЕГИИ ИПИ-ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ОДЕЖДЫ ИЗ ВЭМ

И.А. ШЕРОМОВА

(Владивостокский государственный университет экономики и сервиса)

Производство качественных и конкурентоспособных швейных изделий, в том числе из материалов с вложением полиуретановых волокон, иначе – высокоэластичных материалов, сопряжено с рядом трудностей, чаще всего связанных с недостаточным информационным обеспечением процесса проектирования. Комплексное решение данной проблемы возможно на основе использования принципов системного подхода и стратегии CALS-технологий, русскоязычное наименование – ИПИ-технологии (Информационная Поддержка жизненного цикла Изделий).

На современном этапе развития общества и производства CALS-технологии сформировались в целое направление в области информационных технологий. Их основой является интегрированная информационная среда (ИИС), представляющая собой распределенное хранилище данных, существующее в сетевой компьютерной системе и охватывающее все подразделения предприятия, связанные с жизненным циклом (ЖЦ) продукции [1].

Принцип создания ИИС реализуется в стратегии, где роль ядра системы играет общая (интегрированная) база данных (ОБД), к которой могут обращаться различные проблемно-ориентированные модели. В ОБД хранятся информационные объекты (ИО), адекватно отображающие в информационном мире сущности физического мира: предметы, материалы, изделия, процессы и технологии, разнообразные документы, финансовые ресурсы, персонал, оборудование и т.п.

Модели, относящиеся к конкретным предметным областям, через специализированные приложения обращаются в базу данных, находят в ней необходимые информационные объекты, обрабатывают их и помещают результаты этой обработки в

ОБД. В общем случае, ИИС включает в свой состав две базы данных: общую базу данных об изделии (ОБДИ) и общую базу данных о предприятии, иначе – о технологической среде (ОБДП).

Настоящая статья посвящена разработке структуры интегрированной информационной среды применительно к производству одежды, в основу которой положены проблемно-ориентированные модели, входящие в состав общепринятой структуры ИИС [2]. При этом сущность и содержание моделей в общем случае остается прежним, но их названия изменяются в соответствии с терминологией, принятой в швейной отрасли.

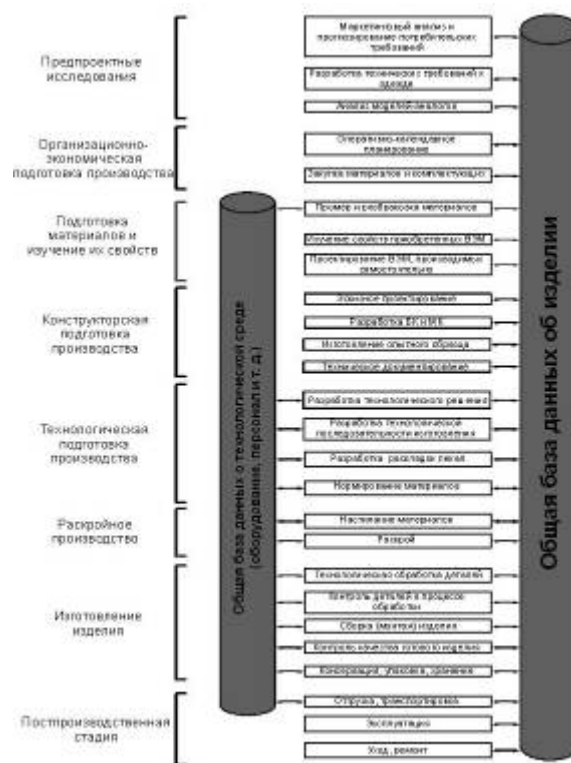


Рис. 1

На рис. 1 представлена структура интегрированной информационной среды применительно к производству одежды.

Принципиальные отличия разработанной структуры ИИС (рис. 1) от общепринятой состоят прежде всего в расширении ее состава, с одной стороны, и исключении некоторых информационных объектов, с другой. Из общей структуры ИИС исключены такие информационные объекты, как "Монтаж у потребителя" в связи с отсутствием данного этапа в жизненном цикле швейных изделий, а также "Разработка технологии контроля и испытаний", поскольку методы контроля качества одежды стандартизированы. При этом в состав ИИС включены следующие проблемно-ориентированные модели: "Предпроектные исследования", "Подготовительное производство", "Раскройное производство". При изготовлении одежды также будет использоваться массив, содержащий сведения о структуре и свойствах материалов.

Следует подчеркнуть, что при производстве изделий из высокоэластичных материалов (ВЭМ) эта информация имеет особое значение, поскольку она напрямую влияет на последующие этапы проектирования, определяя конструктивные параметры, режимы и методы технологической обработки, приемы настилки и раскроя и др.

Структура ИИС представлена во взаимодействии с процессами жизненного цикла швейных изделий. Как видно из схемы (рис. 1), в процессах жизненного цикла используется информация, содержащаяся в ИИС, а информационные объекты, порождаемые в ходе процессов ЖЦ, возвращаются в интегрированную информационную среду для хранения и последующего использования в других процессах, что отображено двойными стрелками.

Из структуры ИИС следует, что с общей базой данных об изделии информационно связаны практически все процессы, протекающие на стадиях ЖЦ одежды. Формирование ОБДИ осуществляется информационными объектами, создаваемыми средствами конструкторских и технологических САПР и описывающими структуру изделия, его состав и все входящие компоненты. На основе общепринятых принципов построения ОБДИ и, учитывая специ-

фику швейного производства, с участием автора разработана структура общей базы данных об изделии применительно к одежде, в том числе из высокоэластичных материалов. В ОБДИ выделены те же основные разделы, что и в общепринятой структуре: нормативно-справочный, долговременный и актуальный.

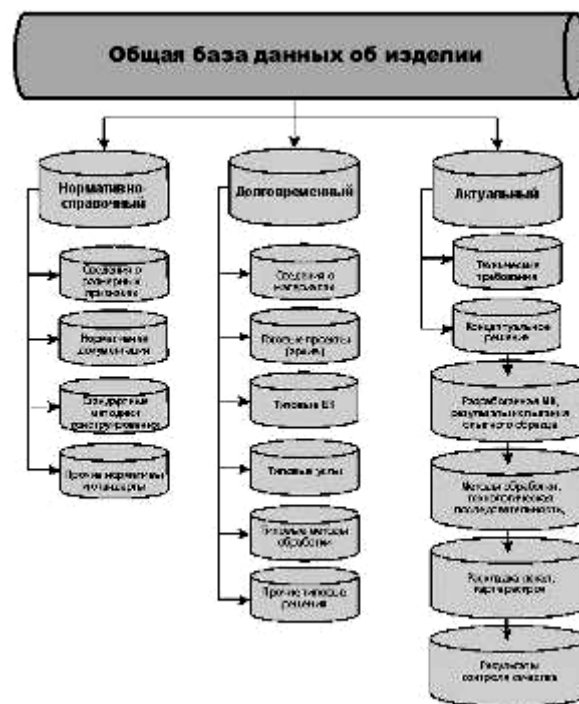


Рис. 2

Как видно из структуры ОБДИ (рис. 2 – структура общей базы данных об изделии), в нормативно-справочный раздел помимо общепринятых информационных объектов дополнительно включается ИО, содержащий информацию о размерных признаках человека в статике и динамике. Информационный объект "Сведения о материалах" перемещен в долговременный раздел, так как сопроводительная документация и стандарты на материалы зачастую не содержат всей необходимой для проектирования информации.

В долговременный раздел аналогично общепринятой структуре ОБДИ помещаются готовые проекты (конструкторская и технологическая документация и т.п.) и информация о типовых проектных решениях (типовые базовые конструкции или

типовые конструктивные модули, типовые приемы и методы обработки и т.д.).

Актуальный раздел отражает принятые проектные решения, относящиеся к конкретной модели изделия, находящегося в разработке. Он включает в себя всю проектную документацию, разработанную в соответствии с концептуальным решением.

Разработанная структура ОБДИ адаптирована к целям проектирования плотно облегающей одежды из высокоэластичных материалов. Она не является стабильной и может уточняться в соответствии с новыми разработками в области проектирования и изготовления швейных изделий, в том числе из полотен с вложением полиуретановых волокон. Так, например, в актуальном разделе перспективной является разработка ИО, связанного с математическим и 3D-моделированием, которое может применяться как для трехмерного проектирования, так и для контроля качества изделия без изготовления опытного образца.

Общие принципы организации процесса проектирования одежды из высокоэластичных материалов с использованием принципов ИПИ-технологий наиболее целесообразно рассмотреть на примере информационного объекта "Разработка базовых и модельных конструкций". В [3] разработаны принципы получения конструкций плотно облегающих изделий с учетом деформационных свойств материалов.

В общем случае, данный процесс включает в себя три основных этапа: получение исходной базовой конструкции; определение содержания исходной информации для учета в конструкции свойств материалов; получение конструкции одежды с учетом свойств материалов. Учитывая результаты исследований, проведенных под руководством и при участии автора, содержание названных этапов может быть охарактеризовано следующим образом.

На первом этапе получают конструкцию изделия, характерную для трикотажа,

с нулевыми прибавками. На втором этапе определяют величины предела заужения и коэффициента относительного удлинения деталей изделия исходя из характеристик деформационных свойств полотна, изменения его эстетических свойств при растяжении, динамических приростов размерных признаков и оптимального давления на тело человека. Третий этап предполагает перерасчет координат базовой конструкции с учетом величин пределов заужения и относительного удлинения и получение таким образом исходной модельной конструкции, в которую затем вносятся модельные особенности.

Для наглядного представления характера информационного взаимодействия процессов ЖЦ с информационными объектами ОБДИ в рамках интегрированной информационной среды были разработаны структурные модели движения информации на этапах разработки конструкции плотно облегающих изделий с учетом деформационных свойств материалов.

С точки зрения CALS-технологий каждый из вышеназванных этапов представляет собой проблемно-ориентированную модель, взаимодействующую с общей базой данных об изделии, то есть использующую на входе информацию, содержащуюся в информационных объектах соответствующих разделов базы данных и формирующую на выходе новые ИО, поступающие в ОБДИ.

На рис. 3 и 4 представлены две основные из разработанных моделей, относящиеся ко второму и третьему этапам рассматриваемого процесса: рис. 3 – структурная модель информационного взаимодействия с ОБДИ на этапе формирования исходной информации для учета свойств материалов; рис. 4 – структурная модель информационного взаимодействия с ОБДИ при создании конструкций с учетом свойств материалов.



Рис. 3



Рис. 4

В общем случае процесс получения конструкций изделий во взаимосвязи с ИИС может быть представлен следующим образом. На первом этапе проблемно-ориентированная модель обращается в ОБДИ за информацией о размерных признаках типовой фигуры в статике и о методах конструирования, которая содержится в нормативно-справочном разделе в соответствующих ИО.

При автоматизированном процессе получения базовых конструкций оператору достаточно задать в диалоговом окне типовую фигуру и выбрать методику конструирования, а программа автоматически извлечет требуемую входную информацию и произведет расчет конструктивных отрезков. Выходной информацией при этом будет исходная базовая конструкция, представленная в цифровом векторном виде в масштабе 1:1. В зависимости от целей разработки она может помещаться в виде ИО либо в актуальный раздел ОБДИ (в случае, если конструкция разрабатывается для конкретной модели изделия), либо в долговременный раздел (если целью разработки является наполнение информационного объекта "Типовые БК").

На втором этапе создания рациональных конструкций проблемно-ориентированная модель на входе обращается в ОБДИ за информацией, необходимой для выявления размеров и формы развертки деталей изделия из ВЭМ. При этом из соответствующих информационных объектов ОБДИ извлекаются данные о характеристиках деформационных свойств полот-

на и динамических приростах размерных признаков, на основе которых в автоматизированном режиме рассчитываются и корректируются значения предела заужения и относительного удлинения деталей конструкции.

Окончательное уточнение конструктивных параметров производится по результатам испытаний опытного образца. Их итоговые значения перемещаются в актуальный раздел ОБДИ (рис. 3).

На заключительном этапе проектирования производится перерасчет величин конструктивных участков базовой конструкции, извлекаемой из актуального или долговременного разделов ОБДИ. Следует учесть, что более прогрессивным является использование ИО долговременного раздела ОБДИ "Типовые БК". В этом случае структура процесса получения конструкций будет иметь вид в соответствии с рис. 4. При этом конструктор, задавая назначение и вид изделия, может использовать готовую БК или проектировать ее методом агрегатирования, получая из базы данных соответствующие типовые конструктивные модули. Выбранная или полученная БК корректируется с учетом величин пределов заужения и относительного удлинения. Кроме того, в нее вносятся необходимые модельные особенности.

ВЫВОДЫ

Применение стратегии ИПИ-технологий при проектировании одежды, в том числе из ВЭМ, обеспечивает всесторон-

ную информационную поддержку процессов ее жизненного цикла, что дает возможность в конечном итоге обеспечить требуемый уровень качества производимой продукции и ее конкурентоспособность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мокеева Н.С., Проскурдина Т.А., Веретено В.А. CALS-технологии. Оценка готовности швейных предприятий к их внедрению // Швейная промышленность. – 2004, №3. С.34...36.

2. Концепция CALS-технологий [Электронный ресурс] / НИЦ CALS-технологий. Прикладная логистика. – 2003. – Режим доступа: <http://www.cals.ru/about/mission/>, свободный.

3. Старкова Г.П. Проектирование спортивной одежды из высокоэластичных материалов: Монография. – Владивосток: Дальнаука, 2004.

Рекомендована кафедрой сервиса и моды. Поступила 01.04.08.

УДК 687.016.1:7.045.2

ИНФОРМАЦИОННО-ЗНАКОВЫЕ СИСТЕМЫ КОЛЛЕКЦИЙ ЖЕНСКОЙ ОДЕЖДЫ "ПРЕТ-А-ПОРТЕ" ДОМА МОДЫ "GIVENCHY"

Т.Л. МАКАРОВА, С.Л. МАКАРОВ

(Международный институт рекламы,
Московский государственный институт электроники и математики)

Мода конца XX – начала XXI вв. намного более динамична, чем несколько десятилетий назад (например, в 1960-е годы). В то же время у специалистов нет метода исследования моды и дизайна, меняющихся с такой скоростью. Нами разработан новый метод анализа моды и дизайна костюма (аксессуаров, среды, рекламы), позволяющий рассмотреть моду за период от нескольких недель до многих столетий. Предложен подход к решению проблемы промышленного проектирования – задачи прогнозирования изменений моды (в костюме, в рекламе, в дизайне среды).

Моду можно рассматривать как процесс формирования информационно-знаковых систем в костюме (ИЗСК). Автор предложила метод исследования моды [1], в котором учитываются не только формы модного костюма, но и орнаменты, знаки, символы, цвета [2], [3], то есть вся образная сторона, включая фактуру и пластику ткани. Автор разработал программу, облегчающую навигацию сайтов, где представлены материалы по моде. Поясним: если мы сохраняем в компьютере большое количество материалов для анализа моды, с ними трудно работать. Разработана программа, благодаря работе с которой время

на обработку материалов, сохраненных с сайтов, уменьшилось в 3...5 раз.

Новизна разработок заключается еще и в том, что костюм больше не рассматривается сам по себе, учитываются все элементы среды его изображения: формы, орнаменты, знаки, символы, цвета, фактуры материалов, пластика форм, "тональность" окружающей среды [1], [4...7]. Это позволяет максимально точно анализировать и прогнозировать (с вероятностью 95...99 %) моду любого периода, особенно проводить исследования коротких периодов моды. Способов исследования и прогнозирования изменений в коротких периодах моды (за месяц, например) ранее не было.

Исследования проводятся и публикуются нами с 1996 г., а в 2004 г. на основе [1] получены результаты глубокого анализа моды за 23 года. Сейчас европейская мода проанализирована уже за 107 лет, и автором продолжают ее исследования [4], [7].

Автор предложила использовать "Множество элементов информационно-знаковой системы костюм" (ИЗСК). Единицы = элементы ИЗСК (55 элементов): 1) – символ (в значении "условный знак"); 2) – цвет. Информационно-знаковая система костюма

(ИЗСК) передает информацию от дизайнера к зрителю (определенное сообщение, закодированное в знаках, символах, цвете).

Код коллекции, моды, стиля. Если коллекцию моделей, моды, стиль записать в виде набора актуальных символов – элементов ИЗСК, то получится код коллекции, моды, стиля. Код коллекции состоит из символа-лидера (символ с самой высокой частотой встречаемости в данной коллекции) и доминирующих символов (на них построена коллекция, но их встречаемость меньше, чем у символа-лидера).

Одной из целей работы стало выявление информационно-знаковых систем, то есть кода моды и стиля в коллекциях женской одежды Дома моды "Givenchy", "прет-а-порте", сезоны весна – лето и осень – зима 1997 – 2001 гг.

На протяжении многих лет Дом моды "Givenchy" является примером безукоризненной классики моделирования, которая, тем не менее, всегда соответствует духу

времени. По этой причине коллекции Дома моды были выбраны в качестве объекта исследования.

Костюм в коллекциях Дома моды "Givenchy" проанализирован по новой методике, разработанной в 2001 – 2002 гг. авторами вместе с программой и базой данных (2001 – 2004 гг.) для исследования коротких циклов моды [1], [4...7].

В результате исследований выявлены информационно-знаковые системы, а также коды моды и стиля десяти коллекций женской одежды "прет-а-порте" Дома моды "Givenchy" за сезоны весна – лето и осень – зима 1997 – 2001 гг. Полученные результаты представлены в табл. 1 и 2. В табл. 1 представлен код моды всего периода 1997–2001 гг., а в табл. 2 – код стиля коллекций женской одежды Дома моды "Givenchy" ("прет-а-порте", 1997 – 2001 гг.). Символы-лидеры перечислены в порядке уменьшения их относительных частот встречаемости в коллекциях.

Т а б л и ц а 1

Форма костюма	Материал костюма	Цвет костюма
Прямоугольник – 6 Трапеция – 2 Горизонталь – 2 Горизонтальные и вертикальные полосы – по 2 Волна, овал, многоугольник – по 1	Цветок – 7 Точка – 3 Вертикальные полосы – 3 Вертикаль – 2	Черные цвета – 9 Яркие цвета – 4 Белые цвета – 2 Серебристые пастельные цвета – 2 Темные цвета – 2 Серые цвета – 1

Т а б л и ц а 2

Форма костюма	Материал костюма	Цвет костюма
Вертикаль – 4 Прямоугольник – 3 Угол – 2 Трапеция – 2 Горизонталь – 2 Зигзаг – 2 Крест – 1	Клетка – 3 Лист, квадрат – 2 Многоугольник – 2 Прямоугольник – 2 Зигзаг – 2 Точка – 1 Машины, крест, ромб – по 1	Нет лидирующей группы цветов стиля Дома моды: 100% "попадание" в моду – 2 Серые цвета – 1 Темные цвета – 1 Черные цвета – 1 Белые цвета – 1

В результате анализа коллекции Дома моды "Givenchy" по информационно-знаковым системам можно заключить следующее. В коде коллекций Дома моды "Givenchy", еще не разделенном на код общей моды и код стиля Дома моды, на протяжении 10 сезонов чаще других символов лидерами являются:

– в форме костюма: прямоугольник (5 сезонов);

– в материале костюма: точка (3 сезона), цветок (3 сезона).

Максимальное число символов-лидеров (за один сезон) в форме костюма – 1, в материале костюма – 2. Символы "квадрат" и "квадрат в квадрате" взаимозаменяемы перед появлением прямоугольника.

Информационно-знаковые системы коллекций "прет-а-порте" Дома "Givenchy", по сравнению с остальными ведущими Домами моды [6], наиболее изменчивы в форме костюма, но имеют наиболее стабильную (на протяжении 10 сезонов) цветовую гамму: черные, белые, се-

рые и серебристые пастельные цвета. Таким образом, мы пришли к выводу, что анализ символов в ИЗСК позволяет охарактеризовать стиль Дома моды.

На основе проведенных исследований можно сделать вывод, что цветовая гамма коллекций сильно влияет на определение стиля Дома моды. Цвета коллекций Дома моды "Givenchy" ассоциируются с классикой, так как представляют собой элегантные сочетания черного и белого с серыми или серебристыми пастельными цветами. В результате исследований также выявлено: ни одна информационно-знаковая система не повторяется дважды даже за десять сезонов! Все коллекции уникальны! Именно такой высокой эффективностью работы модельеров объясняются лидирующие позиции бренда в мире fashion-бизнеса.

Итак, определены символы-лидеры современной моды, а также закономерности их взаимодействия в костюме; сделан прогноз развития информационно-знаковых систем костюма на десять лет; разработаны программа расчета перспективных сочетаний символов и база данных "Мода как процесс формирования информационно-знаковых систем в костюме" [1], [5].

Полученные результаты работы автор использовала в учебном процессе: на 2-м курсе ФПИ в МГТУ им. А.Н. Косыгина в 2002 г.; на 1...6-м курсах в Международном институте рекламы, в том числе в дипломном проектировании (2005 – 2008 гг.).

Результаты анализа модных тенденций внедрены и в художественном проектировании. Совместный проект авторов "Москва – спорт-2004 – 2012" представлен на выставке-конкурсе "Москва глазами молодых. Спортивная Москва-2004" (3 – 9 сентября 2004 г., Москва, ЦДХ).

ВЫВОДЫ

1. Предложен новый метод, разработаны программа и база данных, позволяющие рассмотреть моду за период от нескольких недель до многих столетий. Использование метода позволяет решить проблему прогнозирования развития тен-

денций моды и дизайна костюма (аксессуаров, среды, рекламы), что необходимо для промышленного проектирования на высоком уровне.

2. Выявлены информационно-знаковые системы, а также коды моды и стиля десяти коллекций женской одежды "прет-а-порте" Дома моды "Givenchy" за 1997–2001 гг.

3. Результаты работы используются авторами в научных исследованиях и в проектировании современных костюма, среды и рекламы; в создании творческих работ (графика, компьютерная графика).

ЛИТЕРАТУРА

1. Макарова Т.Л. Мода как процесс формирования информационно-знаковых систем в костюме: Дис...канд. техн. наук. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2004.

2. Макарова Т.Л., Козлова Т.В. Костюм и личность // Вестник ДИТУД. – 2000, № 2.

3. Проблема цвета в психологии / РАН. Институт психологии. – М.: Наука, 1993.

4. Макарова Т.Л. Анализ взаимодействия цели, образа и смысла в рекламе XXI века. Имиджелогия-2006: актуальные проблемы социального имиджмейкинга // Мат. IV Междунар. симпозиума по имиджелогии / Под ред. Е.А. Петровой. – М.: РИЦ АИМ, 2006.

5. Макарова Т.Л., Макаров С.Л. Применение информационных технологий в исследовании информационно-знаковой системы "Костюм" // Тез. докл. Всероссийск. научн. конф.: Информационные технологии в образовательной, научной и управленческой деятельности (Инфотекстиль-2004). – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2004.

6. Макарова Т.Л. Сравнительный анализ информационно-знаковых систем костюма в коллекциях "от кутюр" и "прет-а-порте" ведущих Домов моды // Сб. мат. межвуз. научн.-техн. конф. аспирантов и студентов: Молодые ученые – развитию текстильной и легкой промышленности (Поиск – 2004): Ч. 1. – Иваново: ИГТА, 2004.

7. Макарова Т.Л. Стиль как информационно-знаковая система костюма в коллекциях "от кутюр" Дома моды "Givenchy" (с 1997 по 2001 гг., сезоны весна – лето и осень – зима) // Сб. мат. Междунар. научн.-техн. конф.: Современные наукоемкие технологии и перспективные материалы текстильной и легкой промышленности (Прогресс-2006): Ч. 2. – Иваново: ИГТА, 2006.

Рекомендована кафедрой рекламы и маркетинговых коммуникаций. Поступила 01.04.08.

УДК 677.075.017.363

**КРИТЕРИИ ДЛИТЕЛЬНОЙ ПРОЧНОСТИ
И ПОВРЕЖДАЕМОСТЬ НИТИ
НА ОСНОВОВЯЗАЛЬНОЙ МАШИНЕ**

В.П. ЩЕРБАКОВ, А.А. ЛИКУЧЕВА

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

На основовязальных машинах приходится оценивать прочность нитей при нагрузках, определенным образом меняющихся во времени. В силу этого необходимо установить закономерности длительной прочности при одноосном напряженном состоянии при переменном нагружении.

В механике разрушения введена функция повреждаемости $\omega \geq 0$, равная нулю в начальном состоянии и единице в момент разрушения. Учет влияния истории нагружения сделан В.В. Москвитиным, который построил соотношения нелинейной вязкоупругости с учетом степени накопленных повреждений [1]. Степень поврежденности материала $\omega(t)$ удовлетворяет условиям $\omega(0)=0$, $\omega(t_*) = 1$, где t_* – время до начала разрушения при произвольном законе изменения напряжений во времени.

Приняв $\omega(t_*) = 1$, напишем предельное условие длительной прочности:

$$\frac{1}{1+n} = \int_0^{t_*} (t_* - \tau)^n \frac{d\tau}{t_0^{1+n}(\sigma)}. \quad (1)$$

Постоянная n учитывает влияние истории нагружения в условии длительной прочности. Здесь $t_0(\sigma)$ представляет собой долговечность – время, необходимое для разрушения при постоянном напряжении. При исследовании долговечности нитей испытывают несколько одинаковых образцов при различных напряжениях и устанавливают время, необходимое для разрыва каждой нити.

Примем степенную зависимость:

$$t_0 = B\sigma_0^{-b}. \quad (2)$$

В случае использования степенного закона долговечности соотношение (1) преобразуется к виду:

$$\frac{B^{1+n}}{1+n} = \int_0^{t_*} (t_* - \tau)^n \sigma^{b(1+n)}(\tau) d\tau. \quad (3)$$

Формула (3), полученная В.В. Москвитиным, является критерием длительной прочности и определяет время до разрушения t_* , при заданном законе нагружения $\sigma(t)$ и экспериментально определяемой функции долговечности $t_0 = t_0(\sigma)$.

Теория прочности А.А. Ильюшина [2] в случае одноосного напряженного состояния приводит к предельному соотношению

вида $1 = \int_0^{t_*} \frac{d\sigma(\tau)}{\sigma_0(t_* - \tau)}$.

В случае степенной аппроксимации долговечности $t_0 = B\sigma_0^{-b}$ получим:

$$B^{\frac{1}{b}} = \int_0^{t_*} (t_* - \tau)^{\frac{1}{b}} d\sigma(\tau), \quad (4)$$

что в точности совпадает с критерием В.В. Москвитина при определенном значении параметра $n = \frac{1}{b} - 1$.

112	114	135	133	118	131	140
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

После интегрирования по частям выражения (4) преобразуем критерий А.А. Ильюшина к виду:

$$bV^{\frac{1}{b}} = \int (t_* - \tau)^{\frac{1}{b}-1} \sigma(\tau) d\tau. \quad (5)$$

Опытные данные долговечности характеризуются огромным статистическим разбросом, на порядок превышающим точечные оценки прочности. Но любой рассмотренный нами вариант построен на соотношении, предполагаемом известным из опытов на долговечность. Базовая же зависимость $t_0 = t_0(\sigma_0)$ для индивидуального образца неизвестна. В связи с этим данную зависимость следует заменить ее математическим ожиданием $E\{t_0\}$.

Среднее время "жизни" волокон определяется формулой [3]:

$$E\{t_0\} = \left(\frac{\ell}{\ell_0}\right)^{\frac{1}{k}} \Gamma\left(1 + \frac{1}{k}\right) b \sigma_0^{-b}. \quad (6)$$

Здесь $\Gamma(x)$ – гамма-функция Эйлера; k – положительная константа; ℓ_0 – длина образца, при которой определялась долговечность (в нашем случае $\ell_0 = 150$ мм).

Коэффициент вариации [3]:

$$C\{t_0\} = \frac{\sqrt{D\{t_0\}}}{E\{t_0\}} = \left[\frac{\Gamma\left(1 + \frac{2}{k}\right)}{\Gamma^2\left(1 + \frac{1}{k}\right)} - 1 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (7)$$

не зависит от нагрузки.

В соответствии с формулой для $C\{t_0\}$ возможна постановка эксперимента для определения параметра k : при зажимной длине ℓ_0 и индивидуальных значениях долговечности $\sigma_0 = \text{const}$ вычисляются среднее, дисперсия, коэффициент вариации и по формуле (7) определяется параметр k .

В табл. 1 (время до разрыва, секунды) приведены величины долговечности, полученные при зажимной длине $\ell_0 = 150$ мм и $\sigma_0 = 20,077$ кгс/мм².

Получены точечные характеристики случайных величин долговечности: среднее $t_0 = 126,143$ с; несмещенное среднее квадратическое отклонение $s = 11,216$ с²; коэффициент вариации $C = 0,089$.

Решение уравнения:

$$0,089 = \left[\frac{\Gamma\left(1 + \frac{2}{k}\right)}{\Gamma^2\left(1 + \frac{1}{k}\right)} - 1 \right]^{\frac{1}{2}}$$

относительно k дало $k = 13,607$.

С учетом изложенной теории изменится и вид критериев прочности, отражающих процесс накопления повреждений. Вместо критерия (4) получим критерий:

$$\frac{\left[\Gamma\left(1 + \frac{1}{k}\right) \right]^{\frac{1}{b}} b^{\frac{1}{b}}}{\left(\frac{\ell}{\ell_0}\right)^{\frac{1}{bk}}} = \int (t_* - \tau)^{\frac{1}{b}} d\sigma(\tau), \quad (8)$$

учитывающий статистический разброс механических свойств нити.

Для оценки длительной прочности при произвольном нагружении воспользуемся функцией повреждаемости нити $\omega(t)$ и построенной на критерии (8):

$$\omega(t) = \frac{\left(\frac{\ell}{\ell_0}\right)^{\frac{1}{bk}}}{\left[\Gamma\left(1 + \frac{1}{k}\right) \right]^{\frac{1}{b}} b^{\frac{1}{b}}} \int_0^t (t - \tau)^{\frac{1}{b}-1} \sigma(\tau) d\tau. \quad (9)$$

Оценим прочность нити в условиях ее переработки на основовязальной машине, вычислив степень поврежденности материала $\omega(t)$. Технологический процесс на основовязальной машине характеризуется периодическим нагружением нити при ее движении от навоя до ушковины.

Рассматривая изменение натяжения нити на тензограмме, отметим, что возрастание натяжения нити, как и спад его при высокой частоте нагружения, свойственной основывальным машинам, происходит с большой скоростью.

Принимая ступенчатый процесс нагружения, получаем циклы прямоугольной формы (рис.1 – расчетная схема нагружения).

Запишем $\omega(t)$ в форме, основанной на принятом в нашей работе для оценки прочности нити критерии А.А. Ильюшина [4]:

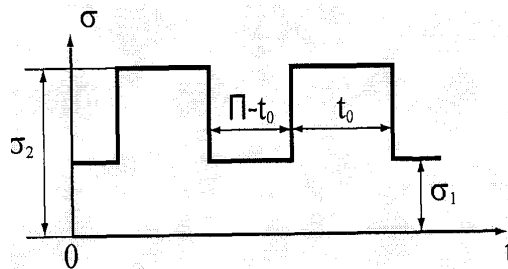


Рис. 1

$$\omega'(t) = \frac{\Pi^{\frac{1}{b}}}{2\left(-1 + \frac{1}{b}\right)B^{\frac{1}{b}}} \times \left\{ \begin{array}{l} \left[\sigma_2 \left[2N^{-1+\frac{1}{b}+2} + \left(-1 + \frac{1}{b} + 2\right)N^{\frac{1}{b}} - 2 \right] - (\sigma_2 - \sigma_1) \times \right. \\ \left. \left[2N^{-1+\frac{1}{b}+2} + N^{\frac{1}{b}}\left(\frac{1}{b} + 2\right) - \left(\frac{t_0}{\Pi}\right)\frac{1}{b}N^{-1+\frac{1}{b}} - \left(\frac{t_0}{\Pi}\right)^{-1+\frac{1}{b}+2} \right] \right. \\ \left. - \left(1 - \frac{t_0}{\Pi}\right)^{1+\frac{1}{b}+2} - \left(1 - \frac{t_0}{\Pi}\right)^{\frac{1}{b}} - \sigma_1 \left(\begin{array}{l} 2N^{-1+\frac{1}{b}+2} - \frac{1}{b}N^{\frac{1}{b}} \\ -\frac{1}{b}N^{-1+\frac{1}{b}} - 1 \end{array} \right) \right] \end{array} \right\} + \frac{\sigma_1 N^{\frac{1}{b}} \Pi^{\frac{1}{b}}}{B^{\frac{1}{b}}}.$$

Принимая $t_0 = \frac{1}{2}\Pi$ и вычисляя число циклов $N = 282$ при расстоянии от точки схода нити с навоя до ушковины $L=1480$ мм и длине нити в петле $\ell=5,25$ мм, полу-

чим $\omega'(t) = 0,137$ при $\sigma_1=2,2$ кг/мм² и $\sigma_2=2,613$ кг/мм².

Это значение $\omega'(t)=0,137$ записано без учета поправки на математическое ожидание долговечности, определяемое формулой (9). Вводя эту поправку, имеем:

$$\Gamma\left(1 + \frac{1}{13,607}\right)^{8,846} = 0,996, \quad \left(\frac{1480}{150}\right)^{\frac{1}{13,607-8,846}} = 1,019.$$

Окончательно значение циклической повреждаемости равно $\omega(t)=0,14$.

Достигнув игольницы, нить нагружается усилиями со стороны иглы. Внешней силой, воздействующей на нить и увеличивающей ее натяжение, является сила трения. Не усложняя задачи, вычислим максимальное натяжение по обычной формуле Эйлера.

Конечно, можно учесть и жесткость при изгибе, и влияние сосредоточенных сил в точках входа и схода нити с иглы и пр. Но в данном случае это не то что необ-

ходимо, а даже неоправданно, так как при построении теории прочности, определении долговечности пришлось пренебречь достаточно существенными факторами, определяющими прочность нити в реальных условиях вязания.

Хотя вычислить угол охвата нитью иглы φ несложно, в силу приведенных условий примем $\varphi=\pi$. Тогда имеем $T=15,6e^{0,25\pi}=34,215$ сН. Для образования одного петельного ряда потребуется время $t=0,3$ с. В момент t напряжение определяется не только мгновенным деформиро-

ванным состоянием, оно релаксирует при кулировании.

Ранее было введено условие, полагающее, что на величину скорости накопления повреждений $\frac{d\omega}{dt}$ оказывает влияние как напряжение $\sigma(t)$ в момент времени t , так и напряжение, которое существовало за промежуток времени $0 \leq \tau \leq t$. Как бы ни мало было время t , нужно иметь в виду, что скорость распространения упругой волны в нити, в частности, вязкоупругой, составляет около 2000 м/с.

Тогда нужно учесть уменьшение напряжения, которое производит деформирование во время t . Уравнение для релаксирующих напряжений записывается в форме:

$$\sigma(t) = E \left[\varepsilon(t) - \int_0^t \Gamma(t-\tau) \varepsilon(\tau) d\tau \right], \quad (10)$$

где $\Gamma(t-\tau)$ – функция влияния, учитывающая влияние предыдущей деформации $\varepsilon(\tau)$ на напряжение в данный момент t . Типичным ядром интегрального уравнения (10), в котором объединены свойства экспоненциального ядра со слабой особенностью, является

$$\Gamma(t) = \frac{Ae^{-\beta t}}{t^{1-\alpha}} \quad (0 < \beta < 1, 0 < \alpha < 1). \quad (11)$$

Определение параметров функции влияния и упругих постоянных проведем на основе обработки экспериментальных данных по релаксации напряжений при одноосном растяжении при $\varepsilon(t) = \varepsilon_0 = \text{const}$. Наиболее совершенный метод, исключая произвольный подбор параметров, основан на методах численной многомерной оптимизации; в данном случае выбран метод деформируемого многогранника.

В результате аппроксимации экспериментальных данных получено: $E=757,9$ кг/мм²; $A=0,0699$; $\alpha=0,2462$; $\beta=0,4237$. Расчетные и опытные кривые релаксации напряжений приведены на рис. 2.

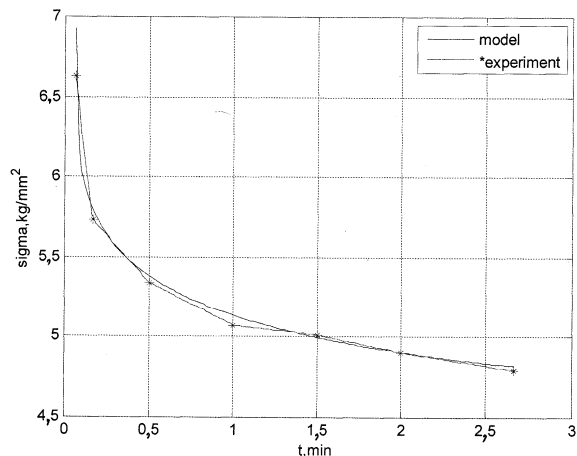


Рис. 2

Время образования одной петли весьма мало и составляет всего 0,3 с, поэтому можно принять уменьшение напряжений, соответствующих максимальному натяжению нити на игле, в условиях постоянной скорости деформации $\dot{\varepsilon} = \text{const}$.

Тогда уравнение (10) примет вид:

$$\sigma(t) = \sigma_2 - \frac{\sigma_2}{t} \int_0^t \Gamma(t-\tau) \tau d\tau. \quad (12)$$

Заменим в интеграле переменную τ по формуле $\tau=t-\xi$. Подставляя в (12) численные значения напряжений и реологических параметров, получим 2,573 кг/мм².

При напряжении $\sigma_1=2,573$ кгс/мм² скорость нагружения равна $\dot{\sigma}=8,577$ кгс/мм²·с.

При постоянной скорости нагружения $\dot{\sigma} = \text{const}$ функция повреждаемости (9) принимает вид:

$$\omega(t) = \frac{\left(\frac{\ell}{\ell_0}\right)^{\frac{1}{bk}} \dot{\sigma}}{\left[\Gamma\left(1+\frac{1}{k}\right)\right]^{\frac{1}{b}} bB^{\frac{1}{b}}} \int_0^t (t-\tau)^{\frac{1}{b}-1} \sigma(\tau) \tau d\tau. \quad (13)$$

Длина нити от ушковины до внутренней поверхности кулирующей иглы в нижнем положении $\ell=14,8$ мм; ℓ_0 , как уже отмечалось – 150 мм.

Приведем вычисление функции повреж-

даемости $\omega(t)$ нити в рассмотренных условиях:

$$\omega(t) = \frac{\left(\frac{14,8}{150}\right)^{\frac{1}{13,607 \cdot 8,846}} \cdot 8,577}{\left[\Gamma\left(1 + \frac{1}{13,607}\right)\right]^{\frac{1}{8,846}} 8,846 (4,206 \cdot 10^{13})^{\frac{1}{8,846}}} \int_0^{0,3} (0,3 - \tau)^{-1 + \frac{1}{8,846}} \tau d\tau = 0,057. \quad (14)$$

Таким образом, если суммарная повреждаемость $\omega_{\Sigma}(t) = 0,14 + 0,057 = 0,197$, то можно считать, что нить в процессе петлеобразования исчерпала лишь часть своей прочности, причем не такую значительную, чтобы говорить о разрыве нити.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Москвитин В. В.* Сопротивление вязкоупругих материалов. – М.: Наука, 1972.

2. *Ильюшин А.А., Победря Б.Е.* Основы математической теории термовязкоупругости. – М.: Наука, 1970.

3. *Coleman B.D.* Statistics and Time Dependence of Mechanical Breakdown in Fibres // Journal of applied Physics. – Vol. 29, №6, 1958., P.968...983.

4. *Щербаков В.П.* Прикладная механика нити. – М.: РИО МГТУ им. А. Н. Косыгина, 2001.

Рекомендована кафедрой механической технологии волокнистых материалов. Поступила 23.10.07.

УДК 677.023

О СТРУКТУРЕ ТРУБЧАТЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ ФИЛЬТРОВ-АЭРАТОРОВ*М.А. БОЯРКИНА, А.И. ПАНИН, П.С. РЫБАКОВ, Н.Е.ЕЖОВ**(Димитровградский филиал Ульяновского государственного университета)*

К текстильным фильтрам-аэраторам, которые в последнее время все шире используются в различных отраслях народного хозяйства, медицине, при очистке различных сред (жидкостей, газов, суспензий), подаче воздуха в аэротенки при очистке сточных вод, предъявляются все более жесткие требования по повышению их производительности без значительного увеличения габаритных размеров. Особенно актуально данный вопрос стоит перед авиа- и машиностроителями, а также производителями вычислительной техники, ЭВМ и т.д. (при производстве кинескопов цветных телевизоров), где использование габаритных фильтрующих элементов приводит к значительным увеличениям рабочих объемов производимой техники, а порой и вовсе невозможно.

Решение обозначенной задачи заставляет конструкторов разных стран изыскивать свои пути. Одним из вариантов ее решения является увеличение активной поверхности фильтров, причем конструкторское исполнение здесь может быть самым различным. Так, например, для увеличения поверхности фильтрации, фильтрующие перегородки (рамки) устанавливаются под углом друг к другу в виде зигзагообразной линии.

Фильтрующие элементы для очистки масел, используемые в автомобилестроении, снабжаются зигзагообразно расположенным фильтровальным полотном (трикотажным чулком или нетканым материалом). В рулонных фильтрах (ЛФР) фирмы Свенке Флактфабрикен (Швеция) полот-

нице фильтрующих элементов образует складки, благодаря этому поверхность фильтрации увеличивается. Однако перечисленные мероприятия малоэффективны и не позволяют значительно сократить объемы фильтров при увеличении их производительности.

Большинство зарубежных фирм, стремясь повысить эффективность работы фильтров, проводят исследования в плане создания технологии новых текстильных фильтрующих материалов. Так, в Японии вырабатывают фильтровальную бумагу, которая состоит из слоя с низкой плотностью, содержащего смесь хлопковых и синтетических волокон, и слоя с высокой плотностью, изготовленного только из хлопковых волокон. В результате бумага имеет перепад плотностей по толщине, увеличивающийся в направлении движения фильтрационного потока [1].

Некоторые фирмы практикуют многоступенчатую очистку сред с использованием ряда отдельных фильтров (предфильтров) с различной степенью очистки, объединенных в единую систему фильтрации.

Однако создание таких систем и отдельных многоступенчатых фильтров не позволяет решить поставленную задачу в полном объеме, так как фильтры остаются громоздкими и малопродуктивными, кроме того, изготовление данных фильтровальных элементов представляет собой сложный технологический многооперационный процесс, требующий больших трудовых и материальных затрат.

Наиболее простым, по нашему мнению, и эффективным способом создания фильтров с большим диапазоном степени очистки и производительности является форми-

рование трубчатых текстильных фильтров (ТТФ) на базе использования в их структуре слоисто-каркасных намоток.

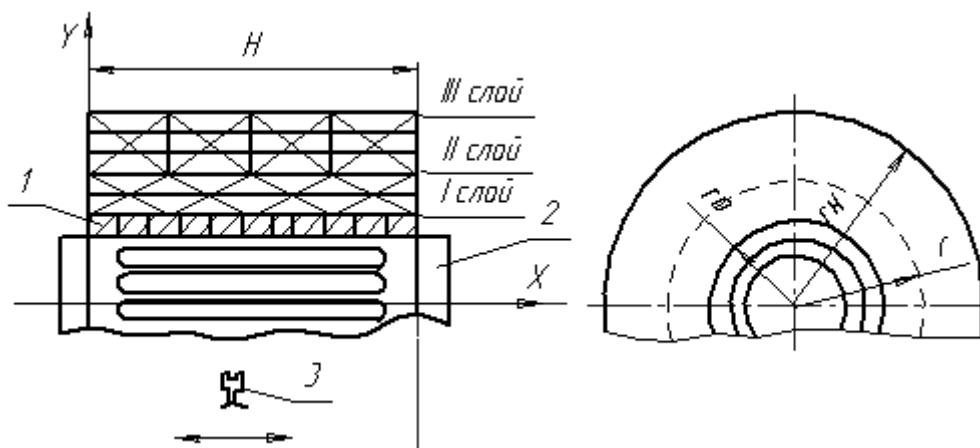


Рис. 1

На рис. 1 показан разрез ТТФ, который сформирован из нитевидного материала (1) на перфорированном патроне (2) с помощью нитеводителя (3) [2]. Слоисто-каркасная намотка представляет собой послойную намотку материала (пряжи, нитей из различных смесей) на перфорированные патроны, причем в каждом из слоев намотки взаимное расположение витков может быть различным (сомкнутой, замкнутой с различной степенью замыкания, спиралевидной намоткой и т.д.).

Послойное расположение различных видов намоток, обладающих различным расположением витков, а следовательно, и различной плотностью, позволяет создавать многоступенчатые фильтрующие элементы, заключающиеся в единой паковке ТТФ, причем направление изменения плотности фильтрующих слоев может быть любым, в зависимости от направления фильтрации, или направления подачи воздуха.

Проницаемость, а следовательно и производительность ТТФ (пористость намотки), можно легко менять путем послойного формирования сомкнутых, замкнутых и других намоток. Особенно эффективно использование слоисто-каркасных намоток при фильтрации с закупоркой пор (то есть при подаче фильтрата на наружную по-

верхность ТТФ); в этом случае при сильном засорении пор достаточно смотать несколько загрязненных слоев нити с поверхности намотки, чтобы восстановить нормальную работу фильтра.

При формировании и использовании ТТФ следует иметь в виду, что скорость прохождения фильтрата через пористую перегородку определяется соотношением:

$$v = \frac{Q}{S} = \frac{Q}{2\pi rH} = \text{const, м/с}, \quad (1)$$

где Q – объем фильтруемого раствора, проходящего через фильтр в единицу времени ($\text{м}^3/\text{с}$); S – полезная площадь поверхности фильтра (м^2); H – высота намотки ТТФ (м); r – текущий радиус намотки (рис. 1).

Одним из главных преимуществ фильтров, создаваемых на базе ТТФ, в сравнении с плоскостными, наряду с их малыми габаритами является простота формирования. А именно: с помощью одного мотального механизма, оснащенного устройством, позволяющим получать послойную намотку различной структуры.

Главным требованием, предъявляемым к мотальным механизмам для формирования ТТФ, является обеспечение возможности создания заданного (расчетного) значения передаточного отношения от ните-

водителя к веретену, которое необходимо для получения намоток различной структуры (вариатора или коробки передач).

Следует отметить также, что для увеличения поверхности фильтрации, без изменения объемов фильтра, при формировании ТТФ целесообразно в качестве базовых использовать спиралевидную структуру намотки [2]. В отличие от сомкнутой и замкнутых намоток в спиралевидных намотках места пересечения витков в каждом последующем слое смещаются относительно предыдущих по спиралам Архимеда.

Различают левые и правые спиралевидные намотки в зависимости от направления мест пересечения (по часовой или против часовой стрелки) витков в слоях намотки.

Относительное смещение "ячеек" в намотке позволяет увеличить полезную площадь контакта фильтрата с поверхностью фильтрующего материала за счет меньшего сцепления витков намотки друг с другом. Данное обстоятельство позволит также повысить качественные характеристики ТТФ (проницаемость, коэффициент фильтрации, воздухопроницаемость и т.д.).

УДК 677.023.23.001.18(043.3)

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТКАНЕЙ ПО ЗАДАНЫМ ПАРАМЕТРАМ

М.В. НАЗАРОВА

**(Камышинский технологический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета)**

Применение САПР тканей ведет к значительному снижению материальных и трудовых затрат на проектирование. САПР открывает новые возможности для пользователя: существенно сокращается время расчета, это способствует быстрому реагированию на рыночные изменения и приводит к наилучшим экономическим результатам.

Автоматизация сложных, трудоемких расчетов позволяет работнику больше времени тратить на анализ качества расчетов. Появляется возможность просчиты-

ВЫВОДЫ

1. Производительность текстильных фильтров-аэраторов, используемых в промышленности, зависит от структуры фильтровальных материалов.

2. Наиболее простыми в изготовлении и использовании являются трубчатые текстильные фильтры-аэраторы, формируемые намоткой нитевидных фильтрующих материалов на перфорированные патроны (ТТФ).

3. Структура ТТФ должна быть слоисто-каркасной, с использованием различных видов намоток (сомкнутых, замкнутых, спиралевидных).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Андросов В.Ф. и др.* Текстильные фильтры. – М.: Легкая индустрия, 1977.
2. *Панин И.Н.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1993, № 4.

Рекомендована кафедрой текстильного материаловедения. Поступила 29.01.08.

тирования ткани, а на долю ЭВМ – реализация задачи проектирования ткани на основе формализованного алгоритма. Причем разработанный алгоритм проектирования должен обеспечивать автоматизированное проектирование ткани, без дополнительного обращения к проектировщику. Для этого алгоритм проектирования должен содержать всю необходимую справочную базу данных, автоматически запрашиваемую программистом.

В процессе проектирования ткани получают выходной документ, в котором должны содержаться все необходимые данные для последующих за проектированием тканей расчетов. При этом все промежуточные варианты и необходимые численные данные должны быть хорошо визуализированы, то есть проектировщик в доступном виде на экране монитора видит весь алгоритм расчета в привычной форме записи. Автоматизированное проектирование ткани дает возможность пользователю в короткие сроки и без использования дополнительной справочной информации спроектировать ткань по требуемым параметрам строения.

Наиболее сложным этапом создания САПР тканей является разработка алгоритма автоматизированного метода проектирования по выбранному показателю строения ткани. В качестве среды программирования предлагается использовать математический пакет MathCAD.

MathCad – программное средство, среда для выполнения на компьютере разнообразных математических и технических расчетов, предоставляющая пользователю инструменты для работы с формулами, числами, графиками и текстами, снабженная простым в освоении графическим интерфейсом. Под графическим интерфейсом понимается совокупность способов взаимодействия пользователя с программой с помощью пиктограмм, диалоговых окон, меню и других инструментов, расположенных на экране. Чрезвычайная простота интерфейса MathCad сделала его одним из самых популярных и безусловно самым распространенным математическим пакетом.

Записав в привычной форме математическое выражение, можно выполнить с ним самые разнообразные символьные или численные математические операции: вычислить значение, выполнить алгебраические преобразования, решить уравнение, продифференцировать, построить график и т.д.

Для более комфортного и наглядного для проектировщика представления о процедуре проектирования алгоритм проектирования ткани на ЭВМ сопровождается подробным описанием всех процедур проектирования.

В настоящее время широкое применение в научных кругах нашли следующие методы проектирования тканей по различным показателям, которые и были автоматизированы с использованием математического пакета MathCAD.

1. Методы проектирования однослойных тканей:

- по поверхностной плотности;
- по толщине;
- по пористости;
- по прочности на разрыв;
- по степени заполнения и прочности;
- по порядку фазы строения;
- по коэффициенту наполнения.

2. Метод проектирования полутораслойных тканей с дополнительной основой или утком:

- по поверхностной плотности.

3. Метод проектирования двухслойных тканей:

- по поверхностной плотности.

Следует отметить, что из разработанных методов проектирования тканей не все ранее автоматизированы, а если и автоматизированы, то с использованием различного программного обеспечения, что затрудняет использование этих методов для проектирования тканей в производстве. Кроме того, низкая степень использования методов проектирования тканей на производстве объясняется еще и тем, что проектирование тканей сопровождается большими объемами трудоемких расчетов, а при выборе оптимального варианта проектирования ткани приводит к многочисленным ошибкам и требует значительных материальных и временных затрат.

Разработанные автоматизированные методы проектирования тканей позволяют расширить круг пользователей методов проектирования тканей, особенно в производственных условиях, и значительно сокращают сроки проектирования, а следовательно, позволяют в более короткие сроки внедрить новые ткани в производство.

Автором были проведены:

– анализ работ, посвященных вопросам автоматизации проектирования тканей и сопутствующих ей инженерных расчетов;

– анализ требований к созданию систем проектирования тканей;

– анализ основных этапов проектирования тканей и технологии их получения, а также внедрения в производство;

– разработаны алгоритмы автоматизированного проектирования тканей и произведена их программная реализация;

– разработан комплекс выходных документов по результатам автоматизированного проектирования тканей.

Рекомендована кафедрой технологии текстильного производства. Поступила 10.01.08.

УДК 677.21 (043.3)

РАСЧЕТ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ТЕКСТИЛЬНЫХ ФИЛЬТРОВ ЗАМКНУТОЙ СТРУКТУРЫ НАМОТКИ

Е.С. ЕРШОВА, С.С. ЮХИН

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

Текстильные фильтры, образованные путем навивания нитей на перфорированный патрон, относятся к классу пористых перегородок геометрической эффективности, у которых номинальная и абсолютная тонкости фильтрации практически идентичны. Большой плюс таких фильтров состоит в том, что они обладают регулярной поровой структурой, профиль пор в которых прямолинеен. Такой характер поровой структуры паковок для фильтрования позволяет повысить проницаемость этих паковок с одновременным поддержанием требуемой степени очистки фильтруемых составов.

При проектировании фильтров необходимо учитывать диаметр частиц или диапазон диаметров, который должен быть задержан пористой перегородкой. Для этого подберем такое соотношение числа за-

мыканий и числа витков, навиваемых за один двойной проход нитеводителя, при котором диаметр эквивалентного отверстия поры на первом слое намотки (на слое у патрона) станет равным диаметру частиц, задержание которых необходимо осуществить.

Потери давления на трение в прямоугольных порах при одинаковой длине поры принято описывать через эквивалентный диаметр пор.

Проведем расчет эквивалентного диаметра поры по следующей формуле:

$$d_{\text{экв}} = 2 \left(\frac{2S}{P} \right), \quad (1)$$

$$d_{\text{экв}} = 2 \left(\frac{2 \cdot 0,5bf}{4 \sqrt{\frac{b^2 + f^2}{4}}} \right), \quad (2)$$

где S – площадь поры, см^2 ; P – периметр поры, см ; $b=(\pi D/p)$ – большая диагональ ромба, см ; $f=(2H/n_1p)$ – меньшая диагональ ромба, см ; D – текущий диаметр намотки, см ; p – число замыканий; H – высота намотки паковки, см ; n_1 – целое число витков на паковке за время двойного прохода нитеводителя.

Установлено, что изменение технических показателей структуры намотки на паковку, а также ее фильтрационных показателей при одинаковой площади сечения поры на первом слое намотки зависят от изменения профиля поры и пористости паковки. В качестве исходного показателя принимаем площадь единичной поры на первом слое намотки, которая должна быть одинаковой для пяти рассчитываемых фильтров.

Теоретический анализ структуры пяти паковок с одинаковой площадью сечения пор, но переменным числом замыканий и числом витков показал, что с уменьшением числа замыканий и увеличением числа витков намотки профиль сечения поры изменяется от более квадратной к более щелевидной.

Увеличение щелевидности профиля поры приводит к снижению пористости намотки и коэффициента проницаемости паковки, а перепад давлений на входе и на выходе возрастает. Это говорит о том, что с увеличением щелевидности сечения поры плотность намотки на паковку возрастает, ввиду чего снижается объем пор в объеме паковки, и грязеемкость (масса загрязнений, которая может быть задержана текстильным фильтром за время, соответствующее изменению перепада давления на фильтре от начального до максимально допустимого значения) паковок с более щелевидным профилем пор будет меньше по сравнению с паковками, профиль сечения пор в которых приближается к квадрату.

Факт снижающейся грязеемкости по мере увеличения щелевидности профиля поры может быть также подтвержден еще и тем, что с ростом щелевидности эквивалентный диаметр пор в паковке уменьшается, в результате чего возможно полное закупоривание пор, что вызовет рост перепада давлений, и время на фильтрование до момента достижения максимально допустимого перепада давлений резко сократится.

Расчетные значения профилей пор в пяти пористых структурах для 220 наматываемых слоев с высотой намотки 23 см и диаметром намотки 20,96 см представлены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Номер паковки и профиль ячейки	Расчетные значения				
	фильтр1.	фильтр2.	фильтр3.	фильтр4.	фильтр5.
Число витков n	4	6	8	10	12
Число замыканий p	66	52	44	39	35
Диаметр, эквивалентный $d_{\text{экв}}$, см	0,119	0,111	0,102	0,092	0,085
Площадь поры S , см^2	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
Большая диагональ b , см	0,191	0,236	0,273	0,302	0,331

Меньшая диагональ f , см	0,153	0,147	0,110	0,097	0,088
Периметр P , см	0,489	0,536	0,589	0,634	0,685
Пористость Π	0,90392	0,88931	0,87629	0,86357	0,853
k_o (показатель, зависящий от профиля ячейки)	2	2,125	2,25	2,375	2,5
$K_{np} = k_o(\delta e/\delta)^2 S_o^2(1-\Pi)^2/\Pi^3$, м ²	0,164	0,122	0,096	0,078	0,066
Извилистость пор $(\delta e/\delta)^2$	1				
Удельная поверхность пор S_o , м ²	15,616	14,833	14,198	13,609	13,153
Скорость фильтрации V , м/с	0,000833				
μ (динамическая вязкость воды), Па·с	0,00101				
δ длина пути фильтрации (толщина намотки вдоль радиуса фильтра), м	0,0823				
$\Delta p = Q\mu/F\delta/K_{np} = \nu\mu\delta/K_{np}$, Па	4,22E-07	5,64E-07	7,15E-07	8,81E-07	1,04E-06
Δp , мПа	0,422	0,564	0,715	0,881	1,043
$K_{\phi} = aK_{np}\gamma_{ж}/\mu$ коэффициент фильтрации, м/с	1,2E-05	1,06E-05	9,37E-06	8,41E-06	7,64E-06
K_{ϕ} , м/ч	0,043325	0,037984	0,033721	0,03028	0,027504
$\gamma_{ж}$ (удельный вес воды), Н/м ³	9790				
R (коэффициент сопротивления перегородки) = $\gamma_{ж}\delta/(\mu K_{\phi})$	6,63E+10	7,56E+10	8,52E+10	9,48E+10	1,04E+11

ВЫВОДЫ

При улучшении показателей фильтрации, таких как тонкость фильтрации, коэффициент полноты фильтрации, происходит увеличение сопротивления пористой перегородки потоку проходящей сквозь нее жидкости. В силу этого выбор размера поры и профиля ее сечения должен соот-

ветствовать реальной задаче для фильтрации: не занижать и не превышать без надобности установленные уровни чистоты фильтруемой жидкости.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 27.03.08.

УДК 677.051.15/18

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОПЕРАЦИИ ОБЕСПЫЛИВАНИЯ НА НАКЛОННОМ ОЧИСТИТЕЛЕ ДЛЯ ХЛОПКА

К.Ю. ПАВЛОВ

(Ивановская государственная текстильная академия)

Обеспыливающий наклонный очиститель для хлопка (рис. 1) содержит остов 1, расположенную над ним закрытую кожухом рабочую зону 2, оснащенную входным 3 и выходным 4 каналами для движения

хлопка, расположенные в ней горизонтально и параллельно друг другу шесть ножевых барабанов 5, оси которых находятся в плоскости, наклоненной к горизонту под углом, близким к 45°, при этом по-

верхность нижнего сектора ножевых барабанов охватывает колосниковая решетка 6, отделяющая рабочую зону 2 от угарной камеры 7.

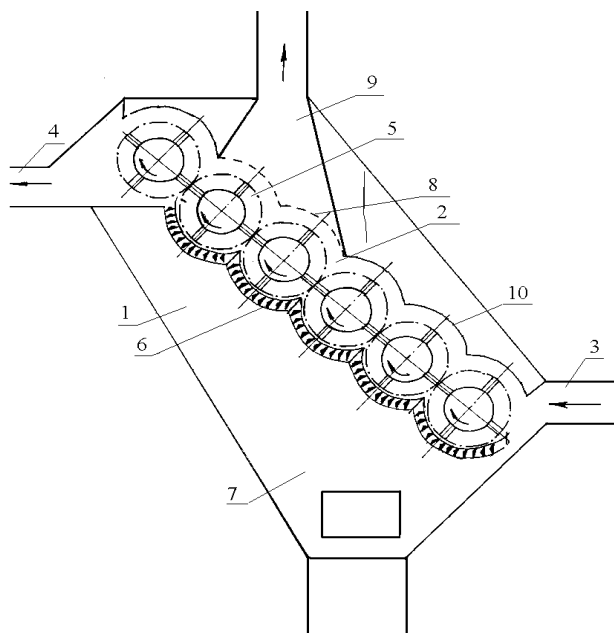


Рис. 1

Согласно модернизации над четвертым и пятым, по ходу продукта, ножевыми барабанами 5 концентрично им размещен перфорированный лист 8, установленный на разводку 10...15 мм с образованием вакуумной камеры 9.

Машина работает следующим образом. Волокнистый материал через входное отверстие 3 поступает в рабочую зону 2 ножевых барабанов 5. При вращении ножевых барабанов 5 в результате их взаимодействия между собой осуществляется эффективное разрыхление хлопка. В этом случае крупные сорные примеси через колосниковую решетку 6 выделяются в угарную камеру 7.

Пыль, пух и мелкие сорные примеси под воздействием аэродинамических сил, создаваемых разрежением [1], проникают через перфорированный лист 8 в вакуумную камеру 9 и отводятся воздушным потоком к фильтрам.

Таким образом, предложенная машина обеспечивает эффективную очистку хлопка как от крупных сорных примесей, удаляя их через колосниковую решетку 6 в угарную камеру 7, так и от пыли, пуха и мелких сорных примесей, удаляя их через перфорированную поверхность 8.

Исследование проводили по стандартной методике. Количество выделяемого сора, пыли и пуха определяли в течение 15 мин.

Для выделения пуха через перфорированную поверхность в трубе пневмоотсоса устанавливался фильтр. Результаты испытаний сведены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

№	Показатели полуфабрикатов и пряжи	Контрольный вариант	Опытный вариант	Процент улучшения показателя
Разрыхлительный агрегат				
1	Вес клочков хлопка, г	0,49	0,43	-
2	Коэффициент вариации холстов, %	1,58	1,55	-
3	Количество угаров, г	1060	1090	-
4	Количество отводимых пыли и пуха, г	-	5,9	-
Чесальная лента				
5	Коэффициент вариации (короткие отрезки), %	4,5	4,4	-
6	Качество прочеса (пороков/г)	75	69	8,0
7	Засоренность ленты (%)	0,38	0,33	13,1
Прядильная машина				
8	Линейная плотность, текс	18,5	18,5	-
9	Коэффициент вариации, %	11,5	11,3	-
10	Разрывная нагрузка, г/текс	9,2	9,4	-
11	Количество отложений в камере, мг	51	45	11,8
12	Обрывность	125	109	12,8

Как видно из табл. 1, в опытном варианте все показатели имеют тенденции к улучшению.

Через перфорированную поверхность в условиях опытного варианта дополнительно выделяется большое количество отходов в виде пуха, пыли и мелких сорных примесей, то есть таких отходов, которые не могут быть удалены через колосниковую решетку в угарную камеру.

В результате модернизации машины качество прочеса чесальной ленты улучшилось на 8,0%. По методике ЦНИХБИ было проведено исследование количества пыли, отлагающейся в желобе прядильной камеры. Как видим из табл. 1, уменьшение отложений в желобе прядильной камеры составило 11,8%. Обрывность в прядении снизилась на 12,8%.

УДК 633.511: 677.21

ОПТИМИЗАЦИЯ СРОКОВ МАШИННОЙ УБОРКИ ХЛОПКА ПО КАЧЕСТВУ ВОЛОКНА

К.М. ИНОГАМОВ

(Институт механики и сейсмостойкости сооружений АН Республики Узбекистан)

Ранее в соответствии с нормативными документами первый машинный сбор хлопка предусмотрено было начинать при раскрытии на кустах хлопчатника не более 50...60 % коробочек. На практике хлопкосеющие хозяйства не соблюдали эти требования по различным объективным и субъективным причинам, и чаще всего первый сбор проводили при большем количестве раскрытых коробочек: 70...80%.

Известно [1], [2], что сроки уборки хлопка влияют не только на физико-механические показатели хлопкового волокна, но и в конечном итоге на качество хлопчатобумажных изделий.

Проблемы исследования процессов ухудшения технологических показателей хлопкового волокна под влиянием света и атмосферных условий, закономерности изменения физико-механических свойств волокна, находящегося на кустах хлопчатника, а также проблемы изучения зависи-

ВЫВОДЫ

Предложенная модернизация наклонного очистителя целесообразна и может быть рекомендована текстильным предприятиям для внедрения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Павлов Г.Г. Аэродинамические основы безверетенных способов прядения. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982.

Рекомендована кафедрой прядения. Поступила 08.02.08.

Селекционный сорт хлопчатника Ташкент-1 наиболее приспособлен к машинной уборке. Высота стебля равняется 100...120 см, коробочка крупная 6,5...7,2 г. В промышленности волокно широко используется для изготовления тканей.

Первичная обработка хлопка-сырца по существующему технологическому процессу произведена на Бектемирском хлопкоочистительном заводе отдельно по всем партиям. Образцы сырца и волокна отбирались по следующим технологическим переходам: 1 – исходный из бунта; 2 – после двухкратной очистки на машинах; 3 – после очистителя; 4 – после джина; 5 – после волокноотделителя; 6 – из конденсора.

Далее определяли прядильно-технологические свойства хлопкового волокна. Из опытных образцов на лабораторной установке "Экспресс" была выработана пряжа.

Результаты испытаний приведены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

№ п/п	Тип и марка машин	Текс	Вытяжка	Число сложений
1	Трепальная ТО-16	0,0025	-	-
2	Чесальная ЧМ-450	0,28	116	1
3	Ленточная ЛПС-51-ИМ	1-я головка	0,30	6
		2-я головка	0,30	6
4	Ровничная Р-192-3	3,1	10,3	1
5	Прядильная П-66-5МЗ	50...54	17,4	1

Из табл. 1 видно, что линейная плотность хлопчатобумажной пряжи, выработанной из опытных образцов хлопкового волокна, находится в пределах расчетной нормы. Разрывная нагрузка менялась в зависимости от степени раскрытия. Самую низкую разрывную нагрузку имеет хлопчатобумажная пряжа, выработанная из хлопка-волокна – опыт №2, а самую высокую – опыт № 4.

Трепание. На трепальных машинах типа ТО-16 из волокна вырабатывали холсты. Каждый холст взвешивали с абсолютной погрешностью до 0,1 кг. Линейную плотность холста контролировали путем взвешивания.

Одновременно определяли неровноту (коэффициент вариации $C, \%$), холста по однометровым отрезкам. Результаты испытаний холстов из двух повторностей представлены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Вариант	Линейная плотность, ктекс	Номер	Коэффициент вариации по толщине $C, \%$
2	390,0	0,00250	2,53
3	358,75	0,00270	3,90
4	385,7	0,00250	4,90
5	414,97	0,00230	3,09

В нашем случае пряжа основная, кардная № 54.

В табл.3 представлен выбранный план прядения (число пороков на 1 г прочеса по переходам прядения).

Т а б л и ц а 3

Вариант	№ машины	Левая сторона машины			Середина машины			Правая сторона машины			Среднее число пороков на 1 г
		количество пороков	масса, г	количество пороков на 1 г	количество пороков	масса, г	количество пороков на 1 г	количество пороков	масса, г	количество пороков на 1 г	
Опыт 2	1	71	0,252	281	65	0,198	328	54	0,181	296	301
	2	75	0,436	172	88	0,375	246	62	0,306	202	207
Опыт 3	1	62	0,263	236	54	0,243	222	69	0,192	359	272
	2	58	0,214	271	76	0,234	325	67	0,221	303	299
Опыт 4	1	73	0,261	279	54	0,227	237	64	0,239	276	263
	2	67	0,256	261	59	0,204	289	59	0,243	243	264
Опыт 5	1	51	0,187	219	37	0,205	180	45	0,300	150	183
	2	50	0,240	245	70	0,245	286	58	0,243	238	253

Чесание. Полученные холсты заправляли в чесальные машины типа ЧМ-450. Проверяли качество прочеса, линейную плотность (Т), метрический номер (N) и неровноту чесальной ленты. Для определения качества прочеса с каждой машины отбирали прочес из трех мест в двух повторностях.

Неровноту полуфабрикатов определяли по массе отрезков одинаковой длины, она характеризовалась коэффициентом вариации. Длина отрезков чесальной ленты, ленты с ленточных машин (1 и 2-я головки) – 30 мм и 1 м, число отрезков 200.

Анализ результатов испытаний полуфабрикатов прядильного производства (чесальной ленты, ленты с ленточных машин) ровницы показал следующее.

1. Коэффициент вариации по толщине чесальной ленты по сравнению с нормами для 1-го сорта (3,5...6,0 %)

– завышенный по всем опытам и составил от 6,05 до 7,46%.

2. Неровнота ленты с 1-й головки составила от 2,64 до 3,18% при норме 2...3%.

3. Неровнота ленты со 2-й головки со-

ставляла от 2 до 3,95% при норме 1,5...2,0%.

Известно, что после сложения и вытягивания на данном переходе неровнота продукта уменьшается. Это положение подтвердилось и в наших исследованиях.

Неровнота ровницы, определенная 10-метровыми отрезками, по нормативам находится в пределах 1,9...2,5%. В нашем случае она составляет от 1,7 до 3,1 %.

По результатам анализа наилучшие показатели у варианта № 4.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иногамов К.М., Зыков Р.Ф. Производственные испытания хлопкового волокна, собранного хлопкоуборочными машинами, оснащенными составными и нарезными шпинделями // Сб. ст. : Теория и расчет механизмов машин хлопкоуборочного комплекса. – Ташкент, изд-во "ФАН", 1985.

2. Иногамов К.М. Исследование геометрии шпинделей хлопкоуборочной машины. Дис...канд. техн. наук. – Ташкент, 1969.

Поступила 27.03.08.

УДК 677.05+82.(064)

ВЫСТАВКИ ИТМА И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕКСТИЛЬНОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ

Э.А. ОНИКОВ

(Российский заочный институт текстильной и легкой промышленности)

О выставках ИТМА

Выставки ИТМА организуются Европейским союзом производителей текстильного и швейного оборудования "СЕМАТЕХ", который является головной организацией национальных союзов производителей текстильного и швейного оборудования девяти европейских стран, в том числе Германии, Италии, Швейцарии, Бельгии и Франции. Эти страны являются основными производителями текстильных машин в мировом масштабе.

Международные выставки текстильных машин ИТМА (ITMA) проводятся с 1951 года, каждые 4 года в разных европейских

странах, в основном поочередно в Германии, Италии, Франции и Швейцарии. За последние 15...20 лет в промежутках между выставками ИТМА международные выставки текстильных машин начали проводиться в Китае, (СИТМЕ), России (Инлегмаш), США (АТМЕ), а также ИТМА-АЗИЯ – в Сингапуре и Гонконге.

Предпоследняя – 14-я выставка ИТМА-2003 была проведена в Бирмингеме (Великобритания).

Впервые в этой выставке отказались участвовать ряд крупных фирм, являющихся лидерами текстильного машиностроения, в числе которых были известные

фирмы Rieter (Швейцария), Schlafhorst (Германия) и другие.

Сдержанное отношение к ИТМА-2003 и явную склонность европейских производителей текстильных машин к выставкам ИТМА-АЗИЯ пыталась объяснить статья в Международном текстильном бюллетене (ИТВ, Швейцария) № 5 за 2003 год. Заголовок статьи звучал драматично, почти по

Гамлету: "ИТМА-2003 – быть или не быть?". Аргументация в статье исходила из статистики продаж текстильных машин по отдельным регионам и странам.

Действительно, за последние три года в мире было продано следующее количество прядильных веретен, ткацких станков и трикотажных машин (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Вид машин	Продано				
	всего	в Азию		в Китай	
		количество	%	количество	%
Прядильные машины, млн. веретен	33,9	31,8	93,8	20,6	60,1
Ткацкие станки, тыс.	183,9	161,6	87,6	121,1	65,8
Трикотажные машины, тыс.	103,7	88,5	81,4	59,4	57,3

Как видно по данным табл. 1, основными потребителями текстильных машин являются фабрики стран Азии и, в первую очередь, фабрики Китая.

Тем не менее, выставки ИТМА в Европе остаются самыми крупными и наиболее профессионально значимыми выставками машин и станков текстильной и швейной промышленности, и 15-я выставка ИТМА-2007 в Мюнхене подтвердила их значимость.

Ни на одной выставке нельзя увидеть такого количества действующих машин и станков современного уровня. На выставке ИТМА-2007 на общей площади 102000 кв.м демонстрировали свои последние достижения 1451 фирма из 38 стран. На выставке побывали 118000 посетителей из 149 стран.

Кроме специалистов из Германии наибольшее количество участников были из Италии, Индии, Турции, Бразилии и Франции. Около 12000 посетителей были из Центральной и Южной Америки. Например, из Бразилии – свыше 4500 человек, из Аргентины – свыше 2000 и из Мексики – более 1500. Никогда прежде не было такого количества зарубежных специалистов на выставках ИТМА.

Одной из интересных особенностей выставки ИТМА-2007 было то, что впервые большое внимание уделялось участию в выставке научно-исследовательского сектора и сектора образования. В работе принимали участие представители около 30 научно-исследовательских институтов

по текстилю и одежде, 23 университетов, колледжа и других образовательных учреждений, двух организации по стандартизации. Они предлагали свои услуги как машиностроительным заводам, так и специалистам, приехавшим на выставку. Кроме того, на выставке ежедневно выходила газета, "ИТМА Daily News", публикуемая в Интернете.

На ИТМА-2007 в Мюнхене выставались следующие виды машин и станков.

1. Машины для прядильного производства и производства химических волокон.
2. Намоточные и текстурирующие машины, машины для крутильного производства.
3. Машины для производства нетканого материала и валяльные машины фетрового производства.
4. Приготовительные машины для ткацкого производства и ткацкие станки, а также станки для тафтинг ковров.
5. Трикотажные, вязальные, плетельные и вышивальные машины.
6. Машины для отделки текстильных полотен.
7. Машины для швейного производства.
8. Лабораторные контрольно-измерительные приборы.
9. Оборудование для транспортировки, погрузки-разгрузки, хранения и упаковки.
10. Оборудование для переработки от-

ходов, а также для предотвращения загрязнения окружающей среды.

11. Программное обеспечение для текстильного дизайна, для контроля и обработки данных и управления процессами.

12. Оснастка и комплектующие изделия для текстильной и швейной промышленности,

13. Сервисные услуги в области текстильной и швейной промышленности.

Как видим, список охватывает все аспекты текстильного и швейного производств.

Перспективы развития текстильного машиностроения

На выставке ИТМА-2007 представителями различных союзов производителей текстильных машин были доложены следующие статистические материалы по состоянию и развитию производства текстиля и текстильных машин. В течение текущего десятилетия глобальное потребление волокон для текстильных полотен возрастало ежегодно в среднем на 4 % и составило в 2005г. 64,8 миллиона тонн. Если эта тенденция останется, потребление волокон к 2010 г. приблизится к 79 млн. тонн.

Увеличение народонаселения, особенно в развивающихся странах, а также динамичный рост их экономики являются основными причинами быстрого увеличения потребности в текстильных материалах в этих странах.

Ежегодное увеличение потребности в текстильных изделиях до 2015 г. по оценкам Германского союза производителей текстильных машин (VDMA) составит более 4%.

Высокая степень экономического роста к настоящему времени наблюдается главным образом в таких странах, как Китай, Индия и страны Юго-Восточной Азии. Ежегодное потребление текстильных волокон на душу населения в этих странах находится между 3 и 9 кг, в то время как в США и Западной Европе оно существенно выше – 35 и 20 кг соответственно.

Столь большое различие в потреблении текстильных волокон между развивающимися и промышленно развитыми странами, а также рост благосостояния и увеличение

промышленного производства в этих странах дают возможность говорить о существенном потенциале роста текстильной промышленности развивающихся стран. Этот фактор диктует также необходимость замены и модернизации оборудования в развивающихся странах, что делает хорошими перспективы роста продукции текстильного машиностроения.

Эти оценки подтверждаются интенсивным переоснащением текстильных фабрик Азии и, в первую очередь, Китая. За последние 10 лет во всем мире было продано 63,6 млн. прядильных веретен, из них в Китай – 29,4 млн. веретен, в Индию – 11,2 млн. веретен. За этот же период во всем мире было продано 554 тыс. бесчелночных ткацких станков, из них в Китай – 311 тыс.

Производство текстиля, особенно бытового назначения, в промышленно развитых странах, в частности, в странах Европы, длительное время уменьшалось. Отчасти это падение компенсировалось возрастающим производством текстиля, главным образом, в высокотехнологичном секторе для промышленных и технических приложений.

Например, в Европе производится технический текстиль с самыми высокими требованиями к качеству, который интенсивно заменяет используемые в настоящее время материалы, такие как металл или пластмассы в строительстве, в конструкции автомобилей, в технологии охраны окружающей среды, в авиационной и авиакосмической промышленности.

На выставке ИТМА-2007 основные площади были заняты машиностроительными фирмами Германии, так как Германия является ведущим экспортером текстильных машин, включая запчасти и комплектующие изделия к машинам.

Кроме того, на выставке были представлены следующие цифры экспорта текстильного оборудования из разных стран: экспорт текстильного оборудования из Германии в 2006 г. равнялся 3,3 миллиарда евро, или 27,8% общего экспорта текстильных машин.

Доля Германии в общем экспорте текстильного оборудования в 2006 г. по отдельным его видам составила: 42% – по

оборудованию для производства синтетических нитей; 50% – по прядильному оборудованию; 12% – по ткацкому оборудованию; 32% – по трикотажному оборудованию; 55% – по оборудованию для нетканых материалов; 31% – по запчастям и комплектующим изделиям.

Из Японии в 2006 г. было экспортировано текстильного оборудования на 1,8 миллиарда евро (15,4% от общего экспорта), из Италии – на 1,4 миллиарда евро (11,8% от общего экспорта).

Доля экспорта европейских фирм – изготовителей текстильных машин, вероятно, постепенно будет уменьшаться, а доля фирм, действующих в Азии, – возрастать, особенно в Китае, который интенсивно предлагает свои машины во всех странах.

Экспорт текстильного оборудования из Китая за последние годы резко возрос. Если в 2000 г. он составлял 273 миллиона евро, или 2,2% от общего экспорта, то, повышаясь из года в год, в 2006 г. экспорт текстильных машин из Китая составил 836 миллионов евро. Доля его в общем экспорте текстильного оборудования в 2006 г. составила 7,1 %.

Увеличение доли стран Азии в экспорте текстильных машин подтверждается также увеличением площадей под стенды

у стран Азии на ИТМА-2007. По сравнению с ИТМА-2003 их площади возросли примерно на 20%.

ВЫВОДЫ

1. Выставки ИТМА в Европе, несмотря на то, что основными потребителями текстильного оборудования являются страны Азии, остаются самыми крупными и наиболее профессионально значимыми выставками машин и станков для текстильной и швейной промышленности.

2. Последняя выставка ИТМА-2007 в Мюнхене подтвердила их значимость как по количеству участвующих фирм, в том числе ведущих, так и по количеству посетивших специалистов.

3. Динамичный рост экономики развивающихся стран, а также относительно низкий уровень в настоящее время потребления текстильных волокон в этих странах являются основными факторами быстрого увеличения на ближайшие годы потребности в текстильных материалах, а следовательно, и в текстильном оборудовании.

Рекомендована кафедрой технологии тканей и трикотажа. Поступила 25.03.08.

ПАМЯТИ ПРОФЕССОРА А.Н. СОЛОВЬЕВА

11 марта 2008 года исполнилось 100 лет со дня рождения выдающегося ученого текстильщика-материаловеда, доктора технических наук, профессора Алексея Николаевича Соловьева.

А.Н. Соловьев родился 11 марта 1908 г. в семье сельского учителя в старинном русском городе Владимире. В 1923 – 1926 гг. он – слушатель Владимирского механического техникума, а в 1926 – 1930 гг. – студент Ивановского текстильного института.

После окончания института А.Н. Соловьев работал в г. Серпухове Московской области в Центральной научно-исследовательской лаборатории. Уже тогда на страницах научных журналов стали появляться труды молодого ученого, посвященные разработке инструментальных методов испытания и оценки качества хлопкового волокна и пряжи.

В 1937 г. А.Н. Соловьеву была присуждена ученая степень кандидата технических наук, а с 1938 г. А. Н. Соловьев – старший научный сотрудник Центрального научно-исследовательского института хлопчатобумажной промышленности.

В 1941 г., когда началась война, А.Н. Соловьев ушел на фронт, где командовал артиллерийской батареей. За боевые заслуги Алексей Николаевич был награжден правительственными боевыми наградами. К научной работе он смог вернуться лишь после окончания войны, в 1945 г.

Начиная с 1948 г. А.Н. Соловьев – доцент кафедры текстильного материаловедения Московского текстильного института. С этого времени вся его научно-педагогическая деятельность связана с МТИ.

В 1952 г. он успешно защитил докторскую диссертацию на тему "Проектирование свойств хлопчатобумажной пряжи". Эта работа являлась блестящим образцом инженерного проектирования свойств текстильных материалов и послужила фунда-

ментом формирования соответствующего научного направления в текстильном материаловедении.

Известная формула прочности хлопчатобумажной пряжи проф. Соловьева А.Н. была получена аналитическим путем.

Затем на основе опытных данных она была уточнена:

$$\bar{P}_p = P \frac{N_b}{N} \left(1 - \frac{5}{L_{ш}} \right) X_k.$$

И приобрела окончательный вид:

$$\bar{P}_p = P \frac{N_b}{N} \left(1 - 0,0375 N_o - \frac{2,65}{\sqrt{\frac{N_b}{N}}} \right) \left(1 - \frac{5}{L_{ш}} \right) X_k \eta, \text{ сН.}$$

Здесь \bar{P}_p – средняя разрывная нагрузка пряжи; P – прочность волокна; N_b – номер волокна; N – номер пряжи; N_o – неровнота пряжи; $L_{ш}$ – штапельная длина хлопка; X_k – поправка на крутку пряжи; η – коэффициент, учитывающий состояние оборудования.

Методический подход к проектированию свойств хлопчатобумажной пряжи, разработанный А.Н. Соловьевым, широко использовался и для других текстильных материалов.

Научная деятельность проф. А.Н. Соловьева была чрезвычайно многогранна. Он исследовал полуцикловые, одноцикловые и многоцикловые характеристики механических свойств текстильных материалов; изучал усадку и износ текстильных полотен. Им разработаны статистические методы прогнозирования и оценки качества текстильных материалов.

Алексей Николаевич руководил работами по созданию методов и приборов для определения несминаемости текстильных полотен и неровноты текстильных нитей.

Отличительной особенностью научных исследований проф. А.Н. Соловьева являлись оригинальность методических разработок и обязательное получение аналитического выражения исследуемых зависимостей.

Кроме приведенной выше формулы расчета прочности хлопчатобумажной пряжи широкую известность, признание и применение получили математические модели, разработанные А.Н. Соловьевым при исследовании кинетики износа текстильных материалов, потенциальной усадки, формоустойчивости тканей, выносливости пряжи и др.

Педагогическая деятельность проф. А.Н. Соловьева была полностью посвящена Московскому текстильному институту. Блестящий лектор, требовательный педагог, он пользовался большой любовью и уважением студентов, аспирантов и коллег. А.Н. Соловьев – соавтор практически всех известных учебников по текстильному материаловедению. Им создано самостоятельное и очень важное направление работ современного материаловедения – измерение, контроль и оценка качества текстильных материалов, что способствовало формированию научно-педагогической

школы кафедры по метрологии и квалиметрии.

Книги и монография, написанные А.Н. Соловьевым по этим вопросам, позволили значительно расширить профессиональную подготовку инженеров-материаловедов, в том числе по новым специализациям и специальности. На кафедре работали и успешно работают ученики проф. А.Н. Соловьева.

Алексей Николаевич вел активную научно-общественную деятельность. Он являлся ученым секретарем Совета МТИ по присуждению ученых степеней, членом Экспертной комиссии ВАК, членом Ученого совета Каунасского политехнического института, членом редакционных коллегий журналов серии "Известия высших учебных заведений": "Технология текстильной промышленности" и "Технология легкой промышленности", читал лекции в Научно-техническом обществе Легпрома и многих вузах текстильного профиля в городах Иваново, Киев, Ташкент, Каунас, Витебск и других.

Светлая память о профессоре А.Н. Соловьеве живет в сердцах его учеников и коллег, а результаты его научной деятельности еще долгие годы будут оставаться востребованными и служить определяющими направлениями в развитии отечественного текстильного материаловедения.

Ректорат Московского государственного текстильного университета им. А.Н. Косыгина.

Кафедра текстильного материаловедения.

Редколлегия и редакция журнала "Известия вузов. Технология текстильной промышленности".