

Министерство образования
Российской Федерации

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

**ТЕХНОЛОГИЯ
ТЕКСТИЛЬНОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ОСНОВАН В ДЕКАБРЕ 1957 ГОДА, ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД

**№ 5 (257)
2000**

Издание Ивановской государственной текстильной академии

31 июля 2000

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор **В.В. ЗРЮКИН.**

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

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

Ответственный секретарь **С.Л. ХАЛЕЗОВ.**

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

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

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

http://education.ivanovo.ru/IGTA

Издание зарегистрировано в Министерстве печати РФ. Регистрационный №796. Сдано в набор 01.01.2001. Подписано в печать 01.01.2002. Формат 60x84 1/8. Бум. кн.-журн. Печать офсетная. 16,27 усл.-печ. л.; 16,395 усл. кр.-отт.; 23,92 уч.-изд. л. Заказ 3933.

Тираж 450 экз.

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

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

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

© «Известия вузов. Технология текстильной промышленности», 2002

УДК 658.8.011.1

МАРКЕТИНГОВЫЙ АУДИТ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Н.С. ИВАЩЕНКО, Э.О. КОЧАРЬЯНЦ

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

Повышение эффективности работы современного текстильного предприятия заключается в преобразовании и укреплении всех систем функционирования последнего: 1) административно-управленческой; 2) маркетинговой, включая стратегию развития; 3) производственно-технологической; 4) финансово-экономической; 5) кадровой и 6) информационно-управляющей.

В связи со сложившейся обстановкой на российских предприятиях текстильной промышленности возникает необходимость проведения детального анализа (маркетингового аудита) каждой из вышеперечисленных составляющих с целью описания их реального состояния, а также определения возможных путей выхода из кризиса и дальнейшее их совершенствование.

Маркетинговый аудит – один из новых экономических инструментов, который на сегодняшний день мало изучен и плохо описан в отечественной литературе. В связи с этим существует необходимость в разработке его методологии.

С нашей точки зрения, аудит – это один из видов анализа, предполагающий оценку уровня достаточности и качества информации в той или иной сфере деятельности фирмы с целью принятия обоснованного управленческого решения.

Одним из основных вопросов в организации маркетингового аудита является необходимость систематизировать (классифицировать) маркетинговую информацию по одному или нескольким выбранным признакам, обеспечивающим комплексный характер исследования. В качестве таких признаков, определяющих направления проведения маркетингового аудита, предлагается использовать основные принципы маркетинга, такие как знание рынка, приспособление к рынку и формирование его.

В общем виде модель маркетингового аудита, на наш взгляд, включает два блока анализа: общий аудит на соответствие принципам маркетинга и организационный аудит (рис.1).

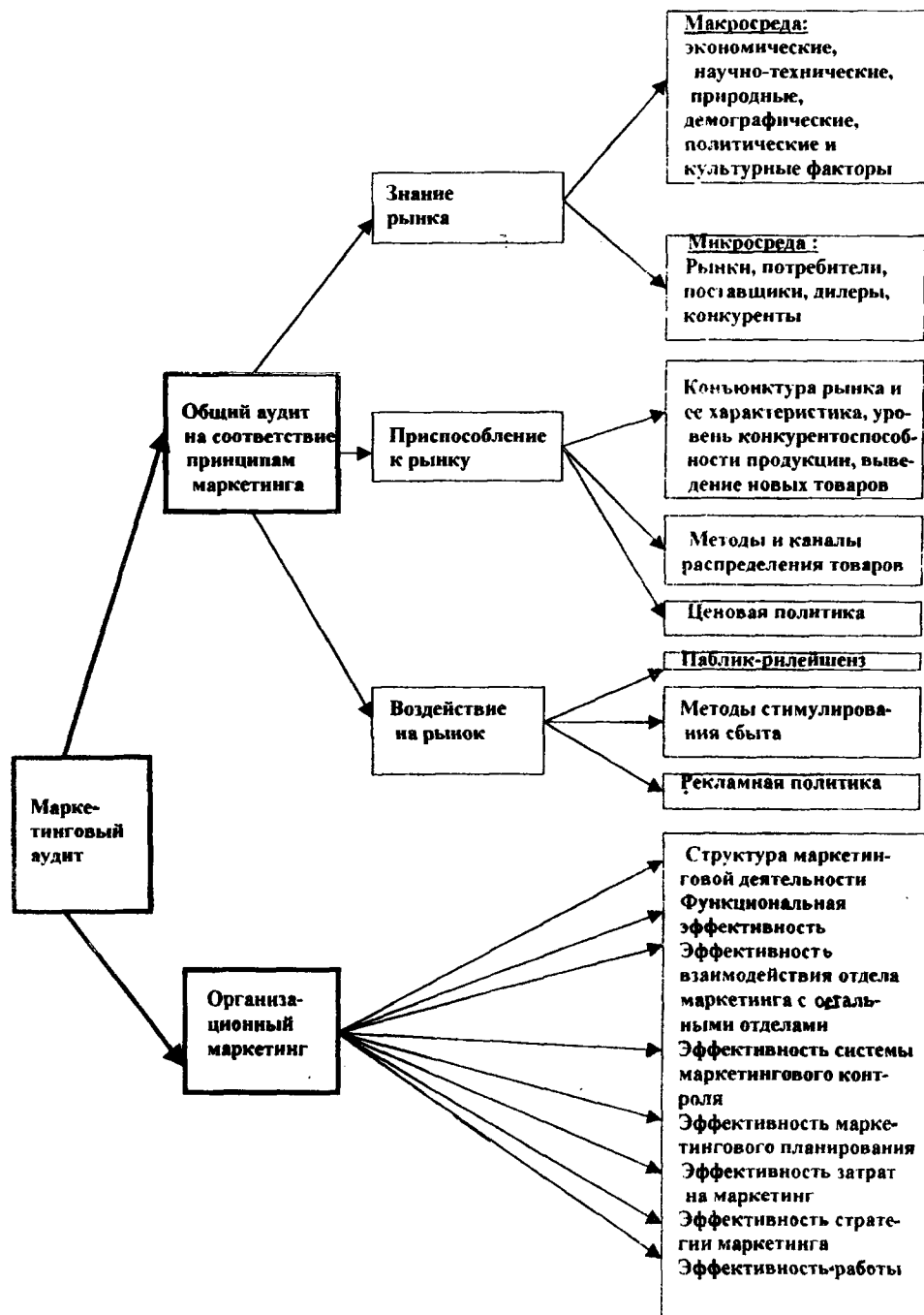


Рис. 1

Анализируя предложенную схему, следует отметить, что аудит не является самоцелью. Целью аудита, как и любого вида аналитической деятельности, является выявление недостатков, упущений, отклонений от установленных стандартов (критериев) и разработка на этой основе конструктивных предложений по улучшению

эффективности маркетинговой деятельности предприятия.

Ключевая проблема маркетинговых недоработок отечественного маркетинга заключается в том, что для России это пока еще достаточно новое направление в деятельности предприятий так же, как и в теоретических разработках. Необходимость исследования предприятий по всему

комплексу маркетинга на промышленном и потребительском рынках, а тем более при осуществлении международной деятельности, неоднократно подчеркивалась рядом ведущих экономистов, специализирующихся в области маркетинга.

Основные требования к проведению маркетингового аудита определены в [1, с.842] как «системность, независимость и периодичность». При этом под системностью понимается всесторонний охват основных направлений маркетинговой деятельности предприятия, что, точнее, на наш взгляд, характеризует категория «комплексность».

Одной из форм проведения маркетингового аудита является самоаудит, когда менеджеры по маркетингу сами оценивают свою работу. Однако большинство зарубежных специалистов склоняются к тому, что лучший аудит – это аудит, проводимый внешними сертифицированными специалистами-консультантами.

В российской практике единого подхода к проведению маркетингового аудита практически не существует, а консалтинговые компании, работающие в этом направлении, самостоятельно разрабатывают различные модели и подходы, под которыми они понимают проведение маркетингового аудита предприятия. Как прави-

ло, компании стараются прибегать к подобным услугам только после существенного снижения эффективности работы, либо возникновения других проблем. Если периодически прибегать к маркетинговому аудиту, то проблемы могут быть решены уже на ранней стадии их возникновения.

ВЫВОДЫ

На отечественных предприятиях текстильной промышленности проведение маркетингового аудита на данном этапе особенно актуально.

Аудит может проходить во взаимосвязи с обучением ведущих специалистов предприятия маркетинговым технологиям, в том числе методам оценки рынка, проведению маркетинговых исследований, формированию планов действий на рынке, эффективной организации отделов маркетинга и сбыта.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Котлер Ф.* Маркетинг. Менеджмент.– СПб: «Питер», 1998.

Рекомендована кафедрой менеджмента и организации производства. Поступила 25.05.00.

УДК 658.3.018:331.024.3

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И АНАЛИЗА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ В ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ МОНГОЛИИ

Б. ДАВААСУРЭН, Л. ОЮУНЦЭЦЭГ

(Институт промышленной технологии и дизайна,
Институт компьютерной техники и менеджмента)

Легкая промышленность занимает одно из ведущих мест в экономике Монголии. По состоянию на 1999г. на долю отрасли

приходилось 30% всех работающих, 11,3% производства промышленной продукции, 8 из 23 наименований экспортной продук-

ции принадлежали легкой промышленности. Отрасль обладает достаточным производственным потенциалом, способным обрабатывать 94,4% животноводческого сырья (шерсть, кожа). Производственная деятельность отрасли в основном базируется на внутренних источниках сырья и материалов.

В настоящее время в связи с возросшим в мире интересом к экологически чистой и натуральной продукции для развития легкой промышленности существуют все предпосылки. Отрасль обладает определенными возможностями по созданию большего количества рабочих мест при использовании малого объема капитальных вложений по сравнению с другими отраслями промышленности.

Результаты проведенного исследования показывают, что современное состояние управления производством в Монголии, в частности, в легкой промышленности, характеризуется лишь начальным этапом развития и ограничивается осуществлением нескольких проектов по формированию системы повышения производительности и качества продукции.

К настоящему времени пока еще не проведено основательного изучения проблем теории и практики управления производительностью, не определены концепции и стратегии управления производительностью и не разработана единая методология ее измерения, анализа и оценки.

С этой целью для изучения данной проблемы на основе разработанной нами методологии были выбраны 11 крупных предприятий легкой промышленности, принадлежащих к трем главным подотраслям: текстильной, кожевенно-обувной и швейной, на долю которых приходится 92,4% производства продукции, 55,6% работающих и 74,8% основного капитала отрасли. Суммарный объем производства продукции, и численность работающих выбранных предприятий составляют соот-

ветственно 60% производства продукции и 30% работающих в легкой промышленности.

Для оценки достоверности исследований и определения представительности выбранных предприятий в целом в легкой промышленности рассчитаны показатели статистической оценки и проведена проверка однородности дисперсий по критерию F Фишера.

Большое внимание уделено вопросу выбора показателей результатов деятельности предприятий. В связи с этим проведено исследование среди 722 работающих компаний "Говь", "Монгол савхи", "Ээрмэл" и 19 преподавателей-экспертов вузов экономического профиля методом анкетного опроса и экспертной оценки.

Для проверки достоверности результатов исследований рассчитана оптимальная численность выборки ($n=653$) при условии $(\rho_1-\rho_1/\mu < \rho_2-\rho_2/\mu < \rho_3-\rho_3/\mu)$ вероятности $(1-\beta)$, $\mu=0,05$ и коэффициенте представительности выборочной группы генеральной совокупности ($\Phi=80,3\%$), что позволило оценить ее по выборочной группе. Была рассчитана степень согласия экспертов коэффициентом конкордации $W=0,578$, где условие оценки значимости $\chi^2_{\tau}=12,6 < \chi^2_0=69,4$ выполнено, что позволило фиксировать единство их мнений.

На первом этапе нами выбрано 40 факторов на основе исследований в области теории и практики производительности с учетом общих требований, предъявляемых к факторам и их выбору.

Выбор 20 значимых факторов из 40 осуществлен по матрице, разработанной по итогам названного выше социологического исследования, затем проведено их ранжирование по степени влияния на производительность в результате экспертной оценки. По итогам исследований проведен сравнительный анализ (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Группы факторов		Работники управления и ИТР	Рабочие	Эксперты
1	Факторы, связанные с индивидуумом	II (69.9%)	II (52.6%)	I (82.9%)
2	Факторы внутренней среды организации	III (65.6%)	I (73.7%)	II (64.7%)
3	Внешние факторы	I (79.8%)	III (33.4%)	III (52.2%)

Большинство экономических факторов, в том числе факторов, влияющих на производительность, имеет качественную характеристику, хотя некоторые из них могут быть выражены численно. Исходя из этого для дальнейшего анализа мы выбрали дисперсионный метод.

Дисперсионный анализ проведен на основе методологии планирования эксперимента с использованием в качестве плана исследования частотного квадрата $F(6-6,1,1,1^3)$. План на его основе является симметричным, равномерным и ортогональным.

На основе выполненного анализа можно сделать вывод о том, что исследуемые группы факторов, особенно факторы, связанные с индивидуумом, оказывают существенное влияние на производительность. По итогам анализа выбраны самые существенные факторы из каждой группы: образование, опыт, мотивация и потребности работающего, НТП (научно-технический прогресс), уровень использования техники и технологий, финансовое состояние, управленческая квалификация руководства, положение маркетинга и финансов предприятия, состояние конкуренции, экономический рост, экспорт и уровень инфляции в стране. Влияние факторов, не имеющих численное выражение, было изучено на основании исследований, проводимых нашими учеными, и результатов вышеназванного

социологического исследования среди работающих предприятий.

Результаты исследований привели к выводу о том, что основной причиной упадка производства и снижения уровня производительности является недостаточный уровень квалификации и управления руководства, не соответствующий современным требованиям рыночных отношений, сложившихся в нашей стране. Хотя на предприятиях существуют благоприятные условия для коллективного управления, руководство не уделяет этому нужного внимания. Указанный недостаток управления отрицательно влияет на принятие правильных решений, учитывающих быстрое изменение условий внешней среды в области производственной, маркетинговой и финансовой деятельности.

Большинство руководящих работников не обладают способностью изменения старого стиля управления и достаточным знанием менеджмента, психологии человеческих отношений и маркетинга. Особое внимание в этом случае должно быть уделено разработке маркетинговой стратегии и политики, так как применение маркетинга производителем становится необходимым условием для успешного его функционирования в нынешних рыночных условиях Монголии. Из исследований видно, что незначительное количество предприятий, таких как "Говь", "Монгол савхи", "Улаанбаатар хивс", организовали отделы маркетинга и сбыта, но их деятельность ограничивается лишь продажей уже соз-

данной продукции и является далеко несовершенной маркетинговой деятельностью.

Вследствие сложившейся в стране ситуации, обусловленной переходным периодом, многие предприятия (в том числе легкой промышленности) испытывают финансовые затруднения. Большинство из них оказались не готовыми и не способными работать в новых рыночных условиях. Из-за нехватки оборотных средств предприятия не могут функционировать нормально, результатом чего стали массовые сокращения работников, в том числе квалифицированных. Так, например, в 1997г. численность работающих в отрасли снизилась на 45%, средний разряд на 6%, стаж работы на 36,4% по сравнению с 1992г. Результаты наших исследований указывают на значительную корреляционную зависимость между названными показателями и уровнем производительности и использования производственной мощности.

С другой стороны, с разрушением годами сложившейся системы материально-технического обеспечения возникает много проблем, связанных с самостоятельным обеспечением необходимыми ресурсами. Кроме того, многие виды продукции, выпускаемые предприятиями легкой промышленности, не соответствуют требованиям современного монгольского потребителя.

Все это сказывалось на снижении уровня использования производственных мощностей. В 1997 г. уровень использования производственной мощности в среднем по отрасли составлял 62,4%, что свидетельствует о снижении на 17% по сравнению с 1992г. Среди охваченных

исследованием предприятий самый высокий уровень использования производственной мощности имела компания "Говь" (92%), самый низкий – компания "Гутал" (3%) по состоянию на 1997г.

По результатам корреляционного анализа выбраны факторы, оказывающие наибольшее влияние на производительность: уровень использования производственной мощности ($x_1=0,973$), средний стаж работающих ($x_2=0,86$) и уровень инфляции ($x_3=0,83$). На основе предварительного анализа вида взаимосвязи между факторами и уровнем производительности было выбрано уравнение линейной регрессии:

$$y_t = -0.491 + 0.022x_{1t} + 0.28x_{2t} + 0.01x_{3t}, \quad (1)$$

где y_t – уровень общей производительности в период t ; x_1 – уровень использования производственной мощности; x_2 – средний стаж работающих; x_3 – уровень инфляции.

Коэффициент детерминации $R^2=0,996$; множественной корреляции $R=0,998$; оценка по критерию Фишера $F_p=387,6 > F_T=19$.

Проведенный прогноз на основе этой модели показывает, что в 2005г. уровень общей производительности достигнет уровня 1992г., если сложившаяся ныне ситуация не изменится в сторону улучшения.

Рекомендована институтом промышленной технологии и дизайна. Поступила 19.09.00.

УДК 539.434:677.494

**КАНОНИЧЕСКОЕ УРАВНЕНИЕ
НЕЛИНЕЙНО-НАСЛЕДСТВЕННОЙ ВЯЗКОУПРУГОСТИ НИТЕЙ
И ДРУГИХ СИНТЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ**

А.М. СТАЛЕВИЧ

(Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна)

Среди физико-механических характеристик синтетических материалов важное место занимают релаксирующий модуль и податливость [1], предназначенные как для сравнительного анализа материалов, так и для расчета их нагруженных состояний в широком диапазоне неразрушающей механической нагрузки.

Сложившиеся представления о наследственном характере процессов деформирования или нагружения полимерных материалов [1] определяют актуальность исследования этих процессов у различных текстильных материалов – и прежде всего у синтетических нитей, тканей, кож и т.д. Гипотеза об активирующем характере воздействия приложенной механической нагрузки на времена релаксации или запаздывания [2, 3] подтвердилась многочисленными измерениями и привела к соответствующей модификации [4...7] уравнений Больцмана-Вольтерры [1]. При этом благодаря выбору физически обоснованных ядер релаксации и запаздывания [4, 5] удалось добиться, во-первых, заметного упрощения уравнений состояния по сравнению с уравнениями, широко применяемыми в строительной механике [8], и, во-вторых, распространения этих уравнений на случай нелинейной вязкоупругости.

Разработан ряд методик определения соответствующих характеристик [6], одна-

ко вопрос об уточнении этих характеристик в связи с их наследственно-интегральной спецификой продолжает представлять несомненный интерес для материаловедов, занимающихся анализом физико-механических свойств различных полимерных материалов с позиции физики полимеров.

Детально рассмотрены выводы двух уравнений теории нелинейно-наследственной вязкоупругости [4...7]: уравнения наследственной релаксации

$$\sigma_t = E_0 \varepsilon_t + \int_0^t \varepsilon_0 E'_{\varepsilon;t-t_0} d\theta \quad (1)$$

и уравнения наследственной ползучести

$$\varepsilon_t = D_0 \sigma_t + \int_0^t \sigma_0 D'_{\sigma;t-t_0} d\theta. \quad (2)$$

где t – время; ε – деформация; σ – напряжение; $E_{\varepsilon t}$ – релаксирующий модуль;

$D_{\sigma t}$ – податливость; $E'_{\varepsilon t} = \frac{\partial E_{\varepsilon t}}{\partial t}$ – нелинейно-наследственное ядро релаксации;

$D'_{\sigma t} = \frac{\partial D_{\sigma t}}{\partial t}$ – нелинейно-наследственное ядро ползучести [6].

Уравнение (1) оказывается продуктивным в случаях, когда переменная величина деформации известна, например, при аналитическом описании диаграммы растяжения. Уравнение (2) становится удобным, когда задается переменная величина напряжения.

С учетом $E_0 D_0 = E_\infty D_\infty = 1$ (2) можно переписать в виде

$$\sigma_t = E_0 \varepsilon_t - E_0 \int_0^t \sigma_\theta D'_{\sigma; t-\theta} d\theta,$$

и тогда совместно с (1) получим следующую взаимосвязь между ядрами уравнений (1) и (2):

$$-\int_0^t \varepsilon_\theta E'_{\varepsilon; t-\theta} d\theta = E_0 \int_0^t \sigma_\theta D'_{\sigma; t-\theta} d\theta. \quad (3)$$

Напомним, что при $\varepsilon = \text{const}$ из (1) получается релаксирующий модуль

$$\begin{aligned} \varepsilon^{-1} \sigma_{\varepsilon t} &= E_{\varepsilon t} = E_0 - (E_0 - E_\infty) \varphi_{\varepsilon t} = \\ &= E_0 (1 - (1 - c) \varphi_{\varepsilon t}), \end{aligned} \quad (4)$$

а при $\sigma = \text{const}$ из (2) податливость

$$\begin{aligned} \sigma^{-1} \varepsilon_{\sigma t} &= D_{\sigma t} = D_0 + (D_\infty - E_0) \varphi_{\sigma t} = \\ &= E_0^{-1} \left(1 + \frac{1-c}{c} \varphi_{\sigma t} \right), \end{aligned} \quad (5)$$

где $c = E_\infty^{-1} E_0^{-1}$, $\varphi_{\varepsilon t} \in (0;1)$ и $\varphi_{\sigma t} \in (0;1)$ – нормированные функции.

С учетом (4) и (5) из (3) имеем взаимосвязь между нормированными функциями:

$$\int_0^t \sigma_\theta \varphi'_{\sigma; t-\theta} d\theta = E_\infty \int_0^t \varepsilon_\theta \varphi'_{\varepsilon; t-\theta} d\theta. \quad (6)$$

В (6) отчетливо видна интегральная симметрия нормированных нелинейно-наследственных ядер уравнений (1) и (2). Если воспользоваться свойствами интегральных сверток [9], то, учитывая, что $\varphi_\sigma(0) = 0$ и $\varphi_\varepsilon(0) = 0$, из (6) с помощью интегрирования получим также симметрию соответствующих нормированных функций:

$$\int_0^t \sigma_\theta \varphi_{\sigma; t-\theta} d\theta = E_\infty \int_0^t \varepsilon_\theta \varphi_{\varepsilon; t-\theta} d\theta. \quad (7)$$

С учетом взаимосвязи модуля и податливости

$$E_\infty = E_\infty^{+0.5} D_\infty^{-0.5} = D_\infty^{-1}.$$

Указанная симметрия с особой четкостью ощущается при символической записи сверток в (6) и (7) [9]:

$$D_\infty^{0.5} \sigma_t \varphi'_{\sigma t} = E_\infty^{0.5} \varepsilon_t \varphi'_{\varepsilon t}, \quad (8)$$

$$D_\infty^{0.5} \sigma_t \varphi_{\sigma t} = E_\infty^{0.5} \varepsilon_t \varphi_{\varepsilon t}. \quad (9)$$

При использовании операционного исчисления [9] по аналогии с ситуацией линейной вязкоупругости [6] получается, что (1) и (2) приводятся к следующему символическому виду:

$$\sigma_t \cdot 1 = \varepsilon_t E_{\varepsilon t} \text{ и } \varepsilon_t \cdot 1 = \sigma_t D_{\sigma t}. \quad (10)$$

Продолжая пользоваться свойствами свертки [9], для обоих уравнений (10) получим идентичную символическую запись при $\sigma = \text{const}$ и при $\varepsilon = \text{const}$ соответственно:

$$D_{\sigma t} E_{\varepsilon t} = 1 \cdot 1 = t \text{ или } \frac{\partial}{\partial t} (D_{\sigma t} E_{\varepsilon t}) = 1. \quad (11)$$

Из (11) видна определенная символическая симметрия модуля и податливости. Уравнение (11) можно получить также непосредственно из (1) или (2).

В сочетании с (11) каждое из уравнений (10) приводится к одинаковому символическому виду

$$\sigma_t \sigma_t D_{\sigma t} = \varepsilon_t \varepsilon_t E_{\varepsilon t} \quad (12)$$

или

$$\{\sigma_t\} \{D_{\sigma t}\}^{0.5} = \{\varepsilon_t\} \{E_{\varepsilon t}\}^{0.5}, \quad (13)$$

где $\{\sigma_t\} = \int_0^{\infty} \sigma_t \exp(-pt) dt$, то есть σ_t – оригинал, $\{\sigma_t\}$ – его Лапласово изображение в символическом виде [6, 9].

Из получившегося совпадения "самостоятельных" записей (1) и (2) в виде (12) или (13) следует вывод об адекватности уравнений (1) и (2) несмотря на их индивидуальное появление [6, 7]. При переходе от (1) и (2) к (10...12) или (13) осуществлялись действия такие же, как и в случае линейной вязкоупругости [6]. Вместе с тем подчеркнем, что при обратном ходе от (13) к (1) и (2) в рассматриваемой ситуации нелинейной вязкоупругости не следует пользоваться двойственным правилом дифференцирования интеграла-свертки [9], а

дифференцировать лишь переменные $E_{\varepsilon t}$ и $D_{\sigma t}$. В связи с этим из (13) без каких-либо дополнений можно получить любое из предыдущих уравнений кроме (4) и (5). В сочетании же с (4) и (5) получаются (6) и (7). Следовательно, уравнение (13) можно называть каноническим, а (6) и (7) – его упрощенными вариантами. Это ограничение является следствием специфики получения формул (1) и (2), состоящей в том, что величины ε_t и σ_t оказывают непосредственное действие на среднестатистические времена релаксации и запаздывания [6, 7]. При дифференцировании же модуля и податливости величины деформации и напряжения выполняют роль параметров и, таким образом, операциям дифференцирования по времени эти параметры не препятствуют [6, 7].

Очевидно, что из (13), так же, как и из (1) и (2), получается, что при $t \ll \tau$

$$D_0^{0.5} \sigma_t \approx \varepsilon_t E_0^{0.5}, \text{ то есть } \sigma_t \approx E_0 \varepsilon_t. \quad (14)$$

а при $t \gg \tau$

$$D_0^{0.5} \sigma_t \approx E_{\infty}^{0.5} \varepsilon_t, \text{ то есть } \sigma_t \approx E_{\infty} \varepsilon_t. \quad (15)$$

При $\sigma = \text{const}$ из (6) для ползучести имеем

$$\varphi_{\sigma t} = E_{\infty} \sigma^{-1} \int_0^t \varepsilon_{\sigma \theta} \varphi'_{\varepsilon; t-\theta} d\theta = E_{\infty} \int_0^t D_{\sigma \theta} \varphi'_{\varepsilon; t-\theta} d\theta, \quad (16)$$

а при $\varepsilon = \text{const}$ – для релаксации

$$\varphi_{\varepsilon t} = E_{\infty}^{-1} \varepsilon^{-1} \int_0^t \sigma_{\varepsilon \theta} \varphi'_{\sigma; t-\theta} d\theta = E_{\infty}^{-1} \int_0^t E_{\varepsilon \theta} \varphi'_{\sigma; t-\theta} d\theta. \quad (17)$$

Как из (16), так и из (17) вытекает, что при $t \ll \tau$, где τ – время релаксации или запаздывания [4...7] $E_0 \varphi_{\sigma t} \approx E_{\infty} \varphi_{\varepsilon t}$, то есть $\varphi_{\sigma t} \rightarrow c \varphi_{\varepsilon t} \rightarrow 0$. При $t \gg \tau$ $\varphi_{\varepsilon t} \rightarrow \varphi_{\sigma t} \rightarrow 1$.

Следовательно, при переходе от линейно-наследственной к нелинейно-наследственной вязкоупругости в каноническом уравнении (12) или (13) – так же, как и в простых вариантах записи (1) и (2) – в ядрах интегралов-сверток добавляются

лишь индексы, отражающие активирующий характер действия деформации или напряжения на среднестатистические времена релаксации или запаздывания. Такая специфика физической интерпретации нелинейно-наследственных ядер накладывает определенные ограничения на процедуры дифференцирования интегралов-сверток при переходе от символических записей (12), (9), (8) к развернутым записям (1), (2), (7) и (6) соответственно. Становится очевидным, что уравнения линейно-наследственной вязкоупругости можно рассматривать как частный случай общего канонического уравнения (13). Формальная симметрия между наследственными ядрами релаксации и ползучести в уравнениях (13), (12), (11), (9) и (8) в сочетании с "самостоятельностью" каждого из этих ядер при получении обобщенного уравнения (13) обуславливают "правомочность" среднестатистических времен релаксации и запаздывания с точки зрения их физической интерпретации. Из такой особенности следует, что отыскание численных значений вязкоупругих характеристик целесообразно проводить посредством совместной обработки "семейств" релаксации и ползучести [7], а для контроля и уточнения получаемых численных значений следует воспользоваться критерием (11) и диаграммами растяжения в диапазоне скоростей. С этой целью для вычисления интегралов наследственного типа разработаны наиболее рациональные методики [7]. К особенностям анализируемых высокоориентированных полимеров можно отнести также и то, что ядро релаксации как функция от логарифма приведенного времени практически совпадает со спектром релаксации в аналогичном инвариантном виде [7] по отношению к величине деформации.

Таким образом, показано, что при соблюдении определенных условий, связанных с активирующим характером механи-

ческого воздействия на времена релаксации и запаздывания, в развиваемом варианте теории нелинейной вязкоупругости оказывается приемлемым ряд приемов операционного исчисления, применяемых в теории линейной вязкоупругости. Получаемые уравнения рекомендуется использовать для уточнения среднестатистических времен релаксации и запаздывания, а также других вязкоупругих характеристик.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ферри Дж.* Вязкоупругие свойства полимеров. – М., 1963.
2. *Александров А.П.* Морозостойкость высокомолекулярных соединений // Тр. I и II конф. по высокомолекулярным соединениям. – М., АН СССР, 1945. С.49...59.
3. *Гуревич Г.И.* // Журнал технической физики. – 1947, №12, 17. С.1491...1502.
4. *Сталевич А.М.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1980, №3. С.106...107.
5. *Сталевич А.М.* // Проблемы прочности. – 1981, №12. С.95...98.
6. *Сталевич А.М.* Деформирование высокоориентированных полимеров. Ч.1. Теория линейной вязкоупругости: Конспект лекций/СПбГУТид. – С.-Пб., 1995.
7. *Сталевич А.М.* Деформирование высокоориентированных полимеров. Ч.2. Теория нелинейной вязкоупругости: Конспект лекций/СПбГУТид. – С.-Пб., 1997.
8. *Екельчик В.С., Рябов В.М.* // Механика композитных материалов. – 1981, №3. С.393...404.
9. *Штокало И.З.* Операционное исчисление. – Киев: Наукова думка, 1972.

Рекомендована кафедрой сопротивления материалов. Поступила 18.05.00.

**ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО ВОЛОКНИСТОГО СОСТАВА
СМЕШАННОЙ ЛЬНОСОДЕРЖАЩЕЙ ПРЯЖИ
ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ТРИКОТАЖА
ПО РЕЗУЛЬТАТАМ МЕХАНИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ**

О.Б. МАЛАНЬИНА, Л.Н. ПЕТРОВА, Н.Н. ТРУЕВЦЕВ

(Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна)

В связи со сложившейся экономической обстановкой российская хлопчатобумажная отрасль текстильной промышленности оказалась в сырьевой зависимости от поставщиков хлопка, что приводит к

расширению использования местного льняного сырья [1].

Объектом исследования является смешанная пряжа линейной плотности 35 текс с различным содержанием льняных, хлопковых и синтетических волокон (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Вариант смешанной пряжи	Состав волокон в пряже, %		
	льняное	хлопковое	нитроновое
1	15	55	30
2	20	60	20
3	20	50	30
4	10	50	40
5	20	40	40

Целью исследований было проведение испытания различных образцов льносо­держательной пряжи в разных режимах и по определенным физико-механическим характеристикам для установления оптимального волокнистого состава.

Первоначально опытные образцы пряжи (варианты 1...5) испытывали на прочность.

Значения условного модуля упругости получены по формуле

$$E = \frac{\partial \sigma}{\partial \epsilon} \quad (1)$$

В табл.2 представлены полученные значения σ_0 , ϵ_0 и E для 5 пряж. При сравнении этих характеристик видно, что лучшие показатели у пряжи 2 и 4.

Вариант пряжи	Разрывное напряжение σ_{ρ} , МПа	Разрывное удлинение ε_{ρ} , %	Условный модуль E, МПа	$\Delta_{ост}$	P_0 , %	Жесткость пряжи на изгиб, сН·мм ²
1	47,76	3,0	1668	0,41	20	0,251
2	91,07	3,6	2780	0,24	19,4	0,239
3	51,41	2,4	2006	0,55	21,7	0,353
4	96,48	3,9	2600	0,22	20	0,294
5	51,20	2,2	2547	0,34	22,2	0,274

При сравнении волокнистого состава пряжи 4 и 5 видим, что суммарный состав натуральных и синтетических волокон одинаков. Однако прочностные характеристики заметно различаются: пряжа 4 более прочная, разрывное удлинение примерно в 1,5 раза выше, чем у пряжи 5. Высокие прочностные свойства пряжи 4, как и пряжи 2, можно было бы объяснить высоким процентным содержанием волокон хлопка, но в состав пряжи 1, имеющей самые низкие прочностные характеристики, входит также высокий процент волокон хлопка.

Таким образом, наилучшие физико-механические характеристики пряжи 2 и 4 обеспечиваются именно таким процентным соотношением льна, хлопка и нитрона, который имеет место у этих вариантов пряжи (табл.1).

При сравнительно одинаковых физико-механических характеристиках пряжи 2 и 4, полученных в результате испытаний на растяжение, предпочтение можно отдать варианту 2, как варианту с наибольшим составом льна.

Однако при переработке на вязальном оборудовании и в процессе эксплуатации готовых изделий нити редко подвергаются действию нагрузок и деформаций, доводящих их до разрушения. Поэтому разрывные характеристики пряжи не являются исчерпывающими в объективной оценке пряжи, в частности, ее вязальной способности.

В связи с этим на релаксометре деформации РД [2] были проведены испытания

образцов пряжи в режиме ползучести с последующим восстановлением.

Образцы пряжи с базовой длиной $\ell=100$ мм нагружались постоянным во времени усилием, создающим напряжение в нити $\sigma=40$ МПа. Процесс ползучести наблюдали в течение 4 мин. Затем образец разгружался; эластическое восстановление наблюдали в течение 8 мин. За сравнительную оценку способности пряжи к упругоэластичному восстановлению была принята величина $\Delta_{ост}$:

$$\Delta_{ост} = \frac{\varepsilon_{ост}}{\varepsilon_{накопл}}, \quad (2)$$

где $\varepsilon_{ост}$ – величина остаточной деформации после 8 мин отдыха образца, %; $\varepsilon_{накопл}$ – величина накопленной деформации за 4 мин действия нагрузки, %.

По значениям $\Delta_{ост}$, представленным в табл.2, можно выделить пряжи 2 и 4 как наиболее способные восстанавливать свои упругоэластичные свойства.

Кроме этого были испытаны образцы пряжи в режиме релаксации напряжений [2]. Образцы с рабочей длиной $\ell=100$ мм растягивали до задаваемой деформации $\varepsilon_{зад} = \text{const} = 2\%$. Напряжение в нити при этой деформации с течением времени релаксирует. Процесс релаксации в образцах пряжи наблюдали в течение 8 мин.

Для сравнения релаксационных процессов в пряжах 1...5 была принята вели-

чина относительного падения напряжения Π_{σ} , %:

$$\Pi_{\sigma} = \frac{\sigma_{\text{н}} - \sigma_{\text{к}}}{\sigma_{\text{к}}} \cdot 100, \quad (3)$$

где $\sigma_{\text{н}}$ – начальная величина напряжения, МПа; $\sigma_{\text{к}}$ – конечная величина напряжения, МПа.

Значения Π_{σ} представлены в табл.2.

Наибольшая величина падения напряжения соответствует образцу пряжи №5, наименьшая – №2 (табл.2). По величине падения напряжения при релаксации можно косвенно судить об изменении свойств пряжи с течением времени при растяжении на постоянную величину. Вероятно, пряжа № 2 будет в большей степени сохранять свои свойства, что, в свою очередь, положительно влияет на вязальную способность пряжи и определяет лучшую формоустойчивость трикотажных полотен.

Экспериментально жесткость пряжи оценивали с помощью прибора проф.В.М.Лазаренко [3]. Средние значения жесткости на изгиб всех вариантов пряжи представлены в табл.2. Наименьшей изгибной жесткостью обладает пряжа 2. С точки зрения изгиба она лучше других бу-

дет перерабатываться в трикотажном производстве.

ВЫВОДЫ

По полученным в работе физико-механическим характеристикам 5 вариантов льносодержащей пряжи предпочтительнее можно отдать пряже варианта 2 как наиболее соответствующей требованиям трикотажного производства: при максимальном проценте вложения льняных волокон эта пряжа обладает хорошей способностью восстанавливать упругоэластичные свойства при снятии нагрузки, имеет лучшую вязальную способность по сравнению с другими пряжами; рассмотрение релаксационных процессов указывает на ее хорошую способность к формоустойчивости.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горн И.В. //Льняное дело. –1996, №3. С.9.
2. Сталевич А.М., Тиранов В.Г., Романов В.А. //Текстильная промышленность в СССР. ЭИ. –1979, вып.20. С.7...11.
3. Митропольский Д.Р., Шуранов С.Е., Труевцев А.В. Методы и средства исследования трикотажных процессов. –Л.: ЛИТЛП им.С.М.Кирова. 1988. С. 80.

Рекомендована кафедрой сопротивления материалов. Поступила 05.05.00.

УДК 677.952.48

ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРНЫХ И КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТРИКОТАЖНОЙ ПРЯЖИ

О.В. РАДЧЕНКО, В.В. ВЕСЕЛОВ

(Ивановская государственная текстильная академия)

Улучшение свойств пряжи, обработанной по сравниваемым технологиям парафинирования [1], свидетельствуют о том, что как при нанесении препарата на субстрат путем трения последнего о поверхность парафинового валика, так и при механико-физическом воздействии в конусообразной емкости происходят процессы,

изменяющие геометрические показатели пряжи.

Для оценки геометрических и структурных изменений обработанной пряжи изучали микрофотографии, полученные с образцов на электронном растровом микроскопе марки TESLA BS 300 с увеличением в 500 раз.

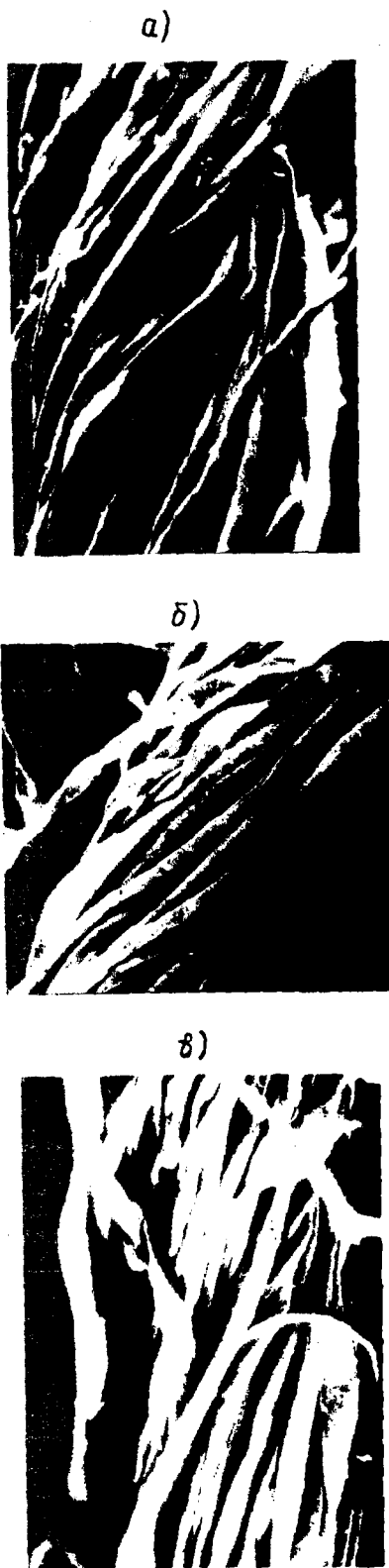


Рис. 1

На рис 1-а, б и в представлены микрофотографии исходной пряжи и пряжи, обработанной по традиционной и разработанной технологиям. Рис 1-а свидетельст-

вует, что одиночные, плохо закрепленные волокна после парафинирования пряжи практически сохраняют ворсинки на периферии продукта прядения, что, несомненно, сказывается на фрикционных свойствах пряжи и на дальнейшем использовании ее в трикотажном производстве. Кроме того, хорошо прослеживается, что отставание одиночных волокон от периферии пряжи и отсутствие их укладки создают вид распушенной исходной пряжи (рис.1-в), а не целостной нити, как при технологии парафинирования с двухстадийным воздействием.

На рис.1-б показана пряжа, обработанная по технологии с использованием жидкой фазы парафина.

Анализируя состояние поверхности, отмечаем, что значительно уменьшается доля одиночных отстающих волокон, подвергшихся механическому крутящему воздействию геометрических объектов в конусообразной емкости. Существенно изменяется не только показатель ворсистой, но и геометрия продукта. Целостность пряжи обусловлена укладкой волокон по направлению угла кручения.

С целью оценки топографии равномерности распределения парафина по образующей поверхности пряжи в конусообразной емкости геометрическими объектами была разработана специальная методика. В три мерные колбы наливали по 100мл воды и добавляли 1мл 5%-ного раствора соды (Na_2CO_3) и по 5 мл раствора прямого фиолетового красителя. Затем растворы нагревали до определенной температуры, после чего в каждую колбу закладывали одновременно соответствующие образцы пряжи и проводили крашение в течение 20 мин. Следует отметить, что температура окрашивания поддерживалась около $40 \pm 2^\circ\text{C}$, то есть не превышала температуры плавления парафина.

По истечении 20 мин крашения вводили 2 г глауберовой соли (Na_2SO_2) и продолжали процесс, выдерживая в течение 10 мин. Затем проводили промывку образцов холодной водой до обесцвечивания воды, отжимали и сушили при температуре $107 \pm 2^\circ\text{C}$ в сушильном шкафу до равно-

всеной влажности 7...8% в условиях, когда относительная влажность воздуха составляла 65%.

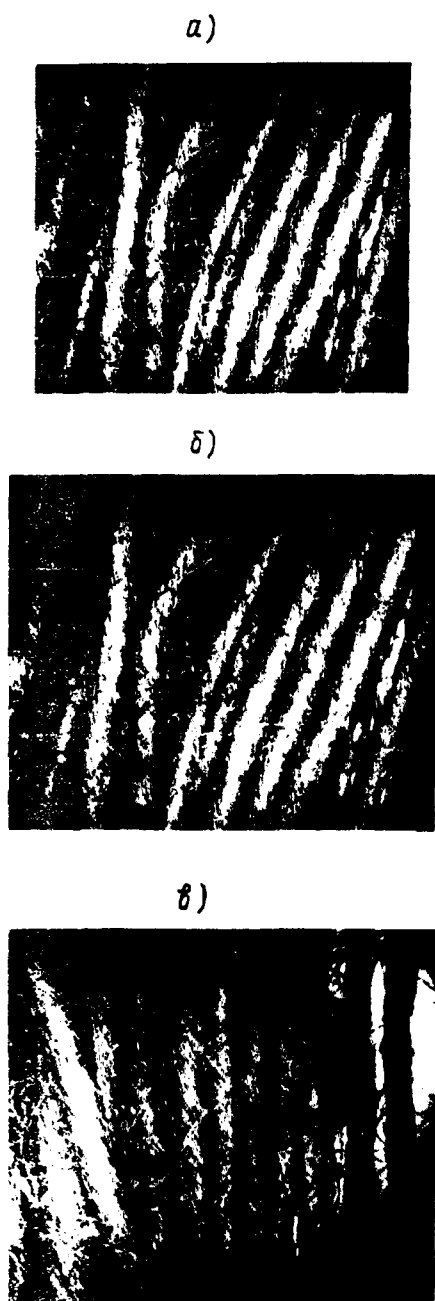


Рис. 2

Далее в нормальных условиях окружающей среды осуществляли сравнительную оценку интенсивности окрашивания поверхности продуктов прядения с контрольными образцами, в качестве которых выбрана непарафинированная пряжа, показанная на рис.2-а. Эти образцы получили наиболее яркое интенсивное окрашивание,

что объясняется отсутствием на их поверхности парафина. Из рис.2-б следует, что пряжа получила неравномерную окраску: на ее поверхности наблюдаются как светлые, так и более яркие, соответствующие контрольному образцу, участки.

Неравномерность распределения красителя по образующей пряжи обусловлена тем, что технологический препарат наносится трением на одну из сторон обрабатываемого продукта, а именно на ту, которая непосредственно контактирует с парафиновым валиком. Одинаковое окрашивание образцов (рис.2-в) свидетельствует о равномерном распределении парафина по всей поверхности пряжи. Микрофотографии выполнены на оптическом микроскопе НЕОРНОТ 30 с увеличением в 80 раз.

Кроме снижения уровня ворсистости на 17,6% по сравнению с традиционной технологией [1] – равномерности распределения препарата – разработанная двухстадийная технология парафинирования способствует выравниванию площади сечения пряжи.

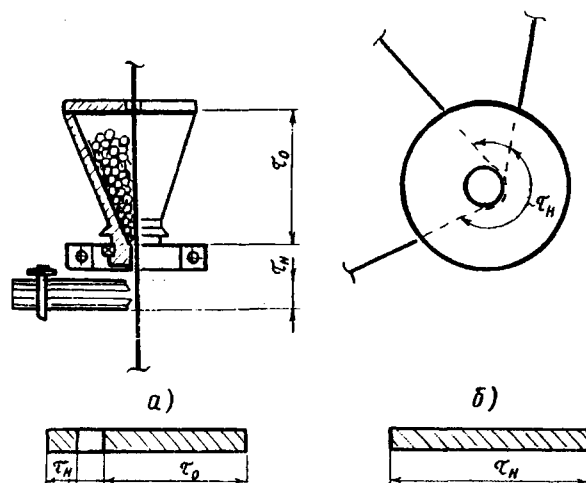


Рис. 3

На рис.3-а, б изображены наиболее характерные эскизы сечений образцов исходной и сравниваемых технологий обработки пряжи. Исследования проводили на специальной оптической установке ИГТА бесконтактным способом [2].

Сравнивая результаты эксперимента, можно сделать вывод о том, что механико-

физическое воздействие геометрических объектов интенсифицирует процесс выравнивания пряжи по сечению – форма ее сечения практически приближается к кругу. Форма сечения нити с промышленной обработкой напоминает овал, о чем свидетельствует принцип парафинирования.

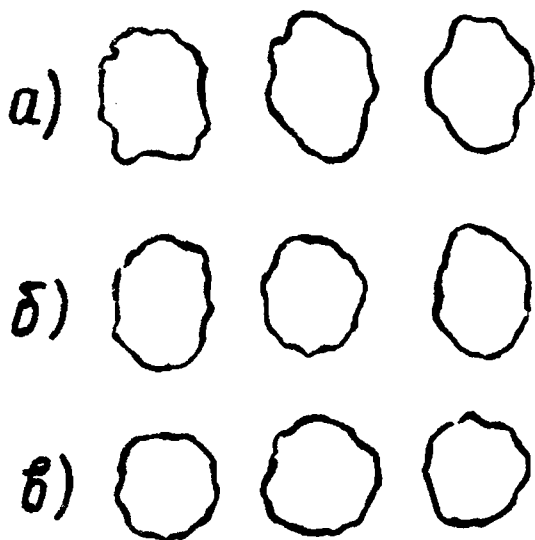


Рис. 4

На рис.4 представлены принципиальные схемы парафинирования пряжи по существующей и новой технологиям, а также соответствующие им циклограммы времени обработки. При трении пряжи о поверхность парафинового валика происходит смещение волокон по образующей в зоне контакта и частичное налипание твердых низкодисперсных частиц парафина. Такая обработка ухудшает показатель неровноты по толщине пряжи.

Исследования данного показателя проводили на приборе марки КЛА-2 [3]. Результаты оценки среднеквадратической неровноты для пряжи, обработанной по традиционной технологии, составляют 5%;

по механико-физико-химической технологии 3,2%; непарафинированной 2,5%.

Среднее значение случайной составляющей общей погрешности измерений (при $P=0,95$ и $n=100$) составляет $\pm 0,11$.

ВЫВОДЫ

Экспериментально доказано, что двухстадийная технология парафинирования трикотажной пряжи в условиях, моделирующих процесс перематывания на мотальной машине МТ-2М, позволяет улучшить не только отдельные свойства пряжи, но и добиться снижения уровня ворсистой продукции на 17,6% за счет укладки отстающих волокон от нити в направлении угла ее кручения и закрепления их в этом положении за счет адгезии препарата.

Показано, что разработанная технология обеспечивает равномерное распределение высокодисперсных частиц препарата, переносимых с поверхности геометрических объектов на периферию пряжи.

Доказано, что разработанная технология способствует выравниванию площади сечения продукта прядения, приближая ее к кругу, а также стабилизирует его ровноту на 30...40% по сравнению с традиционным способом парафинирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Радченко О.В., Веселов В.В. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. –2000, №4. С.114...117.
2. Шелепугин Ю.К. Полуавтоматический метод без срезного измерения поперечных параметров пряжи и нитей и его применение: Дис....канд. техн. наук. –Ташкент, 1973.
3. Иезутова Г.Я. // Текстильная промышленность. –1991, №5. С.39...44.

Рекомендована кафедрой технологии швейных изделий. Поступила 21.12.99.

УДК 677.11.620.1

ИНТЕГРАЛЬНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ ЭФФЕКТОВ ЗАХЛЕСТЫВАНИЯ ПРЯДЕЙ ЛЬНЯНОГО СЫРЦА В ПРОЦЕССЕ ТРЕПАНИЯ

А.Б. ЛАПШИН, Е.Л. ПАШИН

(Костромской государственный технологический университет)

Захлестывание прядей сырца за планки подбильной решетки и за бильную планку трепального барабана является одним из негативных явлений технологического процесса [1, 2], приводящее к обсеканию концов прядей, и, как следствие, к снижению выхода длинного волокна. В [1, с.122] на основе графического анализа движения конца пряди получен качественный вывод о том, что весьма существенным является соотношение между длиной обрабатываемой части пряди и диаметром барабанов. Однако до настоящего времени отсутствуют методики количественной оценки эффектов захлестывания.

Цель данной работы – обосновать интегральный показатель, характеризующий эффекты захлестывания, и при сравнительном анализе трепальных барабанов различных конструкций по данному показателю выявить рациональные соотношения между длиной пряди в поле трепания и их параметрами: радиусом и числом бил.

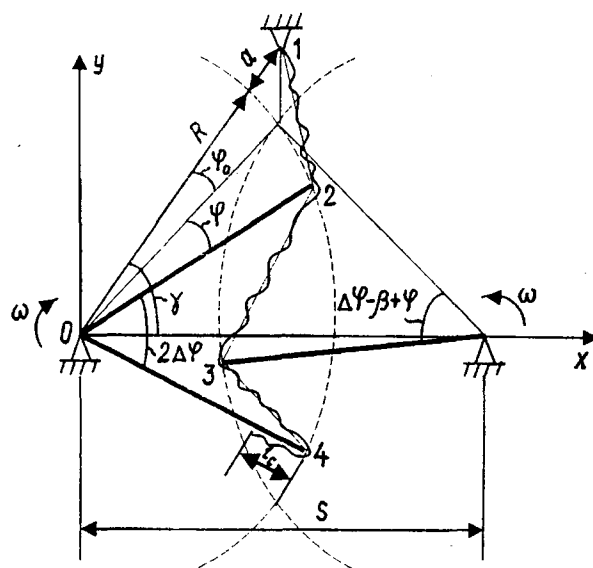


Рис. 1

На рис. 1 представлен поперечный разрез трепальной секции. Введем неподвижную прямоугольную Декартову систему координат xOy . Тогда

$$\gamma = \arccos \frac{S/R}{2(1+a/R)}, \quad \varphi_0 = \gamma - \arccos \frac{S}{2R},$$

где R – радиус барабана; S – межосевое расстояние барабанов; a – расстояние от сечения закрепления слоя до траектории рабочей кромки.

Рассмотрим четыре точки: 1, 2, 3, 4. Точка 1 является неподвижной и соответствует сечению закрепления. Точки 2, 3 и 4 обозначают траектории рабочих кромок. Следовательно,

$$\begin{cases} x_1 = (R + a) \cos \gamma, & \begin{cases} x_2 = R \cos \gamma_1, \\ y_1 = (R + a) \sin \gamma, & \begin{cases} y_2 = R \sin \gamma_1, \end{cases} \end{cases} \end{cases}$$

$$\begin{cases} x_3 = S - R \cos \gamma_2, & \begin{cases} x_4 = R \cos \gamma_3, \\ y_3 = R \sin \gamma_2, & \begin{cases} y_4 = R \sin \gamma_3, \end{cases} \end{cases} \end{cases}$$

$$\gamma_1 = \gamma - \varphi_0 - \varphi, \quad \gamma_2 = \gamma - \varphi_0 - \Delta\varphi + \beta - \varphi,$$

$$\gamma_3 = \gamma - \varphi_0 - 2\Delta\varphi - \varphi,$$

где $2\Delta\varphi$ – угол между смежными билами барабанов; $\Delta\varphi = \pi/z$, z – число бил на барабане; β – угол несимметричной взаимной установки барабанов; φ – угол поворота барабана; $\varphi = \omega t$; ω – скорость вращения барабанов; t – время; $\varphi \in [0; \Delta\varphi]$. Углы γ_1 , γ_2 , γ_3 на рис. 1 не обозначены для сохранения наглядности рисунка.

Поясним подробнее введение угла β . Во всех существующих трепальных машинах взаимное расположение барабанов (независимо от того, находятся ли оси барабанов в одной горизонтальной плоскости или нет) устанавливается следующим симметричным образом: если било одного барабана находится в плоскости осей барабанов, то била другого барабана располагаются симметрично этой плоскости под углом $\Delta\varphi$. Нарушить это правило можно введением угла β . Заметим, расстояние между кромками 1 и 2 (рис. 1) при этом уменьшается, а соответствующие углы охвата, если пряда одновременно взаимодействует с этими двумя кромками, увеличиваются.

Вычислим длины распрямленных участков слоя между рабочими кромками (рис. 1) по формуле

$$l_{i(i+1)} = \sqrt{(x_{i+1} - x_i)^2 + (y_{i+1} - y_i)^2}$$

$$i = 1, 2, 3.$$

Эти длины l_{12}, l_{23}, l_{34} изменяются с углом поворота барабана φ .

Относительная скорость движения слоя сырца на рабочих кромках 2, 3, 4 вычисляется соответственно как

$$V_1 = \frac{dl_{12}}{dt},$$

$$V_2 = \frac{d(l_{12} + l_{23})}{dt}, \quad (1)$$

$$V_3 = \frac{d(l_{12} + l_{23} + l_{34})}{dt}.$$

Следует заметить, что в классической механике импульс частицы определяется как произведение массы на скорость. В нашем случае мгновенное значение импульса участка слоя на подбильной решетке вычисляется по формуле

$$P_i(\varphi) = m l_c(\varphi) V_i(\varphi), \quad (2)$$

где m – линейная плотность массы пряди шириной 1 см; $l_c(\varphi)$ – длина слоя на подбильной решетке (рис. 1), $i = 1, 2, 3$.

Из (2) можно получить интегральный показатель эффектов захлестывания:

$$P = \sum_{i=1}^j \int_0^{\varphi_j} P_i(\varphi) d\varphi = \sum_{i=1}^j \int_0^{\varphi_j} m l_c(\varphi) V_i(\varphi) d\varphi, \quad (3)$$

где интегрирование проводится по углу поворота барабана, а суммирование – по числу подбильных решеток, на которых находится конец пряди при изменении угла φ от 0 до $\Delta\varphi$, после чего процесс повторяется. Например, для МГА-2Л при длине пряди в поле трепания $l = 0,6$ м слой

пряди в поле трепания $l = 0,6$ м слой взаимодействует сначала с двумя кромками одновременно, потом с одной, поэтому в (3) $j = 2$.

Для получения безразмерной характеристики эффектов захлестывания введем величину

$$I = P / (m\omega R). \quad (4)$$

По полученным выше зависимостям разработана компьютерная программа, определяющая все названные параметры. Производные (1) определяются численно. При расчетах приняты следующие диапазоны: $2 \leq z \leq 6$; $4,5 \leq \omega \leq 6,0, \text{с}^{-1}$; $0,245 \leq R \leq 0,37, \text{м}$; $0 \leq \beta \leq \pi / (2z)$; $1,3 \leq S/R \leq 1,7$; $0 \leq a/R \leq 0,1$; $1 \leq l/R \leq 2$; l – длина пряжи от сечения закрепления слоя.

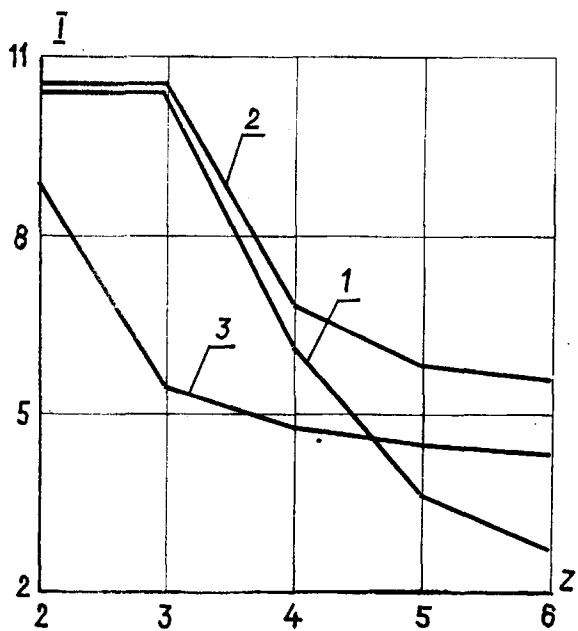


Рис. 2

На рис. 2 представлены зависимости показателя I от числа бил на барабанах: кривая 1 – $l/R=1$; 2 – $l/R=1,5$; 3 – $l/R=2$, из которых следует, что шестибильные барабаны имеют меньший показатель захлестывания и потому являются предпочтительными по сравнению с другими.

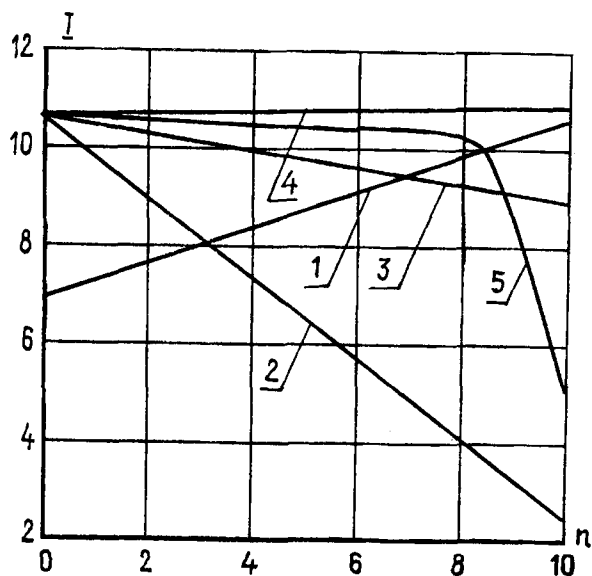


Рис. 3

На рис. 3 показаны зависимости показателя I для трехбильных барабанов: кривая 1 – $I(R)$; 2 – $I(a/R)$; 3 – $I(\beta)$; 4 – $I(S/R)$; 5 – $I(l/R)$. Таким образом, ось абсцисс на рис. 3 для каждой кривой является отличной от других и по содержанию, и по масштабам. Все принятые диапазоны параметров делились на десять интервалов, то есть на оси абсцисс отмечены номера n этих точек.

Из рис. 3 следует, что с увеличением радиуса барабана и межосевого расстояния барабанов (кривые 1,4) показатель эффектов захлестывания увеличивается, а при увеличении параметров a/R и β (кривые 2,3) – уменьшается. Предпочтительная длина пряжи для трехбильных барабанов находится в диапазоне $l/R=1,9 \dots 2,1$ (кривая 5). Отсюда имеет место рекомендация: данный диапазон можно обеспечить конструкцией зажимного устройства трепальной машины и расположением слоя стеблей относительно этого устройства (для средне- и длинностебельного сырья).

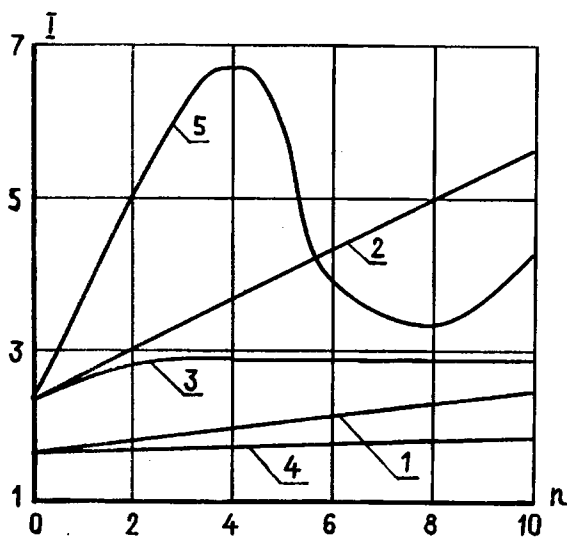


Рис. 4

На рис. 4 приведены зависимости показателя I для шестибильных барабанов (обозначения кривых и осей аналогичны рис.3). Для шестибильных барабанов при увеличении параметров R , β , a/R , S/R показатель I монотонно возрастает (кривые 1...4). Предпочтительная длина пряжи для этих барабанов находится в диапазонах $l/R=1 \dots 1,2$ или $l/R=1,6 \dots 2$.

Заметим, что для шестибильных барабанов диапазон изменения показателя I существенно меньше, чем для трехбильных: для $z=3$ (рис. 3) $I=2 \dots 11$ (среднее значение $I_{cp}=9,6$; коэффициент вариации $CV=0,18$), а для $z=6$ (рис. 4) $I=1 \dots 7$ ($I_{cp}=4,3$; $CV=0,31$). Повышенный коэффициент вариации для шестибильных барабанов означает, что данная конструкция трепальной секции является более чувствительной к разнородности пряжей, или к неровноте по длине стеблей в поле трепания.

Эффекты захлестывания изменяются и по длине барабана, то есть по зонам обработки (в начале, середине и в конце обработки слоя). Поскольку по данным [3] линейная плотность пряжей изменяется от $m=0,054$ кг/м в начале до $m=0,027$ кг/м по гиперболической зависимости, эффекты захлестывания по зонам обработки сырья определяются из (3), (4) по формуле

$P=m\omega RI$. Вследствие этого на основе представленных на рис. 3 и 4 данных просто вычислить размерный показатель захлестывания P . Таким образом, на первой трети цилиндрической части трепальных барабанов эффекты захлестывания проявляются наиболее существенно.

ВЫВОДЫ

1. Введен и изучен интегральный показатель эффектов захлестывания пряжей сырца в процессе трепания, физический смысл которого: обобщенный импульс при движении слоя на подбильных решетках с учетом длины слоя на решетке и его относительной скорости на рабочих кромках.

2. Для снижения эффектов захлестывания пряжей установлены рациональные соотношения между длиной обрабатываемой части пряжи и радиусом барабанов. Для трехбильных барабанов $l/R=1,9 \dots 2,1$; для шестибильных барабанов $l/R=1,0 \dots 1,2$ или $l/R=1,6 \dots 2$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузьминский А.Б. Теоретические основы процесса трепания лубяных волокон. – М.: Гизлегпром, 1940.
2. Суслов Н.Н. Исследование процесса трепания льна: Дис. ... докт. техн. наук. – Кострома, 1961.
3. Савиновский В.И. //Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1977, № 2. С.25...29.

Рекомендована кафедрой технологии производства льняного волокна. Поступила 31.05.00.

ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НОВОГО ПРОЦЕССА ТРЕПАНИЯ ЛЬНА

Э.В. НОВИКОВ, Б.И. СМЕРНОВ

(Костромской государственной технологической университет)

Традиционный процесс трепания льна [1] реализован в трепальных машинах ТЛ-40, МТА-2Л и др, которые не обладают достаточно глубокой дифференциацией (хотя для этого и существует ряд приспособлений). Вследствие малого количества воздействий на волокно со стороны бильных планок имеет место большое количество недоработки. Кроме принятых технических решений дифференциации трепания в перечисленных машинах в настоящее время предложены и другие, являющиеся достаточно эффективными, например, применение различного количества бил по длине барабанов в сочетании с конусностью барабанов [2...4]. Однако эти решения предусматривают очистку сырца в начале обработки двумя барабанами (двусторонним трепанием) из-за чего выход длинного волокна снижается.

Разработан способ получения длинного лубяного волокна и устройство для его осуществления [5], содержащий новый элемент дифференциации процесса трепания (рис. 1). Цель способа – выделить основную массу волокна в виде длинного (60...80% от содержания его в стеблях) без недоработки. Достигается это за счет того, что трепание выполняется последовательно за две операции (на рис. 1 изображена одна трепальная секция): в зоне 1 (одностороннее трепание) и зоне 2 (двустороннее трепание).

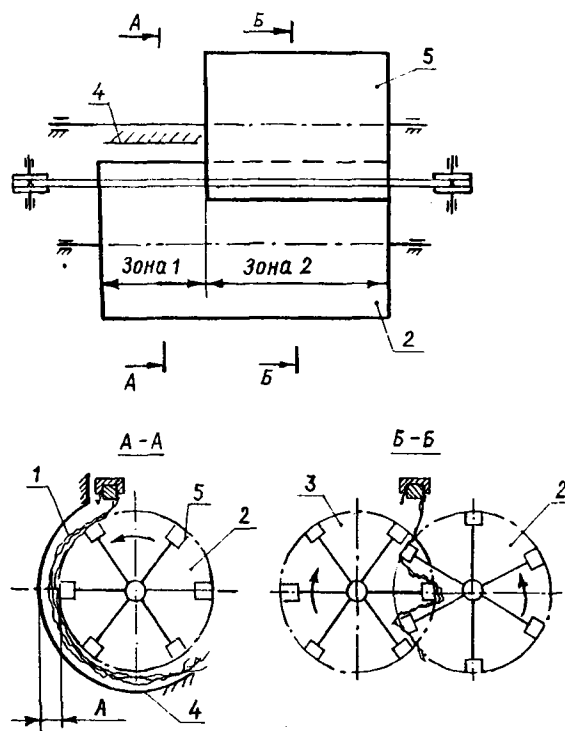


Рис. 1

В зоне 1 удаляется основная часть костры, находящаяся в волокне в присутствии направляющего козырька 4 с зазором А; в зоне 2 удаляется связанная с волокном костра. Трепальные барабаны 2 и 3 – шестибильные, а каждая бильная планка 5 имеет две рабочие кромки, что позволяет увеличить количество воздействий.

В данной работе решались две задачи: первая – провести сравнительные исследования разработанного процесса трепания с традиционным; вторая – экспериментально

обосновать параметры разработанного процесса.

Для решения первой задачи проводили обработку сырца на двух экспериментальных трепальных установках при одинаковой скорости кромок бил трепальных барабанов и скорости транспортирования

материала. С этой целью применяли тресту льняную нормальной вылежки (табл. 1 тип 1) технологической влажности. Традиционный процесс трепания исследовали на станке [6], а разработанный процесс – на специально смонтированной экспериментальной установке.

Таблица 1

Показатели качества	Тип тресты		
	1 (прочная)	2 (прочная)	3 (слабая)
Сорт льна	Белинка	П-359	Прогресс
№ л/т по ГОСТу 2975-73	4	0.75	0.75
Горстевая длина, см	90	71	72.6
Прочность, Н	350	290	30
Содержание волокна в стеблях, %	32.5	25.5	27.5
Отделяемость	6.9	5.7	5
Средний диаметр стеблей, мм	1.4	1.3	1.1

Выравненные по комлям горсти тресты линейной плотности 0,5 кг/м проминались в первом модуле мяльной машины М-110Л2 (6 пар мяльных вальцов). Питание мяльной машины осуществлялось при расположении осей стеблей перпендикулярно осям вальцов. Промятые горсти (сырец) зажимались в колодку транспортирующего устройства экспериментальной установки, подвергались процессу трепания при скорости транспортирования 36 м/мин. В новой схеме трепания зазор А составлял 10 мм (рис. 1).

По полученным результатам определяли оптимальный режим обработки, под которым понимался такой режим, при кото-

ром наблюдался наибольший выход В длинного волокна с меньшей массовой долей C_k костры и недоработки. За параметр оптимизации брали содержание $C_{дв}$ длинного волокна, определяемое как отношение выхода длинного волокна к содержанию волокна в стеблях.

Параметры обработки и результаты сравнительного эксперимента двух процессов трепания приведены в табл. 2, где $V_{кр}$ – линейная скорость кромки била; n – частота вращения трепальных барабанов; K – количество воздействий, получаемое сырцом в одной трепальной секции. Ошибка опытов не превышала 10%. Недоработка в длинном волокне отсутствовала.

Таблица 2

Традиционный процесс					Разработанный процесс				
$V_{кр}$, м/с	n , мин ⁻¹	K	B , %	C_k , %	$V_{кр}$, м/с	n , мин ⁻¹	K	B , %	C_k , %
7	170	34	31.6	22.3	7	300	198	29.9	5.9
8.2	196	39	23.7	10.2	8.2	350	231	28.7	3.6
9.4	225	45	19.5	4.3	9.4	400	264	27.7	2.8

Лучший результат по выходу длинного волокна и доле костры в традиционном процессе получен при $V_{кр}=9,4$ м/с (табл. 2). Выход длинного волокна при этом режиме равен 19,5%; массовая доля костры 4,3%. Содержание длинного волокна в этом случае составляет 60%. Оптимальный режим обработки в разработанном процессе имеет место при меньшей скорости кромки бил, равной 7 м/с, при которой выход длинного волокна и доля костры имеют значения 29,9% и 5,9% соответственно. Содержание длинного во-

локна при этом режиме составляет 92%. Это значит, что разработанный процесс трепания и устройство для его осуществления в сравнении с традиционным обеспечивают больший выход длинного волокна.

При решении второй задачи ассортимент обрабатываемой тресты был расширен, то есть использовали тресту льняную трех типов (табл.1). Результаты эксперимента представлены в табл. 3, где $V_{тр}$ – скорость транспортирования сырца в трепальной установке.

Таблица 3

$V_{тр}$, м/мин	$V_{кр}$, м/с	n , мин ⁻¹	К	В, %			С _к , %		
				1*	2	3	1*	2	3
12	7,0	300	594	28,4	17,7	18,9	1,4	1,5	4,0
	8,2	350	693	27,5	15,4	15,2	1,0	1,3	3,4
	9,4	400	792	24,7	12,4	14,1	0,8	1,1	2,7
20	7,0	300	357	29,9	20,3	20,7	3,8	2,6	7,1
	8,2	350	415	28,5	18,0	16,8	2,2	2,5	6,5
	9,4	400	475	25,9	16,0	16,5	1,0	2,5	4,6
36	7,0	300	198	29,9	21,6	24,6	5,9	6,9	8,8
	8,2	350	231	28,7	20,9	24,2	3,6	6,0	7,1
	9,4	400	264	27,7	19,4	21,5	2,8	4,6	6,4

Примечание*. 1,2,3 – тип тресты.

Из результатов табл. 3 следует, что обработка тресты при скорости транспортера, равной 12 м/мин, крайне нежелательна. Высокие значения выхода длинного волокна на различных типах тресты наблюдаются при $V_{кр}=7$ м/с ($n=300$ мин⁻¹). Наибольший выход для обрабатываемой нами тресты имеет место при режиме $V_{кр}=7$ м/с ($n=300$ мин⁻¹) и $V_{тр}=36$ м/мин, который в применяемом диапазоне является оптимальным. Содержание С_{дв} длинного волокна при таком режиме составляет для

тресты типа 1 – 92; типа 2 – 84,7; типа 3 – 89,5%.

Полученные значения содержания длинного волокна соответствуют цели способа, то есть выделению 60...80% волокна, содержащегося в тресте в виде длинного. Однако рациональный диапазон изменения $V_{кр}$ и $V_{тр}$ для каждой тресты различен. Так, для прочной тресты (тип 1 и 2) в целях обеспечения высокого выхода длинного волокна желательно применять $V_{кр}=7...8,2$ м/с и $V_{тр}=20...36$ м/мин; для

слабой тресты (тип 3) – $V_{кр}=7...8,2$ м/с при $V_{тр}=36$ м/мин или при $V_{тр}=20$ м/мин, но только $V_{кр}=7$ м/с. Заметим, что количество воздействий для прочной тресты свыше 415 применять нецелесообразно, так как резко снижается выход длинного волокна.

Нецелесообразно также применять количество воздействий свыше 360 для слабой льняной тресты. Рациональным интервалом количества воздействий является 200...360 в применяемых диапазонах варьирования параметров обработки.

Таблица 4

$V_{тр}$, м/мин	$V_{кр}$, м/с	К	Линейная плотность тресты, кг/м							
			0,3		0,5		0,6		0,8	
			В,%	$C_{к.}\%$	В,%	$C_{к.}\%$	В,%	$C_{к.}\%$	В,%	$C_{к.}\%$
20	8,2	415	18,7	1,3	18	2,5	16,8	5,4	15,4	7,7

Исследование процесса трепания на прочной тресте типа 2 (табл. 1) при различной линейной плотности тресты перед мяльной машиной, где применялся один из рациональных режимов обработки, показывает (табл. 4), что содержание длинного волокна при достаточно высокой линейной плотности 0,8 кг/м составляет 60,4% (выход 15,4%).

ВЫВОДЫ

1. Разработанный процесс трепания и новая конструкция в сравнении с традиционными обеспечивают больший выход длинного волокна с меньшей долей костры при содержании длинного волокна 60...80%.

2. Рациональными интервалами скорости кромок бил и скорости транспортирования сырца в разработанном процессе трепания являются: для прочной тресты 7...8,2 м/с, 20...36 м/мин; для слабой тресты 7...8,2 м/с, $V_{тр}=36$ м/мин.

Рациональным интервалом изменения количества воздействий в применяемых

диапазоне варьирования параметров обработки является 200...360.

3. Применение линейной плотности тресты перед мяльной машиной от 0,6 до 0,8 кг/м при обработке прочной тресты нормальной вылежки возможно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Храпцов В.Н. Справочник по заводской первичной обработке льна. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.
2. Лапшин А.Б. Математическое моделирование процесса трепания для обоснования конструкции барабана с переменным числом бил: Дис... канд. техн. наук, – КТИ, 1994.
3. Волков В.В. //Льняное дело. – 1995, № 4.
4. Пашин Е.Л. // Достижения науки и техники АПК. – 1996, № 4.
5. Патент РФ № 2099447. Способ получения длинного лубяного волокна и устройство для его осуществления / Смирнов Б.И., Новиков Э.В., Илатов А.М., Смирнов А.Б. – 1997.
6. Кузнецов Г.К., Савиновский В.И., Янушевский Д.А. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности, 1980, №2. С. 105...106.

Рекомендована кафедрой технологии производства льняного волокна. Поступила 05.10.00.

УДК 677.021

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИ ОПТИМАЛЬНЫЙ ПРОФИЛЬ РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ВОРОНКИ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ВОЛОКНИСТОЙ ЛЕНТЫ

Ф.Р. КАХРАМАНОВ, И.В. ФРОЛОВА, Н.Г. ЧИСТОБОРОДОВА

(Ивановская государственная текстильная академия,
Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)

Технологическая задача определения рабочего профиля поверхности воронки связана с обрабатываемой волокнистой массой, проходящей через воронку, и выжимаемого из нее воздушного потока от оси симметрии к периферии рабочей поверхности.

Для решения этой задачи применяли уравнение материального баланса

$$\frac{d}{dx} P(x) \frac{dc}{dx} = \frac{\xi}{\mu} \sqrt{1 + \left(\frac{dP}{dx}\right)^2} c, \quad (1)$$

где ξ – воздухопроницаемость; μ – вязкость воздушного потока; c – концентрация воздушного потока по периферии рабочей поверхности воронки.

Координата x изменяется вдоль поверхности рабочего профиля воронки (рис.1, где 1 – волокнистая масса с воздушным потоком; 2 – отвод вследствие воздухопроницаемости; 3 – подвод выжимаемого воздушного потока из формируемой волокнистой массы от центра симметрии к периферии рабочей поверхности воронки).

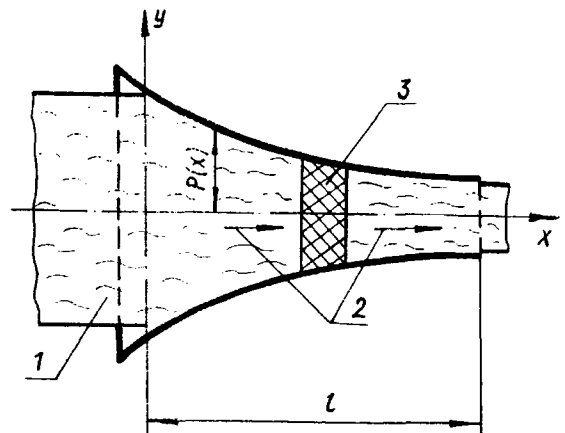


Рис. 1

Считаем, что величина $(dP/dx)^2$ в уравнении (1) мала по сравнению с единицей. Тогда (1) запишется в виде

$$\frac{d}{dx} P(x) \frac{dc}{dx} = c \frac{\xi}{\mu}. \quad (2)$$

Полное количество воздуха, уходящего из волокнистой массы в зону рабочей поверхности 3 воронки в единицу времени, равняется

$$j = 2 \int_0^l \xi c dx, \quad (3)$$

где l – длина воронки.

Максимально допустимый отвод воздуха от центра симметрии волокнистой массы 2 к периферии рабочей поверхности воронки вычислим по формуле

$$M_B = 2 \rho \int_0^l P(x) dx, \quad (4)$$

Максимально допустимый отвод воздуха при ограничении известной волокнистой массы найдем методом неопределенных множителей Лагранжа. В частности, будем искать одну из функций $P(x)$ или $c(x)$ со стационарным значением интеграла:

$$j' = \int_0^l [2\mu c + 2\lambda \rho P(x)] dx, \quad (5)$$

где λ – множитель Лагранжа, по которому рассматриваются симметрично все значения x .

Интегрируя уравнение (5), получаем равенство

$$\delta j = 2 \int_0^l \epsilon \left[\mu \varphi + \frac{\lambda \rho \mu}{\xi} \frac{\varphi_x}{(c_x)^2} \int_x^l c dy - \frac{\lambda \rho \mu}{\xi} \frac{1}{c_x} \int_x^l \varphi' dy \right] dx, \quad (9)$$

где φ_x и c_x – производные от φ и c по x .

$$-P(x) \frac{dc}{dx} = \frac{\xi}{\mu_x} \int c dy, \quad (6)$$

где не учитывается, что какая-то часть воздушного потока остается в основной волокнистой массе.

Решая (6) относительно $P(x)$ и подставляя в (5), имеем

$$j' = 2 \int_0^l \left[\mu c - \frac{\lambda \rho \mu}{\xi} \left(\frac{dc}{dx} \right)^{-1} \int_0^l c dy \right] dx. \quad (7)$$

Отсюда путем вариации найдем оптимальное распределение воздушного потока при заданной длине l воронки:

$$c'(x) = c(x) + \epsilon \varphi(x), \quad (8)$$

где функция $\varphi(x)$ имеет непрерывную производную в интервале от 0 до 1 с граничным условием $\varphi(0) = 0$, так как концентрация воздушного потока у рабочей стенки воронки может быть задана.

С учетом выражений (7) и (8) после разложения в ряд по степеням ϵ получим

После интегрирования уравнение (9) переходит в равенство

$$\delta j = 2 \epsilon \int_0^l \left[\mu + \frac{\lambda \rho \mu}{\xi} \frac{2 \frac{d^2 c}{dx^2}}{\left(\frac{dc}{dx} \right)^3} \int_x^l c dy + \frac{\lambda \rho \mu c}{\xi \left(\frac{dc}{dx} \right)^2} - \frac{\lambda \rho \mu}{\xi} \int_0^x \left(\frac{dc}{dx} \right)^{-1} dy \right] \varphi dx, \quad (10)$$

которому соответствует уравнение Эйлера–Лагранжа:

$$\mu + \frac{\lambda_0 \mu}{\xi} \left[\frac{2 \frac{d^2 c}{dx^2} \int_0^l c dy}{\left(\frac{dc}{dx}\right)^3} + \frac{c}{\left(\frac{dc}{dx}\right)^2} - \int_0^x \frac{dy}{\frac{dc}{dx}} \right] = 0. \quad (11)$$

Уравнению (11) удовлетворяет функция

$$c(x) = 1 - \sqrt{\frac{\lambda_0}{\xi}} x, \quad (12)$$

эквивалентная системе обыкновенных дифференциальных уравнений:

$$\begin{aligned} (pc_x)_x &= \mu/\xi c = 0; \\ (pc_x)_{xx} - \mu/\xi c_x &= 0. \end{aligned} \quad (13)$$

Функция (12) является частным решением дифференциальных уравнений (13).

Тогда форма рабочего профиля воронки определяется по формуле

$$\begin{aligned} P(x) &= - \left[\left(\frac{dc}{dx} \right)^{-1} \int_0^l c dy \right] \frac{\mu}{\xi} = \\ &= \frac{\mu}{\xi a} \left(\frac{ax^2}{2} + x - \frac{al^2}{2} - l \right), \end{aligned} \quad (14)$$

где $a = -\sqrt{-\lambda_0/\xi}$.

При этом неопределенный множитель Лагранжа выбирается таким образом, чтобы волокнистая масса, проходящая через воронку, была равна заданной массе.

Отсюда

$$\frac{\partial j}{\partial l} = 2\mu \left(1 - \frac{6\mu l^3}{3M\xi + 2\mu l^3} + \frac{9\mu^2 l^2}{(3M\xi + 2\mu l^3)^2} \right) = 0. \quad (19)$$

$$\frac{M}{2Q} = \int_0^l P(x) dx = -\frac{\mu l^2}{3\xi} - \frac{\mu c^2}{2\xi a}. \quad (15)$$

Решая (15) относительно a , получаем

$$a = -\frac{1}{\frac{M\xi}{\mu l^2} + \frac{2l}{3}}. \quad (16)$$

Параметр a определяет физическую сущность технологического процесса и зависит от длины воронки l , которая приводит к максимальному распределению энергии по рабочей поверхности воронки, определяющейся из формулы

$$j = 2\mu \int_0^l c dx. \quad (17)$$

После интегрирования (17) с учетом (12) получаем

$$j = 2\mu \left(l - \frac{1}{2} \frac{3\mu l^4}{3M\xi + 2\mu l^3} \right). \quad (18)$$

Значение l , соответствующее максимальному значению j , находим из уравнения

Решая (19) относительно l , имеем

$$l = 3 \sqrt{\frac{3M\xi}{\rho\mu}}$$

ВЫВОДЫ

Найдена формула рабочего профиля воронки с учетом максимального отвода воздушного потока из волокнистой массы

к рабочей периферийной поверхности и определена длина воронки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Duffin R.J. // J. Math. Mech. – В.Р.47 (1959).

Рекомендована кафедрой начертательной геометрии и черчения ИГТА. Поступила 01.02.00.

УДК 677.022.66.072.63.075.001.24

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ДВУХКОМПОНЕНТНОЙ ФАСОННОЙ ПРЯЖИ ПЕРЕМЕННОЙ КРУТКИ ДЛЯ ОФОРМЛЕНИЯ ТРИКОТАЖНЫХ ПОЛОТЕН И ИЗДЕЛИЙ

А.Л. ПРОСТОКИШИН

(Костромской государственной технологической университет)

Двухкомпонентная фасонная пряжа переменной крутки (ФППК2) представляет собой скрученные с переменной круткой стержневой и обкручивающий компоненты различного цвета и обладает способностью создавать зрительную иллюзию непрерывности оттенка. В нашем случае круткой будем называть количество витков обкручивающего компонента на 1 м ФППК2.

Воспользуемся данным свойством ФППК2 для оформления трикотажного полотна (или изделия) таким образом, чтобы цвет его плавно переходил от цвета стержневого компонента ФППК2 до цвета обкручивающего компонента вниз по длине полотна (изделия).

Для оценки цвета ФППК2 нами введен коэффициент оттенка и определено, что зависимость данного показателя от крутки носит линейный характер.

Для выбранного оформления крутка (оттенок) ФППК2 изменяется в зависимости от длины l пряжи по некоторой функции $m(l)$, определяемой дессинатором.

Причем начальное m_n и конечное m_k значения интервала изменения крутки определяются экспериментально при исследовании возможностей технологического оборудования. Для применяемого оборудования (прядельно-крутильной машины ПК-100 с переменной частотой вращения веретена, управляемой микроконтроллером) крутка может меняться от 100 до 1700 кр/м. Кроме этого определено, что линейная плотность ФППК2 в зависимости от крутки $T(m)$ меняется по линейному закону.

Параметрами двухкомпонентной фасонной пряжи для трикотажного полотна являются функция $m(l)$ изменения крутки и общая длина L нити. Так как функция $m(l)$ нам задана, найдем общую длину нити:

$$L = n l_n, \quad (1)$$

где n – количество петель; l_n – длина нити в петле.

Упругие свойства и геометрия расположения в петле рассматриваемой пряжи отличаются от аналогичных свойств гладкой пряжи, в связи с чем выражение для расчета длины нити в петле требует дополнительных исследований. Однако для выбранного оформления точность не играет большой роли, поэтому для нахождения $l_{\text{п}}$ воспользуемся моделью Далидовича [1].

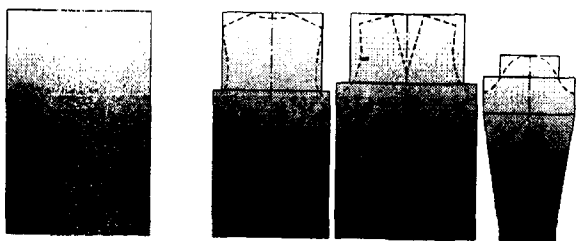


Рис. 1

Задаваясь значениями ширины и длины трикотажного полотна (рис.1-а), через петельный шаг и высоту петли можно определить количество n петель. Зависимость длины петли, петельного шага и высоты петли от линейной плотности содержат радикал, но интервал изменения данных показателей мал, а график данных зависимостей на этом интервале практически линейен. В результате рассчитаем длину L нити, взяв за основу среднее значение линейной плотности:

$$T_{\text{ср}} = \frac{1}{m_{\text{н}} - m_{\text{к}}} \int (T(m(l)) dl) \Big|_{m_{\text{н}}}^{m_{\text{к}}} \quad (2)$$

Поскольку для вычисления среднего значения линейной плотности используется зависимость $l(m)$, это накладывает ограничения на выбор функции $m(l)$, связанные с существованием обратной к ней зависимости.

Расчет параметров ФППК2, необходимой для оформления трикотажного изделия, несколько отличается от приведенного выше. Известно, что для экономии ма-

териала изделие вяжут максимально приближенным к выкройке, то есть каждая деталь изделия состоит из отдельных участков (рис.1-б). При этом необходимо выдержать размеры данных участков, чтобы изделие соответствовало фигуре.

В связи с тем, что длина петли, петельный шаг и высота петли зависят от линейной плотности, которая в нашем случае изменяется, средние значения линейной плотности на каждом участке будут отличаться от среднего значения на всей длине нити. Поэтому прежде всего необходимо провести предварительный расчет: по любой методике (например, из [2]) определяем длину нити в каждой детали для обычной пряжи с линейной плотностью $T_{\text{ср}}$, а затем – процентное соотношение длин нити для каждого из участков. После этого по найденному соотношению разбиваем интервал значений крутки $[m_{\text{н}}, m_{\text{к}}]$, получая таким образом значения $m_{\text{н}j}$ и $m_{\text{к}j}$ для j -го участка. В результате рассчитываем количество петельных столбиков, рядов и длину нити для каждого участка детали L_j , взяв за основу среднее значение линейной плотности для этого участка $T_{\text{ср}j}$, полученное по формуле (2) при подстановке значений $m_{\text{н}j}$ и $m_{\text{к}j}$ вместо $m_{\text{н}}$ и $m_{\text{к}}$ соответственно.

В ходе исследований разработан алгоритм и реализующее его программное обеспечение, позволяющее по выбранному виду изделия, переплетения и размеру, а также по рассчитанной длине нити в детали вычислить коэффициенты, которые необходимо ввести в управляющий микроконтроллер электропривода веретена машины ПК-100 для изготовления ФППК2 с требуемыми параметрами.

Вследствие малых возможностей микроконтроллера используется линейный закон изменения крутки $m(l)$. Кроме того, разработанное ПО можно использовать также для трикотажного полотна, представив его как частный случай: изделие, состоящее из одной детали с одним прямоугольным участком.

ВЫВОДЫ

1. При расчете параметров ФППК2 для оформления трикотажного полотна плавными цветовыми переходами необходимо руководствоваться средним значением линейной плотности пряжи для всего полотна.

При аналогичном расчете для оформления трикотажного изделия необходимо вычислять среднее значение линейной плотности на каждом участке детали изделия.

2. Разработан алгоритм и программное обеспечение, позволяющее рассчитать параметры ФППК2 и коэффициенты микро-

контроллера для изготовления ФППК2 под выбранное оформление трикотажных изделий или полотен.

ЛИТЕРАТУРА

1. Труевцев Н.И., Труевцев Н.Н., Кофман Д.М., Шмулевич В.П., Лазаренко В.М. Механическая технология волокнистых материалов. – М.: Легкая индустрия, 1969.

2. Шалов И.И. Проектирование трикотажного производства: Учебник для студентов вузов. Изд. 2-е, испр. и доп. – М.: Легкая индустрия, 1977.

Рекомендована кафедрой механической технологии волокнистых материалов. Поступила 03.02.00.

УДК 677.21.022.484.4

ОПТИМИЗАЦИЯ КРУТКИ НА ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ПРЯДИЛЬНОЙ МАШИНЕ БД-200 РН И НА МАШИНЕ ДВОЙНОГО КРУЧЕНИЯ ЯНТРА

В.Г. ГОНЧАРОВ, В.В. КОВАЛЕВ

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

Известно, что качество чулочно-носочных изделий зависит от крутки пряжи, оказывающей непосредственное влияние на ее равновесность и прочность, а также от ворсистости пряжи, влияющей на застилистость изделия и на пиллингообразование.

Нами проведен эксперимент по переработке опытных образцов пряжи с правой и левой круткой. Результаты исследований подтвердили вывод о возможности выработки чулочно-носочных изделий из одиночной пряжи и о необходимости выработки пряжи с левой круткой в массовом количестве.

В целях выбора оптимальных параметров заправки прядильных машин на основе

эксперимента проверяли укорочение волокон в мычке из прядильных камер. Параметры заправки машины БД-200 следующие: нагрузка на столик питающего цилиндра составляла 15,20 и 25 Н; частота вращения расчесывающего барабанчика 5000, 6000, 7000 об/мин; частота вращения прядильных камер 36000 об/мин; линейная плотность питающей ленты 3571,4 текс.

Результаты показали, что наименьшее укорачивание волокон в прядильной камере при всех скоростях дискретизирующего барабанчика наблюдается при нагрузке на столик питающего цилиндра 20 Н. С увеличением нагрузки до 25 Н или снижении ее до 15 Н укорачивание волокон резко возрастает. Минимальное укорачивание

волокон происходит при частоте вращения дискретизирующего барабанчика 5000 об/мин. Следовательно, оптимальными параметрами заправки прядильных камер являются нагрузка на столик питающего цилиндра 20 Н и частота вращения дискретизирующего барабанчика 5000 об/мин.

Таким образом, параметры заправки прядильных камер, выбранные по минимальному укорачиванию волокон, и параметры заправки, выбранные по наилучшей ориентации и распрямленности волокон в мычке, согласуются между собой полностью.

Исследовалось влияние крутки на прочность и равновесность пряжи пневмомеханического способа прядения.

Известно, что для выработки чулочно-носочных изделий требуется пряжа, обладающая определенной прочностью, минимальной ворсистостью и такой равновесностью, при которой раскручивающий момент отсутствует или невелик.

С учетом определенных выше оптимальных параметров заправки прядильных камер вырабатывали пряжу линейной плотности 25,0 текс с правой и левой круткой. Заправочная величина крутки составляла 1150, 1050, 950 кр/м. Для выработки пряжи использовали ленту второго перехода ленточных машин линейной плотности 3571,4 текс. В результате с уменьшением крутки с 1150 до 950 кр/м снижение прочности составляло 6,5%. Снижение прочности опытного образца пряжи, имеющего крутку 950 кр/м, по сравнению с контрольным образцом, имеющим крутку 1200 кр/м, равнялось 5,5%. Анализ спектрограмм показал, что пряжа, выработанная с круткой, равной 950 кр/м, имеет наименьшую неровноту по Устеру и соответствует I сорту.

Кроме того, получена пряжа линейной плотности 18,5 текс с правой и левой круткой, предназначенная для производства чулочно-носочных изделий, вместо крученной пряжи кольцевого способа прядения линейной плотности 10,0 текс \times 2.

При выработке пряжи параметры заправки прядильных машин были следующие: частота вращения расчесывающего

барабанчика 5000 об/мин; нагрузка на столик питающего цилиндра 20 Н; частота вращения прядильной камеры 36000 об/мин.

Анализ результатов исследований показал, что по разрывной нагрузке одиночной нити, среднеквадратическому отклонению, коэффициенту вариации и показателю качества образцы пряжи с правой и левой круткой друг от друга практически не отличаются; пряжа по всем показателям соответствует I сорту; неровнота по сечениям, определенная на приборе Устер, у обоих образцов пряжи одинаковая; равновесность пряжи с левой круткой несколько выше равновесности пряжи с правой круткой; обрывность пряжи не превышала 80 обрывов на 1000 камер/ч.

При снижении крутки пряжи пневмомеханического способа прядения линейной плотности 25,0 текс наблюдалась четкая тенденция к повышению ее равновесности. Максимальную равновесность имела крученая пряжа. При снижении крутки с 1200 до 950 кр/м коэффициент вариации по равновесности снижался с 12,1 до 4,9% у пряжи с левой круткой и с 11,5 до 6,8% – у пряжи с правой круткой.

Для трикотажной пряжи большое значение имеет величина ворсистости. Это объясняется тем, что при переработке пряжи на трикотажных машинах с большой вероятностью будет выделяться значительное количество пуха. В связи с этим повышается количество поломов игл и платин, а пух зарабатывается в изделия и ухудшает их внешний вид. Поэтому необходимо быстро и точно определять ворсистость пряжи пневмомеханического способа прядения и, что особенно важно, необходимо знать характер изменения ворсистости при изменении крутки пряжи.

В исследованиях многих зарубежных ученых установлена разница в природе и характере ворсистости пряжи кольцевого и пневмомеханического способов прядения, состоящая в том, что у пряжи кольцевого способа прядения меньше длина выступающих ворсинок, но больше их частота, а у пневмомеханической пряжи – наоборот.

Для оценки ворсистойости пряжи предлагается характеристика, называемая удельной линейной ворсистойостью h . Удельная ворсистойость представляет собой суммарную длину ворса на единице длины пряжи:

$$h = L_v / L_n,$$

где L_v – суммарная длина ворсинок на участке пряжи длиной L_n .

Анализируя результаты исследований ворсистойости пряжи, отмечаем следующее:

- ворсистойость пряжи зависит от величины крутки пряжи и изменяется по параболической кривой;

- минимальная ворсистойость пряжи наблюдается при величине крутки 950...980 кр/м;

- снижение крутки пряжи ниже 950 кр/м или увеличение ее свыше 980 кр/м приводит к увеличению ворсистойости пряжи;

- высокая равновесность пряжи достигается при величине крутки, равной 950 кр/м;

- увеличение крутки более 980 кр/м приводит к снижению равновесности пряжи;

- крутка пряжи ниже 950 кр/м незначительно влияет на повышение ее равновесности;

- прочность пряжи, выработанной с круткой 950 кр/м, достаточна для обеспечения стабильности технологического процесса как в прядении, так и в трикотаже.

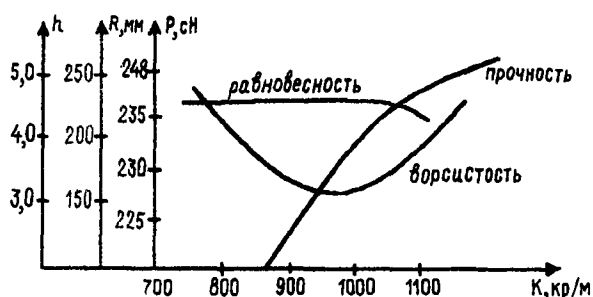


Рис. 1

График зависимости влияния крутки на ворсистойость, равновесность и прочность

пряжи линейной плотности 25,0 текс представлен на рис. 1.

Изменение ворсистойости по параболической кривой можно объяснить так: при малой величине крутки кончики волокон свободно выступают над поверхностью пряжи, придавая ей повышенную ворсистойость, увеличение крутки до определенных пределов приводит к снижению ворсистойости за счет прижатия волокон к поверхности пряжи и вкручивания их в верхний слой; при дальнейшем увеличении крутки ворсистойость пряжи снова начинает возрастать за счет пережатия одних волокон другими и выхода их кончиков из тела пряжи, а также за счет частичного разрыва волокон, которое еще не сказывается на потере прочности пряжи, но уже заметно на увеличении ворсистойости.

Для изучения влияния крутки на физико-механические свойства пряжи проведена оптимизация крутки на машине БД-200РН и машине двойного кручения Янтра. Изучали свойства пряжи линейной плотности 15,4×2 текс на выходе с машин Янтра. Крутки на машинах БД-200РН и Янтра варьировались в пределах 10% от рабочего варианта.

Крутка X_1 на машине БД-200РН варьировалась от 1210 до 1408 кр/м, а крутка X_2 на машине Янтра – от 508 до 636 кр/м (интервал варьирования от -1 до +1).

В качестве выходных параметров брали: Y_1 – коэффициент вариации по разрывной нагрузке C_0 , %; Y_2 – удельная (относительная) разрывная нагрузка P_0 , сН/текс; Y_3 – коэффициент вариации по линейной плотности C_m , %.

Получены уравнения регрессии

$$Y_{R1} = 9,6 + 0,575X_1 + 0,375X_2 + 0,925X_1X_2,$$

$$Y_{R2} = 10,4 + 0,375X_1,$$

$$Y_{R3} = 2,1 - 0,175X_2 + 0,225X_1X_2.$$

ВЫВОДЫ

1. Проведен полный факторный эксперимент по исследованию влияния крутки на машинах БД-200РН и Янтра на качест-

венные показатели пряжи C_0 , P_0 , C_m ; получены уравнения регрессии.

2. Выявлено, что оптимальными параметрами являются на машине БД-200РН крутка 1210 кр/м, на машине Янтра крутка 636 кр/м.

2. Арцун П., Эгберс Г. Технология пневмомеханического прядения. – М.: Легпромбытиздат, 1986.

Рекомендована кафедрой прядения хлопка. Поступила 31.05.00.

ЛИТЕРАТУРА

1. Севостьянов А. Г. //Текстильная промышленность. – 1974, №2.

УДК 677.022.954

РАСЧЕТ ПОКАЗАТЕЛЯ ВЕРОЯТНОСТИ ОБРЫВА

К.Ю. ПАВЛОВ

(Ивановская государственная текстильная академия)

В [1] получено выражение для показателя вероятности обрыва P_0 :

$$P_0 = 1 - \frac{1}{\sqrt{2\pi}i} \int_{-\infty}^{t_0} \exp(-t^2/2) dt = 1 - \Phi(t_0), \quad (1)$$

$$\text{где } t_0 = (F_0 - T) / \left(\sigma_{F_0}^2 + \sigma_T^2 \right)^{0,5}. \quad (2)$$

Здесь F_0 и T – соответственно разрывная нагрузка и натяжение нити на работающей машине; σ_{F_0} и σ_T – квадратичное отклонение соответственно разрывной нагрузки и натяжение нити.

Практическое использование этих формул для расчета показателя вероятности обрыва затруднено тем, что для предела t_0 величины σ_{F_0} и σ_T практически неизвестны. В целях упрощения расчетов выражение (2) следует преобразовать.

Прежде всего необходимо отметить, что значение величин F_0 и σ_{F_0} зависит от длины отрезка, на котором осуществляется их замер.

На основании теории TF Peirse [2] запишем:

$$F_0 = F \left(1 + \frac{\alpha}{b} C \right), \quad (3)$$

$$C_0 = C / (a + bc),$$

где F и F_0 – разрывная нагрузка одиночной нити соответственно по длине 50 см и на отрезке, уменьшенном в m раз; C и C_0 – коэффициенты вариационной неровноты нити соответственно на длине отрезка 50 см и длине отрезка, уменьшенном в m раз; α , b – переводные коэффициенты, зависящие от степени уменьшения.

На практике значения F и σ_F определяются на длине 50 см (длина зажима на динамометре). Однако в (2) под этим значе-

нием следует понимать величины F и σ_F , имеющие место при длине отрезка, на котором происходит обрыв нити.

За длину отрезка нити, на котором происходит обрыв нити, следует принимать такую длину, на которой есть явления, характерные для этого процесса. Данную величину можно определить из следующих соображений.

Исследования показали, что при обрыве нити одна часть волокон разрывается, а другая – извлекается из скрученного продукта или из органа формирования нити (вытяжной прибор, крутильная камера). Проведенные ранее исследования проф. Белицына А.М., проф. Трыкова П.П. и других показывают, что длина скольжения волокон с той и другой стороны от условной линии разрыва составляет 4...6 мм, то есть за длину отрезка, на котором происходит разрыв, в среднем можно принять отрезок, равный $(4+6) \cdot 2 = 10 \text{ мм} = 1 \text{ см}$.

Таким образом, степень уменьшения в этом случае $m=50$ раз. Из таблиц TF Peirse для такого уменьшения получаем

$$\alpha=2,25; b=0,47.$$

Тогда формулы (3) примут вид

$$F_0 = F \left(1 + \frac{2,25}{0,47} C \right), \quad (4)$$

$$C_0 = \frac{C}{0,47 + 2,25C}.$$

Подставив в (2) значения (4) и сделав необходимые преобразования, получим

$$t_0 = \left(1 - \mu \frac{T}{F} \right) \left(2,25 + \frac{47}{C_F} \right), \text{ где}$$

$$\mu = \frac{1}{1 + 0,048 C_F}. \quad (5)$$

Теперь выражение (5) можно использовать для практических расчетов вероятности обрыва нити по формуле (1), так как все величины, входящие в (5), легко определимы.

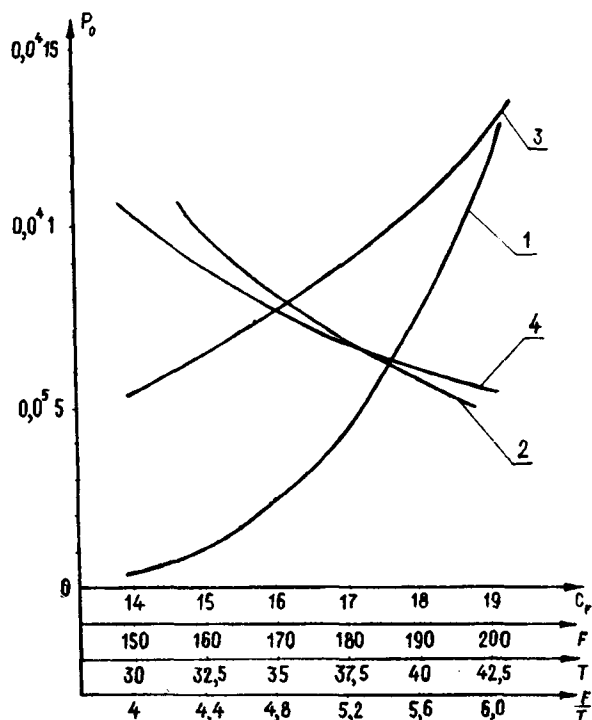


Рис. 1

С помощью (1) и (5) построим графики зависимости вероятности обрыва от разрывной нагрузки, вариационной неравноты и натяжения нити (рис.1). Как видно из рис.1, вероятность обрыва зависит от значения коэффициента вариации (кривая 1), разрывной нагрузки (2), натяжения нити (3) и, как следствие, запаса прочности $\left(\frac{F}{T} \right)$ (4).

Анализ рис.1 показывает, что с падением разрывной нагрузки, повышением вариационной неравноты и повышением натяжения нити на работающей машине вероятность обрыва возрастает и снижается с ростом запаса прочности $\left(\frac{F}{T} \right)$.

Полученные зависимости вероятности обрыва носят условный характер и в данном случае не могут быть использованы, например, для подсчета абсолютной величины обрывности, однако они успешно могут применяться для характеристик влияния на обрывность изменений какого-либо одного фактора. Показатель вероятности обрыва может служить критерием при выборе оптимальной величины исследуемого фактора.

ВЫВОДЫ

Получено аналитическое выражение для расчета показателя обрывности нити в ходе технологического процесса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Павлов К.Ю., Павлов Ю.В. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2000, №1. С.135...137.

2. Поздняков В.П. Зажимная длина образца пряжи и ее влияние на результаты испытания на разрыв. – М.: Гизлегпром, 1932.

Рекомендована кафедрой прядения. Поступила 10.03.00.

УДК 677.022.786

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ПРОЦЕССА ПНЕВОТЕКСТУРИРОВАНИЯ

С.С. МЕДВЕЦКИЙ, В.И. ОЛЬШАНСКИЙ, А.Г. КОГАН

(Витебский государственный технологический университет)

Для получения пневмотекстурированных нитей (ПТН) высокого качества необходимо установить взаимосвязь между конструктивными параметрами камеры пневмотекстурирования (ПТК) и параметрами обрабатываемой нити, а также проанализировать характер взаимодействия образуемых воздушных потоков.

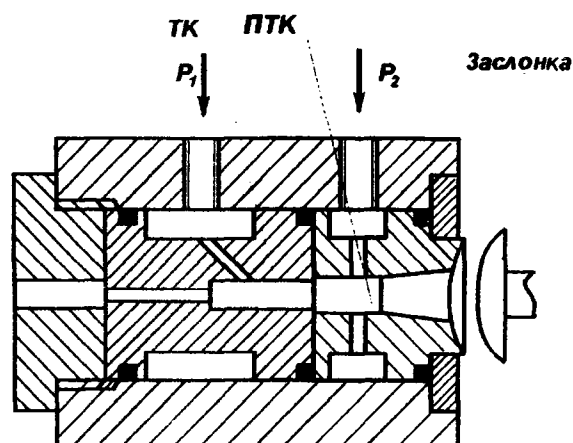


Рис. 1

Исследовали аэродинамическое устройство [1], состоящее из двух камер: транспортирующей (ТК) и ПТК (рис.1).

В ПТК элементарные нити подвергались воздействию радиально направленных перпендикулярных воздушных струй, перепутываясь между собой и создавая стабильную петельную структуру нити.

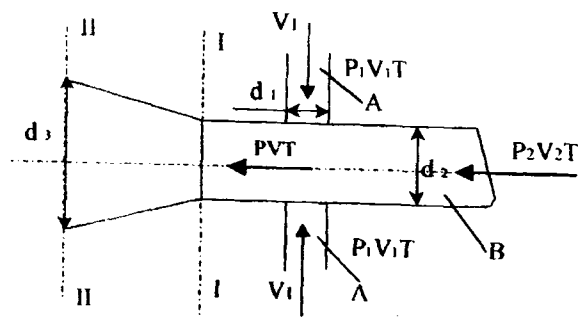


Рис. 2

Расчетная схема ПТК представлена на рис.2.

Определим максимальную скорость движения воздуха в каналах А и В из уравнения массовых расходов воздуха.

Для каналов А:

$$v_{\max 1} = \frac{4Q_1 RT}{P_1 \pi d_1^2}, \quad (1)$$

для канала В:

$$v_{\max 2} = \frac{4Q_2 RT}{P_2 \pi (d_2^2 - d_n^2)}, \quad (2)$$

где R -- газовая постоянная; T -- температура воздуха; d_n -- диаметр нити; Q_1, Q_2 -- максимальный расход воздуха в каналах А и В; d_1, d_2 -- диаметры каналов А и В; P_1, P_2 -- давление воздуха в каналах А и В; V_1, V_2 -- скорость воздуха в каналах А и В.

Закон, характеризующий профиль распределения скоростей в каналах А и В, представим в виде [2]:

$$v = v_{\max} \left(\frac{2Y}{d} \right)^{0.9\sqrt{\lambda}}, \quad (3)$$

где λ -- коэффициент трения, d -- диаметр канала;

$$\lambda = 0,11 \left(\frac{K_3}{d} + \frac{68}{Re} \right)^{0.25}; \quad (4)$$

$K_3=0,014$ -- для каналов из стали; Re -- критерий Рейнольдса.

Задавая ряд значений $0 \leq Y \leq d/2$, построим профиль распределения скоростей воздуха в каналах А и В.

Для определения скорости и давления сжатого воздуха в ПТК (сечение I-I), рассмотрим систему уравнений (5), где первое уравнение -- неразрывности (сохранения массовых расходов), а второе -- уравнение Бернулли для сжимаемых жидкостей.

Для первого уравнения системы допустим, что потоки, подаваемые через радиальные каналы, симметрично распределяются по ходу движения нити и обратно ее движению и что обратный поток частично компенсируется потоком воздуха, подаваемого в ПТК. В левой части уравнения -- параметры суммарного воздушного потока, подаваемого в камеру через каналы диаметра d_1 и d_2 , а в правой части -- параметры установившегося потока в сечении I-I. Для второго уравнения системы в левой части -- параметры установившегося потока в сечении I-I, а в правой части -- параметры установившегося потока в сечении II-II с учетом потерь:

$$\begin{cases} P_1 V_1 \omega_1 + P_2 V_2 \omega_2 = P V \omega_2, \\ P \frac{d_2^2 - d_H^2}{d_3^2 - d_H^2} = \left[P - 0.5 \left(1 - \frac{d_3^2 - d_H^2}{d_2^2 - d_H^2} \right)^2 \frac{V^2}{2Q} \right], \end{cases} \quad (5)$$

где $\omega_1 = \frac{\pi d_1^2}{4}$; $\omega_2 = \frac{\pi(d_2^2 - d_H^2)}{4}$ – площадь

сечения камер А и В; Р – давление воздуха в камере; V – скорость воздуха; Q – плотность воздуха.

Решая систему, рассчитаем параметры сжатого воздуха для установившегося воздушного потока в любом сечении ПТК.

Величину радиуса камеры текстурирования R_k найдем, учитывая угол обтекания нити воздухом γ [3] и закон сохранения массы нити при взаимодействии с потоками сжатого воздуха с параметрами Р и V (рис.3).

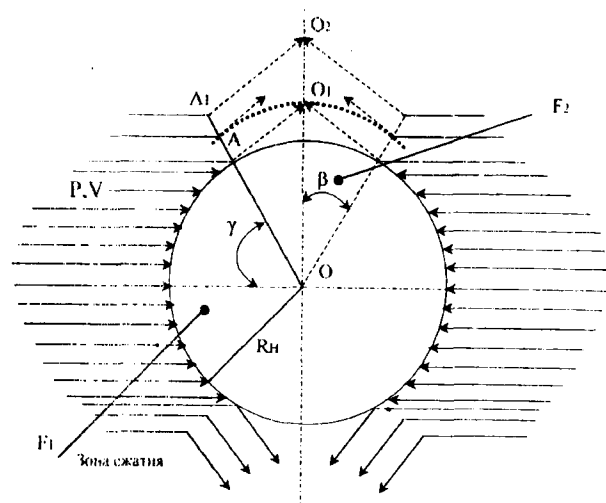


Рис. 3

Площадь сечения нити, сжимаемого воздушным потоком:

$$F_1 = \frac{\pi R_H^2 2\gamma}{360}, \quad (6)$$

где R_H – радиус обрабатываемой нити.

Недеформируемая площадь

$$F_2 = \frac{\pi R_H^2 2\beta}{360}. \quad (7)$$

При перемещении сжатого сечения в область недеформируемого должно сохраняться соотношение

$$F_1 + F_2 = F, \quad (8)$$

где

$$F = \frac{\pi X^2 2\beta}{360}. \quad (9)$$

Здесь $X=OO_1$ – средний радиус сечения текстурированной нити:

$$X = \sqrt{\frac{R_H^2 (2\gamma + 2\beta)}{2\beta}}. \quad (10)$$

Учитывая законы обтекания деформированного цилиндра, определим величину радиуса камеры текстурирования $R_k=OO_2$ (рис.3).

После геометрических преобразований получим

$$OO_2 = R_k = \frac{OA_1}{\cos \beta} = \frac{\sqrt{\frac{R_H^2 (2\gamma + 2\beta)}{2\beta}}}{\cos^2 \beta}. \quad (11)$$

Рассчитаем величину диаметра радиальных каналов ПТК. Для полного воздействия на участок нити диаметр канала d должен быть равен

$$\mu d = d_{\text{нити}}, \quad (12)$$

где μ – коэффициент сжатия.

Определим μ по формуле С.А. Чаплыгина [4]:

$$\mu = \frac{\pi}{\pi + 2 - 5S_1 + 2S_1^2}. \quad (13)$$

Для практических расчетов (пренебрегая величиной S)

$$\mu = \frac{\pi}{\pi + 2} = 0,61. \quad (14)$$

Тогда диаметр d радиального канала

$$d = \frac{d_{\text{нити}}}{\mu}. \quad (15)$$

В результате проведенных экспериментов по оптимизации геометрических параметров ПТК выявлено, что погрешность между теоретическими расчетами и экспериментальными данными не превышает 3%. Это подтверждает правильность выбора теоретических предпосылок взаимодействия нити со струей сжатого воздуха.

ВЫВОДЫ

1. Разработана методика расчета параметров сжатого воздуха в любом сечении камеры текстурирования.
2. Получены математические зависимости, связывающие геометрические параметры ПТК с диаметром обрабатываемой нити.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Смелков Д.В.* Получение пневмотекстурированных нитей нагонным способом: Дис. ... канд. техн. наук. – Витебск, 1997. С. 46...48.
2. *Альтштудль А.Д., Киселев П.Г.* Гидравлика и аэродинамика. – М.: Стройиздат, 1975.
3. *Гуревич М.И.* Теория струй идеальной жидкости 2ч. – М.: Гос.издание физики и математики, 1961.
4. *Чаплыгин С.А.* О силах, действующих на цилиндр, обтекаемый потоком с образованием поверхностей разрыва. // Сб. ЦАГИ. – 1935, №3, вып.240.

Рекомендована кафедрой прядения натуральных и химических волокон. Поступила 20.04.00.

УДК 677.024.001.18

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИНАРНОЙ
ПРИЧИННО-СЛЕДСТВЕННОЙ ТЕОРИИ ИНФОРМАЦИИ
ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАИБОЛЕЕ ОПАСНОГО
ПЕРИОДА ТКАНЕФОРМИРОВАНИЯ**

С.Д.НИКОЛАЕВ

(Московская государственная текстильная академия им. А.Н.Косыгина)

С применением нового метода [1] делаем оценку степени влияния основных периодов тканеформирования на обрывность нитей основы в ткачестве. В табл. 1 представлены статистические данные натяжения основы в основные периоды тка-

неформирования на станке АТПР-100-5 и обрывность основных нитей на 1 м вырабатываемой ткани. Выясним причинно-следственную связь между данными параметрами и оценим тесноту связи между ними:

Таблица 1

№ п/п	Натяжение основы, сН			Обрывность основы, обр/м
	заправочное	при прибое	при зевобразовании	
1	15	38	37	0,50
2	15	32	31	0,71
3	15	36	27	0,67
4	15	36	21	0,62
5	15	43	42	0,35
6	20	37	36	0,54
7	20	41	32	0,32
8	20	35	26	0,51
9	20	48	45	0,20
10	20	43	42	0,35
11	25	41	37	0,28
12	25	37	32	0,40
13	25	54	52	0,35
14	25	48	50	0,30
15	25	55	42	0,31
16	30	44	38	0,29
17	30	60	58	0,77
18	30	55	51	0,68
19	30	55	48	0,65
20	30	60	41	0,62

Приведем численный пример расчета коэффициентов Γ_i и g_{ij} для ткани арт. 142.

В целях вычисления коэффициентов g_{ij} исследуемую систему (F_1, F_2, F_3, r_4)

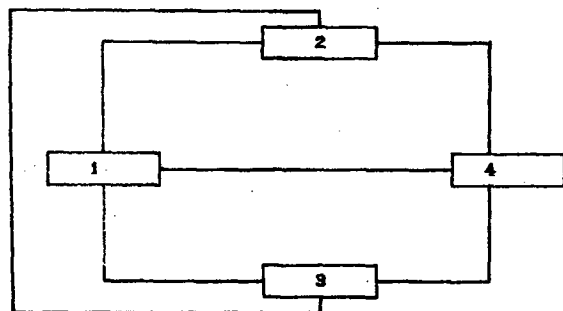


Рис. 1

представим в виде неориентированного графа (рис. 1). При этом каждой вершине соответствует одна из переменных, а дуга (ориентированное ребро) соответствует направленности причинного воздействия.

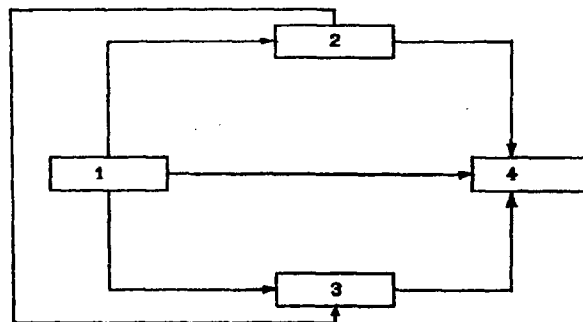


Рис. 2

Для определения направленности связей между исследуемыми параметрами найдем величины H_i :

$$H_1 = -20 (0,2 \lg 0,2) = 2,80;$$

$$H_2 = -5 (0,05 \lg 0,05) - 8 (0,1 \lg 0,1) - 3 (0,15 \lg 0,15) - 4 (0,2 \lg 0,2) = 2,057;$$

$$H_3 = -12 (0,05 \lg 0,05) - 4 (0,1 \lg 0,1) - 4 (0,2 \lg 0,2) = 1,74;$$

$$H_4 = -15 (0,05 \lg 0,05) - 2 (0,1 \lg 0,1) - 3 (0,15 \lg 0,15) = 1,547.$$

Из анализа полученных результатов определим направление причинно-следственных связей, показанных на рис. 2.

Величины $I_{ij} = I_{ji}$:

$$I_{14} = I_{41} = 15 (0,05 \lg 0,05 / 0,2 \cdot 0,05) + 2(0,05 \lg 0,05 / 0,2 \cdot 0,1) + 3 (0,05 \lg 0,05 / 0,2 \cdot 0,15) = 0,598;$$

$$I_{24} = I_{42} = 4 (0,05 \lg 0,05 / 0,05 \cdot 0,05) + 8 (0,05 \lg 0,05 / 0,05 \cdot 0,1) + 2 (0,1 \lg 0,1 / 0,15 \cdot 0,15) + 0,05 \lg 0,05 / 0,2 \cdot 0,15 + 3 (0,05 \lg 0,05 / 0,2 \cdot 0,05) + 0,05 \lg 0,05 / 0,15 \cdot 0,15 + 0,05 \lg 0,05 / 0,1 \cdot 0,1 = 0,987;$$

$$I_{34} = I_{43} = 5 (0,05 \lg 0,05 / 0,2 \cdot 0,05) + 10 (0,05 \lg 0,05 / 0,05 \cdot 0,05) + 2 (0,1 \lg 0,1 / 0,2 \cdot 0,15) + 0,05 \lg 0,05 / 0,05 \cdot 0,15 + 0,05 \lg 0,05 / 0,2 \cdot 0,05 + 0,05 \lg 0,05 / 0,2 \cdot 0,1 = 1,10;$$

$$I_{13} = I_{31} = 12 (0,05 \lg 0,05 / 0,2 \cdot 0,05) + 4 (0,05 \lg 0,05 / 0,2 \cdot 0,1) + 4(0,05 \lg 0,05 / 0,2 \cdot 0,2) = 0,518;$$

$$I_{12} = I_{21} = 5 (0,05 \lg 0,05/0,2 \cdot 0,05) +$$

$$+ 4 (0,05 \lg 0,05/0,2 \cdot 0,1) +$$

$$+ 5 (0,05 \lg 0,05/0,2 \cdot 0,1) + 4 (0,1 \lg 0,1/$$

$$/0,2 \cdot 0,2) + 2 (0,1 \lg 0,1/0,2 \cdot 0,1) = 0,617;$$

$$I_{23} = I_{32} = 5 (0,05 \lg 0,05/0,05 \cdot 0,1) +$$

$$+ 4 (0,05 \lg 0,05/0,05 \cdot 0,05) +$$

$$+ 2 (0,1 \lg 0,1/0,15 \cdot 0,2) + 3(0,05 \lg 0,05/$$

$$/0,1 \cdot 0,1) + 3 (0,05 \lg 0,05/0,05 \cdot 0,2) +$$

$$+ 0,05 \lg 0,05/0,2 \cdot 0,2 + 0,05 \lg 0,05/$$

$$/0,15 \cdot 0,05 + 0,05 \lg 0,05/0,2 \cdot 0,1 = 0,43.$$

Парные коэффициенты причинного влияния будут:

$$\Gamma_{41} = 0,598 : 2,80 = 0,21;$$

$$\Gamma_{42} = 0,987 : 2,057 = 0,48;$$

$$\Gamma_{43} = 1,10 : 1,74 = 0,63;$$

$$\Gamma_{31} = 0,518 : 2,80 = 0,19;$$

$$\Gamma_{21} = 0,617 : 2,80 = 0,22;$$

$$\Gamma_{32} = 0,891 : 2,057 = 0,43.$$

Для нахождения частных коэффициентов причинного влияния воспользуемся методикой [1]. При этом получается замкнутая система нелинейных относительно g_{ij} алгебраических уравнений:

$$\Gamma_{41} = g_{41} + g_{21}g_{42} + g_{21}g_{32}g_{43} + g_{31}g_{43},$$

$$\Gamma_{42} = g_{42} + g_{32}g_{43},$$

$$\Gamma_{43} = g_{43},$$

$$\Gamma_{31} = g_{31} + g_{21}g_{32},$$

$$\Gamma_{32} = g_{32},$$

$$\Gamma_{21} = g_{21}.$$

Решение этих шести уравнений дает следующие результаты:

$$g_{31} = 0,19 - 0,22 \cdot 0,43 = 0,10;$$

$$g_{42} = 0,48 - 0,63 \cdot 0,43 = 0,20;$$

$$g_{41} = 0,21 - 0,22 \cdot 0,20 - 0,22 \cdot 0,43 \cdot 0,63 -$$

$$- 0,10 \cdot 0,63 = 0,05.$$

Значения коэффициентов g_{ij} и Γ_{ij} даны в табл. 2.

Таблица 2

Направление связи	Γ_{ij}	g_{ij}	$\Gamma_{ij} - g_{ij}$
1→4	0,21	0,05	0,16
2→4	0,48	0,20	0,28
3→4	0,63	0,63	0
1→3	0,19	0,10	0,09
2→3	0,43	0,43	0
1→2	0,22	0,22	0

Анализ полученной информационной структурной модели влияния натяжения основных нитей в ткачестве на ее обрыв-

ность позволил обнаружить новые углубленные представления о процессе.

Итак, парный коэффициент причинного влияния заправочного натяжения основы на ее обрывность равен 0,21, а частный коэффициент непосредственного влияния равен 0,05, эффект сопутствия определяется величиной 0,16, что составляет 320 % от непосредственного влияния заправочного натяжения на натяжение при полном открытии зева.

Хотя общее влияние натяжения основы при полном открытии зева F_3 в 1,31 раза больше влияния натяжения при приборе F_2 на обрывность основы ($\Gamma_{42}=0,48$; $\Gamma_{43}=0,63$), непосредственное влияние F_3 в 3,15 раза больше непосредственного влияния F_2 ($g_{43}=0,63$; $g_{42}=0,20$). Влияние заправочного натяжения нитей основы на их разрушение значительно меньше ($\Gamma_{41}=0,21$; $g_{41}=0,05$). Это хорошо согласуется с поведением полимеров в реальных условиях работы ткацкого станка.

Процесс разрушения основных нитей зависит от двух факторов: величины абсолютного натяжения F нити, причем с увеличением натяжения вероятность обрыва увеличивается (для большинства тканей и для большинства конструкций ткацких станков $F_1 < F_3 < F_2$), и скорости изменения натяжения, причем с увеличением этой скорости вероятность обрыва уменьшается (всегда $V_{F_2} > V_{F_3} > V_{F_1}$).

Теоретически выяснить, насколько существенную роль приобретает длительность действия различных нагрузок на обрывность основы в ткачестве пока не удалось, поэтому обобщения, основанные на общих, взятых из опыта, закономерностях и гипотезах с использованием современных теорий обработки и анализа экспериментальных данных, представляют в настоящее время единственный путь совершенствования технологического процесса и снижения обрывности нитей.

Снижать обрывность в ткачестве необходимо за счет уменьшения натяжения нитей при полном открытии зева. Это можно осуществить за счет увеличения перемещений опушки ткани, скала или ламелей за цикл работы ткацкого станка. Увеличение перемещения опушки ткани малоперспективно, поскольку может серьезно ослож-

нить процесс формирования ткани. Лучшее решение данной проблемы – придание скалу принудительного движения. Этот тезис начинает реализовываться за рубежом. Да и опыт работ ряда отечественных предприятий свидетельствует о правильности сделанного нами вывода. Изменять натяжение нитей основы при приборе нецелесообразно, так как оно необходимо для получения ткани рационального строения. Вероятно, снизить обрывность основы за счет совершенствования процесса прибора не удастся. Обрывность основы вследствие прибора обусловлена тем, что процесс прибора очень кратковременный, он вызывает колебания в натяжении нитей, которые разрушают структуру основы. В связи с этим существует довольно тесная связь между F_2 и F_3 , причем причинно-следственная связь направлена от F_2 к F_3 .

Результаты расчета показывают, что величина заправочного натяжения предопределяет (хотя, вероятно, не только она одна, так как Γ_{12} , Γ_{13} , g_{12} , g_{13} небольшие) уровень натяжения основы при приборе F_2 и при полном открытии зева F_3 , при этом степень влияния заправочного натяжения примерно одинакова ($\Gamma_{12}=0,22$; $\Gamma_{13}=0,19$). Непосредственное влияние F_1 на F_2 больше, чем на F_3 ($g_{21}=0,121$, $g_{31}=0,1$). Это логично, потому что процесс прибора на станке АТПР-100 происходит при 0° оборота главного вала, а это раньше, нежели полное открытие зева (примерно 135° поворота главного вала).

Небольшая теснота связи F_2 и F_3 с F_1 обусловлена тем, что на F_1 , F_2 , F_3 влияют различные технологические параметры: величина заступа, положение скала, основонаблюдателя, высота зева, момент подачи основы и др. Причем влияние этих факторов различно. Немного снизить напряженность нити при полном открытии зева можно за счет более ранней подачи основы.

Аналогичные результаты были получены при исследовании других тканей, характеристика которых приведена в табл. 3, а результаты расчетов (коэффициентов Γ_{ij} и g_{ij}) в табл. 4.

Таблица 3

№ п/п	Номер артикула ткани	Сырье		Линейная плотность, текс		Плотность ткани, нитей/дм	
		основа	уток	основы	утка	по основе	по утку
1	142	х/б	х/б	29	29	228	211
2	1591	х/б	х/б	25	25	319	265
3	1098	х/б	х/б	15,4x2	29	212	180
4	1250	х/б	х/б	15,4x2	29	248	210
5	1254	х/б	х/б	15,4x2	29	235	190
6	966	х/б	х/б	14	16,5	440	267
7	23776	шерсть	шерсть	25	84	254	210
8	Н-3456	шерсть	шерсть	22x2	22x2	293	236
9	25122	шерсть	шерсть	31x2	22x2	274	173
10	Н-3454	шерсть	шерсть	31x2	22x2	310	245
11	42771	капрон	капрон	25	25	180	140
12	35018	ацетат	ацетат	11	11	440	330
13	32290	вискоза	вискоза	13,3	13,3	280	170
14	56384	полиамид	капрон	4,8	5	531	424
15	62255	капрон	вискоза	6,7	25	438	255
16	35050	триацетат	триацетат	9,5	9,5	505	274
17	образец	углерод	углерод	165	165	100	80

Продолжение табл. 3

№ п/п	Уработка,%		Число нитей	Ширина ткани, см	Поверхностная плотность, г/м ²	Переплетение
	осно- вы	утка				
1	5,5	8,9	2088	90,5	142	полотняное
2	7,8	7,3	2883	90,5	162	комбинированное
3	7,0	6,2	2416	114	125	полотняное
4	7,0	6,2	2512	101,3	149	комбинированное
5	6,9	6,1	1824	76,8	158	комбинированное
6	8,0	4,7	3388	91	116	комбинированное
7	9,6	6,2	3822	150	233	саржа
8	9,0	6,9	4336	149	254	саржа
9	8,6	12,3	4530	160	395	сложное
10	9,0	6,5	4580	149	270	саржа 2/2
11	5,3	5,0	2832	154	56,5	полотняное
12	8,5	5,1	4464	100	87	полотняное
13	5,0	4,0	5086	102,2	103	саржа 3/1
14	3,1	7,9	5105	100	57,7	саржа 3/1
15	1,3	2,2	7619	158	113,4	полотняное
16	5,0	6,0	4509	89,3	83	полотняное
17	6,5	7,0	651	65,1	293	полотняное

Направление связи	Γ_{ij}	g_{ij}	$\Gamma_{ij} - g_{ij}$
1→4	0,15-0,25	0,03-0,06	0,14-0,18
2→4	0,44-0,51	0,19-0,21	0,25-0,28
3→4	0,57-0,65	0,57-0,65	0
1→3	0,17-0,20	0,08-0,11	0,07-0,10
2→3	0,40-0,42	0,40-0,42	0
1→2	0,21-0,24	0,21-0,24	0

ВЫВОДЫ

1. На основе использования бинарной причинно-следственной теории информации установлены причинно-следственные связи между натяжением основы на ткацком станке в различные периоды тканеформирования и обрывностью нитей.

2. Выявлено, что максимальное влияние на обрывность нитей основы на ткац-

ком станке оказывает натяжение при зевобразовании.

ЛИТЕРАТУРА

1. Николаев С.Д. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2000 г., № 2. С. 43...46.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 09.12.99.

УДК 677.024

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОРИСТОСТИ НАМОТОК В ТРУБЧАТЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ ФИЛЬТРАХ

Д.И. НАЗАРОВ, В.А. КОЗЛОВ, Б.Н. ВИНОГРАДОВ, И.Н. ПАНИН

(Дмитровградский институт технологии, управления и дизайна)

Вследствие того, что проникновение жидкостей и газов сквозь твердое тело (фильтрующую перегородку) может происходить по трещинам и порам, проницаемость зависит от пористости фильтрующей перегородки, которая определяется объемом пор в единице объема тела и выражается формулой

$$П = \frac{V_{\text{пор}}}{V}, \quad (1)$$

где $V_{\text{пор}}$ – объем фильтрующей перегородки и объем, занимаемый порами в ее общем объеме.

Поскольку нас интересуют трубчатые текстильные фильтры, где в качестве фильтрующих перегородок используются различные виды намоток нитей на перфорированные патроны, целесообразнее всего пористость фильтрующей перегородки выразить через удельную плотность намотки. Удельная плотность намотки пористой перегородки

$$\gamma = k_3 \gamma_H, \quad (2)$$

где k_3 – коэффициент заполнения объема пористой перегородки волокнистым (нитевидным) материалом; γ_H – плотность нити, г/см³.

Масса пористой перегородки фильтра

$$G = \gamma V = \gamma_H V_H, \quad (3)$$

где V_H – объем, занимаемый нитями в общем объеме пористой перегородки.

Очевидно:

$$V = V_{\text{пор}} + V_H \quad (4)$$

и

$$V_H = V k_3 = V \frac{\gamma}{\gamma_H}. \quad (5)$$

Тогда

$$V_{\text{пор}} = V - V_H = V - V k_3 V (1 - k_3). \quad (6)$$

Пористость фильтрующей перегородки

$$\Pi = \frac{V_{\text{пор}}}{V} = 1 - k_3 = 1 - \frac{\gamma}{\gamma_H}. \quad (7)$$

Следовательно, для увеличения пористости (а, значит, и проницаемости трубчатых текстильных фильтров с фильтрующей перегородкой, представляющей собой намотку нити на перфорированный патрон) необходимо уменьшать плотность указанной намотки.

На практике иногда пользуются понятием коэффициента пористости, который определяется по формуле

$$k_{\Pi} = \frac{V}{V_H} = \frac{\gamma_H}{\gamma}. \quad (8)$$

В этом случае

$$\Pi = 1 - \frac{1}{k_{\Pi}}. \quad (9)$$

Если в качестве пористой перегородки используется сомкнутая намотка, то

$$\gamma = \frac{1}{c^2},$$

а

$$\gamma_H = \frac{4}{\pi c^2}, \quad (10)$$

где c – коэффициент, характеризующий «рыхлость» нити.

Тогда пористость сомкнутой намотки

$$\Pi = 1 - \frac{\gamma}{\gamma_H} = 1 - \frac{\pi}{4} = 0,215. \quad (11)$$

Замкнутые намотки характеризуются сотовой (ячеистой) структурой. Их плотность зависит от степени замыкания намотки p и может быть определена по формуле

$$\begin{aligned} \gamma &= \frac{4\pi p \cos \beta / 2}{\pi D \delta 10^{-5} \sin \beta} = \\ &= \frac{4\pi p \cos \beta / 2 \operatorname{tg} \beta / 2}{h \delta 10^{-5} 2 \sin \beta / 2 \cos \beta / 2} = \\ &= \frac{4\pi p}{h \delta 10^{-5} \cos \beta / 2}, \end{aligned} \quad (12)$$

где Γ – линейная плотность нити, текс; D – диаметр намотки паковки, см; δ – толщина объемного слоя, см; β – угол скрещивания витков; $h = \frac{\pi D}{\operatorname{tg} \beta / 2} = \frac{h_k}{i_0}$ – шаг витков намотки, см; $h_k = \frac{2H}{k}$ – шаг канавки кулачка нитеводителя; i_0 – общее передаточное

отношение от веретена к кулачку нитеводителя.

При формировании замкнутых намоток [1]:

$$i_0 = \frac{1}{k} \left(\frac{z}{p} + n_1 \right), \quad (13)$$

где k – число оборотов кулачка нитеводителя за цикл движения нитеводителя; z – кратность замыкания намотки, $z=1$; n_1 – целая часть числа ki_0 .

Изменяя i_0 , а следовательно, и степень замыкания намотки p , можно варьировать удельную плотность намотки γ в довольно широких пределах, обеспечивая тем самым требуемую пористость перегородки трубчатого текстильного фильтра.

При $p = \left[\frac{h \cos \beta / 2}{d} \right]$ получаем

p -сомкнутую намотку. Следовательно, всегда должно соблюдаться условие

$$1 \leq p \leq \left[\frac{h \cos \beta / 2}{d} \right], \quad (14)$$

где

$$\cos \beta / 2 = \frac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \beta / 2}}. \quad (15)$$

Так как

$$\operatorname{tg} \beta / 2 = \frac{\vartheta_H}{\vartheta_0} = \frac{h_k n_k}{\pi D n_B} = \frac{h_k}{\pi D i_0}, \quad (16)$$

то

$$\cos \beta / 2 = \frac{1}{\sqrt{1 + h_k^2 / \pi^2 D^2 i_0^2}}. \quad (17)$$

Приняв в (12) величину δ равной двум диаметрам нити ($\delta=2d$), получим

$$\gamma = \frac{T_p}{hd \cdot 10^5 \cos \beta / 2}. \quad (18)$$

С учетом (17) имеем

$$\gamma = \frac{\sqrt{1 + h_k^2 / \pi^2 D^2 i_0^2}}{hd \cdot 10^5}, \text{ г/см}^3. \quad (19)$$

В табл. 1 приведены результаты расчетов удельной плотности бобин замкнутой структуры по формуле (19) для некоторых конкретных параметров при перематывании хлопчатобумажной пряжи линейной плотности 25 текс ($d=0,0198$ см; $k=8$; $n_1=4$; $H=15$ см).

Таблица 1

Удельная плотность намотки γ , г/см ³										
Диаметр бобины D, см	степень замыкания намотки p									
	1	3	12	16	23	35	101	201	301	356
6	0,002	0,005	0,022	0,029	0,042	0,063	0,184	0,365	0,546	0,645
9	0,002	0,005	0,021	0,028	0,040	0,061	0,177	0,351	0,525	0,62
12	0,002	0,005	0,021	0,027	0,039	0,060	0,174	0,345	0,517	0,611
15	0,002	0,005	0,020	0,027	0,039	0,06	0,173	0,343	0,513	0,607
18	0,002	0,005	0,020	0,027	0,039	0,059	0,172	0,342	0,512	0,605
21	0,002	0,005	0,020	0,027	0,039	0,059	0,171	0,341	0,51	0,604

– кулачок нитеводителя был удален конoidalный вариатор, а вместо него установлена зубчатая передача (рис.2 – кинематическая схема модернизированной мотальной головки машины Бандомат).

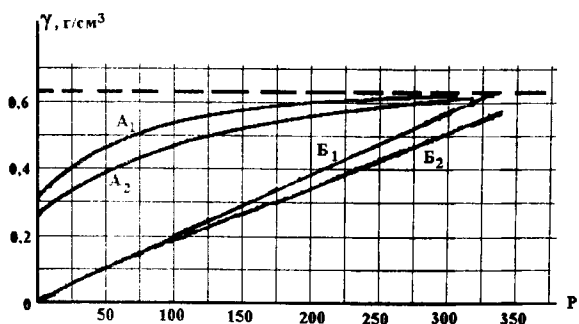


Рис. 1

На рис.1 представлены теоретические зависимости (кривые B_1 при $D=6$ см и B_2 при $D=21$ см) удельной плотности замкнутых намоток от их степени замыкания p . При различных диаметрах намотки удельные плотности замкнутых намоток возрастают с увеличением степени их замыкания p , стремясь к своему предельному значению, равному $1/c^2$, и мало зависят от диаметра намотки бобин.

Экспериментальное исследование зависимости удельной плотности бобин от степени их замыкания p проводили на машине Бандомат фирмы Georg SAHM (Германия) при перематывании хлопчатобумажной пряжи линейной плотности 25 текс, для чего из кинематической цепи веретено

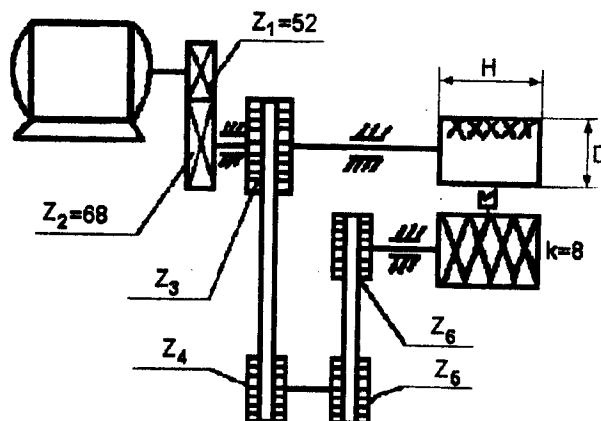


Рис. 2

В процессе исследований наматывали цилиндрические бобины замкнутой структуры при $p=1; 3; 23; 106; 201; 305$ и определяли их плотность для различных диаметров намотки. Результаты исследований сведены в табл. 2 ($d=0,0198$ см; $k=8$; $n_1=4$; $H = 15$ см).

Таблица 2

Диаметр бобины D, см	Удельная плотность намотки γ , г/см ³					
	степень замыкания намотки p					
	1	3	23	106	201	305
7	0,26	0,27	0,345	0,538	0,618	0,63
9	0,26	0,261	0,338	0,527	0,607	0,628
12	0,26	0,259	0,331	0,524	0,602	0,626
15	0,26	0,259	0,329	0,52	0,594	0,624
18	0,26	0,259	0,321	0,518	0,592	0,622
21	0,26	0,259	0,315	0,51	0,585	0,62

На рис. 1 (кривые A_1 при $D=6$ см и A_2 при $D=21$ см) показан характер изменения фактической плотности намотки бобин замкнутой структуры по мере увеличения степени замыкания намотки.

Характер изменения фактической плотности намотки бобин замкнутой структуры значительно отличается от характера изменения теоретической плотности их намотки (рис.1). Это различие обусловлено принятым при выводе формул (12) и (19) предположением о том, что при формировании бобин замкнутой структуры витки $(p+m)$ пары слоев намотки идут по виткам m пары слоев. Однако такое расположение витков характеризуется крайней неустойчивостью и они располагаются по поверхности бобины жгутами. Последнее обстоятельство неизбежно ведет к более медленному росту диаметра намотки (в зависимости от общего числа витков, намотанных на бобину) и, как следствие, к увеличению удельной плотности намотки бобин (особенно при малых степенях замыкания намотки p). Однако в обоих случаях удельная плотность намотки (теоретическая и фактическая) возрастает по мере увеличения степени замыкания намотки, стремясь к своему предельному значению, равному $1/c^2$.

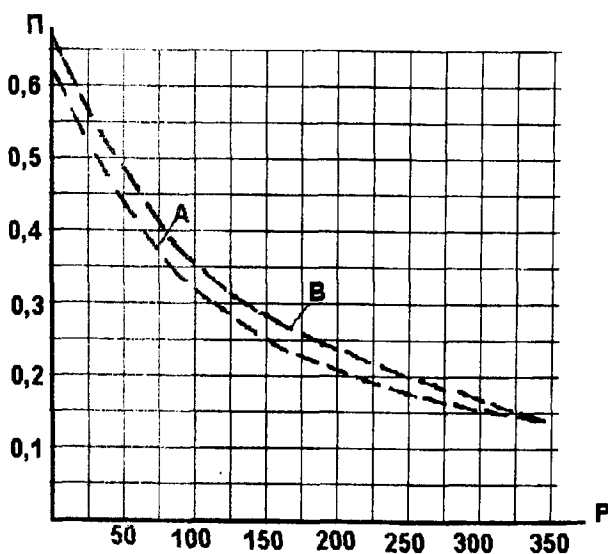


Рис. 3

На рис. 3 с помощью кривых А при $D=7$ см и В при $D=21$ см показан характер зависимости пористости цилиндрических бобин замкнутой структуры от степени замыкания намотки p . При построении данных кривых расчеты пористости проводили по формуле (7) с использованием результатов табл. 2.

ВЫВОДЫ

В процессе исследований установлено, что пористость замкнутых намоток гиперболически уменьшается по мере увеличения степени их замыкания, стремясь к своему минимальному значению, равному $(1-\pi/4)$ при сомкнутой намотке.

ЛИТЕРАТУРА

1. Панин И.Н. //Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1993, № 6. С.41...43.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 19.06.00.

УРАБОТКА НИТЕЙ В САТИНАХ

С.Г. СТЕПАНОВ, А.Х. САЛИХОВА, Г.В. СТЕПАНОВ

(Ивановская государственная архитектурно-строительная академия,
Ивановская государственная текстильная академия)

На рис. 1-а показан разрез ткани переплетения сатин 5/2 (где OABCD) – осевая линия уточной нити; h_y – высота волны изгиба нити; ϵ_0 – расстояние между центрами основных нитей).

При решении задачи допускаем, что нити в ткани занимают строго фиксированное положение. Тогда $\epsilon_0 = \text{const}$.

Представим осевую линию нити в виде ломаной OABCD (рис. 1-б). Используя уравнение прямой, проходящей через две точки, запишем

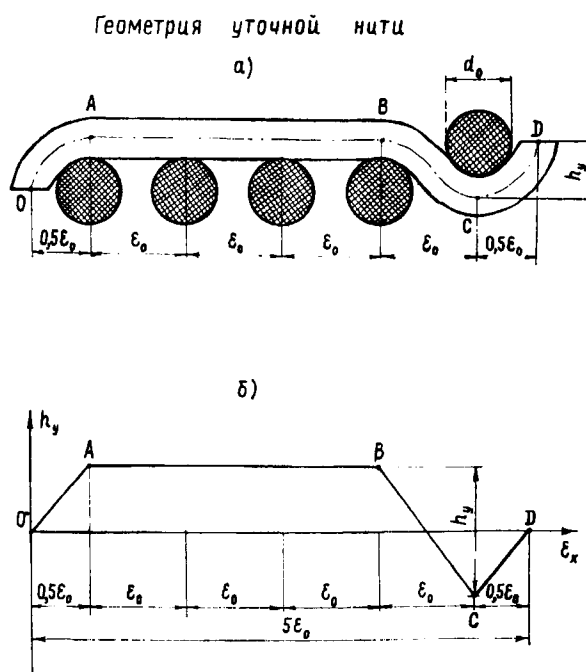


Рис. 1

$$f(x)_y = \begin{cases} \frac{h_y}{\epsilon_0} x & \text{для } 0 \leq x \leq 0,5\epsilon_0, \\ \frac{h_y}{2} & \text{для } 0,5\epsilon_0 \leq x \leq 3,5\epsilon_0, \\ \frac{h_y}{\epsilon_0} (\Delta\epsilon_0 - x) & \text{для } 3,5\epsilon_0 \leq x \leq 4,5\epsilon_0, \\ \frac{h_y}{\epsilon_0} (x - 5\epsilon_0) & \text{для } 4,5\epsilon_0 \leq x \leq 5\epsilon_0. \end{cases} \quad (1)$$

Функцию (1) разложим в ряд Фурье, который для нашего случая примет вид [1]:

$$f(x) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} a_n \cos \frac{\pi n x}{l} + \sum_{n=1}^{\infty} b_n \sin \frac{\pi n x}{l}. \quad (2)$$

Коэффициенты ряда вычислим по формулам

$$a_n = \frac{1}{l} \int_l^l f(x) \cos \frac{\pi n x}{l} dx, \quad (3)$$

где $\varphi(x) = \cos \frac{2\pi n x}{5\epsilon_0}$.

Из (6) следует

$$a_n = \frac{5h_y}{2\pi^2 n^2} \left(\cos \frac{\pi n}{5} + \cos \frac{7\pi n}{5} - 2 \cos \frac{9\pi n}{5} \right). \quad (7)$$

Имеем

$$b_n = \frac{2}{5\epsilon_0} \int_0^{5\epsilon_0} f(x) \beta(x) dx = \frac{2h_y}{5\epsilon_0^2} \left[\int_0^{0,5\epsilon_0} x \beta(x) dx + \frac{\epsilon_0}{2} \int_{0,5\epsilon_0}^{3,5\epsilon_0} \beta(x) dx + \int_{3,5\epsilon_0}^{4,5\epsilon_0} (4\epsilon_0 - x) \beta(x) dx + \int_{4,5\epsilon_0}^{5\epsilon_0} (x - 5\epsilon_0) \beta(x) dx \right]. \quad (9)$$

$$b_n = \frac{1}{l} \int_l^l f(x) \sin \frac{\pi n x}{l} dx, \quad (4)$$

$$a_0 = \frac{1}{l} \int_l^l f(x) dx, \quad (5)$$

где a_0 – постоянная ряда; a_n – коэффициенты при косинусах; b_n – коэффициенты при синусах; l – интервал интегрирования; n – порядковый номер коэффициента.

Поскольку разложение функции в ряд осуществляем в пределах раппорта переплетения, то интервал интегрирования будет $l = \frac{5\epsilon_0}{2}$.

Используя (1) и (3), запишем

$$a_n = \frac{2}{5\epsilon_0} \int_0^{5\epsilon_0} f(x) \varphi(x) dx = \frac{2h_y}{5\epsilon_0^2} \left[\int_0^{0,5\epsilon_0} x \varphi(x) dx + \frac{\epsilon_0}{2} \int_{0,5\epsilon_0}^{3,5\epsilon_0} \varphi(x) dx + \int_{3,5\epsilon_0}^{4,5\epsilon_0} (4\epsilon_0 - x) \varphi(x) dx + \int_{4,5\epsilon_0}^{5\epsilon_0} (x - 5\epsilon_0) \varphi(x) dx \right], \quad (6)$$

$$a_1 = -0,2h_y; \quad a_2 = -0,1h_y;$$

$$a_3 = 0,033h_y. \quad (8)$$

Ограничимся тремя значениями a_n , так как дальнейшее вычисление коэффициентов нецелесообразно ввиду их малости.

Чтобы найти коэффициенты b_n , используем (1) и (4):

где $\beta(x) = \sin \frac{2\pi x}{5\epsilon_0}$.

Решение (9) дает

$$b_n = \frac{5h_y}{2\pi^2 n^2} \left(\sin \frac{\pi n}{5} + \sin \frac{7\pi n}{5} - 2 \sin \frac{9\pi n}{5} \right), \quad (10)$$

$$a_0 = \frac{2}{5\epsilon_0} \int_0^{5\epsilon_0} f(x) dx = \frac{2h_y}{5^2 \epsilon_0} \left[\int_0^{0,5\epsilon_0} x dx + \frac{\epsilon_0}{2} \int_{0,5\epsilon_0}^{3,5\epsilon_0} dx + \int_{3,5\epsilon_0}^{4,5\epsilon_0} (4\epsilon_0 - x) dx + \int_{4,5\epsilon_0}^{5\epsilon_0} (x - 5\epsilon_0) dx \right]. \quad (12)$$

Из (10) следует

$$a_0 = 0,6 \text{ мм}. \quad (13)$$

$$f(x) = h_y \left(0,3 - 0,2 \cos \frac{5\pi x}{5\epsilon_0} - 0,1 \cos \frac{4\pi x}{5\epsilon_0} + 0,23 \sin \frac{2\pi x}{5\epsilon_0} + 0,22 \sin \frac{4\pi x}{5\epsilon_0} + 0,1 \sin \frac{6\pi x}{5\epsilon_0} \right). \quad (14)$$

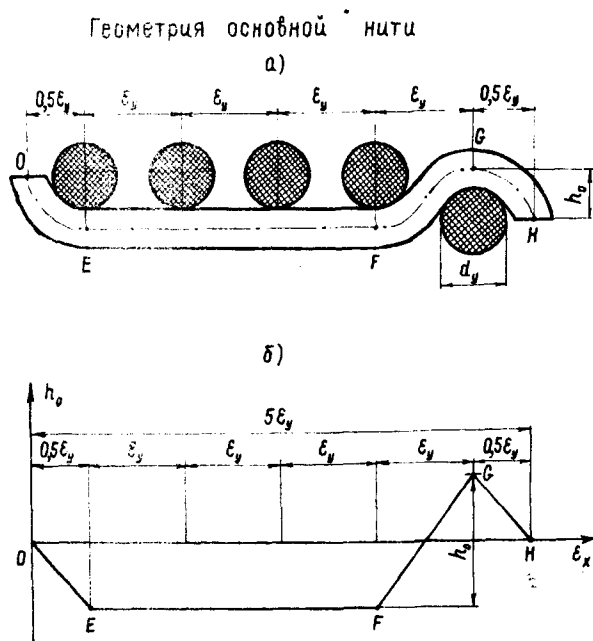


Рис. 2

откуда

$$b_1 = 0,23h_y; \quad b_2 = -0,22h_y; \quad b_3 = 0,1h_y. \quad (11)$$

Как и в предыдущем случае, ограничимся вычислением трех коэффициентов b_n .

Найдем a_0 , учитывая (1) и (5):

При записи ряда ограничимся двумя коэффициентами a_n (8) и, учитывая (2), (11), (13), имеем

Ряд (14) описывает геометрию осевой линии уточной нити. Аналогичную зависимость, но для основной нити OEFGN получим, рассмотрев рис. 2-а, б:

$$f(x)_0 = \begin{cases} -\frac{h_0}{\varepsilon_y} x & \text{для } 0 \leq x \leq 0,5\varepsilon_y, \\ -\frac{h_0}{2} & \text{для } 0,5\varepsilon_y \leq x \leq 3,5\varepsilon_y, \\ \frac{h_0}{\varepsilon_y} (x - 4\varepsilon_y) & \text{для } 3,5\varepsilon_y \leq x \leq 4,5\varepsilon_y, \\ \frac{h_0}{\varepsilon_y} (5\varepsilon_y - x) & \text{для } 4,5\varepsilon_y \leq x \leq 5\varepsilon_y. \end{cases} \quad (15)$$

Используя (15) и последовательность приведенных выше выкладок, запишем равенство для вычисления коэффициентов a_n :

$$a_{n1} = \frac{5h_0}{2\pi^2 n^2} \left(-\cos \frac{\pi n}{5} - \cos \frac{7\pi n}{5} + 2\cos \frac{9\pi n}{5} \right). \quad (16)$$

Из (16) следует

$$\begin{aligned} a_{01} &= 0,2h_0; & a_{02} &= 0,1h_0; \\ a_{03} &= -0,033h_0. \end{aligned} \quad (17)$$

Для определения коэффициентов b_n имеем

$$b_{n1} = \frac{5h_0}{2\pi^2 n^2} \left(-\sin \frac{\pi n}{5} - \sin \frac{7\pi n}{5} + 2\sin \frac{9\pi n}{5} \right) \quad (18)$$

или

$$\begin{aligned} b_{01} &= -0,23h_0; & b_{02} &= -0,22h_0; \\ b_{03} &= -0,1h_0. \end{aligned} \quad (19)$$

Вычисление постоянной ряда дает

$$a_1 = -0,6\text{мм}. \quad (20)$$

Учитывая (17), где ограничимся первыми двумя коэффициентами, а также используя (19) и (20), запишем ряд для основной нити:

$$\begin{aligned} f(x) &= h_0 \left(-0,3 + 0,2 \cos \frac{2\pi x}{5\varepsilon_y} + \right. \\ &+ 0,1 \cos \frac{4\pi x}{5\varepsilon_y} - 0,23 \sin \frac{2\pi x}{5\varepsilon_y} - \\ &\left. - 0,22 \sin \frac{4\pi x}{5\varepsilon_y} - 0,1 \sin \frac{6\pi x}{5\varepsilon_y} \right). \end{aligned} \quad (21)$$

Сравнивая (14) и (21), отмечаем, что они отличаются между собой только знаками при коэффициентах.

Для определения уработки основной или уточной нити требуется знать ее длину в раппорте переплетения. Найдем эту длину, используя известную формулу [1]:

$$L = \int_a^b \sqrt{1 + f'^2(x)} dx, \quad (22)$$

где a и b – пределы интегрирования.

Для основной и уточной нитей имеем

$$f'(x)_0 = -1,256 \frac{h_0}{\varepsilon_y} \left(0,2 \sin \frac{2\pi x}{5\varepsilon_y} + \right. \\ \left. + 0,2 \sin \frac{4\pi x}{5\varepsilon_y} + 0,23 \cos \frac{2\pi x}{5\varepsilon_y} + \right. \\ \left. + 0,4 \cos \frac{4\pi x}{5\varepsilon_y} + 0,3 \cos \frac{6\pi x}{5\varepsilon_y} \right), \quad (23)$$

$$f'(x)_y = 1,256 \frac{h_y}{\varepsilon_0} \left(0,2 \sin \frac{2\pi x}{5\varepsilon_0} + \right. \\ \left. + 0,2 \sin \frac{4\pi x}{5\varepsilon_0} + 0,23 \cos \frac{2\pi x}{5\varepsilon_0} + \right. \\ \left. + 0,4 \cos \frac{4\pi x}{5\varepsilon_0} + 0,3 \cos \frac{6\pi x}{5\varepsilon_0} \right), \quad (24)$$

где ε — геометрическая плотность; Y_0, Y_m — значения подынтегральной функции при $x=0$ и $x=5\varepsilon$; Y_i — промежуточные значения подынтегральной функции.

Учитывая, что

$$L = \int_a^b \sqrt{1+f'^2(x)} dx \approx \int_0^{5\varepsilon} \gamma(x) dx \quad (26)$$

и используя (23...26), определим длину основной и уточной нитей. Зная длину, рассчитаем уработку:

$$a = \left(1 - \frac{5\varepsilon}{L} \right) \cdot 100\%. \quad (27)$$

Приведем результаты расчета уработки нитей основы и утка для сатина арт. 520 [2]. Имеем $a_0 = 4\%$, $a_y = 7,6\%$. Фактическая уработка по основе 3,6%, по утку 7,3%. Разница несущественна. Если же в расчеты ввести коэффициенты вертикального смятия нитей, то можно выйти на фактические значения уработок.

Если подставить (23) или (24) в (22), то точное вычисление интеграла невозможно. Вычислим его приближенно, используя формулу Симпсона [1].

Предварительно разобьем область интегрирования на десять равных частей. Тогда

$$\int_0^{5\varepsilon} \gamma(x) dx \approx \frac{\varepsilon}{6} [Y_0 + Y_m + \\ + 2(Y_2 + Y_4 + Y_6 + Y_8) + 4 \cdot \\ \cdot (Y_1 + Y_3 + Y_5 + Y_7 + Y_9)], \quad (25)$$

Наряду с этим хотелось высказать предположение, требующее тщательной проверки: по-видимому, нет необходимости учитывать в расчетах прямолинейные отрезки нити, а ограничиться участками, где нить имеет изгибы. Тогда расчет уработки нитей основы и утка значительно упростится.

ВЫВОДЫ

1. Большинство расчетных формул по определению уработки нитей основы и утка получено применительно к ткани полотняного переплетения.

Использование рядов Фурье позволяет рассчитать уработку нитей практически для любой однослойной и многослойной ткани.

2. Показана методика расчета и получены показатели уработки нитей для сатина 5/2, хорошо согласующиеся с фактическими данными.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бронштейн И.Н., Семендяев К.А.* // Справочник по математике. — М.: Наука, 1986. С.418...425.

УДК 677.054.8.001

УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СМЕЩЕНИЯ ОПУШКИ ТКАНИ НА ТКАЦКОМ СТАНКЕ

Е.Б. ПЛАКСИН, В.А. ТЯГУНОВ, А.Н. СТУПНИКОВ

(Костромской государственной технологической университет)

При выработке ткани на ткацком станке имеет место порок «пусковая полоса» (его образование связывают с релаксационными процессами, происходящими в упругой системе заправки ткацкого станка), проявляющийся в виде четкой границы, аналогичной забоине или недосеке по всей ширине ткани. Пусковая полоса наиболее заметна на шелковых, шерстяных тканях и тканях из искусственных волокон и может составлять до 80...90% от всех видов пороков [1]. Из исследований [1...3] следует, что этот порок образуется практически на всех видах тканей и чаще всего в виде недосеки.

В работах [2] и [4] показано, что причиной образования пусковой полосы являются релаксационные процессы, вследствие чего опушка ткани смещается из положения, занимаемого в момент останова станка, в сторону скала или грудницы, в зависимости от соотношения усилий, возникающих в основе и ткани.

Для устранения данного порока необходимо создание автоматической системы регулирования положения опушки ткани в предпусковой период работы станка. По мнению ряда исследователей [2...5] такая система должна сдвигать заправку станка на величину смещения опушки ткани в нужном направлении. Одной из основных частей такой системы является датчик положения опушки ткани, по сигналу которого и происходит возврат опушки ткани в исходное положение. В настоящее время уже существуют технические предложения по реализации датчика положения опушки ткани [5].

На кафедре ткачества КГТУ разработана конструкция датчика (рис.1), позволяющая контролировать положение опушки ткани с момента останова станка до его пуска. Датчик используется для исследования перемещения опушки ткани при выстое станка и определения количественных характеристик этого процесса.

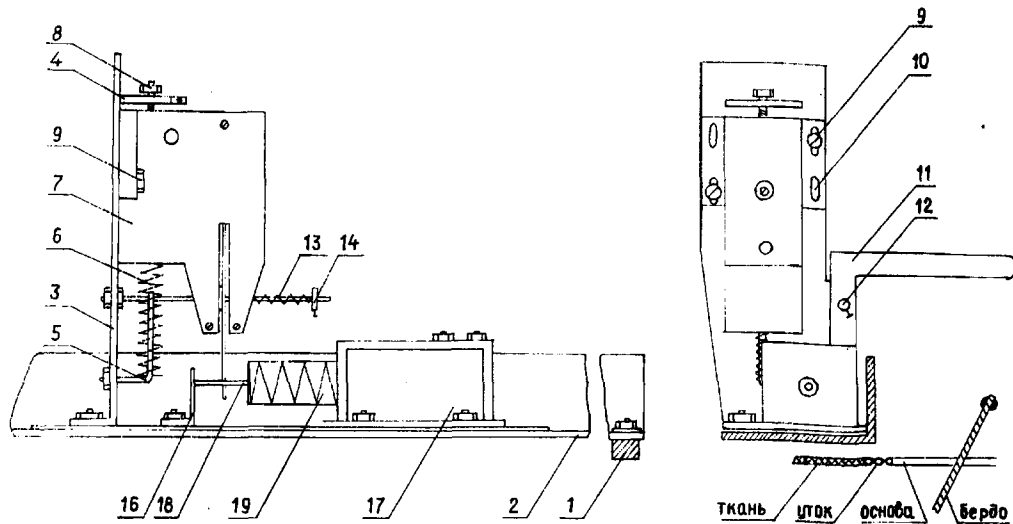


Рис. 1

На схеме представлено следующее. К крышкам шарнурок 1 крепится угольник 2, расположенный над тканью. К угольнику 2 крепится кронштейн 3, имеющий прилив 4. В нижней части кронштейна 3 с помощью гайки крепится изогнутый палец 5, на который надета пружина 6, одним концом упирающаяся в корпус фотодатчика 7, а другим – на палец 5. В прилив 4 ввернут регулировочный болт 8. Фотодатчик с помощью винтов 9 укреплен на кронштейне 3 и имеет возможность свободно перемещаться в вертикальной плоскости за счет прорезей 10 в корпусе. Таким образом, с помощью винта 8 и пружины 6 датчик фиксируется в определенном положении по вертикали с целью правильной его установки по отношению к щупу 11 датчика. На кронштейне 3 крепится ось 12; на оси свободно вращается щуп 11, который с помощью закрученной пружины 13 и установочного кольца 14 поворачивается и прижимается вертикальным концом к опушке ткани (к последней проложенной в зев уточине). Второй горизонтальный конец щупа входит в прорезь фотодатчика 7 и частично перекрывает отверстие 15, пропускающее световой поток (рис. 2 – рабочее положение щупа датчика).

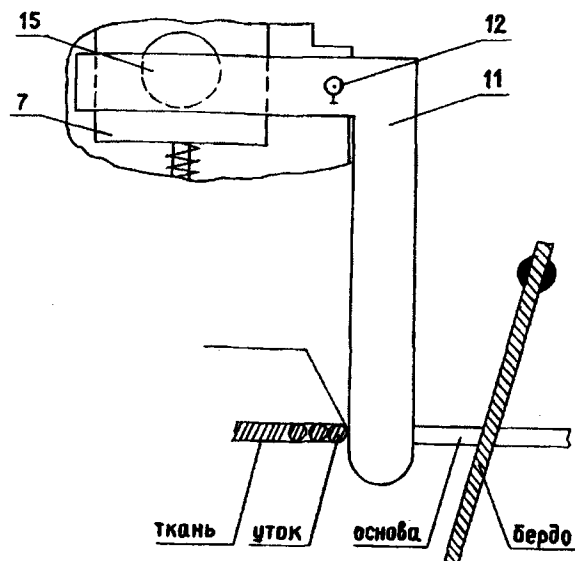


Рис. 2

Для нормальной работы фотодатчика 7 необходимо, чтобы отверстие 15 в начальный момент перекрывалось примерно наполовину. Установка исходного положения фотодатчика по отношению к щупу 11 с целью регулирования перекрываемого светового потока осуществляется регули-

ровочным болтом 8, за счет чего световой поток, проходящий через приемное окно фотодатчика, будет меняться, а следовательно, будет меняться и его выходной сигнал.

Для того чтобы щуп не мешал нормальной работе ткацкого станка, необходимо перед его пуском вручную поднять вертикальное плечо щупа над бердом и зафиксировать его в горизонтальном положении. Для этого на угольнике 2 жестко закреплен кронштейн 16 и электромагнит 17, сердечник 18 которого под действием пружины 19 всегда стремится выдвинуться из соленоида и, касаясь кронштейна 16, удерживает щуп 11 в исходном положении (рис.1).

После выполнения первого приема пуска станка (поворота вала и пусковой рукоятки в вертикальное положение) необходимо сердечник 18 вручную переместить во внутрь катушки электромагнита 17, повернуть щуп в исходное (верхнее, горизонтальное) положение и отпустить сердечник 18, который и зафиксирует щуп. Только после выполнения данной операции электродвигатель включается в работу, так как электрическая цепь, образованная кронштейном 16 и сердечником 18, будет замкнута и станет возможным выполнение второго приема пуска станка.

В период работы станка напряжение на электромагнит 17 не поступает и сердечник 18 фиксирует положение щупа. При останове станка (по любой из причин) на катушку электромагнита 17 подается электрический ток. В это время сердечник 18, преодолевая действие пружины 19, втягивается в катушку соленоида и освобождает щуп. Под действием собственного веса и закрученной пружины 13 щуп поворачивается в рабочее положение и его вертикальное плечо контактирует с опушкой ткани (рис.2). При этом электрическая цепь между кронштейном 16 и сердечником 18 разрывается и включение станка блокируется.

Если опушка ткани имеет перемещение, щуп поворачивается, перекрывая на соответствующую величину отверстие 15 фотодатчика 7, изменяя величину выходного сигнала.

Проверку работоспособности датчика проводили на станке СТБ2-175 при выработке полульняной ткани. Перемещение опушки ткани, контролируемое датчиком, фиксировалось с помощью самописца марки Н307/1.

Испытания показали, что датчик фиксирует перемещение опушки ткани, как в сторону скала, так и в сторону грудницы, о чем свидетельствовало перемещение пера самописца.

С целью определения абсолютной величины перемещения опушки ткани разработана специальная тарировочная установка, схема которой представлена на рис. 3.

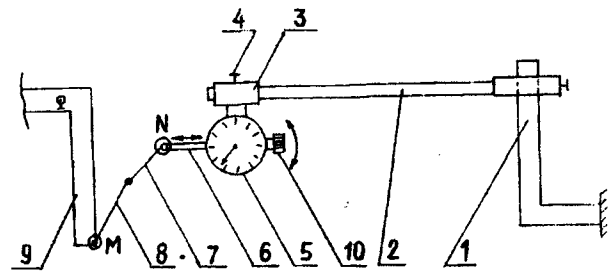


Рис. 3

К кронштейну ламельного прибора жестко крепится стойка 1, по которой свободно перемещается штатив 2. К штативу 2 с помощью серьги 3 и винта 4 крепится индикатор 5 типа КИ-1. К стержню 6 индикатора шарнирно крепится тяга 7, с которой жестко соединена плоская тяга 8, проходящая через ремизный прибор. Тяга 8 шарнирно соединяется со щупом датчика 9. При вращении винта 10 индикатора его стержень имеет возможность перемещаться. Величина перемещения стержня, системы тяг и щупа датчика регистрируется при помощи стрелки и шкалы индикатора. Цена деления шкалы индикатора составляет 0,01 мм.

Для проведения тарировки станок пускали в работу и останавливали. Щуп присоединялся к тяге 8 и вручную плавно подводился к опушке ткани. Это положение принималось за начальное, а показание индикатора – за нулевое. Далее опушка ткани с помощью товарного регулятора

немного отводилась в сторону грудницы. Контроль измерения величины перемещения шупа (опушки ткани) осуществлялся за счет вращения винта 10. При вращении винта по часовой стрелке индикатор через систему тяг перемещает шуп в сторону грудницы. При вращении винта против часовой стрелки шуп перемещается в сторону скала.

О качестве измерений величины перемещения опушки ткани с помощью датчика можно судить по способности шупа возвращаться в исходное положение при перемещении его в разные стороны (в сторону скала и в сторону грудницы) на одинаковые величины.

С этой целью проводили эксперимент, в котором шупу датчика сообщалось одинаковое перемещение в обе стороны.

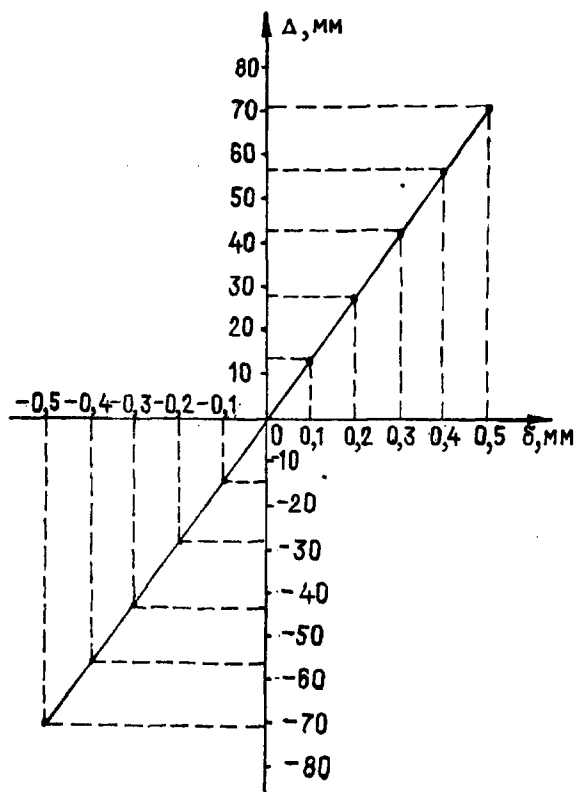


Рис. 4

По результатам тарировки построена тарировочная характеристика, изображенная на рис. 4, из которой видно, что зави-

симость имеет линейный характер: перемещение δ шупа датчика на 0,1 мм приводит к перемещению Δ пера самописца на 14 мм. Следовательно, смещение пера самописца на 1 мм будет соответствовать 0,007 мм перемещения опушки ткани.

ВЫВОДЫ

1. Предложена конструкция датчика, позволяющая вести непрерывный контроль за положением опушки ткани при выстое ткацкого станка.

2. Установлено, что использование датчика в комплекте с самописцем позволяет исследовать процесс движения опушки ткани в диапазоне перемещения $\pm 0,5$ мм с точностью 0,007 мм.

3. Предлагаемая конструкция установки может служить прототипом контактного датчика положения опушки ткани для системы автоматического контроля и управления ткацким станком.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кубайтис З.И. Разработка методов управления технологическим процессом и качеством ткани на сопловых ткацких станках: Дис....докт. техн. наук. – Каунас, 1990.
2. Милашус В.М. Исследование релаксационных свойств тканей: Дис....докт. техн. наук. – Каунас, 1974.
3. Мининкова И.В. Обоснование рациональных режимов подачи и отпуска основы на бесчелночных ткацких станках: Дис....канд. техн. наук. – Кострома: КТИ 1992.
4. Ямщиков С.В. Развитие теории формирования ткани и методов прогнозирования технологических параметров процесса ткачества: Дис....докт. техн. наук. – Кострома: КГТУ, 1997.
5. А.с. 1511295 СССР. Устройство для контроля положения опушки ткани на ткацком станке/А.Н. Ступников, Е.Б.Плаксин и др. – Оpubл. 1989. Бюл. № 36.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 07.07.00.

УДК 677.021.577.157

**ИЗУЧЕНИЕ КИНЕТИКИ ПРОЦЕССА
ФЕРМЕНТАТИВНОЙ ПРОМЫВКИ
НАБИВНЫХ ТКАНЕЙ***М.В. ПАНКОВА, А.В. ЧЕШКОВА, Б.Н. МЕЛЬНИКОВ**(Ивановский государственный химико-технологический университет)*

Скорости смачивания и растворения пленки загустителя играют существенную роль при непрерывных методах промывки, когда время пребывания ткани в промывном растворе ограничено. Высохшая пленка печатной краски значительно задерживает смачивание ткани с печатным рисунком. Текстильно-вспомогательные вещества, используемые при промывке, снижают поверхностное натяжение жидкости на границе раздела фаз ткань с печатным рисунком – промывной раствор, что в результате обеспечивает быстрое смачивание ткани и проникновение промывного раствора в объем пленки загустителя и далее в волокно.

Если загуститель медленно и не полностью удаляется с волокна, краситель диффундирует в промывной раствор через слой загустителя, что резко замедляет процесс массообмена. Следовательно, скорость промывки в значительной мере будет определяться скоростью удаления пленки загустителя и связанного с ним незафиксированного красителя.

Ранее [1] показано, что при промывке тканей с печатным рисунком на основе крахмального загустителя использование амилаз способствует интенсификации процесса удаления незафиксированного красителя с ткани.

На данном этапе исследовали кинетику процесса ферментативной промывки. Объ-

ектом исследования служила ткань ситец арт.36 с нанесенным методом печати составом крахмально-метасиликатного загустителя без красителя.

Для промывки использовали амилазы отечественного производства амилосубтилин ГЗХ и Г10Х, амилоризин П10Х, а также препарат, представленный биохимической лабораторией МГУ – амилолихитерм.

Эксперимент моделировал условия обработки ткани на линии ЛПС-120. В первой промывной коробке температура раствора составляла 18°C, во второй 50°C (для ферментов) или 80°C (для ПАВ, Талка). Далее образцы ткани промывали в холодной проточной воде и анализировали на степень удаления загустителя по методике Тежева [2] (рис.1, где показано изменение содержания загустки на ткани при промывке с ПАВ и ферментами (≈ 620 нм); кривая 1 – Талка, T= 50°C; 2 – Талка, T= 80°C; 3 – амилолихитерм, T= 50°C; 4 – амилосубтилин, T= 50°C; 5 – амилоризин, T= 50°C).

Для характеристики степени модификации крахмала, перешедшего в промывной раствор, получены спектральные зависимости промывных растворов с реагентом на основе йода (рис 2: кривая 1 – амилоризин; 2 – амилолихитерм; 3 – амилосубтилин; 4 – Талка).

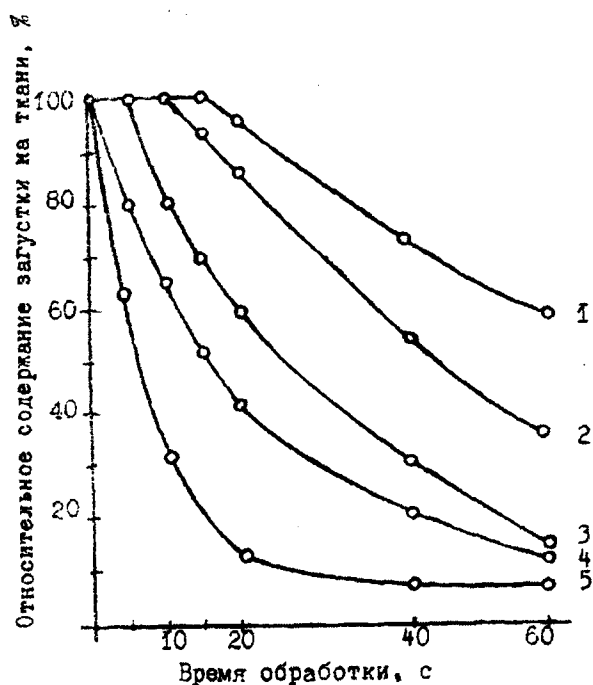


Рис. 1

Из рис.1, на котором представлены зависимости степени удаления загустителя с ткани от длительности пребывания во 2-й промывочной коробке, видно, что увеличение времени пребывания в промывном растворе с ПАВ (кривые 1,2) в первый момент времени не оказывает существенного влияния на удаление загустителя с текстильного материала. Время так называемой пассивной промывки, когда загуститель не удаляется с ткани, составляет в данном случае при 50°C 15с, а при 80°C 10с.

Наличие инерционного периода при промывке с ПАВ при температуре 50°C вызвано трудностью протекания процессов набухания пленки загустителя, смачивания ткани и сорбции ТВВ волокном и десорбции загрязнений в промывной раствор. Повышение температуры раствора до 80°C способствует интенсификации этих процессов и степень удаления загустителя при промывке при 80°C в течение 60с на 20% выше, чем при промывке при 50°C.

Несколько иная картина наблюдается при промывке в растворе с ферментом. Уже за первые 5с процесса при промывке с

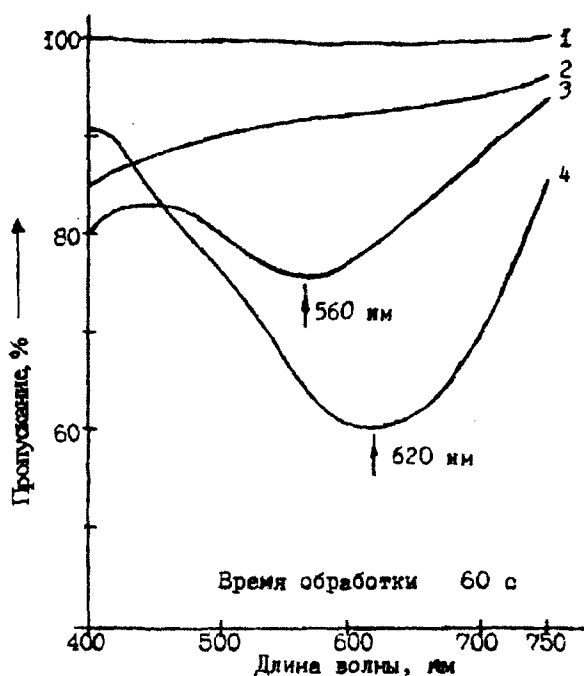


Рис. 2

амилосубтилином степень удаления загустителя составляет 28% (кривая 5), что обусловлено практически мгновенной деструкцией полимера на ткани при исключении стадии набухания.

Анализ спектральных характеристик промывных растворов показывает степень модификации крахмала, перешедшего в раствор. Известно [3], что амилоза разрушается всеми амилазами, амилопектин – экзоамилазой с образованием декстрина с высокой молекулярной массой, который, в свою очередь, дает с раствором йода синефиолетовую окраску.

Эндоамилаза способна разрушать 1,4-глюкозидные связи амилозы, амилопектина и низкомолекулярных декстринов, дающих с йодом красно-желтую окраску. Эти изменения цвета находят отражение в характере спектральных кривых, показанных на рис.2.

Результаты экспериментов показали, что спектральные зависимости растворов ПАВ – крахмал – йод имеют максимум поглощения в области 620 нм (рис.2, кривая 4).

При промывке амилосубтилином наблюдается смещение максимума поглощения растворов в коротковолновую область с 620 до 560 нм, что свидетельствует о гидролизе полимера крахмала до олигомеров (рис.2, кривая 3). При промывке амилоризином и амилорихитермом наблюдается полное исчезновение характеристического максимума, что обусловлено деструкцией крахмала до олигомеров (рис.2, кривые 1, 2).

Таким образом, можно утверждать, что промывные ферментсодержащие растворы

не только обеспечивают эффективное удаление загустителя с текстильного материала в условиях кратковременной промывки (10...15с), но и деполимеризуют крахмал, перешедший в раствор.

С целью выявления степени деструкции крахмала в динамике процесса промывки ткани получены кинетические зависимости изменения оптической плотности промывных растворов при длине волны 620 нм.

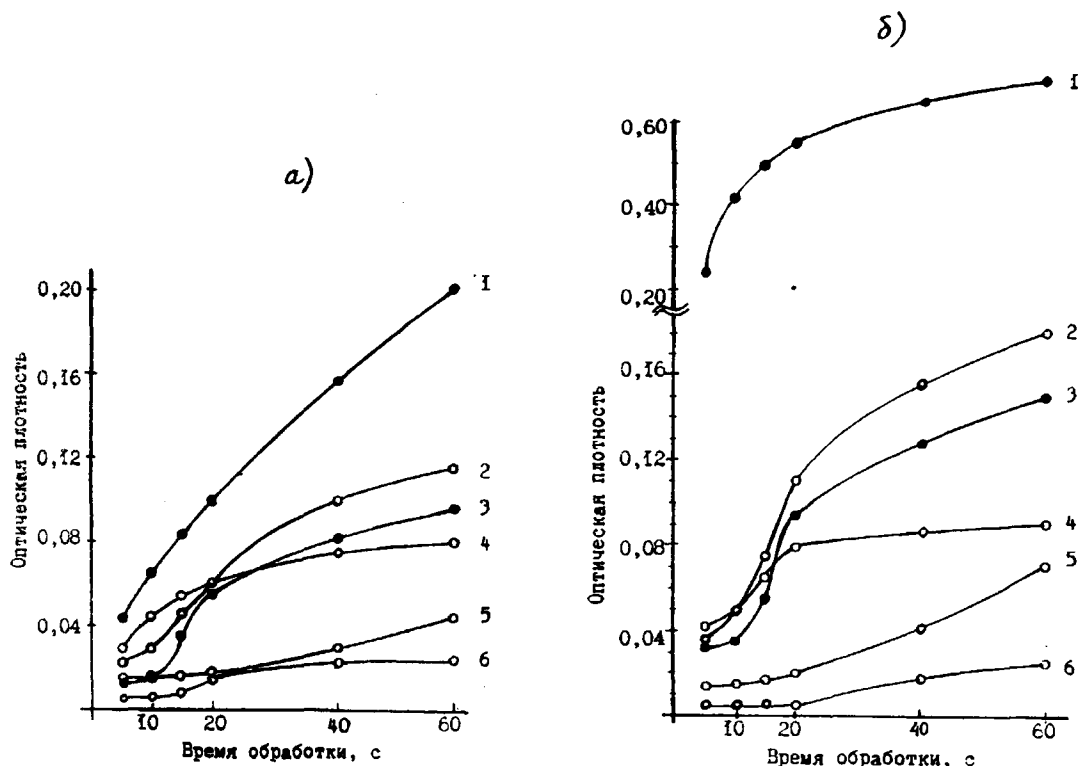


Рис. 3

Рис.3-а,б, где представлена кинетика изменения оптической плотности промывных растворов; кривая 1 – Талка, $T=80^{\circ}\text{C}$; 2 – амилосубтилин, $T=50^{\circ}\text{C}$; 3 – Талка, $T=50^{\circ}\text{C}$; 4 – амилорихитерм, $T=50^{\circ}\text{C}$; 5 – церемикс, $T=50^{\circ}\text{C}$; 6 – амилоризин, $T=50^{\circ}\text{C}$: а) – растворы крахмала; б) – раствор крахмала с реагентом на основе йода, характеризует процесс перехода крахмала с ткани в раствор при варьировании дли-

тельности пребывания ткани в растворе от 5 до 60с.

Можно видеть, что при промывке с ПАВ оптическая плотность растворов увеличивается. Чем выше температура промывного раствора, тем больше крахмала переходит в раствор (рис.3-а, кривые 1,2). Следует отметить, что в первые 10...15с при промывке с ПАВ (50°C , рис.3-а,б, кри-

вая 3) десорбция загустителя в раствор практически не происходит.

Таким образом, полученные результаты могут стать предпосылкой к разработке низкотемпературных режимов промывки напечатанных тканей.

ВЫВОДЫ

1. Показано, что степень удаления крахмально-метасиликатного загустителя при низкотемпературной ферментной промывке составляет 65...93%, что на 10...30% выше, чем при высокотемпературной промывке с ПАВ.

2. Получены спектральные характеристики промывных крахмалсодержащих растворов. Выявлено, что используемые ферменты в условиях кратковременной промывки (10...15с) деполимеризуют крахмал до низкомолекулярных водорастворимых продуктов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Особенности удаления крахмальных загусток при ферментативной промывке хлопчатобумажной и вязкозных штапельных тканей после печати / Панкова М.В., Чешкова А.В. // Тез.докл.: «Текстиль-99». – МГТА, 1999. С.64.

2. Лебедева В.И., Мельников Б.Н. // Хлопчатобумажная промышленность. –1984, вып.6. С.14.

3. Филиппович Ю.Б. Основы биохимии: Учеб.для хим. и биол. спец. пед. ун-тов и ин-тов. – 3-е изд., перераб. и доп. –М.: Высшая школа, 1993.

4. Применение ферментных препаратов в процессах низкотемпературной промывки хлопчатобумажных тканей / Чешкова А.В., Панкова М.В., Шибашова С.Ю., Мельников Б.Н. // Тез.докл. научн.-технич. конф.: «Прогресс-98». –Иваново, 1998. С.195.

5. The enzymatic washing in ennoblement technologies of the textile materials from the natural fibres / Cheshkova A., Pankova M., Micshailova C., Nadtocka I. // Int.seminar Cuimaraes, –Portugal, 1999. P.158.

Рекомендована кафедрой химической технологии волокнистых материалов. Поступила 06.09.00.

УДК 628.356.4: [546.56 + 546.76] : 677.027.074

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СПОСОБА ЩЕЛОЧНОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТДЕЛОЧНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ОТ ИОНОВ ХРОМА (III)

Н.Н.ПАВЛОВ, В.В.ПАВЛОВА, Э.А.РОДИОНОВА, Л.В.КОРОБКО

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

В отделочных производствах текстильной промышленности основным источником загрязнения сточных и технологических вод ионами алюминия, хрома (III), меди и цинка являются красильно-промывные цехи [1]. Кроме этого, ионы хрома (III) в больших количествах появляются в технологических растворах, полученных после расхромирования печатных валов соляной кислотой, а также в

сточных водах после противогнилостной обработки хлопчатобумажных тканей специального назначения с помощью водных растворов дихромата натрия и сульфата меди [2].

Как показано ранее [3], наиболее экономичный способ очистки промышленных вод от ионов тяжелых металлов заключается в осаждении этих ионов с помощью щелочных реагентов в виде гидроксидов.

Это объясняется как низкой растворимостью гидроксидов тяжелых металлов, обеспечивающей достаточно высокую полноту очистки воды, так и их легкой растворимостью в кислотах, что облегчает дальнейшую утилизацию таких отходов. Однако осаждение ионов хрома из растворов в виде гидроксида затруднено вследствие его амфотерного характера, объясняющего недостаточную полноту осаждения $\text{Cr}(\text{OH})_3$, который начинает растворяться при добавлении к раствору избытка щелочи.

Для нахождения возможности осуществления достаточно полного выделения ионов хрома из сточных вод в виде $\text{Cr}(\text{OH})_3$ изучали различные пути его образования

С целью исследований готовили модельные подкисленные серной кислотой растворы $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$, содержащие 9,51 г/л этой соли, что соответствует $C_M(\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3) = 0,02426$ моль/л. Молярную концентрацию соли хрома (C_M) определяли методом трилометрии [4].

Для определения полноты осаждения ионов $\text{Cr}(\text{III})$ щелочью брали по 10 мл приготовленного раствора $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ и добавляли к ним определенные объемы растворов NaOH с молярными концентрациями C_M , равными 0,1 (4г/л); 0,25 (10г/л); 0,5 (20г/л) и 1,0 моль/л (40г/л). Для полного перевода ионов Cr^{3+} в осадок $\text{Cr}(\text{OH})_3$ при $C_M(\text{Cr}^{3+}) = 2C_M(\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3) = 0,04852$ моль/л для $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ в случае $C_M(\text{NaOH}) = 0,1$ моль/л по расчету требовалось 14,56 мл этого раствора, при $C_M(\text{NaOH}) = 0,25$ – 5,82 мл, при $C_M(\text{NaOH}) = 0,5$ – 2,91 мл и при $C_M(\text{NaOH}) = 1,0$ – 1,46 мл. Поэтому к 10 мл приготовленного раствора $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ добавляли по 0,5; 1,46; 2,91; 4,0; 5,82; 7,0; 14,56 и 16 мл растворов щелочи. После добавления щелочи через 1ч созревания раствор отфильтровывали с помощью воронки Бюхнера и определяли в фильтрате остаточное содержание ионов Cr^{3+} . Полученные результаты по остаточным молярным концентрациям ионов хрома(III) приведены на рис.1 ($C_M(\text{NaOH})$, моль/л: 1– 0,1 (●); 2– 0,25 (Δ); 3– 0,5 (○); 4– 1,0 (▲)).

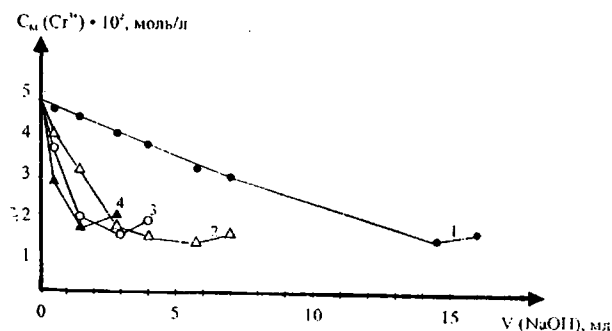


Рис. 1

Анализ полученных данных показывает, что при достижении точки эквивалентности при добавлении щелочи к раствору соли хрома(III) – на 1 ион Cr^{3+} – 3 иона OH^- – полнота осаждения Cr^{3+} не превышает 70,5%, что объясняется амфотерностью характера $\text{Cr}(\text{OH})_3$ и его растворением в избытке щелочи с образованием анионных гидроксокомплексов: $\text{Cr}(\text{OH})_3 + 3\text{OH}^- = [\text{Cr}(\text{OH})_6]^{3-}$. С увеличением $C_M(\text{NaOH})$ до 1 моль/л этот процесс усиливается и полнота осаждения снижается до 65,5%.

Таким образом, основной проблемой наиболее полного осаждения амфотерного гидроксида металла является размытость точки эквивалентности, так как еще до ее достижения образуются анионные комплексы и осадок начинает растворяться.

Известен метод [3] осаждения ионов хрома гидроксидом натрия с использованием «обратного способа», заключающийся в том, что соляно-кислый раствор после «расхромирования» печатных валов вносится в концентрированный (около 40 масс.%) раствор щелочи. При этом сразу образуется гидроксокомплекс хрома, который при последующем внесении в осадительную ванну разрушается с образованием осадка $\text{Cr}(\text{OH})_3$.

Для исследований брали раствор $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ с $C_M = 0,02426$ моль/л, к 10 мл которого добавляли заведомый избыток раствора щелочи с $C_M(\text{NaOH}) = 1$ моль/л объемом 5 мл. Вначале происходило помутнение раствора серо-зеленого цвета, которое быстро исчезало с образованием прозрачного изумрудно-зеленого раствора.

Из полученного раствора, содержащего анионные комплексы хрома(III) – $[\text{Cr}(\text{OH})_6]^{3-}$, гидроксид хрома осаждали, нейтрализуя раствор растворами хлороводородной кислоты с $C_M(\text{HCl})$, равными 0,5; 1,0 и 2,0 моль/л (раствор готовили с помощью фиксаналов).

При добавлении к 10 мл раствора $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ с $C_M(\text{Cr}^{3+}) = 0,0452$ моль/л 5 мл раствора NaOH с $C_M = 1,0$ - 1,456 мл этого раствора идет на образование $\text{Cr}(\text{OH})_3$, еще 1,456 мл – на перевод $\text{Cr}(\text{OH})_3 \Rightarrow [\text{Cr}(\text{OH})_6]^{3-}$ и разность: $[5 - (1,456 + 1,456)] = 2,088$ мл остаются в избытке. Поэтому при подкислении раствора раствором HCl с $C_M = 1$ – 2,088 мл кислоты должны пойти на нейтрализацию избытка щелочи и еще 1,456 мл – на перевод: $[\text{Cr}(\text{OH})_6]^{3-} \Rightarrow \text{Cr}(\text{OH})_3 \downarrow$, то есть 3,544 мл. Для раствора HCl с $C_M = 0,5$ этот объем удваивается (7,088 мл), а при $C_M = 2$ – объем уменьшается в 2 раза (1,772 мл).

В работе к щелочному раствору соли хрома добавляли 1,0; 1,77; 2,54; 3,54; 5,0; 7,09 и 10,0 мл раствора HCl различной концентрации и после одночасовой выдержки раствор фильтровали и методом трилометрии определяли в фильтрате остаточное содержание ионов Cr^{3+} .

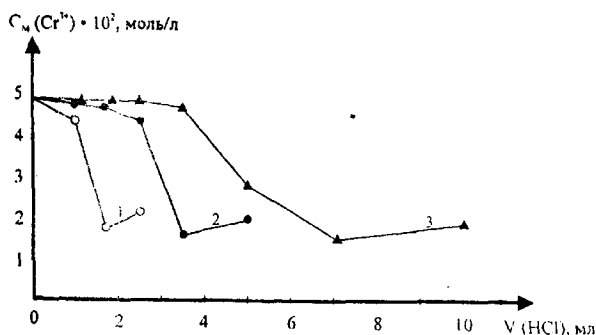


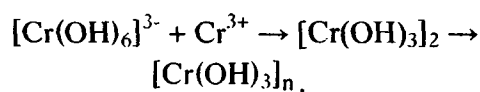
Рис. 2

Результаты исследования представлены на рис.2 ($C_M(\text{HCl})$, моль/л: 1– 2,0 (○); 2– 1,0 (●); 3– 0,5 (▲)), откуда следует, что при получении $\text{Cr}(\text{OH})_3$ «обратным способом», то есть при нейтрализации кислотой щелочного раствора, более полное осаждение происходит при использовании более разбавленного раствора HCl , но в этом случае

из-за размытости точки эквивалентности полнота осаждения ионов Cr^{3+} не превышает 68,4%.

Задача заключается в максимально полном переводе ионов Cr^{3+} , существующих в водных растворах в виде аквакомплексов $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ и $[\text{CrOH}(\text{H}_2\text{O})_5]^{2+}$, из раствора в осадок $[\text{Cr}(\text{OH})_3]_n$. Для осуществления этого возможны три пути, из которых первые два описаны выше.

Третий путь состоит в переводе катионных комплексов хрома(III) в анионные добавлением избытка щелочи с последующим осаждением гидроксида хрома добавлением исходного раствора хрома (III), содержащего катионные комплексы:



где $[\text{Cr}(\text{OH})_3]_n$ – полимерная форма гидроксида хрома (III), образующаяся в результате процессов олификации и коагуляции молекул $\text{Cr}(\text{OH})_3$ и выделяющаяся из раствора в виде осадка.

В целях изучения полноты осаждения ионов Cr^{3+} по третьему способу готовили щелочные растворы анионных гидроксокомплексов хрома с исходной концентрацией ионов Cr^{3+} равной 0,4852 моль/л. К 15 мл такого раствора добавляли различные количества (2, 4, 6, 8, 10, 12 и 15 мл) исходного раствора $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$, содержащего катионные комплексы хрома (III) с такой же концентрацией. Образующийся гидроксид хрома в каждой пробе отфильтровывали и в фильтрате определяли C_M оставшихся ионов Cr^{3+} .

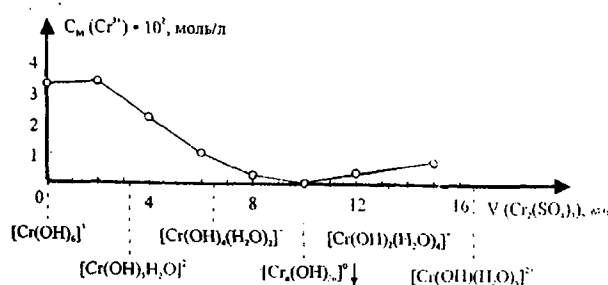


Рис. 3

Результаты определений изображены на рис.3. При этом исходная концентрация ионов Cr^{3+} вследствие разбавления раствора щелочью составляла 0,03235 моль/л.

Из полученных данных видно, что уменьшение $C_M(\text{Cr}^{3+})$ в растворе начинается при добавлении к анионным комплексам около 33% от их числа катионных комплексов, что отвечает образованию комплексов $[\text{Cr}(\text{OH})_5\text{H}_2\text{O}]^{2-}$. При достижении эквивалентной точки нейтрализации, соответствующей 10 мл катионного раствора с $C_M = 0,04852$ на 15 мл анионного раствора с $C_M = 0,03235$, чувствительность метода определения Cr^{3+} (10^{-4} - 10^{-5} моль/л) не позволяет определить присутствие в растворе хрома(III).

В этом случае достигается практически полный перевод ионов хрома (III) из раствора в осадок, что, по-видимому, можно объяснить получением наименее растворимой модификации $[\text{Cr}(\text{OH})_3]_n$, являющейся полиядерным трехмерным комплексным соединением, получение которого в этом случае облегчается образованием двудерного комплекса уже на первой стадии (в отличие от первого и второго пути).

Найденный путь практически полного выделения гидроксида хрома(III) из сточных вод, по нашему мнению, может быть использован для очистки промышленных стоков и от других ионов металлов, образующих амфотерные гидроксиды, таких как цинк, алюминий, свинец, олово, бериллий и др.

Предложенный способ очистки сточных вод после противогнилостной обработки тканей соединениями хрома и меди применен на отбельно-отделочной фабрике Ореховского ХБК (ЗАО «Ткани Ореховского»), что позволило предприятию полностью освободиться от уплаты штрафов за загрязнения окружающей среды ионами токсичных металлов.

ВЫВОДЫ

Найден способ практически полной очистки сточных вод предприятий от ионов хрома (III) путем выделения его в виде амфотерного гидроксида, образующегося при действии кислых растворов соединений хрома на его щелочные растворы.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Артемьев А.В., и др.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1995, №1. С.108...111.
2. *Артемьев А.В., и др.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1995, №4. С.103...107.
3. *Павлов Н.Н., Павлова В.В., Коробко Л.В.* // Текстильная химия. – 1998, №2. С.93...96.
4. *Павлов Н.Н., Кузнецов А.Р., Арбузов Г.А.* // Изв. вузов. Технология легкой промышленности. – 1960, №1. С.54...59.

Рекомендована кафедрой общей и неорганической химии. Поступила 01.06.00.

УДК 677.026.444-977:[662.6-736:543.842]

**ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ТЕРМООБРАБОТКИ
НА КАПИЛЛЯРНО-ПОРИСТУЮ СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА
НЕТКАНЫХ ФИЛЬТРОВАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ***Е.Ф. КОТЛЯРОВА, С.А. ОВЧИННИКОВА, В.А. ВОЛКОВ, В.М. ГОРЧАКОВА**(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)*

Среди многочисленных промышленных методов сверхтонкой очистки топлива от воды, являющейся одной из труднейших задач, перспективным следует считать метод сепарации через пористые перегородки под давлением. При этом наиболее ответственный элемент фильтровальной системы – коагулирующий слой, в котором происходит постепенное укрупнение микрокапель воды с ее одновременным перемещением по капиллярной волокнистой системе в виде непрерывных водяных каналов [1].

Степень очистки топлива от воды в условиях сепарации определяется как природой материала элементов фильтра, так и параметрами его капиллярно-пористой структуры.

В настоящее время наиболее эффективными фильтровальными материалами считаются нетканые иглопробивные полотна с развитой капиллярно-пористой структурой, с определенной поверхностной и объемной плотностями. Параметры капиллярной структуры материала можно менять путем формирования волокнистого холста из волокон различной линейной плотности, либо путем получения различной степени уплотнения материала.

Цель работы – анализ изменения капиллярно-пористой структуры коагулирующего слоя фильтропакета для очистки керосина от эмульсионной воды и ее взаимосвязи с некоторыми свойствами материала: поверхностной и объемной плотностями, воздухопроницаемостью в условиях термоуплотнения иглопробивного холста.

Материал получали по комбинированной технологии: послойное иглопрокалывание волокнистых холстов из полипропиленовых волокон линейной плотности 0.33 текс штапельной длиной 65мм, термоусадка полотна в свободном состоянии и его дополнительное термоуплотнение.

Выбор гидрофобных термопластичных полипропиленовых волокон (температура плавления 170...176 °С) был обусловлен как технологией изготовления материала, так и их способностью в условиях сепарации водотопливной эмульсии накапливать воду в межволоконном пространстве.

Предварительно проводили оптимизацию технологии термоусадки в свободном состоянии и некоторых свойств (поверхностной и объемной плотности, воздухопроницаемости) иглопробивного полотна, в результате чего была достигнута приемлемая поверхностная плотность полотна от 920 до 980 г/м². Такой материал получили

при 4-х разовом иглопрокалывании 5 слоев волокнистого холста поверхностной плотности 150 г/м^2 путем его термоусадки в течение 4,5 мин при $160 \text{ }^\circ\text{C}$. Однако объемная плотность и воздухопроницаемость не удовлетворяли требованиям.

Далее работу проводили с помощью трехфакторной математической модели на основе Д-оптимального плана Бокса. Исследовали влияние давления прессования (от 10 до 20 Па), температуры (от 120 до $140 \text{ }^\circ\text{C}$) и времени прессования

(от 10 до 20 с) на структуру материала, его поверхностную, объемную плотность и воздухопроницаемость.

Для определения некоторых капиллярных характеристик материала (минимального и максимального радиусов капилляров) снимали кинетику впитывания материалом воды и керосина. По кинетическим кривым впитывания жидкостей с помощью специальной программы для ЭВМ рассчитывали $r_{\text{min}} \cdot 10^{-6} \text{ м}$ и $r_{\text{max}} \cdot 10^{-5} \text{ м}$ капилляров.

Т а б л и ц а 1

№ п/п	Давление прессования Р, Па	Температура прессования Т, $^\circ\text{C}$	Время прессования τ , мин	Поверхностная плотность В, г/м^2	Объемная плотность δ , г/м^3	Воздухопроницаемость материала Q, $\text{дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$	Минимальный радиус капилляров, $r_{\text{min}} (\times 10^{-6})$, м		Максимальный радиус капилляров, $r_{\text{max}} (\times 10^{-5})$, м	
							по керосину	по воде	по керосину	по воде
1	20	140	20	1004	0,287	25,1	6,01	11,64	3,06	6,82
2	10	140	20	1161	0,277	21,8	6,65	13,83	4,99	11,18
3	20	120	20	928	0,206	35,4	6,68	13,15	9,46	11,92
4	10	120	20	962	0,214	36,9	5,70	11,67	4,39	8,3
5	20	140	10	1294	0,392	11,8	6,65	10,82	4,69	5,16
6	10	140	10	954	0,217	28,0	6,62	12,27	7,60	8,85
7	20	120	10	914	0,176	38,3	6,68	12,2	6,70	10,42
8	10	120	10	1017	0,221	29,5	6,77	13,18	8,96	13,36
9	20	130	15	944	0,210	28,0	6,35	12,69	6,26	9,13
10	10	130	15	1083	0,230	26,5	7,61	12,68	8,90	8,73
11	15	140	15	990	0,236	26,5	7,92	13,75	5,19	10,69
12	15	120	15	926	0,196	41,3	6,94	11,17	7,20	7,43
13	15	130	20	1085	0,241	23,6	6,10	14,55	4,71	13,16
14	15	130	10	925	0,210	35,4	5,70	13,39	3,80	12,70

В табл.1 представлены экспериментальные и расчетные данные по изменению исследуемых критериев оптимизации в условиях эксперимента (влияние давления, температуры и времени прессования

на свойства нетканого материала и его структурные параметры).

Используя алгоритм для Д-оптимального плана Бокса и ЭВМ, получили уравнения регрессии и графические образы, описывающие изменения иссле-

двумя критериями оптимизации в условиях эксперимента. Некоторые из них представлены на рис.1: а) – изменение минимального радиуса капилляров ($r_{\min} \cdot 10^{-6}$ м) и б) – изменение максимального радиуса капилляров ($r_{\max} \cdot 10^{-5}$ м) в зависимости от давления X_1 , температуры X_2 и времени X_3 термообработки материала.

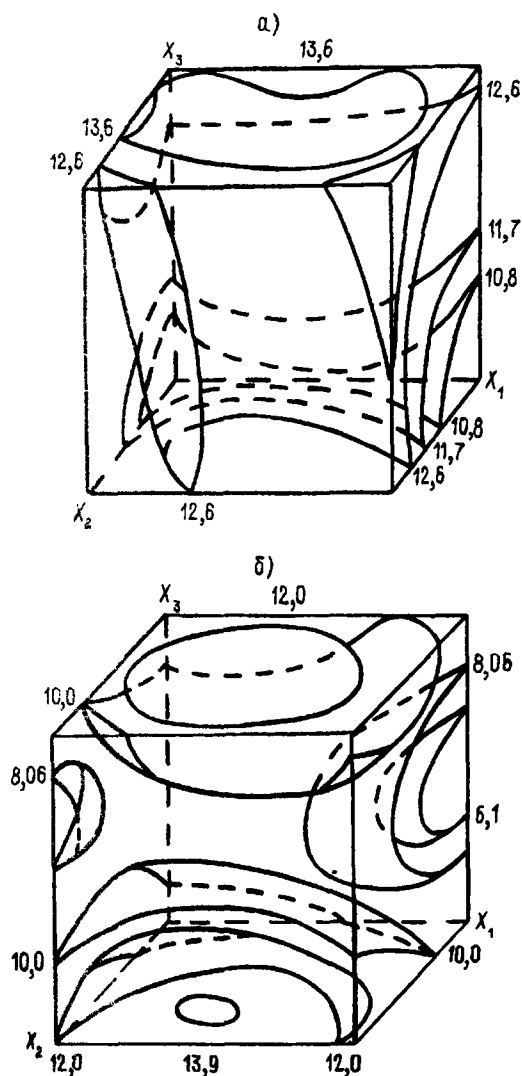


Рис. 1

Совместный анализ изменения свойств материала и его структурных параметров как капиллярно-пористого тела в условиях эксперимента показал, что уменьшение радиуса капилляров в процессе термоуплотнения иглопробивного холста хорошо коррелирует с уменьшением его воздухопроницаемости и увеличением объемной плотности. Оптимальные показатели по

указанным параметрам материала в этом случае достигаются при минимальных значениях радиусов капилляров. Значительно меньшее изменение поверхностной плотности материала в условиях эксперимента свидетельствует о формировании структуры за счет дальнейшего уплотнения структурных элементов без заметной термоусадки волокон.

Анализируя капиллярные характеристики нетканых материалов, заключаем, что в процессе их термоуплотнения происходит значительное изменение капиллярно-пористой структуры, сформированной при получении материала на иглопробивной машине и термоусадке в свободном состоянии. При этом воздействие давления совместно с температурой во времени направлено на уменьшение пор больших размеров; поры меньших размеров практически не меняются, таким образом, термоуплотнение способствует образованию более равномерной по размерам капилляров структуры нетканого полотна. Увеличение же его объемной плотности с 0,23 до 0,28...0,31 г/см³ и снижение воздухопроницаемости с 41 до 22...27 дм³/м²·с (при практическом сохранении поверхностной плотности 950...1000 г/м²) свидетельствуют об увеличении общей поверхности капиллярно-пористого слоя фильтра-сепаратора.

Необходимо отметить, что наблюдался различный характер впитывания материалом керосина и воды. Максимальный радиус капилляров по воде менялся в пределах от 6 до 14·10⁻⁵ м, по керосину – от 3 до 9·10⁻⁵ м, что хорошо подтверждается характером движения разделяющихся жидкостей через фильтровальный материал при сепарации водотопливных эмульсий: движение керосина в процессе фильтрации идет по более мелким капиллярам, чем движение воды. По-видимому, это связано с такими показателями, как поверхностное натяжение, вязкость и плотность исследуемых жидкостей, значения которых приведены в табл.2.

Жидкость	Плотность, г/см ³	Вязкость, Па/с	Поверхностное натяжение, Дж/м ²
Вода	1.0	0.001	0.083
Керосина	0.8	0.003	0.025

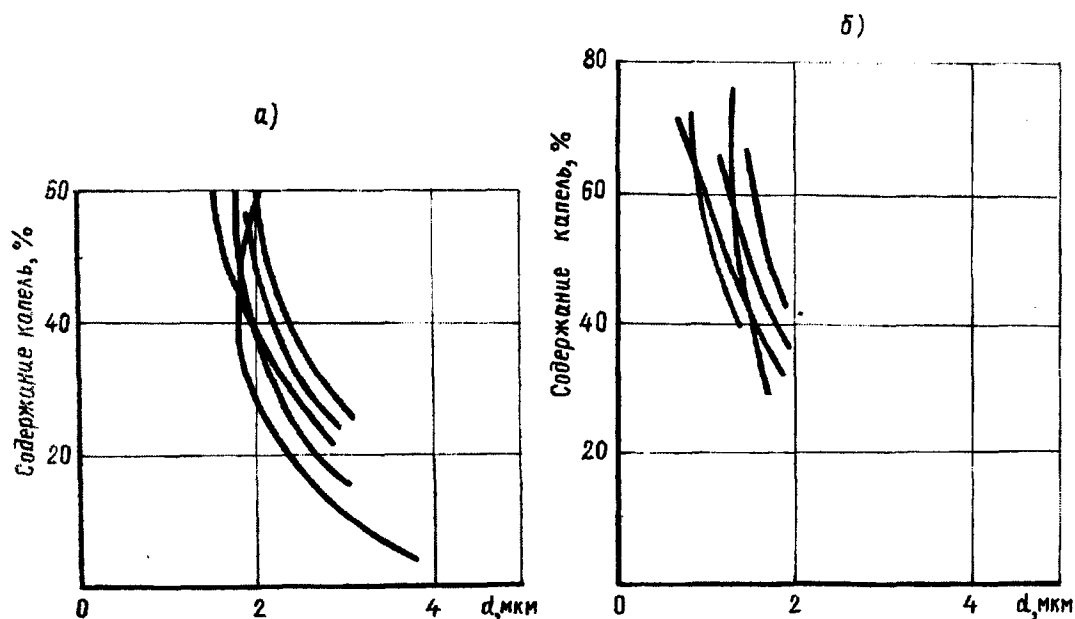


Рис. 2

На рис.2-а и б изображены кривые распределения капель эмульсионной воды в керосине в зависимости от концентрации воды (а – до сепарации (содержание воды в керосине 0,1% по массе); б – после сепарации (содержание воды в керосине 0,0014% по массе)).

Сравнительный анализ с помощью микроскопа МИН-8 структуры разбавленной водотопливной эмульсии, содержащей 0,1% воды (эмульсия до очистки – семейство кривых а), и после очистки через оптимальный коагулирующий материал (содержание воды 0,0014%, степень очистки

98,64% – семейство кривых б) по диаметрам капель воды и их распределению по размерам показал, что с уменьшением содержания воды в керосине наблюдается изменение структуры эмульсии керосин – вода. Количество крупных капель воды при этом уменьшается одновременно с увеличением содержания мелких капель и эмульсия становится более дисперсионно равномерной и менее концентрированной.

Таким образом, в процессе сепарации разбавленной водотопливной эмульсии через капиллярно-пористую перегородку под давлением происходит коалесценция

более крупных капель диаметром 2...4 мкм в капиллярах диаметром более 10,0 мкм. Вероятно, одновременно происходит и диспергация части капель до размеров 1 мкм и менее, которые после фильтрации содержатся в топливе в микродозах.

ВЫВОДЫ

1. Исследовано изменение капиллярно-пористой структуры материала в процессе термоуплотнения иглопробивного полотна. Выявлено, что давление в сочетании с повышенной температурой способствует эффективному уплотнению без заметной термоусадки волокон и развитию более равномерной капиллярно-пористой структуры.

2. Установлено, что оптимальные показатели объемной плотности и воздухопроницаемости термоуплотненного иглопробивного фильтра достигаются при минимальных радиусах капилляров.

3. Показано, что движение в структуре материала керосина и воды имеет различный характер, то есть движение керосина происходит по более мелким по размеру капиллярам, а воды – по более крупным.

4. Экспериментально исследована структура низкоконцентрированной водотопливной эмульсии до очистки и после нее через нетканый фильтроматериал. Получены кривые распределения капель эмульсионной воды в топливе по размерам в зависимости от концентрации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коваленко В.П., Турчанинов Е.П. Очистка нефтепродуктов от загрязнений. – М.: Энергия, 1990.

Рекомендована кафедрой технологии нетканых материалов. Поступила 04.04.00.

УДК [677.021.17:533.6]:519.711

О ВЫРАВНИВАНИИ ВОЗДУШНОГО ПОТОКА ПО ПОВЕРХНОСТИ КОНДЕНСОРА С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМЫ ТЕЛЕСКОПИЧЕСКИХ ВСТАВОК*

Э.Ф. БАЛАЕВ, Е.В. ПОЛЯКОВА

(Ивановская государственная текстильная академия)

Ранее в [1] предлагалось поток воздуха выравнивать по поверхности конденсора с помощью системы телескопических вставок (рис.1). Там же для расчета радиусов рекомендовалось использовать метод Ньютона и приводились соответствующие расчетные формулы.

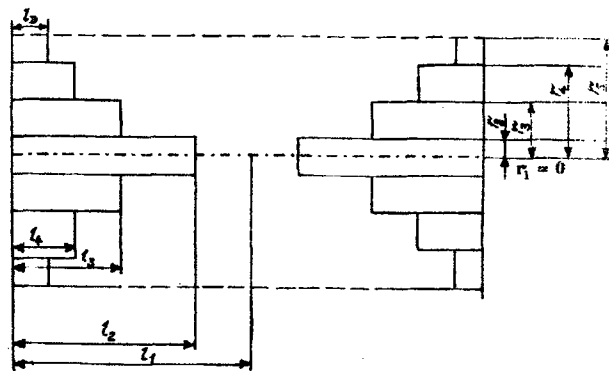


Рис. 1

* Работа выполнена под руководством проф., докт. физ.-математ. наук Ф.Н. Ясинского.

Нами разработана более простая и удобная для машинной реализации методика расчета.

Пусть $r_1 = 0$, $r_2, r_3, \dots, r_N = R$ – радиусы труб; $r_1 = 0$ – фиктивная вставка; R – внутренний радиус конденсора; N – количество вставок плюс две (фиктивная и сам конденсор); $l_1 = L/2$, l_2, \dots, l_N – длины вставок; L – полная длина конденсора.

В этом случае потерю напора при движении воздуха по каждому кольцевому каналу можно представить так:

$$\Delta p = \left(\zeta_{\text{вх}} + \zeta_{\text{вых}} + \lambda_i \frac{l_i}{D_i} \right) \frac{V_i^2}{2}, \quad (1)$$

где i – номер кольцевого канала, $i=1, 2, \dots, N-1$; i – канал образуется трубами с радиусами r_i и r_{i+1} ; всего $N-1$ – кольцевой канал; $\zeta_{\text{вх}}, \zeta_{\text{вых}}$ местные сопротивления входа и выхода в каждый кольцевой канал.

Если q_i – расход через i -канал, то скорость воздуха в нем будет

$$V_i = \frac{q_i}{\pi(r_{i+1}^2 - r_i^2)}. \quad (2)$$

Соответственно число Рейнольдса для i -канала:

$$\text{Re}_i = \frac{D_i V_i}{\nu} = \frac{q_i}{\pi(r_{i+1} - r_i)}. \quad (3)$$

Здесь D_i – гидравлический диаметр кольцевого канала, два радиуса (гидравлических):

$$D_i = 2 \frac{\pi r_{i+1}^2 - \pi r_i^2}{2\pi r_{i+1} + 2\pi r_i} = r_{i+1} - r_i. \quad (4)$$

Для вычисления λ_i воспользуемся формулой Блазиуса:

$$\lambda_i = 0,316 / \sqrt[4]{\text{Re}_i}. \quad (5)$$

Длины вставок выберем из расчета равномерного распределения их входных отверстий во внутреннем пространстве конденсора:

$$q_i = q; \quad i=1, 2, \dots, N-1. \quad (6)$$

Потребуем, чтобы расходы через все кольцевые каналы были одинаковы.

Будем искать радиусы вставок r_i из условия минимальности следующей целевой функции:

$$Q = \sum_{i=2}^{N-1} |\Delta p_i - \Delta p_1|. \quad (7)$$

$$Q = Q(r_2, r_3, \dots, r_{N-1}) \rightarrow \min, \quad (8)$$

то есть перепады давлений на всех каналах должны различаться как можно меньше.

Очевидно, величина Q снизу ограничена нулем, что означает равенство всех расходов.

При процессе минимизации Q посредством вариации r_i должно быть наложено еще очевидное условие на радиусы вставок:

$$r_1 = 0 < r_2 < r_3 < \dots < r_N = R. \quad (9)$$

Для минимизации Q могут быть использованы различные известные методы. Однако негладкость функции Q (и ограничение (9)) вынуждают остановиться или на методе случайного поиска, или (при небольшом числе вставок (2-3)) на сканировании. В последнем случае поступают следующим образом.

ВЫВОДЫ

Пусть

$$Q = Q(r_2, r_3, r_4). \quad (10)$$

С помощью конструкции цикл в цикле производится перебор значений r_2, r_3, r_4 с малым шагом h . При этом запоминаются наилучшие Q^*, r_2^*, r_3^*, r_4^* . Затем шаг h уменьшается и перебор повторяется около наилучшей указанной точки. И так до получения неуклучшаемого результата.

Представлен расчет геометрических размеров телескопических вставок, позволяющих выравнивать расход воздуха по поверхности конденсора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Балаев Э.Ф., Зарубин В.М., Ясинский Ф.Н. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1995, №4. С.64...66.

Рекомендована кафедрой механической технологии текстильных материалов. Поступила 10.07.00.

УДК 677.025

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАСЧЕТА ДЛИНЫ НИТИ В ПЕТЛЕ
ПО МОДЕЛЯМ ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО ПОДОБИЯ
СТРУКТУРЫ ТРИКОТАЖА****В.Р. КРУТИКОВА, Е.А. БОРИСОВА, Н.Н. КОПЫЛОВА***(Костромской государственной технологической университет)**

Оценку точности вычисления длины нити в петле по моделям геометрического подобия структуры трикотажа можно дать лишь на основе сравнительного анализа результатов расчета и экспериментальных значений. Для исследования брали три группы образцов трикотажа переплетения гладь: 1) – образцы, полученные промышленным способом на разных классах машин из пряж различного волокнистого состава, прошедшие отделку; 2) – образцы из хлопчатобумажной пряжи различной линейной плотности, выработанные на низких классах плоскофанговых машин, и 3) – образцы из полушерстяной пряжи, выработанные при различных плотностях вязания.

Образцы второй и третьей групп выработывались не в соответствии со стандартными заправками с целью специального изменения структуры трикотажа и определения чувствительности предлагаемой модели [1, (2)-(3)]. Наряду с предлагаемой моделью [1, (2)-(3)] для сравнения точности расчета длины нити в петле выбраны, в частности, модели А.С. Далидовича [2,

с.108], Ф.Т.-Пирса [2, с.110], Г. Лифа - А.Глазкина [2, с.111, (2.33)] и В. Корлинского [2, с.111, (2.37)].

Точность результатов моделирования зависит от точности задания параметров строения трикотажа. Для обеспечения репрезентативности выборки и повышения точности измерения структуру трикотажа фотографировали с заданным увеличением, а затем на отпечатках выделяли осевые линии изогнутой нити и по ним определяли экспериментальные значения длины L_3 нити в петле. Параметры исследуемых моделей находили с помощью фотографий структуры трикотажа для всех образцов в каждой группе.

Для предлагаемой модели исходными данными служили координаты характерных точек петли (точки пересечения участка кубической параболы [1, (3)] с выбранными осями координат). Исходя из цели исследования – анализ строения трикотажа или прогнозирование его параметров – можно выделить два способа задания исходных данных: 1) координатный – определяются расстояния между характер-

* Окончание. Начало см. в № 4 за 2000 г.

ными точками петли N_1N_2 , N_1N_3 и OM ([1, рис. 1]) и 2) расчетный – задаются классические параметры строения трикотажа: петельный шаг A , высота B петельного ряда, телескопический заход m петли (при анализе структуры трикотажа эти параметры могут быть измерены) и затем рассчитываются координаты характерных точек петли [1, (6)-(8)].

Обработку результатов измерений проводили статистическими методами. Средние значения характеристик строения трикотажа использовали для расчета длины нити в петле по рассматриваемым моделям. Полученные значения длины нити в петле (для предлагаемой модели в двух вариантах: L_k – по координатному способу задания исходных данных и L_p – по расчетному способу задания) сравнивались с экспериментальными L_3 .

В качестве критерия точности принято относительное отклонение расчетного значения от экспериментального, %:

$$\delta = 100 |L - L_3| / L_3.$$

Характеристики параметров строения трикотажа, полученные на основе экспериментальных данных, и длина нити в петле, рассчитанная по различным моделям, представлены в табл. 1...3 для разных групп образцов (в таблицах указана суммарная фактическая линейная плотность пряжи).

Анализ результатов расчета длины нити в петле по предлагаемой модели показал, что 90% всех вариантов вычислений дают относительное отклонение от экспериментальной длины нити в петле, меньшее 5%. Практически во всех случаях точность предлагаемого метода выше при использовании расчетного способа задания координат характерных точек петли.

Расчеты по другим зависимостям свидетельствуют о разной точности совпадения с экспериментальными значениями длины нити в петле. Незначительную ошибку имеют: модель Далидовича – для образцов из хлопчатобумажной пряжи (табл. 2); модели Лифа-Глазкина и Корлинского – для образцов, прошедших отделку (табл. 1); модель Пирса – для образцов из полушерстяной пряжи (табл. 3).

Таблица 1

Параметры	Класс машины			
	5	10	16	22
Т, текс	246	93	49	20
Вид пряжи	хлопчатобумажная		смешанная	
А, мм	3,51	2,046	1,388	0,932
В, мм	2,865	1,562	1,069	0,693
т, мм	1,642	0,938	0,781	0,377
С	0,82	0,76	0,77	0,74
П _г , петель/100мм	28,5	48,9	72,1	107,3
П _в , петель/100мм	34,9	64,0	93,6	144,3
Е _с , %	64,1	75,5	87,0	48,2
т _с , г/м ²	304,4	201,1	169,2	93,9

Предлагаемая модель	L _к , мм	12.110	6.669	4.931	2.859	
	δ, %	2,7	3,2	3,2	4,8	
	L _р , мм	12.622	7.073	5.020	2.848	
	δ, %	1,4	2,6	1,4	5,2	
МОДЕЛИ	Далидовича	L, мм	13.041	7.564	5.213	3.423
		δ, %	4,7	9,8	2,3	14,0
	Пирса	L, мм	12.548	7.415	5.161	3.365
		δ, %	0,8	7,6	1,3	12,0
	Лифа-Глазкина	L, мм	11.935	7.201	4.946	3.024
		δ, %	4,1	4,5	2,9	0,7
	Корлинского	L, мм	12.013	7.173	4.957	3.241
		δ, %	3,5	4,1	2,7	7,9
	L _э , мм (экспериментальное значение)		12.500	6.892	5.094	3.004

Таблица 2

Параметры	Класс машины							
	3			5				
	Условная плотность вязания							
	10		8		10			
Т, текс	343	370	142	142	343	370		
Вид пряжи	хлопчатобумажная							
А, мм	6,213	5,804	4,932	5,096	4,702	4,960		
В, мм	3,924	3,788	4,197	5,341	3,757	3,543		
т, мм	2,711	2,684	2,398	3,188	2,700	2,671		
С	0,63	0,65	0,85	1,045	0,80	0,71		
П _г , петель/100мм	16,1	17,2	20,3	19,6	21,3	20,2		
П _в , петель/100мм	25,5	26,4	23,8	18,7	26,6	28,2		
Е _с , %	49,3	56,7	35,3	33,0	64,2	66,1		
т _с , г/м ²	265,0	317,0	122,0	113,9	345,1	369,7		
Предлагаемая модель	L _к , мм	19.738	18.343	17.519	21.099	17.351	17.063	
	δ, %	4,8	2,4	1,7	3,6	2,4	2,0	
	L _р , мм	18.282	18.812	17.736	21.569	17.811	17.998	
	δ, %	2,9	0,1	0,5	1,4	0,2	2,7	
МОДЕЛИ	Далидовича	L, мм	19.714	18.891	17.468	20.005	17.013	17.081
		δ, %	4,7	0,5	2,0	5,6	4,3	2,5
	Пирса	L, мм	17.953	17.433	15.800	18.244	16.114	16.106
		δ, %	4,7	7,3	11,3	16,6	9,3	8,1
	Лифа-Глазкина	L, мм	12.469	14.380	14.763	16.510	15.656	16.736
		δ, %	33,8	23,5	17,2	24,5	11,9	4,5
	Корлинского	L, мм	16.867	17.566	10.991	11.058	17.064	17.650
		δ, %	9,9	11,5	23,3	31,8	18,7	12,6
	L _э , мм (экспериментальное значение)		18.830	18.802	17.882	21.882	17.775	17.552

Таблица 3

Параметры		Условная плотность вязания					
		3	4	8	9	10	
Т, текс		100	100	200	200	200	
Вид пряжи		смешанная (20% – ПАН; 80% – шерсть)					
А, мм		3,39	3,75	3,60	3,85	4,06	
В, мм		2,52	2,48	2,95	3,10	3,29	
т, мм		1,24	1,73	1,63	1,74	1,73	
С		0,74	0,66	0,82	0,81	0,81	
П _г , петель/100мм		29,5	26,6	27,8	26,0	24,6	
П _в , петель/100мм		39,7	40,4	33,8	32,2	30,3	
E _s , %		44,5	45,6	62,3	59,6	56,0	
m _s , г/м ²		117,7	120,8	233,2	233,2	209,5	
Предлагаемая модель	L _к , мм	10,595	11,909	12,523	13,186	13,586	
	δ, %	5,6	6,1	1,0	1,0	3,1	
	L _р , мм	9,999	11,574	12,607	13,237	13,881	
	δ, %	0,4	3,1	1,6	0,6	1,0	
МОДЕЛИ	Далидовича	L, мм	11,598	12,092	13,341	14,018	14,732
		δ, %	15,6	7,8	7,5	5,2	5,1
	Пирса	L, мм	10,721	11,007	12,781	13,319	13,912
		δ, %	6,8	1,9	3,0	0	0,7
	Лифа-Глазкина	L, мм	10,779	10,425	11,806	12,804	12,91
		δ, %	7,4	7,1	4,8	3,9	7,9
	Корлинского	L, мм	9,611	10,312	11,168	11,548	12,067
		δ, %	4,2	8,1	10,0	13,3	13,9
	L _с , мм (экспериментальное значение)		10,037	11,211	12,405	13,319	14,014

Однако, если для хлопчатобумажных образцов модель Далидовича позволяет определять длину нити в петле с относительным отклонением от 0,5 до 5,6 %, то для других групп образцов диапазон отклонений возрастает: 2...14% (табл. 1) и 5...15 % (табл. 3). Еще большей нестабильностью вычислений обладают остальные модели.

В табл. 4 приведены средние значения относительных отклонений длины нити в петле для всех исследуемых моделей. На наш взгляд, увеличение ошибки вычислений можно объяснить тем, что принятое в существующих моделях геометрическое представление петли не всегда соответствует ее реальной конфигурации в структуре трикотажа.

Модели петли		Группы образцов		
		I	II	III
Предлагаемая	коорд. способ	3,5	2,8	3,4
	расчет. способ	2,7	1,3	1,3
Далидовича		7,7	3,3	8,2
Пирса		5,4	9,5	2,5
Лифа-Глазкина		3,1	19,2	6,2
Корлинского		4,6	18,0	9,9

ВЫВОДЫ

1. Предложен метод расчета длины нити в петле на основе зависимости, определяющей форму петли произвольной конфигурации, и найдена взаимосвязь между параметрами уравнения осевой линии петли и структурными характеристиками трикотажа.

2. Проведен сравнительный анализ расчета длины нити в петле по различным моделям, основанным на геометрическом представлении структуры трикотажа.

3. Доказана хорошая сходимость результатов расчета с экспериментальными

данными при описании различных структур кулирного трикотажа предлагаемой моделью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Крутикова В.Р., Борисова Е.А., Копылова Н.Н. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – № 4, 2000. С.85...87.

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

Рекомендована кафедрой механической технологии волокнистых материалов. Поступила 18.05.00.

УДК 766.055.44

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАДИУСА КРИВИЗНЫ ВЕРХНЕГО НАПРАВЛЯЮЩЕГО КЛИНА, АППРОКСИМИРОВАННОГО ДУГОЙ ОКРУЖНОСТИ

А.А. КОВАЛЬ

(Амурский государственный университет)

При моделировании процесса петлеобразования основным геометрическим параметром, характеризующим функциональные возможности вязальной машины и ее производительность, является траектория движения иглы.

При аналитическом выражении траектории движения иглы используют наиболее общие конструктивно-технологические параметры выбранной функционально-геометрической модели игольного замка плосковязальной машины, из которой они

не всегда явно определимы. Так, при аппроксимации кривизны верхнего направляющего клина дугой окружности выбор ее радиуса представляет собой определенную сложность, поскольку его параметры должны быть соизмеримы с другими параметрами игольного замка, соотношение которых оказывает влияние на операцию заключения.

Величина первого подъема иглы по наклонной линии OD от исходного положения до неполного заключения задается вертикальным перемещением H:

$$H = \text{Ж} \cdot l_v.$$

Длина наклонной линии OD и ее проекция OD' на линию DJ1-DJ1 соответственно составят:

$$OD = H / \sin \alpha_{\text{кул}}$$

$$OD' = H \text{tg} \alpha_{\text{кул}}$$

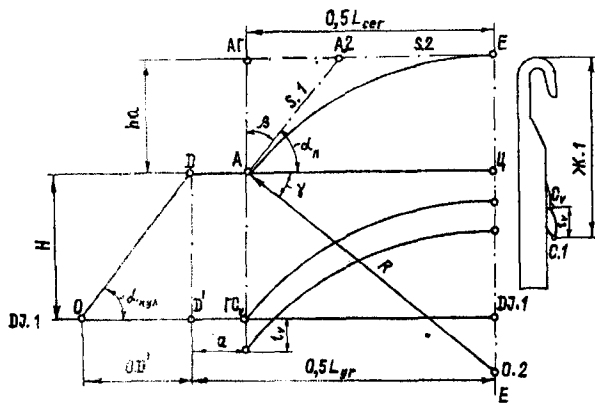


Рис. 1

Следующий за подъемом иглы горизонтальный участок а (рис. 1) зависит от конструктивных параметров мостика – средства крепления средних подъемных клиньев [1].

Максимальное верхнее положение иглы соответствует ее выходу на заключение. Для упрощения расчетов примем за это положение приход точки С. 1 – конца язычка иглы на отбойную плоскость про-

тиволежащей (второй) игольницы. На практике это положение иглы превышено на величину Δ – гарантийного зазора, необходимого для надежного схода старой петли с откинутого язычка (на рис. 1 не показано).

За точку ограничения криволинейной траектории примем положение точки Cv – основания чаши язычка, соответствующее ее приходу на линию отбоя DJ1-DJ1 (рис. 1), при котором выполняется неполное заключение. Следовательно, неполное вертикальное перемещение иглы определится участком $H = DD'$ и l_v – длиной чаши язычка.

Выразим величину h_a – дополнительного вертикального движения иглы до полного заключения в аналитической форме:

$$h_a = Z / \cos \beta_{\text{иг.г}} + l_v,$$

где Z – величина зева игольниц; $\beta_{\text{иг.г}}$ – угол между иглой и горизонталью.

Исходя из условий задачи допустим, что кривизна рабочей грани верхнего направляющего клина игольного замка выполнена по произвольной дуге.

Величина h_a является стрелой полусектора АЕЦ. В общем случае размах кривизны сектора ограничивается углом дополнительного подъема иглы α_n , на полное заключение, который обычно принимается равным $\alpha_n = \alpha_{\text{кул}}$ [2], а наименьшее значение выбирают таким, чтобы при подъеме игл старая петля находилась у основания чаши язычка [2]:

$$\alpha_n = \arctg l_v / t_{\text{иг}},$$

где $t_{\text{иг}}$ – игольный шаг.

Для построения расчетной схемы из точки D отложим горизонталь DA на уровне неполного заключения, которую, как было отмечено выше, примем равной величине а, зависящей от конструктивных особенностей игольного замка. Из конца горизонтали DA=a точки A проведем вертикаль, равную величине h_a , конец которой определит точку АГ. Из полученной точки проведем горизонталь произвольной

длины, соответствующей уровню полного заключения. И снова из точки А под углом α_n проведем луч до пересечения с горизонталью. Их пересечение определит положение точки А.2.

Тогда участок горизонтали между точками АГ и А.2 составит

$$АГ, А.2 = \text{hatg}\left(\frac{\pi}{2} - \alpha_n\right).$$

Выразим величину наклонной линии А, А.2, которую обозначим через S.1:

$$А, А.2 = ha / \cos\beta.$$

Найденное значение от наклонной линии А, А.2 отложим по горизонтали из точки А.2, конец которой определит положение точки Е и отрезок S.1=S.1 (рис. 1). Из точки Е опустим вертикаль до пересечения с отбойной линией DJ1, DJ1 (данная вертикаль – ось симметрии игольного замка по построению).

Полученные отрезки S.1 и S.2 являются сторонами многогранника, в который вписана окружность. Для нахождения ее радиуса и центра на вертикальной линии Е-Е воспользуемся свойством сторон описанного многоугольника [3]. Из точки А перпендикулярно стороне S.1 проведем линию до пересечения с вертикалью Е-Е, пересечение которых определит местоположение точки О.2 – центра вписанной окружности, а длина отрезка А.О2 определит величину ее радиуса R.

С целью нахождения величины радиуса из точки А продолжим горизонталь DA до пересечения с вертикалью Е-Е и получим точку Ц. Построенный отрезок АЦ является половиной основания сегмента АЕЦ, который обозначим через $0,5L_{\text{cer}}$:

$$0,5L_{\text{cer}} = АГ, А.2 + А.2, Е,$$

или с учетом конструктивных параметров:

$$0,5L_{\text{cer}} = \text{hatg}\beta + ha / \cos\beta.$$

Рассматривая прямоугольный треугольник А, Ц, О.2, определим радиус R:

$$R = 0,5L_{\text{cer}} / \cos(0,5\pi - \alpha_n).$$

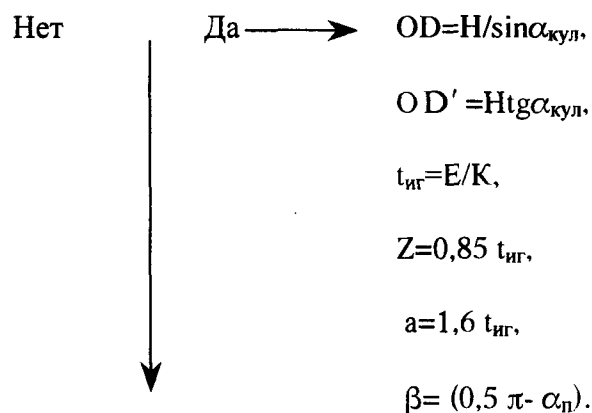
Итак, для моделирования криволинейной траектории движения иглы на участке верхнего направляющего клина в цикле петлеобразования исходя из требований технологической надежности выполнения операций прокладывания нити и прессования достаточно базы данных, состоящей из трех основных параметров, а именно: угла кулирования; длины чаши язычка иглы и размера Ж.1 от головки крючка до конца открытого язычка. Остальные параметры, которые будут задействованы в расчетном процессе, принимаются с учетом особенностей выбранной конструкции вязальной машины.

Алгоритм расчета радиуса дуги окружности, используемый для аппроксимации криволинейной траектории движения иглы, имеет следующую последовательность:

1. Выбор К – класса плосковязальной машины.
2. Ввод параметров:

Шаг 1. $H = Ж.1 - l_v$.

Шаг 2. Расчет дополнительных параметров:



Шаг 3. $ha = Z / \cos\beta_{\text{иг.г}} + l_v$.

Шаг 4. $А, А.2 = ha / \cos\beta$.

Шаг 5. $0,5L_{\text{cer}} = \text{hatg}\beta + ha / \cos\beta$.

Шаг 6. $R = 0,5L_{\text{cer}} / \cos\beta$.

Шаг 7. $L_{\text{общ}}(OD' + a + 0,5L_{\text{сер}}) \cdot 2$.

Вывод данных в печать.

Изменить параметры, цикл повторить.

Конец.

Пример.

Дано: $K=8$; $\alpha_{\text{кул}}=56^\circ$; $lv=1,8$ мм; $Ж.1=14,5$ мм; $E=25,4$ мм; $\beta_{\text{иг.г}}$ – угол между иглой и горизонталью – 40° ; $\alpha_{\text{п}}$ – угол дополнительного подъема иглы на полное заключение – 40° .

Шаг 1. $H=14,5-1,8=12,70$.

Шаг 2. Расчет дополнительных параметров:

$$OD=12,70/0,829=15,3 \text{ мм.}$$

$$OD'=12,70 \cdot 0,4826=6,12 \text{ мм.}$$

$$t_{\text{иг}}=25,4/8=3,175 \text{ мм.}$$

$$Z=0,85 \cdot 3,175=2,698 \text{ мм.}$$

$$a=1,6 \cdot 3,175=5,08 \text{ мм.}$$

$$\beta=(90^\circ-40^\circ)=50^\circ.$$

$$\text{Шаг 3. } ha=2,698/0,766+1,8=5,322 \text{ мм.}$$

$$\text{Шаг 4. } A.A.2=5,322/0,6428=8,279 \text{ мм.}$$

$$\text{Шаг 5. } 0,5L_{\text{сер}}=5,322 \cdot 1,1918+5,322/0,6428=14,603 \text{ мм.}$$

$$\text{Шаг 6. } R=14,603/0,6428=22,71 \text{ мм.}$$

$$\text{Шаг 7. } L_{\text{общ}}=(6,12+5,08+14,603) \cdot 2=51,606 \text{ мм.}$$

ЛИТЕРАТУРА

1. *Есипенко В.Н., Потемкин Д.М.* Фанговые и оборотные машины и технология верхнего трикотажа. – М.: Гизлегпром, 1958.
2. *Гарбарук В.Н.* Проектирование трикотажных машин. М.: Машиностроение, 1980.
3. *Бронштейн И.Н., Семендяев К.А.* Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов. М.: Наука, 1986.

Рекомендована кафедрой конструирования и технологии одежды. Поступила 02.06.00.

УДК 687.256.5

**РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ
ОРТОПЕДИЧЕСКИХ КОРСЕТОВ ДЛЯ КОРРЕКЦИИ ОСАНКИ***Н.Л. КОРНИЛОВА, С.И. КОЛОТИЛОВ, Б.П. КУЛИКОВ, В.Е. УДАЛЬЦОВ***(Ивановская государственная текстильная академия,
Ивановская государственная медицинская академия)**

Ортопедические корсеты для коррекции нарушений осанки представляют собой средства наружной фиксации торса, придающие правильное положение позвоночному столбу и предотвращающие его деформацию при воздействии статических и динамических нагрузок. Корсет – это сложное изделие, конструкция которого должна, с одной стороны, оказывать лечебное воздействие, характер которого определяется видом заболевания, с другой – соответствовать форме поверхности торса конкретного потребителя и обеспечивать ему возможность существования в привычной среде [1].

В соответствии с основными принципами проектирования лечебное воздействие корсета осуществляется за счет использования конструктивных элементов, обеспечивающих разгрузку, коррекцию и фиксацию позвоночника, приближающих тем самым его к условной норме – той форме осевой позвоночного столба, которая характерна для недеформированного позвоночника. Однако размеры и форма каждого отдела позвоночника у каждого пациента индивидуальны, следовательно, и норма должна определяться строго индивидуально.

В настоящее время отсутствуют способы получения наглядного представления о нормальной кривой позвоночного столба для каждого конкретного пациента, поэтому проектирование корсетов проводится в соответствии с общими положениями, а направления и возможности коррекции определяются приблизительно (исходя из опыта протезиста).

Лечебное воздействие имеющихся в арсенале протезно-ортопедических предприятий корсетов достигается путем их индивидуального проектирования и изготовления с использованием гипсовых слепков торса пациентов. С поверхности торса пациента снимают негатив при положении пациента в вытяжной раме, способствующем распрямлению позвоночника, а затем изготавливают гипсовый позитив – слепок пораженного сегмента опорно-двигательного аппарата. На слепке дополнительно снимается часть видимого реберного горба – боковой выпуклости торса на участке максимального искривления [2]. Изготавливаются корсеты вакуумным или высокотемпературным способами формования термопластичных материалов (полиэтилен, поливик и др.) непосредственно на гипсовом слепке.

В настоящее время разработаны и внедрены новые композиционные материалы, обладающие высокой формовочной способностью и позволяющие формовать изделия непосредственно на поверхности торса пациента [3]. Это дает возможность снижать материалоемкость изделий и избегать иррациональных технологических операций, сопровождающихся искажением формы внутренней поверхности корсета (изготовление негатива торса, затем слепка торса пациента).

Применение новых технологий поставило задачу разработки новых принципов проектирования конструкций корсетов, учитывающих не только индивидуальные антропометрические особенности потребителей, но и оказание лечебного воздействия – коррекцию его осанки.

Новые композиционные материалы вследствие их растяжимости и способности к изгибу и перекосу имеют формовочные характеристики, близкие к трикотажным полотнам. Поэтому совершенствование процессов проектирования ортопедических корсетов осуществлялось на основе новых передовых научных и методических разработок в области конструирования изделий сложной формы из трикотажа [4].

Для учета индивидуальных антропометрических характеристик потребителей при построении базовых конструкций корсетов нами применялась методика [5]. Базисная сетка, используемая при построении разверток корсетов, представлена на рис.1. Порядок расчета и построения горизонтальных линий сетки типовой [6, 7]. Для учета конструктивных особенностей ортопедических корсетов введены дополнительные горизонтальные линии – уровень обхвата груди четвертого 35''-37'' и 35'-37' – уровень корня грудной железы. Положение уровня ОГГУ относительно линии талии определяется величиной размерного признака Дтг, а уровня корня грудной железы относительно уровня ОГГУ – величиной размерного признака двг – вертикальный диаметр грудной железы [8].

С целью обеспечения возможности коррекции осанки пациента при помощи корсета разработаны функциональная модель коррекции осанки и графоаналитический метод определения исходных данных по проектированию конструкции корсета, для чего проанализированы особенности биомеханической картины и рентгенограмм позвоночного столба пациентов с различными формами сколиоза.

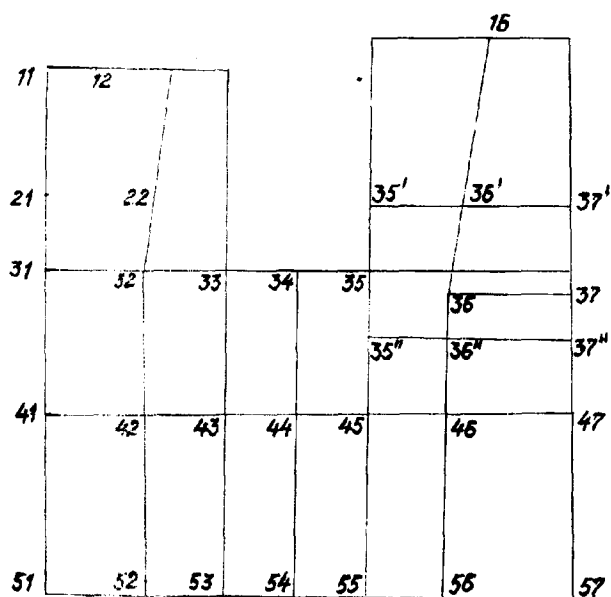


Рис. 1

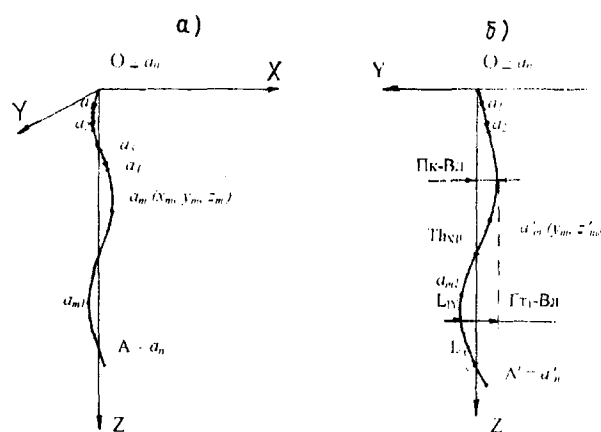


Рис. 2

В соответствии с положениями биомеханики позвоночник рассматривается как стержневая механическая система, соединенная посредством подпружиненных шаровых шарниров, а осевая позвоночного столба представляется в виде простран-

ственного векторного многоугольника (рис.2, где а– деформированный позвоночный столб; б– нормальный):

$$\overrightarrow{a_0 a_1} + \overrightarrow{a_1 a_2} + \dots + \overrightarrow{a_{n-1} a_n} = \vec{l}_1 + \vec{l}_2 + \dots + \vec{l}_n = \sum_{k=1}^n \vec{l}_k, \quad (1)$$

Здесь точки a_1, a_2, \dots, a_{n-1} – центры сферических шарниров, то есть точки пересечения осевых соответствующих позвонков; n – общее число позвонков (рис.2-а).

Звенья векторного многоугольника, соответствующие четвертому грудному Th_{IV} и четвертому поясничному L_{IV} позвонкам, определяют положение основных горизонтальных линий чертежа конструкции корсета – уровня заднего угла подмышечной

впадины и линии талии. Расположение топографических зон коррекции [9] в базисной сетке определяется координатами точек a_m и a_{m1} , соответствующих вершинам выпуклостей дуг бокового искривления.

Длина пространственной ломаной линии исходного позвоночного столба:

$$OA_{\partial n} = \sum_{k=1}^n |\vec{l}_k| = \sum_{k=1}^n \left\{ \sqrt{(x_k - x_{k-1})^2 + (y_k - y_{k-1})^2 + (z_k - z_{k-1})^2} \right\}. \quad (2)$$

где $|\vec{l}_k|$ – длины звеньев векторного многоугольника; x_k, y_k, z_k – координаты точек окончания вектора; $x_{k-1}, y_{k-1}, z_{k-1}$ – координаты точек начала вектора.

Высота исходного (деформированного) позвоночника $H_{\partial n}$ равна координате z_k точки окончания последнего позвонка:

$$H_{\partial n} = z_n. \quad (3)$$

В результате анализа параметров, характеризующих нормальную осанку, в антропологии, медицине и швейном производстве установлены характеристики нормальной формы осевой линии позвоночника (рис.2-б):

– плоская кривая, лежащая в плоскости YOZ ;

– величины изгибов кривой равны типовым значениям размерных признаков T_{74}

(положение корпуса P_k) и T_{78} (глубина талии первая Γ_{T1}), за вычетом выступа лопаток $B_{л}$, или отличаются от них на величину, меньшую интервала безразличия по осанке, принятого в швейном производстве;

– тела 7-го шейного C_{VII} , 12-го грудного Th_{XII} и пятого поясничного L_V позвонков располагаются на вертикальной оси OY .

В целях определения изменения формы осевой позвоночника в процессе коррекции осанки построим векторный многоугольник (1) в плоскости YOZ с сохранением длин позвонков $|\vec{l}_k|$ и координат y_k и y_{k-1} точек начала и конца каждого позвонка (рис.2-б).

Координаты z'_k вычислим в процессе построения:

$$\begin{aligned}
 z'_1 &= \sqrt{\ell_1^2 - y_1^2}, \\
 z'_2 &= \sqrt{\ell_2^2 - (y_2 - y_1)^2} + z_1, \\
 &\vdots \\
 z'_n &= \sqrt{\ell_n^2 - (y_n - y_{n-1})^2} + z_{n-1}.
 \end{aligned}
 \tag{4}$$

В результате построений получим новый векторный многоугольник:

$$\begin{aligned}
 \overline{a_0 a'_1} + \overline{a'_1 a'_2} + \dots + \overline{a'_{n-1} a'_n} = \\
 = \bar{\ell}'_1 + \bar{\ell}'_2 + \dots + \bar{\ell}'_n = \sum_{k=1}^n \bar{\ell}'_k
 \end{aligned}
 \tag{5}$$

с высотой

$$H_{нн} = z'_n,$$

где $H_{нн}$ – высота недеформированного (нормального) позвоночного столба для данного пациента.

Если полученная кривая осевой скорректированного позвоночника не соответствует понятию нормы, то в этом случае сначала строим в некотором масштабе плоскую осевую нормального позвоночника для данного пациента (рис.2-б) и затем, имея согласно (2) для этого пациента модули всех $\bar{\ell}'_k$, строим плоский векторный многоугольник с началами и окончаниями всех $\bar{\ell}''_k$ на этой кривой.

В результате будем иметь точки a''_k с Декартовыми координатами y''_k, z''_k и векторный многоугольник:

$$\begin{aligned}
 \overline{a_0 a''_1} + \overline{a''_1 a''_2} + \dots + \overline{a''_{n-1} a''_n} = \\
 = \bar{\ell}''_1 + \bar{\ell}''_2 + \dots + \bar{\ell}''_n = \sum_{k=1}^n \bar{\ell}''_k.
 \end{aligned}
 \tag{6}$$

Высота скорректированного позвоночника

$$H_{нн} = z''_n, \text{ при этом } z''_n > z'_n.$$

Поэтому конструкция корсета в данном случае, кроме корригирующего воздействия в точках a_m и a_{mi} во фронтальной плоскости, должна обеспечивать одновременное воздействие на позвоночник в срединно-сагиттальной плоскости, то есть реклинирующее или разгибающее воздействие.

Разность длин векторных многоугольников исходного и нормального позвоночных столбов $\Delta H_p = H_{нн} - H_{\partial n}$ определяет необходимую величину вытяжения позвоночника у данного пациента перед формированием корсета (параметры лечебного воздействия). При этом часть общего вытяжения, равная $\Delta h_1 = z''_n - z'_n$, достигается за счет реклинации верхнегрудного отдела позвоночника, а оставшаяся часть $\Delta h_2 = z'_n - z_n$ за счет коррекции бокового искривления среднегрудного, нижнегрудного и поясничного отделов.

Величины приращения координат z_k позвонков, лежащих на основных антропометрических уровнях и вершинах искривлений, характеризуют вертикальное смещение горизонтальных линий базисной сетки чертежа конструкции корсета и должны обязательно учитываться при его проектировании.

Для этого производят уточнение расстояния от заднего угла подмышечной впадины до линий талии и бедер (уровня выступающих точек ягодич) с учетом их увеличения в результате коррекции осанки и вытяжения позвоночного столба. При этом расстояние от заднего угла подмышечной впадины до линии талии изменится (талиа опустится вниз) на величину $\Delta 1$:

$$\Delta 1 = (Z'_{лт} - Z'_{зу}) - (Z_{лт} - Z_{зу}).$$

Расстояние от заднего угла до линии бедер увеличится (нижний срез опустится вниз) на величину $\Delta 2$:

$$\Delta 2 = \Delta H_{ф} - (Z'_{зу} - Z_{зу}),$$

где $Z_{лт}$ и $Z'_{лт}$ – координаты 4-го поясничного позвонка деформированного и нормального позвоночника, вычисленные в

результате графоаналитического исследования рентгенограмм позвоночного столба пациента; $Z_{зу}$ и $Z'_{зу}$ – координаты 4-го грудного позвонка деформированного и нормального позвоночника; ΔH_f – фактическая величина вытяжения позвоночника, принятая для проектирования данного корсета.

После уточнения положения горизонтальных линий, соответствующих основным антропометрическим уровням, необходимо скорректировать размеры деталей с учетом формообразующих деформаций – поперечного растяжения и продольного сокращения.

Вышеуказанные теоретические предпосылки положены в основу новой методики построения ортопедических корсетов для коррекции осанки. В соответствии с ней разработаны 11 опытных образцов корсетов для детей от 4 до 17 лет, использующихся в процессе лечения S-образного сколиоза груднопоясничного отдела позвоночника II-III степени. В результате клинической апробации таких корсетов в течение двух лет в условиях Первой детской городской клинической больницы г.Иванова подтверждена правильность теоретических решений и эффективность использования предлагаемой методики.

ВЫВОДЫ

1. Разработан графоаналитический метод определения направления и величины необходимого лечебного воздействия на деформированный позвоночный столб каждого конкретного пациента, а также комплекса исходных данных для проекти-

рования конструкций ортопедических корсетов для коррекции осанки.

2. Разработана методика проектирования конструкций ортопедических корсетов, основанная на принципах системного подхода, позволяющая учитывать как индивидуальные антропометрические характеристики пациентов, так и особенности необходимого лечебного воздействия.

3. Клиническая апробация новых корсетов показала правильность теоретических решений и высокую эффективность разработанной методики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кригхофф Р. Ортопедия. – М., 1984.
2. Функциональные корригирующие корсеты-аппараты ЦНИИПП при сколиозе. Инструкции по назначению, пользованию, изготовлению. – М., 1965.
3. Патент РФ № 2139733. Способ изготовления иммобилизирующих изделий. /Корнилова Н.Л., Гладковский Г.А., Удальцов В.Е., Куликов Б.П., Королева С.В. – Оpubл. 1999. Бюл. №29.
4. Сурикова Г.И., Флерова Л.Н., Юдина Л.П. Использование свойств полотна при конструировании трикотажных изделий. – М., 1981.
5. Единая методика конструирования одежды СЭВ (ЕМКО СЭВ). Теоретические основы. – М., 1988, Т.1.
6. Антипова А.И. Конструирование и технология корсетных изделий. – М., 1984.
7. Акилова З.Т. Проектирование корсетных изделий. – М., 1979.
8. ОСТ 17-497 – 83. Типовые фигуры женщин. Размерные признаки для проектирования корсетных изделий.
9. Корнилова Н.Л. и др. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1999, №1. С.86...92.

Рекомендована кафедрой технологии швейных изделий ИГТА. Поступила 12.07.00.

УДК 534.833: 621

РАСЧЕТ СИСТЕМ ВИБРОИЗОЛЯЦИИ ДЛЯ ТКАЦКИХ СТАНКОВ

О.С. КОЧЕТОВ, Б.С. САЖИН

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

Основными параметрами системы виброизоляции (рис.1) являются [1,2]: масса M машины; моменты инерции J_{ox} , J_{oy} , J_{oz} массы виброизолируемой машины относительно осей, проходящих через центр масс; жесткости K_x , K_y , K_z виброизоляторов; круговые частоты собственных колебаний относительно координатных осей. Эффективность виброизоляции при действии гармонических нагрузок должна оцениваться коэффициентом передачи.

Величины необходимых суммарных линейных и угловых жесткостей системы виброизоляции для различных координат определяют по формулам

$$\begin{aligned} A_x &= M\omega^2, & C_x &= J_{ox}\omega_{\varphi x}^2, \\ A_y &= M\omega^2, & C_y &= J_{oy}\omega_{\varphi y}^2, \\ A_z &= M\omega^2, & C_z &= J_{oz}\omega_{\varphi z}^2. \end{aligned} \quad (1)$$

где A_x , A_y , A_z – суммарные жесткости системы виброизоляции относительно осей X_0 , Y_0 , Z_0 , Нм; C_x , C_y , C_z – суммарные угловые жесткости системы виброизоляции относительно осей X_0 , Y_0 , Z_0 , Нм.

Параметры виброизоляторов (K_{xi} , K_{yi} , K_{zi}) следует выбирать таким образом, чтобы суммарные жесткости A_x , A_y , A_z , C_x , C_y , C_z были не больше жесткостей, определенных по формуле (1). Вертикальную жесткость упругих элементов желательно выбирать так, чтобы деформация виброизоляторов при опорной схеме виброизоляции под действием силы веса машины была одинаковой и опорная плоскость машины оставалась горизонтальной.

Для подвесной схемы виброизоляции возможно применение одинаковых цилиндрических пружин [3] для всех виброизоляторов и нелинейных равночастотных

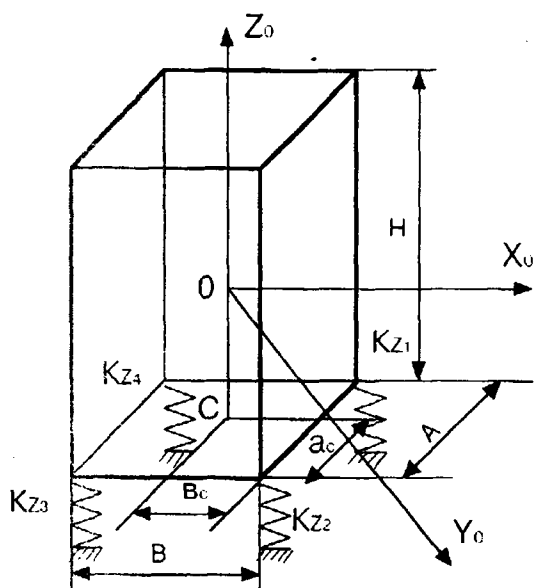


Рис. 1

пружин, например, цилиндрических [4].

Если при первом расчете полученный результат не удовлетворяет вышеперечисленным требованиям, то следует изменить жесткости или координаты виброизоляторов и повторить расчет. При совпадении центра масс виброизолированной машины с центром жесткости системы виброизоляции формулы (1) являются точными, при несовпадении – приближенными.

Точные значения собственных частот в этом случае можно подсчитать по предлагаемому ниже методу разделения систем, который рассмотрим на примере расчета системы виброизоляции для пневморепирного ткацкого станка АТПР-120.

Координаты центра жесткости (точка С на рис. 1) для тела, опирающегося на четыре различных упругих элемента, расположенных в вершинах прямоугольника, определяется выражением

$$a_c = \frac{a(K_{z1} + K_{z4})}{K_{z1} + K_{z2} + K_{z3} + K_{z4}},$$

$$b_c = \frac{b(K_{z2} + K_{z3})}{K_{z1} + K_{z2} + K_{z3} + K_{z4}}. \quad (2)$$

Из конструктивных соображений выберем систему виброизоляции в опорном исполнении. Частота вращения главного вала станка $n=360 \text{ мин}^{-1}$; масса M станка = 1580 кг

$$\omega = \frac{\pi n}{30} = \frac{\pi 360}{30} = 37,7 \frac{\text{рад}}{\text{с}}.$$

Наибольшие допустимые значения собственных частот составят

$$\omega_x = \omega_y = \omega_z = \omega_{\varphi x} = \omega_{\varphi y} =$$

$$= \omega_{\varphi z} = \frac{37,7}{2,5} = 15,1 \frac{\text{рад}}{\text{с}},$$

$$f_x = 2,4 \text{ Гц}.$$

Из конструктивных соображений и в целях удобства изготовления выберем все четыре пружины системы виброизоляции ткацкого станка одинаковыми.

Жесткость одной пружины

$$K_z = \frac{A_z}{4} = \frac{360 \cdot 10^3}{4} = 90 \cdot 10^3 \frac{\text{Н}}{\text{м}}.$$

В качестве упругого элемента взята цилиндрическая пружина. Необходимый вертикальный прогиб от приходящейся на одну пружину статической нагрузки определяется из соотношения

$$\lambda_z = 25f_z^{-2} = 25 \cdot 2,4^{-2} = 4,3 \text{ см}.$$

Выбранная пружина должна иметь указанный статический прогиб при расчетной нагрузке, равной 0,25 веса станка. Максимальная нагрузка на пружину (при соприкосновении витков) равна удвоенной расчетной. Как показал расчет, всем предъявленным требованиям удовлетворяет пружина с параметрами: высота $H_0=150$ мм; диаметр пружины $D_0=60$ мм; диаметр проволоки $d=10$ мм.

Жесткость цилиндрической пружины из стальной проволоки в вертикальном направлении определяется по формуле

$$K_z = \frac{10^5 d^4}{D_0^3 i}.$$

Поскольку K_z задана, найдем число витков i (D_0 и d в см): $i=5$.

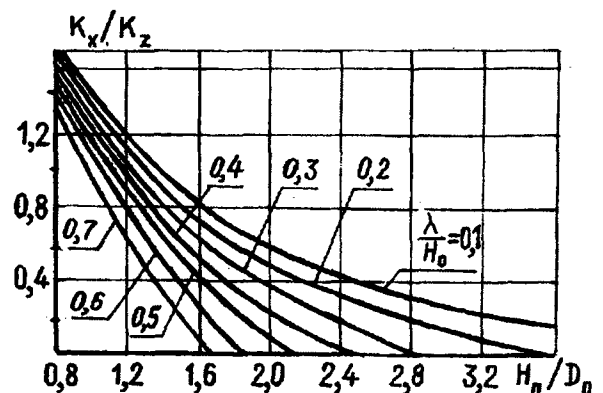


Рис. 2

Жесткость цилиндрической пружины в горизонтальном направлении определяется по графику (рис.2): H_n – высота пружины под нагрузкой P ; λ – прогиб пружины под нагрузкой P . Из графика, представленного на рис.2, имеем

$$\frac{H_n}{D_0} = \frac{H_0 - \lambda}{D_0} = \frac{15 - 4}{6} = 1,83;$$

$$\frac{K_x}{K_z} = \frac{K_y}{K_z} = 0,36;$$

$$K_x = 0,36; \quad K_z = 0,36 \cdot 90 \cdot 10^3 \frac{H}{M}$$

Суммарная жесткость системы виброизоляции в горизонтальном направлении составит

$$A_x = \sum_1^4 K_x = 432,7 \cdot 10^3 = 131 \cdot 10^3 \frac{H}{M}$$

Собственная частота колебаний по координатам X и Y равна

$$\omega_x = \omega_y = \sqrt{\frac{A_x}{M}} = \sqrt{\frac{131000}{1580}} = 9,1 \frac{\text{рад}}{\text{с}};$$

$$f_x = f_y = 1,45 \text{ Гц.}$$

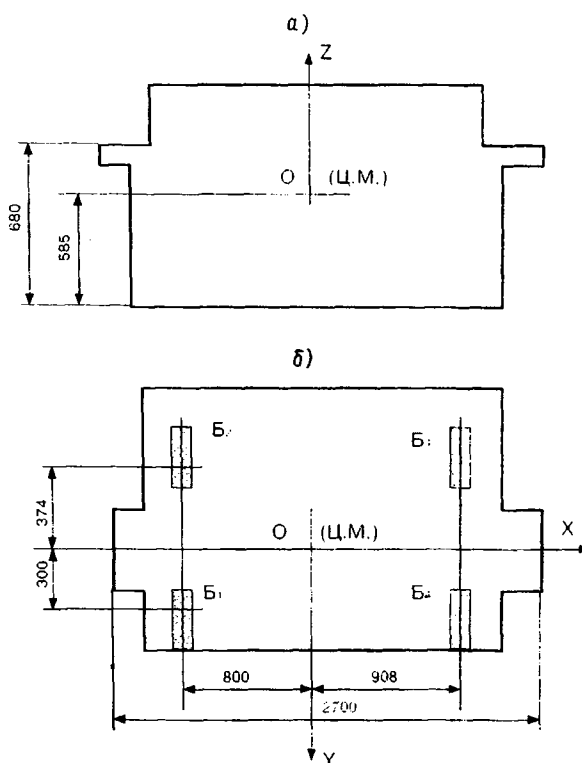


Рис. 3

Для определения угловых жесткостей C_x, C_y, C_z воспользуемся схемой расположения опор станка АТПР-120 (рис.3: а) – фронтальная проекция; б) – вид сверху). Имея координаты центра тяжести станка и полагая места расположения виброизолирующих опор в центре опорных лап (рис.3-б т. B_1, B_2, B_3, B_4), получаем координаты виброизоляторов относительно центра масс станка (табл. 1).

Таблица 1

Точки	Координаты, м		
	x	y	z
B_1	-0,80	0,30	-0,585
B_2	-0,80	-0,374	-0,585
B_3	0,908	-0,374	-0,585
B_4	0,908	0,30	-0,585

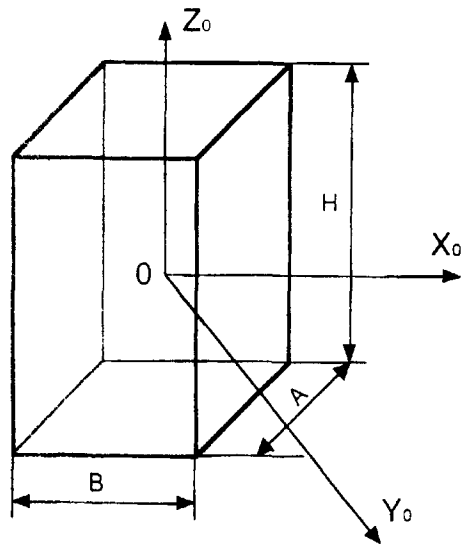


Рис. 4

Моменты инерции станка относительно осей, проходящих через центр тяжести, определим, приняв, что станок может быть заменен параллелепипедом с равномерно распределенной массой (рис.4 – расчетная схема для определения моментов инерции станка АТПР). Размеры А, В, Н, равные габаритным размерам станка, составляют А=2,70 м; В= 0,96 м; Н=0,88 м.

Значения моментов инерции $J_{Ox} = 223 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$; $J_{Oy} = 1062 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$; $J_{Oz} = 1081 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$.

Величины угловых жесткостей $C_x = 80,233 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{м}$; $C_y = 308,4 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{м}$; $C_z = 110,81 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{м}$.

Определим соответствующие частоты:

$$\begin{aligned} \omega_{\varphi x} &= 18,97 \frac{\text{рад}}{\text{с}}; & f_{\varphi x} &= 3,0 \text{ Гц}; & \omega_{\varphi y} &= \\ &= 17,04 \frac{\text{рад}}{\text{с}}; & f_{\varphi y} &= 2,71 \text{ Гц}; & \omega_{\varphi z} &= 10,12 \frac{\text{рад}}{\text{с}}; \\ f_{\varphi z} &= 1,61 \text{ Гц}; & \omega_x = \omega_y &= 9,02 \frac{\text{рад}}{\text{с}}; & f_x = \\ &= f_y = 1,43 \text{ Гц}; & \omega_z &= 15 \frac{\text{рад}}{\text{с}}; & f_z &= 2,38 \text{ Гц}. \end{aligned}$$

Вычисленные собственные частоты системы виброизоляции станка АТПР-120 удовлетворяют условию $\gamma_i = \frac{\omega_i}{\omega} \geq 2$.

Ввиду того, что центр масс машины не совпадает с центром жесткости, значения собственных частот необходимо уточнить по изложенному ниже методу – методу разделения системы.

Для нахождения решения разделим исходную систему уравнений [1] по строкам на простейшие системы, состоящие из двух связанных уравнений, например, для координат x и φ_y или y и φ_x ; остальные члены в этих уравнениях, включающие другие координаты, примем равными нулю. В каждой выделенной простейшей системе из двух уравнений вычислим коэффициент связи:

$$C_{1,2} = \frac{\alpha_1 \alpha_2}{\omega_1^2 \omega_2^2}, \quad (3)$$

где α_1 и α_2 – коэффициенты, характеризующие упругую связь между уравнениями простейшей системы; ω_1 и ω_2 – парциальные частоты.

Физический смысл имеют значения связи $C_{1,2} < 1$.

С целью составления системы уравнений для станка АТПР-120 определим недостающие коэффициенты: линейно-поворотные и гироскопические жесткости. Затем, подставляя вычисленные значения коэффициентов и сокращая каждое уравнение на коэффициент при члене со второй производной, получим систему дифференциальных уравнений:

$$\begin{aligned}
 x'' + 82,91 - 48,43\varphi_y + 3,06\varphi_z &= 0, \\
 y'' + 82,91y + 48,43\varphi_x + 4,47\varphi_z &= 0, \\
 z'' + 227,87z - 8,43\varphi_x - 12,3\varphi_y &= 0, \\
 \varphi_x'' + 359,8\varphi_x + 343,1y - 59,73z + 186,86\varphi_y + 18,52\varphi_z &= 0, \\
 \varphi_y'' + 290,4\varphi_y - 18,31x - 72,05z + 39,24\varphi_x - 2,66\varphi_z &= 0, \\
 \varphi_z'' + 102,51\varphi_z + 4,48x + 6,53y + 3,82\varphi_x - 2,62\varphi_y &= 0.
 \end{aligned}
 \tag{4}$$

Первая выделенная система, например x, φ_y , имеет вид:

$$x'' + \omega_x^2 x + \alpha_1 \varphi_y = 0, \tag{5}$$

$$\varphi_y'' + \omega_{\varphi_y}^2 \varphi_y + \alpha_2 x = 0,$$

где

$$\begin{aligned}
 \omega_x^2 &= 82,91; & \alpha_1 &= 48,43; \\
 \omega_{\varphi_y}^2 &= 290,4; & \alpha_2 &= 18,31.
 \end{aligned}$$

Связь в выделенной системе

$$C_{x,\varphi_y} = \frac{\alpha_1 \alpha_2}{\omega_x^2 \omega_{\varphi_y}^2} = \frac{48,43 \cdot 18,31}{82,91 \cdot 290,4} = 0,037.$$

Для всех связанных простейших систем, которые можно выделить, получим значения связи, приведенные в табл.2.

Таблица 2

№ п/п	Система	Связь
1	x, φ_y	0,0370
2	y, φ_x	0,006
3	z, φ_x	0,006
4	z, φ_y	0,013
5	y, φ_z	0,003
6	x, φ_z	0,0016
7	φ_x, φ_y	0,07
8	φ_x, φ_z	0,002
9	φ_y, φ_z	0,0002

Результаты вычислений показывают, что при связи меньше 0,02 взаимное влияние по частоте практически отсутствует.

В табл.3 представлены полученные результаты. В качестве нулевого приближения взяты значения, полученные без учета связности. В качестве первого и второго приближения даны результаты, полученные изложенным выше методом разделения системы. В графе «точные значения» – данные получены точным численным методом с помощью ЭВМ.

Таблица 3

Координата	Частота, Гц			Точные значения частоты, Гц
	Приближение			
	нулевое	первое	второе	
x	1.43	1.41	1.41	1.41
y	1.43	0.897	0.9	0.84
z	2.38	2.40	2.40	2.58
φ_x	3.0	3.22	3.40	3.40
φ_y	2.71	2.73	2.51	2.56
φ_z	1.61	1.61	1.61	1.61

Как видно из табл.3, погрешность вычисления собственных частот системы виброизоляции по методу разделения систем значительно меньше, чем при вычислении частот без учета связности.

Исследования эффективности применения пружинных виброизоляторов для пневморепирных ткацких станков проводили в производственных условиях на втором этаже ткацкого цеха Московской хлопчатобумажной фабрики им.

М.В. Фрунзе, причем станок АТПР устанавливался на виброизоляторы ОВ-31, виброизолирующие прокладки типа АП-

113 и пружинные виброизоляторы [4]. Результаты испытаний сведены в табл.4.

Таблица 4

Направление действия нагрузки	Снижение амплитуд динамических нагрузок, дБ, при работе станка АТПР-120 на виброизолирующих устройствах по сравнению с жестким креплением станка		
	ОВ-31	АП-113	Пружинные виброизоляторы
По основе	1	3,5	25
По утку	5	8	14
По вертикали	1	6	23

Как видно из табл.4, установка станка на пружинные виброизоляторы позволяет снизить амплитуды динамических нагрузок по основе, утку и в вертикальном направлении соответственно на 25, 14, 23 дБ.

ВЫВОДЫ

1. Предложена методика расчета системы виброизоляции станка (на примере АТПР-120) для случая, когда центр масс виброизолированной машины не совпадает с центром жесткости системы виброизоляции. Точные значения собственных частот в этом случае можно подсчитать по методу разделения систем, значительно сокращающим объем вычислений при существующей погрешности, не превышающей 5 %.

2. Установка станка типа АТПР на пружинные виброизоляторы позволяет снизить амплитуды динамических нагрузок в вертикальном направлении на 23 дБ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вибрация и шум в текстильной и легкой промышленности /Под ред. проф. Коритыцкого Я.И. – М.: Легкая индустрия, 1974.

2. Кочетов О.С. // Изв.вузов. Технология текстильной промышленности.– 1995, №1.С.88...92.

3. А.с. СССР № 1668773. Виброизолирующая система Кочетова для ткацких станков /О.С. Кочетов. – Оpubл.1991. Бюл. № 29.

4. А.с. СССР № 1388613. Упругий элемент / О.С. Кочетов, Л.Ю. Поляковский. – Оpubл.1988. Бюл. № 14.

5. Кочетов О.С., Поляковский Л.Ю. Пружинные виброизолирующие устройства с равночастотными свойствами. // Тез. докл. на Всесоюзн. науч. совещаниях по проблемам виброизоляции машин и приборов. – М.: ИМАШ АН СССР, 1986. С.92...93.

Рекомендована кафедрой процессы и аппараты химической технологии и безопасности жизнедеятельности. Поступила 04.05.00.

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ УКЛАДКИ ВОЛОКНИСТОЙ ЛЕНТЫ В ТАЗЫ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАШИН*

А.В. ФИЛИМОНОВА

(Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна)

Важным параметром при укладке ленты в тазы текстильных машин является плотность укладки и равномерность ее распределения. Цель настоящей работы

заключается в составлении алгоритма и программы расчета плотности укладки ленты на ЭВМ для различных способов укладки ленты в таз [1, 2].

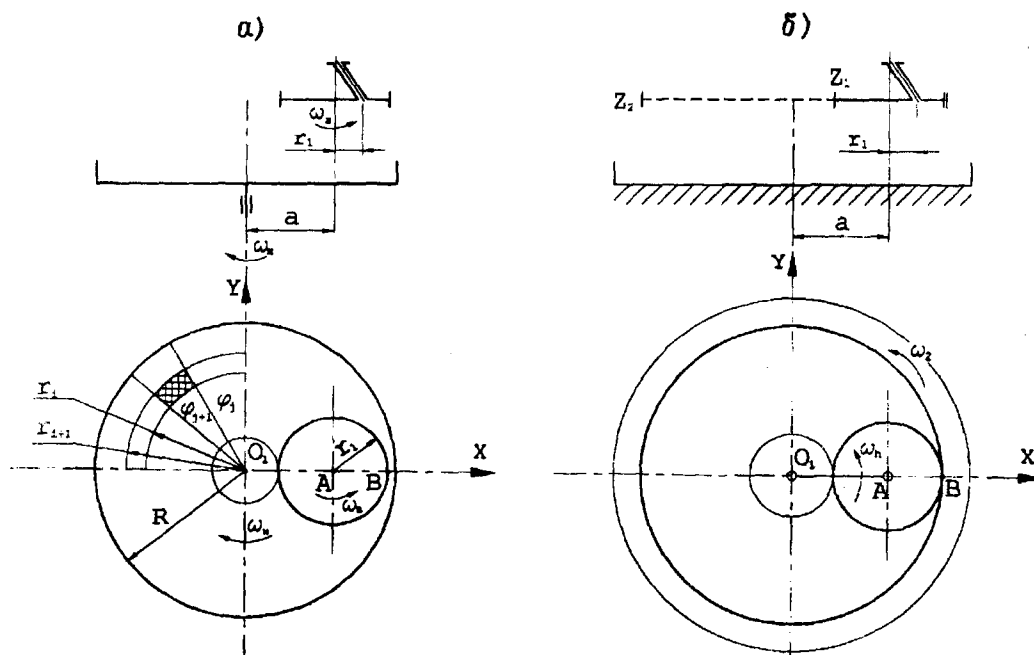


Рис. 1

Схемы укладки, осуществляемой обычным (а) и планетарным (б) лентоукладчиками, представлены на рис. 1.

Кривая укладки ленты в таз для обычного лентоукладчика в параметрической форме выражается равенствами [1]:

$$x_B = a \cos(-\omega_n t) + r_1 \cos((\omega_B - \omega_n)t), \quad (1)$$

$$y_B = a \sin(-\omega_n t) + r_1 \sin((\omega_B - \omega_n)t).$$

Для планетарного лентоукладчика параметрические уравнения имеют вид

$$x_B = a \cos(\omega_n t) + r_1 \cos\left(\left(\omega_n - \omega_n \frac{z_2}{z_1} + \omega_2 \frac{z_2}{z_1}\right)t\right), \quad (2)$$

* Работа выполнена под руководством проф., докт. техн. наук В.К. Полякова.

$$y_B = a \sin(\omega_h t) + r_1 \sin\left(\left(\omega_h - \omega_h \frac{z_2}{z_1} + \omega_2 \frac{z_2}{z_1}\right)t\right),$$

где x_B и y_B – координаты положения точки раскладки ленты в таз; a – эксцентриситет (расстояние между центрами верхней и нижней тарелок); r_1 – радиус витка; в уравнениях (1) ω_h – угловая скорость нижней тарелки, ω_b – угловая скорость верхней тарелки; в уравнениях (2) ω_2 – угловая скорость зубчатого колеса с внутренним зацеплением; ω_h – угловая скорость водила планетарного лентоукладчика; z_1 и z_2 – число зубьев колес планетарного лентоукладчика (рис.1); t – заданное время укладки.

Угловые скорости считаются положительными при вращении против часовой стрелки.

Изменяя вышеуказанные геометрические и кинематические параметры, можно варьировать законы укладки ленты в таз. В зависимости от значений данных факторов укладка будет производиться по различным кривым типа гипоциклоида.

С целью определения характера изменения плотности укладки продукта разделим поверхность укладки на элементарные участки (криволинейные трапеции), образуемые пересечением концентрических окружностей с радиальными прямыми (рис.1). Шаг изменения радиусов окружностей обозначим через Δr , а радиальных прямых – через $\Delta \varphi$.

В полярных координатах положение точки раскладки определяется величиной радиуса r и угла φ :

$$r(t) = \sqrt{x_B^2(t) + y_B^2(t)}, \quad (3)$$

$$\varphi(t) = \arctg \frac{y_B(t)}{x_B(t)}.$$

В качестве аналога плотности укладки примем отношение длины укладываемой

ленты к площади поверхности укладки. Для рассматриваемого элементарного участка получим

$$P_{ij} = \frac{L_{ij}}{F_{ij}}, \quad (4)$$

где L_{ij} – длина ленты, уложенной в элементарном участке; F_{ij} – площадь элементарного участка.

В процессе укладки радиус r и угловая координата φ являются функциями времени. Лента будет укладываться в произвольный элементарный участок, ограниченный радиусами с угловыми координатами φ_j и φ_{j+1} и дугами окружностей с радиусами r_i и r_{i+1} при выполнении следующих условий:

$$r_i \leq r(t) \leq r_{i+1}, \quad \varphi_j \leq \varphi(t) \leq \varphi_{j+1}, \quad (5)$$

где $r(t)$ и $\varphi(t)$ – текущие полярные координаты точки раскладки.

В разработанном алгоритме на каждом шаге вычислений сначала из выражений (5) определяются номера элементарных участков ($i=k, j=s$), в которые в данный момент времени производится укладка ленты. Длина ленты, укладываемой в этот элементарный участок, вычисляется по формуле

$$L_{ks} = L'_{ks} + v_{\text{вып}} \Delta t, \quad (6)$$

где L'_{ks} – длина ленты, уложенной в элементарный участок ks на предыдущих шагах вычислений; $v_{\text{вып}}$ – скорость выпуска, м/с; Δt – шаг вычисления, с.

Площадь криволинейной трапеции

$$F_{ij} = (r_{i+1}^2 - r_i^2)(\varphi_{j+1} - \varphi_j)/2, \quad (7)$$

где r_{i+1} и r_i – радиусы двух последовательных концентрических окружностей, φ_{j+1} и φ_j – два последовательно отложенных угла, рад.

В соответствии с равенством (5) в ходе выполнения разработанной программы получен характер распределения плотности укладки в виде двумерного массива. Практический интерес представляет изучение характера распределения плотности в пределах каждого из выделенных секторов и колец.

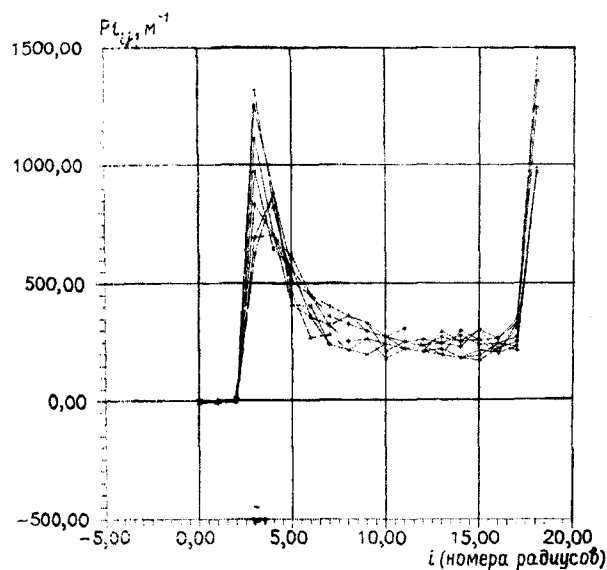


Рис. 2

На рис.2 показан характер распределения плотности укладки ленты вдоль девяти равноотстоящих секторов, на которые разделена поверхность укладки. Нуль соответствует границе центрального отверстия укладки. Каждый из девяти приведенных на рис.2 графиков показывает изменение плотности укладки вдоль одного сектора и одинаковый характер изменения плотности в каждом из секторов. Имеющие место отклонения обусловлены погрешностями выбранной модели укладки и уменьшаются с увеличением времени счета.

В результате проведенных исследований установлено, что при разных значениях передаточного отношения между верхней и нижней тарелками и различной линейной плотности ленты величина плотности укладки ленты практически не изменяется. Не оказывает существенного влияния на данный фактор и направление вращения верхней и нижней тарелок.

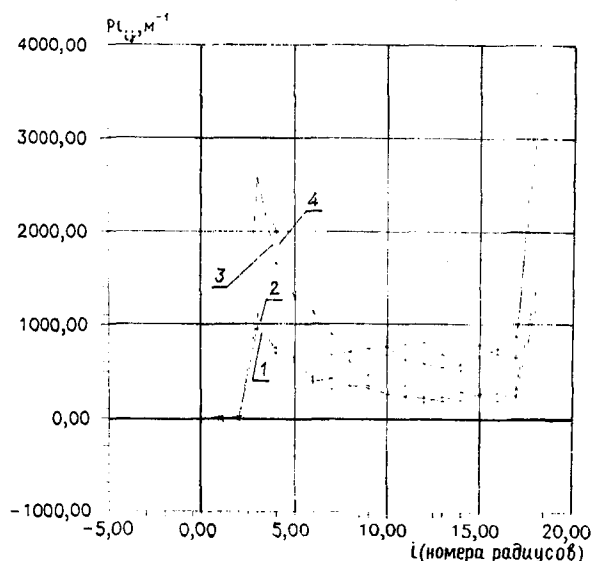


Рис. 3

Из рис.3, где изображены графики распределения плотности укладки ленты в пределах одного сектора: 1 – при доцентровом способе укладки, встречном вращении верхней и нижней тарелок; 2 – при доцентровом способе укладки, попутном вращении тарелок; 3 – при зацентровом способе, встречном вращении тарелок; 4 – при зацентровом способе, попутном вращении тарелок, следует, что при зацентровом виде укладки плотность укладки ленты значительно выше, чем при использовании доцентрового вида. Таким образом, значительное влияние на величину плотности укладки ленты в таз оказывает лишь метод укладки.

Характерной особенностью доцентрового и зацентрового способов укладки ленты является увеличение плотности вблизи центра таза и у его краев [2]. Поскольку вокруг центрального отверстия паковки образуется выпуклый участок, плотность здесь имеет максимальное значение.

Как показали расчеты, в пределах каждого из колец плотность укладки колеблется вблизи некоторого среднего значения.

Вследствие того, что характер изменения плотности вдоль любых секторов приблизительно одинаков, при практических

расчетах достаточно ограничиться вычислением плотности в пределах каждого из колец, которые следует выбирать в качестве элементарных участков. При этом алгоритм расчета из-за возможности замены двумерных массивов одномерными упрощается.

Следует отметить, что с помощью представленных на рис.1 схем укладки укладывать ленту можно не только витками, но и при $\omega_B \ll \omega_H$ – по спиралеобразным кривым.

Таким образом, данная программа позволяет рассчитать аналог плотности укладки ленты в таз для различных способов укладки в зависимости от изменения параметров укладки и наглядно, с помощью графиков, представить результаты расчетов.

ВЫВОДЫ

1. Составлена методика и разработана программа для расчета плотности укладки волокнистой ленты в тазы текстильных машин, с помощью которой можно проводить сравнительный анализ плотности ук-

ладки для различных законов укладки ленты в таз.

2. В результате сравнительного анализа определены способы укладки, при которых с учетом подбора наиболее оптимальных конструктивных и кинематических параметров механизма достигается максимальная плотность. Полученные способы можно использовать для унификации существующих лентоукладчиков и создания новых механизмов укладки ленты в тазы текстильных машин.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лентоукладчики чесальных, гребнечесальных и ленточных машин для хлопчатобумажного производства: Обзор / Сост. канд. техн. наук Г.А. Ермилов. – М.: ЦНИИТЭИлегпром, 1970.

2. Расчет и конструирование машин прядильного производства: Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальностям “Машины и аппараты текстильной промышленности” / А.И. Макаров, В.В. Крылов, В.Б. Николаев и др. Под общ. ред. А.И. Макарова. – 2-е изд., перераб. – М.: Машиностроение, 1981.

Рекомендована кафедрой проектирования машин текстильной и легкой промышленности. Поступила 19.04.00.

УДК 677.052.2

К ВОПРОСУ ВЛИЯНИЯ СИЛЫ ПРИЖИМА ЛОПАТКИ ЛАПКИ РОГУЛЬКИ К НАМОТКЕ НА ВЕЛИЧИНУ НАМОТОЧНОГО НАТЯЖЕНИЯ РОВНИЦЫ

А.П. СОРКИН

(Костромской государственной технологической университет)

В [1] показано, что сила трения лопатки лапки рогульки о наматываемый виток, вызванная силой прижима к нему последней, не влияет на величину T_n намоточного натяжения, то есть натяжения, которое имеет виток ровницы, укладываемый лопаткой лапки на контактный радиус r_k

(рис.1). Вместе с тем практика показывает – сила прижима лапки существенно сказывается на плотности намотки ровницы на катушку, а это не может происходить без изменения натяжения наматываемого витка.

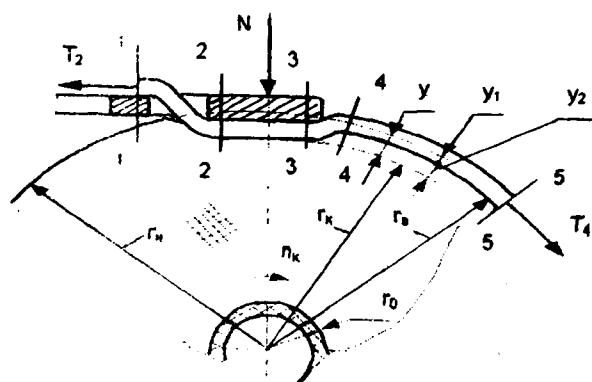


Рис. 1

В связи с этим предположим, что прижим лапки влияет на величину T_4 натяжения витков в наружном слое намотки, а через нее — на остаточное натяжение T_{oc} витков в других слоях намотки, от которого, как известно [2], зависит распределение плотности по сечениям паковки.

Выявим причины изменения натяжения T_4 при изменении силы прижима лапки.

Относительную деформацию продукта при наматывании его на ровничной машине представим в виде

$$\varepsilon = (\Pi n_0 - V_b k_y) / V_b k_y = (\Pi n_0 / V_b k_y) - 1, \quad (1)$$

где Π — периметр наматываемого витка; V_b — скорость выпуска мычки вытяжным прибором; k_y — коэффициент укрутки ровницы; $n_0 = n_k - n_p$ — число витков, укладываемых в единицу времени (здесь n_k и n_p — частоты вращения катушки и рогульки соответственно).

Угол подъема витков не учитываем вследствие его малости.

Из (1) видно, что относительная деформация наматываемого продукта (ровницы), а следовательно и определяемая ею величина его натяжения, при прочих равных условиях зависит лишь от соотношения скоростей выпуска и намотки. Причем это соотношение из условия обеспечения постоянства натяжения продукта при намотке должно быть постоянным для данной заправки машины.

В [1] рассмотрено воздействие лапки на наматываемый виток до сечения 3 — 3. Отрезок витка между сечениями 3 — 3 и 4 — 4 весьма мал и будем считать его переходным.

Рассмотрим отрезок, ограниченный сечениями 4 — 4 и 5 — 5, уложенный на поверхность намотки и находящийся в равновесии под действием собственного натяжения и реакции основания (тела намотки). При анализе напряженного состояния витка и тела намотки делаем следующие допущения.

1. Ровницу в теле намотки считаем сплошной анизотропной средой. Такое допущение, как показано в [3], возможно для паковок, имеющих большое число витков с малой относительной толщиной каждого.

2. Деформацию ровницы и тела намотки считаем упругой. Такое допущение для ровницы правомерно, так как при деформации за пределами упругости появляется скрытая вытяжка, что при намотке недопустимо.

В [4] показано, что при малых деформациях ровницы можно считать ее реологическое уравнение приближающимся к закону Гука. Допущение в отношении тела намотки принято на основании того, что по данным [5] в области малых давлений и плотности продукта (близких к давлению лапки порядка 0,02...3 МПа и плотности намотки ровницы 0,2...0,5 г/см², имеющим место в реальных условиях) наблюдается максимальное значение упругой деформации.

3. Процесс релаксации напряжений в витке не учитываем, поскольку напряженное состояние витка и тела намотки рассматривается лишь в течение времени намотки одного витка, а оно (в зависимости от диаметра наматывания и частоты вращения катушки) составляет всего лишь 0,3...1,5 с и за такое короткое время существенная релаксация напряжений произойти не может.

4. Толщиной витка ввиду ее малости по сравнению с радиусом намотки пренебрегаем.

5. Процесс намотки рассматриваем в статике, без учета воздействия на него центробежных сил инерции.

Следует отметить, что использование линейной зависимости между напряжением и деформацией в наматываемом материале при рассмотрении процесса намотки с учетом воздействия на него силы прижима лапки рогульки является лишь первым приближением, однако такой подход позволяет выявить и исследовать основные особенности этого процесса.

Рассмотрим условия намотки витка ровницы, в результате которых его отрезок, ограниченный сечениями 4 – 4 и 5 – 5 (рис. 1), оказался в равновесии.

Предположим, что паковка к моменту укладки рассматриваемого витка имеет n слоев и r_n – наружный радиус n -го слоя. Под действием силы прижима лапки N намотка в месте контакта ее с лапкой деформируется, в результате чего виток укладывается на меньший – контактный радиус r_k .

Как показано в [1], в зоне контакта лапки с намоткой скольжение витка по ее поверхности отсутствует и виток укладывается со своим натяжением T_3 и относительной ϵ деформацией, определяемой кинематикой машины и вычисляемой по формуле (1). При этом периметр Π витка определяется как

$$\Pi = 2\pi r_k, \quad (2)$$

После смещения лапки наружный радиус n -го слоя за лапкой за счет сил упругости тела намотки увеличивается и становится равным r_b .

В [2] при анализе процесса взаимодействия фрикциона с телом намотки принимается, что величина восстановления радиуса $u = r_b - r_k$ зависит лишь от вязкоупругих свойств тела намотки, и вводится параметр ν , учитывающий эти свойства. По нашему мнению, величину восстановления радиуса можно считать зависящей лишь от свойств тела намотки только на той части элемента тела намотки, которая, будучи освобождена от воздействия прижима лапки после ее схода, не будет покрыта наматываемым витком. Там же, где

виток ляжет, величина радиуса r_b будет определяться из условия равновесия при взаимодействии сил упругости элемента тела намотки, освобожденного от действия лопатки лапки, и сил продольной упругости витка ровницы, получающего дополнительную деформацию ϵ_p , а следовательно, и дополнительное натяжение ΔT при переходе от намотки с радиусом r_k к намотке с радиусом r_b .

При равновесном состоянии тела намотки радиуса r_b , которое и имеется в виду, давление q_p со стороны наматываемого витка ровницы уравнивается реакцией q_0 от сил упругости нижележащих слоев:

$$q_0 = q_p. \quad (3)$$

Давление витка, передаваемое на единицу поверхности тела намотки, по А.П. Минакову [6] (без учета угла подъема витка из-за его малости):

$$q_p = T_4 / r_b b, \quad (4)$$

где b – ширина витка ровницы по оси паковки.

Величину натяжения ровницы в наружном слое намотки $T_{сл} = T_4$ при деформации в пределах закона Гука представим в виде

$$T_4 = E_p F_p \epsilon_p. \quad (5)$$

где E_p – модуль упругости ровницы при растяжении; F_p – площадь поперечного сечения ровницы.

Ввиду сложности определения эффективной площади сечения ровницы при дальнейшем анализе будем использовать величину жесткости ровницы при продольной деформации $G_p = E_p F_p$, значение которой можно определить экспериментально.

Тогда выражение (5) примет вид

$$T_4 = G_p \epsilon_p. \quad (6)$$

Подставив (6) в (4), получим

$$q_p = G_p \varepsilon_p / r_b b. \quad (7)$$

Реакцию тела наматывания на виток ровницы при принятых допущениях определим из выражения

$$q_0 = E_n \varepsilon_n, \quad (8)$$

где E_n – модуль упругости тела намотки; ε_n – относительная деформация тела намотки.

Подставив значения q_p и q_0 из (7) и (8) в (3), имеем

$$E_n \varepsilon_n - G_p \varepsilon_p / r_b b = 0. \quad (9)$$

Определим относительные деформации ε_n паковки и витка ε_p ровницы. Из рис.1 следует, что от прижима лапки тело намотки вначале получает абсолютную радиальную деформацию y , которая запишется в виде

$$y = r_n - r_k. \quad (10)$$

После смещения лапки радиальный размер за счет упругости тела намотки увеличивается на величину y_2 и становится равным r_b . Остаточная абсолютная деформация y_1 тела намотки

$$y_1 = r_n - r_b, \quad (11)$$

а относительная

$$\varepsilon_n = (r_n - r_b) / r_n. \quad (12)$$

Виток ровницы, имеющий относительную деформацию ε , натяжение T_3 и уложенный на контактный радиус r_k , переходит на радиус r_b . Приращение радиуса витка при этом

$$y_2 = r_b - r_k, \quad (13)$$

а его относительная деформация

$$\varepsilon_1 = (2\pi r_b - 2\pi r_k) / 2\pi r_b = (r_b - r_k) / r_b. \quad (14)$$

В результате полная относительная деформация ε_p витка ровницы, уложенного в

наружный слой намотки и оказавшегося на радиусе r_b , равняется

$$\varepsilon_p = \varepsilon_1 + \varepsilon, \quad (15)$$

причем ε можно рассчитать по (1) или, для удобства анализа, представить в виде

$$\varepsilon = T_3 / G_p. \quad (16)$$

Подставляя (14) и (16) в (15), а затем (15) в (6), получаем выражение для определения натяжения $T_{сл} = T_4$ в наружном слое намотки:

$$T_4 = T_3 + G_p (r_b - r_k) / r_b. \quad (17)$$

Второе слагаемое в правой части уравнения (17) характеризует величину дополнительного натяжения ΔT , которое приобретает виток ровницы на теле намотки за счет восстановления радиуса наматывания с r_k до r_b .

Значение контактного радиуса r_k в зависимости от силы прижима лапки и конкретных размеров ее лопатки можно определить экспериментально или расчетным путем, а значение радиуса r_b – из уравнения (3). Однако данное уравнение, как отмечалось выше, записано для условий статики. В реальных условиях намотки на наматываемый виток наряду с учтенными будут действовать еще и центробежные силы инерции, которые уменьшают давление q_p укладываемого витка на нижележащие на величину $q_{ц}$.

С учетом этого обстоятельства уравнение равновесия витка (3) примет вид

$$q_0 - (q_p - q_{ц}) = 0. \quad (18)$$

Выражение для $q_{ц}$ запишем в виде

$$q_{ц} = 4\pi^2 n_k r_b^2 m / b, \quad (19)$$

где m – масса единицы длины ровницы.

После подстановки в (18) значений входящих в него членов значение радиуса r_b при известных G_p , E_n , n_k , r_n , r_k и T_3 можно найти численными методами.

ВЫВОДЫ

1. Вскрыт механизм влияния силы прижима лапки рогульки на натяжение витка на теле намотки.

2. Получено выражение для расчета дополнительного натяжения, приобретаемого наматываемым витком ровницы, вследствие действия силы прижима лапки рогульки к телу намотки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Соркин А.П., Бабаджанов С.Х. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1992, №1. С.27...30.

2. Сухарев В.А., Матюшев И.И. Расчет тел намотки. – М.: Машиностроение, 1982.

3. Степанов В.А. Теоретические и экспериментальные исследования формирования текстильных паковок и разработка методов их расчета: Дис. ... докт. техн. наук. – Кострома, 1978.

4. Walther E.H. // Textilbetrieb. – №1,2 1982. P.25...32.

5. Балясов П.Д. Сжатие текстильных волокон в массе и технология текстильного производства. – М.: Легкая индустрия, 1975.

6. Минаков А.П. Основы механики нити / В сб.: Научн.-исслед. тр. МТИ. –М., 1941, т. IX, вып. I. С.1...88.

Рекомендована кафедрой теоретической механики и сопротивления материалов. Поступила 20.06.00.

УДК 677.051.164.45

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ КИПНОГО ПИТАТЕЛЯ С ВЕРХНИМ ОТБОРОМ ВОЛОКНА

В.Ю. БАТАЛИН, В.В. ВОЛКОВ, А.Д. СЕМЕНОВ

(Пензенский технологический институт)

Проведем оптимизацию режимов работы кипного питателя с верхним отбором волокна по уравнениям регрессии, полученным в результате регрессионного анализа процесса верхнего отбора волокна из кип.

В соответствии с методами теории планирования эксперимента выберем уравнение аппроксимирующей функции вида

$$y = b_0 + \sum_{i=1}^n b_i x_i +$$

$$+ \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=2}^n b_{ij} x_i x_j +$$

$$+ \sum_{i=1}^{n-2} \sum_{j=2}^{n-1} \sum_{k=3}^n b_{ijk} x_i x_j x_k. \quad (1)$$

В качестве регулируемых величин у служили среднее значение мощности P , расходуемой на рыхление волокнистого материала, масса M слоя материала, снимаемого за один цикл работы питателя, и производительность Q процесса.

Регулирующими величинами процесса рыхления являются: скорость V перемещения питателя над ставкой кип, частота ω вращения ножевых барабанов и глубина h

погружения каретки в разрыхляемый продукт.

Для определения численного значения коэффициентов уравнения (1) нами проведен полнофакторный эксперимент с трехкратным дублированием каждого опыта.

Разрыхлению подвергались две одинаковые кипы хлопка с физико-механическими показателями, приведенными в табл.1.

Таблица 1

Селекция	Марка	Сорт	Штапельная длина, мм	База	Размер, мм	Относительная разрывная нагрузка, г/текс	Линейная плотность, текс	% зрелых волокон	Сумма пороков
Таш-1	175-195	1	32.3	33	977	20	186	72.0	1.40

Значения мощности, потребляемой электроприводом ножевых барабанов, записывали самопишущим прибором марки Н-355; массу волокна, снимаемого за один проход питателя, определяли прямым

взвешиванием; среднюю массу клочка определяли методом ручного разбора. Разводку между колками ножевого барабана и поддерживающей решеткой устанавливали равной нулю.

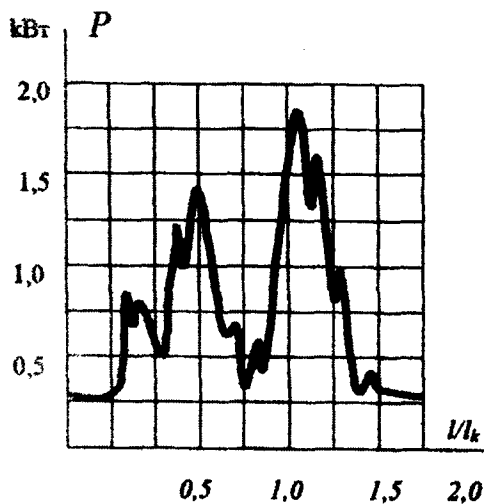


Рис. 1

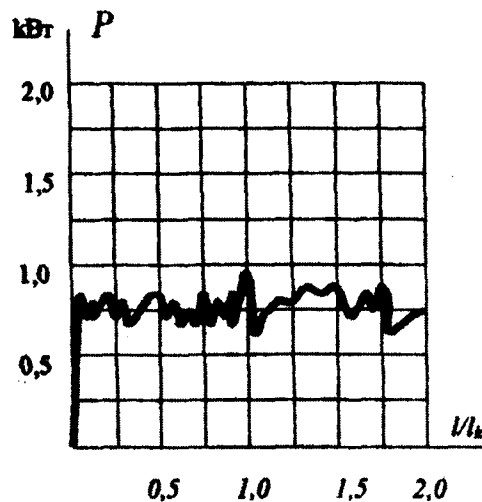


Рис. 2

Характерные оциллограммы мощности, потребляемой электроприводами ножевых барабанов и каретки для опыта №16 (табл.2), представлены на рис.1 и 2.

В табл.2 приведены результаты экспериментальных данных.

Таблица 2

$\omega (x_1)$, об/мин	$V (x_2)$, м/мин	$h (x_3)$, мм	$P (y_1)$, Вт	$M (y_2)$, кг	$Q (y_3)$, кг/ч
900	5	2	450	1450	218
900	5	2	320	1260	189
900	5	2	460	1520	228
900	5	7	580	267	401
900	5	7	560	2570	386
900	5	7	700	2440	366
900	10	2	444	1540	462
900	10	2	456	1520	456
900	10	2	490	1480	44
900	10	7	350	3900	1170
900	10	7	740	3650	1095
900	10	7	600	3835	1151
1200	5	2	270	850	128
1200	5	2	380	1050	158
1200	5	2	500	1420	213
1200	5	7	1100	3935	590
1200	5	7	980	3910	587
1200	5	7	1140	4460	669
1200	10	2	310	1120	336
1200	10	2	410	1580	474
1200	10	2	470	1455	437
1200	10	7	1180	4350	1305
1200	10	7	1440	4960	1488
1200	10	7	1140	4590	1377

По экспериментальным данным рассчитаны коэффициенты регрессии b_{ij} , значения которых сведены в табл.3.

Таблица 3

№	у	b ₀	b ₁	b ₂	b ₃	b ₁₂	b ₁₃	b ₂₃	b ₁₂₃
1	P _{ср} , Вт	653	248	32	124	25	138	15	16
2	Q, кг/ч	596	285	253	50	129	71	3	2
3	M, кг	2561	1211	270	245	171	350	-68	-108

По уравнениям регрессии (1) для P_{ср}, Q, M рассчитаны оптимальные значения V₀, ω₀, h₀, удовлетворяющие условию

$$\begin{aligned}
 P_{ср} &\rightarrow \min, \\
 Q &= Q_0, \\
 M &= M_0.
 \end{aligned}
 \quad (2)$$

Расчет оптимальных значений переменных осуществляли методом границ по следующему алгоритму: для заданных значений Q₀ и M₀ методом сканирования выбиралось такое P_{min}, при котором решение системы нелинейных уравнений (1) (2) удовлетворяло значениям x_i, соответствующим Q₀ и M₀.

Результаты расчетов сведены в табл.4.

Таблица 4

№	M ₀ , кг	Q ₀ , кг/ч	P _{min} , Вт	h ₀ , мм	V ₀ , м/мин	ω ₀ , об/мин
1.1	2.0	300	1110	3.8	5.0	1050
1.2	2.0	400	1010	3.9	6.4	919
1.3	2.0	500	1010	3.4	8.1	957
1.4	2.0	600	1010	3.0	10.0	992
2.1	3.0	500	1510	6.3	5.4	1024
2.2	3.0	600	1410	6.4	6.4	971
2.3	3.0	700	1310	6.2	7.5	935
2.4	3.0	800	1210	5.8	8.6	906
3.1	4.0	700	2110	6.8	5.6	1186
3.2	4.0	800	2110	6.7	6.5	1182
3.3	4.0	900	2110	6.6	7.5	1176
3.4	4.0	1000	2010	6.8	8.1	1115
3.5	4.0	1100	1910	6.8	9.0	1073

По результатам табл.4 построены зависимости между регулируемым (Q, M) и

регулирующими координатами процесса, представленные на рис.3 и 4.

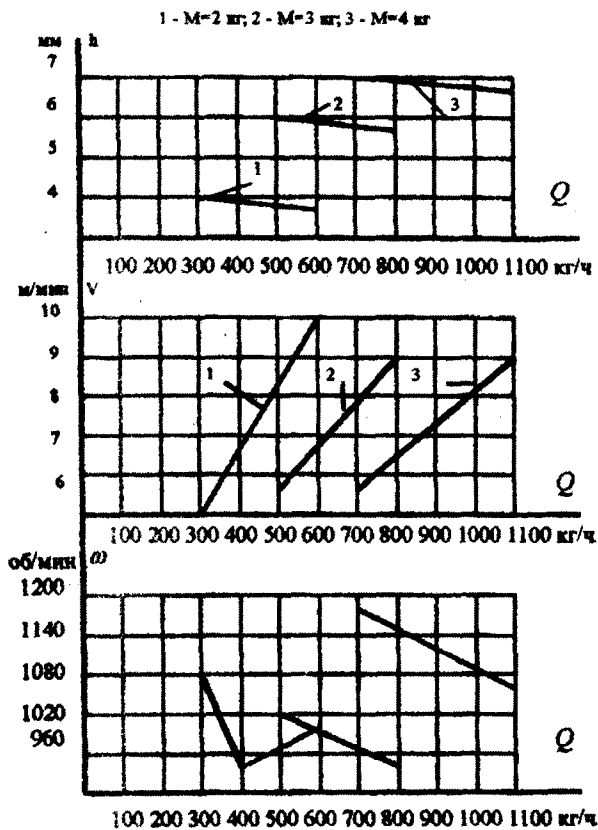


Рис. 3

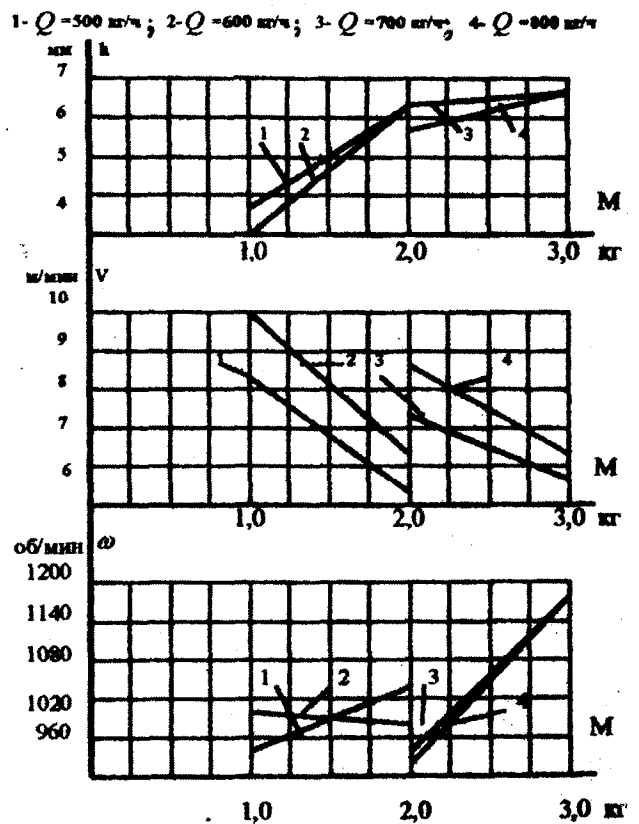


Рис. 4

ВЫВОДЫ

Анализ полученных результатов позволяет заключить, что исходная задача управления может быть декомпозирована на три практически независимые задачи:

1) задачу управления величиной снимаемой M массы, решаемую путем регулирования глубины погружения h отбирающего узла питателя в ставку кип;

2) задачу управления производительностью Q , решаемую путем регулирования скорости V перемещения питателя над ставкой кип;

3) задачу управления мощностью P , потребляемой приводом рыхлящих барабанов, решаемую путем регулирования частоты их вращения ω .

ЛИТЕРАТУРА

1. Сашкин В.П., Семенов А.Д. Выбор рациональных режимов работы кипного питателя с верхним отбором волокна из кип // Сб. научн. тр. ВНИЛтекмаш: Создание, исследование, средства контроля и управления технологическими процессами в прядильном производстве. – М., 1989. С.3...9.

2. Семенов А.Д., Сашкин В.П. Автоматизация режимов работы автоматического кипного питателя с верхним отбором волокна // Сб. научн. тр. ВНИЛтекмаш: Оборудование предпрядильного производства и средства электронного контроля и управления технологическими процессами. – М.: 1987. С.3...8.

Рекомендована кафедрой теоретической и прикладной механики. Поступила 05.05.00.

УДК 62-83:621.313.13.014:677.057

ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД
МОТАЛЬНОЙ ГОЛОВКИ

В.В.СОЛОВЬЕВА

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

В современных мотальных автоматах в основном применяется контактный способ наматывания. Его сущность поясняет кинематическая схема мотальной головки, изображенная на рис. 1.

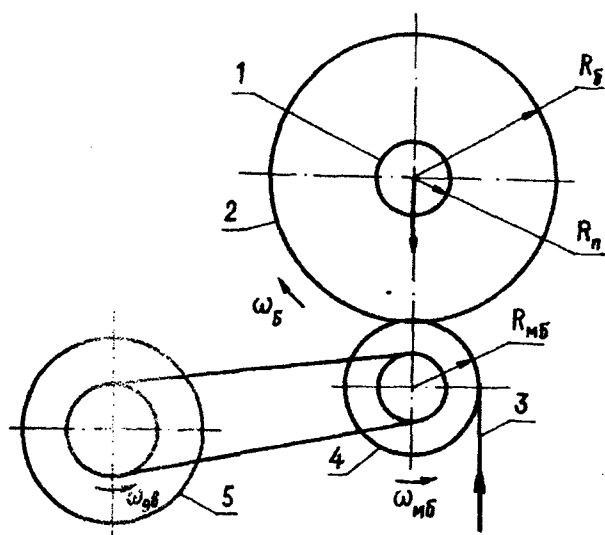


Рис. 1

Находящаяся на патроне 1 бобина 2 с перематываемой пряжей 3 приводится во вращение за счет трения о мотальный барабанчик 4, который через ременную передачу вращается микроэлектродвигателем 5. В зависимости от химического состава и параметров пряжи скорость V_n ее перематывания составляет 400...1500 м/мин. Для

предотвращения жгутовой намотки мотальная головка снабжается модулятором, сообщаемым бобине колебания в осевом направлении [1].

При работе такой мотальной головки в автоматическом режиме ее индивидуальный электропривод должен обеспечивать разгон бобины с заданным ускорением, исключая ее проскальзывание относительно мотального барабанчика, регулирование и стабилизацию частоты его вращения в установившемся режиме, быстрое торможение мотального барабанчика и реверсирование его вместе с бобиной при ликвидации обрыва пряжи [1].

Поэтому при проектировании индивидуального электропривода мотальной головки большую значимость приобретает правильный выбор мощности электродвигателя, его типа и способов управления, обеспечивающих уменьшение энергопотребления в указанных выше режимах работы.

Мощность электродвигателя определяется развиваемым им при номинальной частоте вращения электромагнитным моментом, уравнивающим две составляющие момента нагрузки [2]:

$$M = M_c + J \frac{d\omega_{дв}}{dt}, \quad (1)$$

где M_c – статический момент сопротивления, Н·м; J – момент инерции тел вращения мотальной головки, приведенный к валу электродвигателя, кг·м²; $\omega_{дв}$ – частота вращения электродвигателя, рад/с; t – время, с.

При расчете M_c и J , учитывая небольшую конусность конических бобины и патронодержателя, представим их равными по высоте и эквивалентными по объему цилиндрами.

Тогда момент сопротивления будет равен

$$M_c = \frac{M_{нат}}{i_{мб} i_б \eta_{мб} \eta_б} = \frac{TR_{мб}}{i_{мб} \eta_{мб} \eta_б}, \quad (2)$$

где $M_{нат} = TR_б$ – момент, создаваемый натяжением перематываемой пряжи, Н·м; T – сила натяжения пряжи, Н; $R_б$ – средний радиус бобины, м; $R_{мб}$ – радиус мотального барабанчика, м; $i_{мб}$, $i_б$ – передаточные числа передач электродвигатель – мотальный барабанчик и мотальный барабанчик – бобина; $\eta_{мб}$, $\eta_б$ – КПД передач электродвигатель – мотальный барабанчик и мотальный барабанчик – бобина.

Суммарный момент инерции рассчитаем по формуле

$$J = J_{дв} + \frac{J_{мб}}{i_{мб}^2} + \frac{J_{п} + J_б}{i_{мб}^2 i_б^2}, \quad (3)$$

где $J_{дв}$ – момент инерции ротора электродвигателя, кг·м²; $J_{мб}$ – момент инерции мотального барабанчика, кг·м²; $J_{п}$ – момент инерции патронодержателя, кг·м²; $J_б$ – момент инерции бобины, кг·м².

С учетом принятых допущений

$$J_б = \frac{\pi}{2} \rho_б h_б (R_б^4 - R_п^4), \quad (4)$$

где $\rho_б$ – средняя плотность намотанной на бобину пряжи, кг/м³; $h_б$ – высота намотки пряжи на бобину, м; $R_п$ – средний радиус патронодержателя, м.

Максимально допустимое ускорение вала электродвигателя при разгоне бобины определим из условия отсутствия ее про-

скальзывания относительно мотального барабанчика. Для этого суммарный момент, приложенный к бобине, не должен превышать момент трения качения бобины по мотальному барабанчику:

$$M_{нат} + (J_{п} + J_б) \frac{d\omega_б}{dt} \leq M_{тр}, \quad (5)$$

где $\omega_б$ – частота вращения бобины, рад/с; $M_{тр} = K_{тк} F_{пр}$ – момент трения качения бобины, Н·м; $K_{тк}$ – коэффициент трения качения бобины по мотальному барабанчику, м; $F_{пр}$ – нормальная составляющая силы прижима бобины к мотальному барабанчику, Н.

Подставив выражения для $M_{нат}$, $M_{тр}$ и (4) в (5) и учитывая, что $\omega_{дв} = i_{мб} i_б \omega_б$, при $R_б > 1,5R_п$ получим

$$\left| \frac{d\omega_{дв}}{dt} \right|_{доп} = \frac{i_{мб} (K_{тк} F_{пр} - TR_б) R_б}{R_{мб} (J_{п} + \frac{\pi}{2} \rho_б h_б R_б^4)}$$

Допустимое ускорение вала электродвигателя можно увеличить, используя для прижима бобины к мотальному барабанчику пружинные или пневматические прижимные механизмы [1], изменяющие $F_{пр}$ прямо пропорционально $R_б$, и выполнив патронодержатель полым и сетчатым. Тогда, приняв $J_{п} = 0$:

$$\left| \frac{d\omega_{дв}}{dt} \right|_{доп} = \frac{2(K_{тк} C_{пр} - T) i_{мб}}{\pi \rho_б h_б R_б^2 R_{мб}}, \quad (6)$$

где $C_{пр}$ – коэффициент жесткости прижимного механизма, Н/м.

Необходимая мощность электродвигателя мотальной головки рассчитывается методом последовательных приближений [2]. На первом этапе по формуле (2) определяется статический момент сопротивления и выбирается номинальная мощность электродвигателя. Затем с помощью выражений (3), (4) и (6) для максимального радиуса бобины находится динамическая составляющая момента нагрузки (1), результирующее значение которого позволяет

оценить необходимую перегрузочную способность электродвигателя.

Выбирая тип электродвигателя для мотальной головки, необходимо отметить, что из-за несоответствия требованию надежности для ее привода не могут быть рекомендованы двигатели постоянного тока (ДПТ), а асинхронные микродвигатели (АД) обладают низкими коэффициентом мощности и КПД, имеют наиболее сложные системы управления частотой вращения [2,3].

Преимущества АД и ДПТ сочетают в себе вентильные электродвигатели (ВД), из всего конструктивного многообразия которых с учетом предъявляемых требований и по условию электромагнитной совместимости с системой управления в мотальной головке предпочтительней устанавливать ВД с дискретным датчиком положения ротора (ДПР) и полупроводниковым коммутатором (ПК), выполненным с обратной связью по фазным токам его синхронной электрической машины (ЭМ) и формирующим их непрерывным способом.

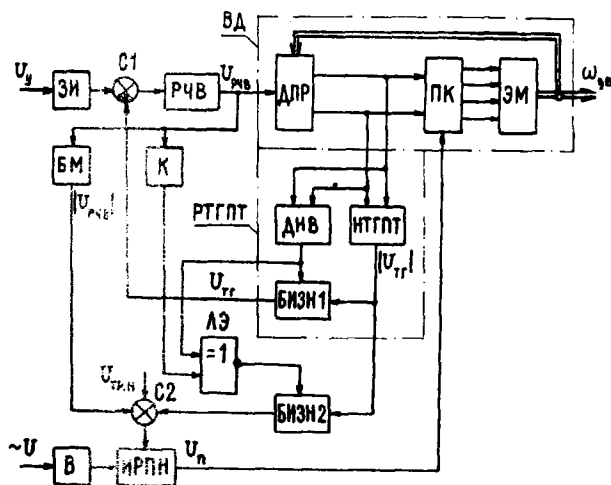


Рис. 2

Структурная схема индивидуального электропривода мотальной головки с таким ВД изображена на рис.2 [4]. Его контур регулирования частоты вращения содержит задатчик интенсивности ЗИ, определяющий допустимое ускорение электро-

двигателя, сумматор С1, регулятор частоты вращения РЧВ, ВД и реверсивный тахогенератор постоянного тока РТГПТ, состоящий из нереверсивного тахогенератора постоянного тока НТГПТ, блока изменения знака напряжения БИЗН1 и датчика направления вращения ДНВ, выходное напряжение которого в зависимости от направления вращения ВД принимает значение, соответствующее логической 1 или 0.

НТГПТ представляет собой преобразователь частота-напряжение [5], поэтому его выходное напряжение $|U_{\pi}|$ прямо пропорционально абсолютному значению $|\omega_{\text{вв}}|$ и соответственно амплитуде ЭДС вращения фазных обмоток ВД $|E_{c \text{ max}}|$. Полярность этого напряжения в соответствии с направлением вращения изменяется БИЗН1.

Для уменьшения рассеиваемой в ПК мощности и снижения энергопотребления ВД при пуске, торможении и в установившемся режиме на выходе выпрямителя В установлен импульсный регулятор постоянного напряжения (ИРПН), который поддерживает на силовых транзисторах ПК минимально допустимое напряжение $U_{\text{тр.н}}$, необходимое для их работы в активном режиме при амплитуде фазных токов $I_{c \text{ max}}$. Напряжение управления ИРПН формируется сумматором С2, на входы которого поступают напряжение блока изменения знака напряжения БИЗН2, пропорциональное $I_{c \text{ max}}$ напряжение блока модуля БМ $|U_{\text{рчв}}|$ и напряжение смещения, задающее $U_{\text{тр.н}}$. Полярность выходного напряжения БИЗН2 в зависимости от режима работы ВД, определяемого логическими уровнями выходных напряжений компаратора К и ДНВ, изменяется логическим элементом исключаяющее ИЛИ с инверсным выходом ЛЭ.

При пуске и в установившемся режиме работы ВД логические уровни выходных напряжений К и ДНВ одинаковые и с ИРПН на ВД подается напряжение

$$U_{\pi} = |E_{c \text{ max}}| + |I_{c \text{ max}} R_c| + U_{\text{тр.н}}, \quad (7)$$

где R_c – активное сопротивление фазных обмоток ВД, Ом.

В режиме торможения полярность выходного напряжения РЧВ $U_{рчв}$ изменяется на противоположную и логические уровни напряжений на входах ЛЭ будут неодинаковые. Поэтому с С2 на управляющий вход ИРПН подается напряжение, в соответствии с которым он должен формировать напряжение

$$U_{п} = -|E_{с\max}| + |I_{с\max} R_c| + U_{тр.н}. \quad (8)$$

В начале процесса торможения

$$|E_{с\max}| > |I_{с\max} R_c| + U_{тр.н} \quad (9)$$

ИРПН отключается от В и ВД работает в режиме управляемого динамического торможения, осуществляемого силовыми транзисторами ПК под действием ЭДС вращения ЭМ. В этом режиме для торможения ротора ВД и мотального барабанчика будет использоваться накопленная ими кинетическая энергия.

На низких частотах вращения условие (9) не соблюдается, а динамическое торможение становится неэффективным и ВД автоматически переводится в режим торможения противовключением, которое производится при пониженном напряжении питания, определяемым из выражения (8). Его анализ показывает, что при таком торможении так же, как и при пуске, и в установившемся режиме, напряжение на силовых транзисторах ПК при $I_{с\max}$ будет

минимально и равно $U_{тр.н}$. Это приводит к снижению мощности потерь в ПК и всей мощности, потребляемой ВД.

ВЫВОДЫ

1. Определены максимальный момент нагрузки электродвигателя мотальной головки и допустимое ускорение его ротора, при котором будет отсутствовать проскальзывание бобины относительно мотального барабанчика.

2. Разработана структура индивидуального вентильного электропривода мотальной головки, обладающего пониженным энергопотреблением в переходных и в установившемся режимах работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Теория процессов, технология и оборудование подготовительных операций ткачества. / С.Д. Николаев, Р.И. Сумарукова, С.С. Юхин и др. – М.: Легпромбытиздат, 1993.

2. Волков Н.И., Миловзоров В.П. Электромашинные устройства автоматики. – М.: Высшая школа, 1986.

3. Башарин А.В., Новиков В.А., Соколовский Г.Г. Управление электроприводами. – Л.: Энергоиздат, 1982.

4. Патент № 2142193 РФ. Реверсивный вентильный электропривод (варианты) / Соловьева В.В., Соловьев В.А. – Оpubл., 1999. Бюл. № 33.

5. Соловьев В.А., Соловьева В.В. // Изв. вузов. Электромеханика. – 1998, № 4. С. 76...79.

Рекомендована кафедрой автоматики и промышленной электроники. Поступила 20.07.00.

УДК [677.021.17:533.6]:519.711

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ И АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ
КОЭФФИЦИЕНТОВ ПЕРЕНОСА ВЛАГИ В ТЕКСТИЛЬНОМ МАТЕРИАЛЕ
ПРИ КАПИЛЛЯРНОМ ВПИТЫВАНИИ**

Е.Е. МЕЗИНА, М.Н. ГЕРАСИМОВ, А.П. КОЗЫРИН, С.В. ЛОГИНОВ

(Ивановская государственная текстильная академия)

При контакте капиллярных пористых материалов с жидкостью процесс распространения влаги существенно зависит от коэффициентов переноса, которые в процессе обработки материала не остаются постоянными, а зависят от его влагосодержания и температуры.

Для математического моделирования технологических процессов жидкостной обработки материала необходимо знать эти зависимости. Только в этом случае посредством компьютерного моделирования можно найти наилучшее технологическое решение.

Нам предлагается методика, объединяющая численный и натурный эксперимент и позволяющая найти указанные зависимости.

Движение влаги в материале, поверхность которого смачивается обрабатывающей жидкостью, опишем уравнением [1, 2]:

$$\frac{\partial U}{\partial t} + v \frac{\partial U}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} \left(D(U) \frac{\partial U}{\partial x} \right). \quad (1)$$

Здесь $v = \frac{\partial l}{\partial t} = \frac{r^2}{2\eta l} (p - \rho g l \sin \alpha)$ – скорость поднятия жидкости в капилляре; $p = 2\gamma \cos \theta / r$ – капиллярное давление паровоздушной смеси в порах материала; l – длина заполненного жидкостью участка капилляра; ρ – плотность жидкости; g – ускорение силы тяжести; η – вязкость жидкости; θ – краевой угол смачивания жидкостью поверхности капилляра; α – угол наклона капилляра по отношению к горизонтальной плоскости; r – радиус капилляра.

К уравнению (1) присоединяются начальные и граничные условия:

$$U_{t=0} = \varphi(x), \quad (2)$$

$$U_{x=0} = U_0, \quad \frac{\partial U}{\partial x} \Big|_{x=N} = 0, \quad (3)$$

где $t=0$ – начальный момент времени; $\varphi(x)$ – заданное начальное распределение влаги по сечению материала.

Поставленная выше задача является одномерной, так как текстильный матери-

ал можно считать бесконечной пластиной толщиной $2H$.

Для численного решения системы дифференциального уравнения (1) при условиях (2) и (3) применяли метод конечных

$$\frac{U_i^{k+1} - U_i^k}{\tau} + v_i^k \frac{U_{i+1}^{k+1} - U_{i-1}^{k+1}}{2h} = \frac{1}{h^2} \left(D_{i+0.5}^k (U_{i+1}^{k+1} - U_i^{k+1}) - D_{i-0.5}^k (U_i^{k+1} - U_{i-1}^{k+1}) \right). \quad (4)$$

Конечно-разностная аппроксимация граничных условий в описываемом нами случае выглядит так:

$$U_1^{k+1} = U_0, \quad (5)$$

$$U_{N-1}^{k+1} = U_N^{k+1}, \quad (6)$$

где U_i^k – влагосодержание в узле с номером i в момент времени k ; N – общее число узлов на оси x .

Выразим коэффициенты $D_{i+0.5}^k, D_{i-0.5}^k$:

$$D_{i+0.5}^k = (D_{i+1}^k + D_i^k)/2; \quad (7)$$

$$D_{i-0.5}^k = (D_i^k + D_{i-1}^k)/2.$$

Формулу (4) приведем к виду

$$a_i^k U_{i-1}^{k+1} + b_i^k U_i^k + c_i^k U_{i+1}^{k+1} = f_i^k, \quad (8)$$

где $i=2, 3, \dots, N-1$.

Для численного решения воспользуемся методом прогонки [3]. Значения влагосодержаний в узлах найдем из уравнения

$$U_{i-1}^{k+1} = L_i^k U_i^{k+1} + M_i^k, \quad (9)$$

где прогоночные коэффициенты L_i^k, M_i^k определяются по формулам

разностей [3]. Устойчивость вычислительного процесса обеспечивалась одной из разновидностей неявных конечно-разностных схем:

$$L_{i+1}^k = -\frac{C_i^k}{a_i^k L_i^k + b_i^k}, \quad (10)$$

$$M_{i+1}^k = \frac{f_i^k - a_i^k M_i^k}{a_i^k L_i^k + b_i^k}.$$

Влагосодержание в последнем N -м узле определим из условия (3):

$$U_N^{k+1} = U_{N-1}^{k+1}.$$

Откуда

$$U_N^{k+1} = \frac{M_N^k}{(1 - L_N^k)}. \quad (11)$$

Предложенная выше математическая модель при проведении численного эксперимента показала хорошую устойчивость и быструю сходимость, так как была применена неявная конечно-разностная схема. Это позволяет применять ее при различных значениях шагов по времени τ и по координате h .

Как показывают натурные эксперименты, зависимость коэффициента переноса D от влагосодержания U оказалась достаточно сложной. В разработанном нами алгоритме зависимость $D(U)$ представлена в виде сложной сеточной функции. Некоторые произвольно выбранные значения влагосодержания $U_1, U_2, U_3, \dots, U_N$ будут определять соответствующие им значения коэффициента переноса $D_1, D_2, D_3, \dots, D_N$, которые сводятся в таблицу.

Если при численном решении дифференциального уравнения (1) потребуется значение коэффициента переноса D для такого влагосодержания, которого нет в указанной таблице, то его можно будет восстановить с помощью линейной интерполяции по ближайшим табличным значениям зависимости $D(U)$. Таким образом, задача сводится к отысканию указанных табличных значений.

Для достижения этой цели воспользуемся одним из численных методов безусловной оптимизации – методом наискорейшего спуска.

Введем меру близости Q полученного численного решения уравнения влагопереноса $U(t^k, x_i)$ действительному значению процесса в экспериментальной физической установке $\tilde{U}(t^k, x_i)$:

$$Q = \sum_{k=0}^M \sum_{i=1}^N \left(U(t^k, x_i) - \tilde{U}(t^k, x_i) \right)^2 / (MN). \quad (12)$$

Эта мера близости в дальнейшем будет использована в качестве целевой функции. Очевидно, что Q будет зависеть от указанных табличных значений $D_1, D_2, D_3, \dots, D_N$. Следовательно, задача сводится к отысканию таких значений $D_1^*, D_2^*, D_3^*, \dots, D_N^*$, при которых обеспечивается наилучшее приближение численного решения к результатам натурального эксперимента.

Алгоритм оптимизации в данном случае удобно взять в виде

$$D_i^{m+1} = D_i^m - \lambda \frac{\partial Q}{\partial D_i}, \quad (13)$$

а входящие в метод наискорейшего спуска частные производные – удобнее вычислять разностным способом:

$$\frac{\partial Q}{\partial D_1} = \frac{Q(D_1 + \Delta D_1, D_2, D_3, \dots, D_N) - Q(D_1, D_2, D_3, \dots, D_N)}{\Delta D}, \quad (14)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial D_2} = \frac{Q(D_1, D_2 + \Delta D_2, D_3, \dots, D_N) - Q(D_1, D_2, D_3, \dots, D_N)}{\Delta D}. \quad (15)$$

Поиск прекращается, когда начнет выполняться условие

$$\sum_{i=1}^N \left(\frac{\partial Q}{\partial D_i} \right)^2 < \varepsilon, \quad (16)$$

где ε – заданная малая величина.

После того, как оптимальная зависимость $D(U)$ найдена, перейдем к решению более сложной задачи. В [1, 2] утверждается, что описание переноса влаги улучшается, если в уравнение (1) включить дополнительное слагаемое с коэффициентом A ,

которое также может зависеть от влагосодержания:

$$\frac{\partial U}{\partial T} + v \frac{\partial U}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} \left(D(U) \frac{\partial U}{\partial x} + A(U) \frac{\partial^2 U}{\partial t \partial x} \right). \quad (17)$$

Соответствующая разностная схема этого уравнения имеет вид

$$\frac{U_i^{k+1} - U_i^k}{\tau} + v_i^k \frac{U_{i+1}^{k+1} - U_{i-1}^{k+1}}{2h} = \frac{1}{h^2} (D_{i+0,5}^k (U_{i+1}^{k+1} - U_i^{k+1}) - D_{i-0,5}^{k+1} (U_i^{k+1} - U_{i-1}^{k+1})) +$$

$$+ \frac{i}{\tau} (A_{i+0,5}^k (U_{i+1}^{k+1} - U_i^{k+1}) - A_{i-0,5}^k (U_i^{k+1} - U_{i-1}^{k+1}) - A_{i+0,5}^{k-1} (U_{i+1}^k - U_i^k) +$$

$$+ A_{i-0,5}^{k-1} (U_i^k - U_{i-1}^k)) \quad (18)$$

Численные эксперименты показывают, что предпочтение уравнению (1) или (17) отдается в зависимости от исследуемой среды и требуемой точности, которая диктуется поставленной задачей.

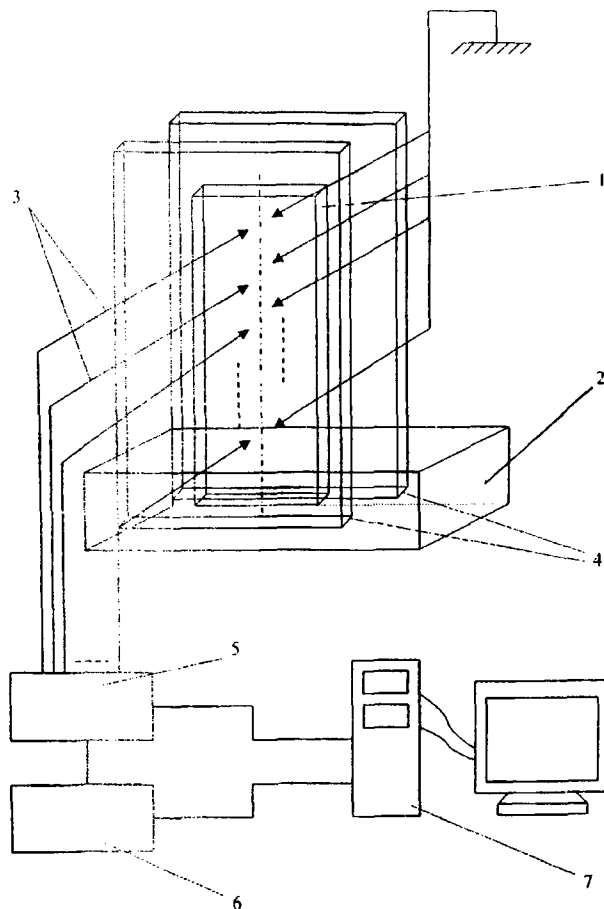


Рис. 1

Адекватность математической модели оценивалась при помощи экспериментальной установки, изображенной на рис. 1, где исследуемый материал 1 зажат между пластинами 4 и помещен в кювету с пропитывающей жидкостью 2. По высоте материала расположены датчики влажесодержаний 3. Кабели от датчиков заземлены. Каждый датчик соединен с коммутатором 5. Сигнал от коммутатора поступает на аналого-цифровой преобразователь (АЦП) 6. Коммутатор и АЦП подключены к персональному компьютеру 7. По мере продвижения пропитывающего раствора значение сопротивления датчиков меняется. Сигнал сначала поступает на коммутатор, затем на АЦП и далее записывается в память компьютера, где производится соответствующий математический анализ по описанной выше методике.

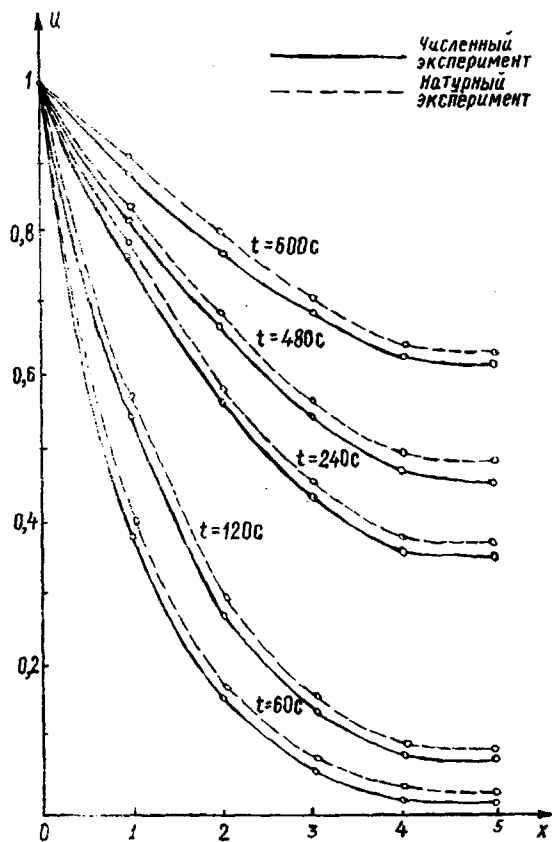


Рис. 2

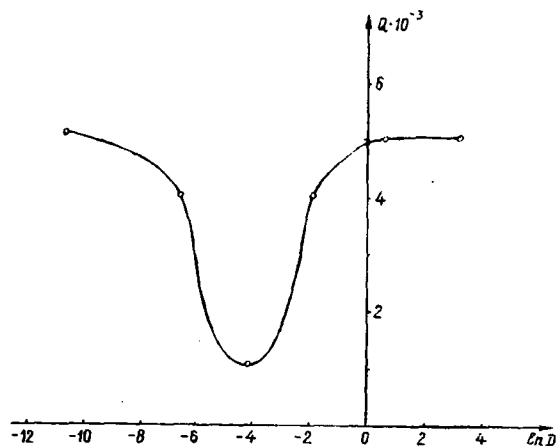


Рис. 3

Результаты проведенных натуральных и численных экспериментов представлены на рис. 2 и 3. На рис.2 показано изменение влагосодержания материала в пространстве и во времени, полученное при помощи экспериментальной установки и расчетным путем с использованием предложенной математической модели, а на рис.3 изображена зависимость целевой функции Q от коэффициента переноса массы D и найдено достоверное значение коэффициента переноса массы D . Как видно из графика $Q=f(D)$, достоверное значение коэффициента диффузии определяется экстремумом целевой функции Q .

Целью дальнейших исследований является проведение численных и натуральных экспериментов для получения достоверных значений коэффициентов переноса при различных значениях влагосодержания и температуры для капиллярно-пористых текстильных материалов.

ВЫВОДЫ

1. Разработана методика отыскания зависимости коэффициентов переноса массы от влагосодержания для текстильных материалов.
2. Предложены две математические модели для определения коэффициентов переноса массы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Юзефович Г. Задача расчета движения почвенной влаги // В сб.: Использование математических методов и вычислительной техники в сельском хозяйстве. – 1968. С.237...240.
2. Янгарбер В. О численном решении модифицированного уравнения влагопереноса // В сб.: Использование математических методов и вычислительной техники в сельском хозяйстве. – 1968. С.241...243.
3. Калиткин Н.Н. Численные методы. – М.: Наука, 1978.

Рекомендована кафедрой теплотехники. Поступила 19.09.00.

УДК [677,021,17:533.6]:519.711

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОННЫХ СИСТЕМ
ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ МЕТАЛЛА
РАБОЧИХ ОРГАНОВ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАШИН**

С.Г.СИДОРОВ, В.П.ЖУКОВ, Ф.Н.ЯСИНСКИЙ

(Ивановская государственная текстильная академия,
Ивановский государственный энергетический университет)

При эксплуатации текстильного оборудования вопрос о продлении его службы связан с возможностью оперативной диагностики состояния металлических конструкций. Для решения этой проблемы разработана система классификации состояний металла: определение категории повреждения металла (КПМ) [1].

В зависимости от категории повреждения решается вопрос о возможности дальнейшей эксплуатации изделия. Однако при определении КПМ сталкиваются с рядом проблем: оценку металла может дать эксперт в данной области, для подготовки которого требуется длительное время; оценки разных экспертов часто не совпадают; четкие алгоритмы определения КПМ отсутствуют.

Для достоверной автоматизированной оценки состояния металла предлагается использовать нейронные сети [2], под которыми в данном случае понимаются ими-

тирующие их работу компьютерные программы. Применение нейронной сети для конкретной задачи связано с выбором структуры сети, выбором алгоритма ее обучения и выбором параметров сети.

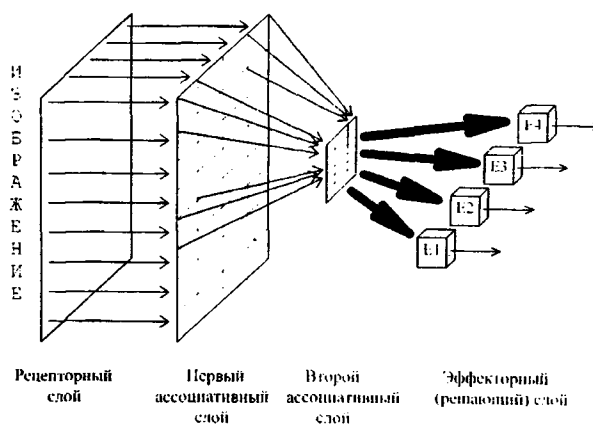


Рис. 1



а) категория 1



б) категория 76

Рис. 2

В целях оценки состояния металла выбрана двухслойная сеть с эффекторным (решающим) слоем, структура которой показана на рис. 1. На вход сети подается изображение микрообразца. Примеры исходных изображений (фотоснимки металлов разных категорий) приведены на рис. 2. Каждый слой сети – это матрица определенного размера. Подать изображение на рецепторный слой – означает заполнить соответствующие элементы матрицы числами, определяющими цвет экранного пикселя. Рецепторный слой связан с первым ассоциативным слоем, а тот, в свою очередь, – со вторым ассоциативным слоем, информация с которого поступает на эффекторный слой. Связи между слоями характеризуются весовыми коэффициентами, которые подбираются при обучении сети. На выходе эффекторного слоя получается четырехразрядное двоичное число, которое определяет категорию повреждения металла микрообразца.

Технология создания, обучения и эксплуатации нейронной сети применительно к задаче распознавания образов строится следующим образом.

1. Формируется набор обучающих образов с известными категориями повреждения металла.

2. Осуществляется первоначальная настройка нейронной сети – весовым ко-

эффициентам присваиваются случайные значения.

3. Обучающие последовательности в определенном порядке предъявляются нейронной сети. Нейронная сеть в соответствии с имеющейся матрицей весов классифицирует предъявленные образы. Полученные результаты сравниваются с оценками экспертов. На основе этого сравнения происходит коррекция весовых коэффициентов нейронной сети. Процесс коррекции весовых коэффициентов называется процессом обучения.

4. Обучение продолжается до тех пор, пока результаты оценки нейронной сетью с заданной вероятностью не совпадут с эталонными оценками экспертов.

5. После этого нейронная сеть считается настроенной (обученной) на задачу распознавания образов и ее можно использовать для классификации других снимков. Имеется возможность производить последующее дообучение нейронной сети в процессе ее эксплуатации.

Рассмотрим далее некоторые аспекты оптимизации параметров сформированной сети.

При передаче информации между слоями часть ее отсеивается – для этого применены так называемые пороги. У каждого ассоциативного слоя используется свой порог. Если передаваемое на слой

значение не превышает заданный порог, то оно отбрасывается (то есть принимает значение, равное нулю).

Применение порогов позволяет отбросить незначимую или малозначимую часть информации. Подбор значений порогов является достаточно сложной задачей и производится на основании опыта. Для разных последовательностей образов оптимальные значения порогов могут отличаться. Неправильно подобранные пороги могут замедлять процесс обучения и в ряде случаев сделать его вообще невозможным.

Обучение нейронной сети осуществляется послойно – начиная с последнего слоя. Истинное числовое значение категории сравнивается с числовым значением, сформированным нейронной сетью. Полученная разница представляет собой ошибку распознавания. Ошибка, умноженная на вес обучения соответствующего слоя, представляет собой поправку для весов этого слоя. Далее с учетом полученных поправок происходит корректировка весов всех слоев. Сеть считается обученной, если ошибка распознавания не превышает допустимый предел (в наших экспериментах – не более 1...2%).

При указанной структуре нейронной сети (рис. 1) в оперативной памяти приходится формировать очень большие массивы данных и весов (512x512 элементов), что при использовании данных типа Real соответствует примерно 1,5 Мбайт оперативной памяти. Использование массивов таких размеров резко замедляет обучение нейронной сети.

Для ускорения работы программы и уменьшения требований к оперативной памяти предложено поочередно использовать массивы меньшего размера. При этом массив 400x400 элементов (первый ассоциативный слой), представляющий группу из 400 массивов размером 20x20 элементов, можно заменить одним массивом 20x20 элементов. При работе программы этот массив поочередно обслуживает все группы, сканируя полное изображение. Результат, полученный с помощью одного такого массива, соответствует входному

значению для одной клетки второго ассоциативного слоя.

При традиционном способе обучения нейронной сети на компьютере класса AMD-133 МГц и 16 образах в обучающей последовательности затраты машинного времени составили около 13 мин.

С целью повышения скорости обучения и улучшения его качества опробованы различные методики настройки нейронной сети. Один из таких способов – это последовательное обучение небольшими группами обучающих примеров.

Вся последовательность обучающих образов делится на небольшие группы по 3...4 изображения. Обучение производится по образам внутри группы с ее последующим частичным обновлением и длится до обучения нейросети по входящим в нее образам. При смене группы сеть теряет часть предыдущей информации, но при повторных прохождениях процесса обучения по группам частично ее восстанавливает. Чем меньше образов в группе, тем быстрее идет обучение.

Сравнение скоростей обучения производилось для групп и для всей последовательности. Количество изображений в группе имеет и свой нижний предел. Так, при использовании только двух образов в группе наблюдались ситуации прекращения обучения сети.

Как показала практика, оптимальное число образов в группе составляет 3...4 изображения и ускоряет процесс обучения в 1,5...2 раза.

Другим способом ускорения обучения является спектральный метод. При его использовании обучение нейросети происходит не по внешнему виду снимков, а по их цветовой насыщенности. До начала процесса обучения формируются файлы спектров, которые в дальнейшем используются как обучающие последовательности. Файлы спектров представляют массивы из 256 чисел, каждое из которых показывает долю цвета палитры в анализируемом изображении.

Нейронная сеть в ходе обучения находит те участки спектра, которые характерны для той или иной категории опасности.

На практике этот метод зарекомендовал себя как наиболее быстрый. Время обучения по сравнению с традиционным способом уменьшается в 15...20 раз. Это связано с тем, что в качестве обучающей последовательности подаются не графические массивы размером 512x512 пикселей (262144 элемента), а массивы спектров из 256 элементов. Достоинство метода заключается еще и в том, что он не зависит от ориентации изображения. Как бы ни было подано изображение (прямо, боком, под углом и т.п.), будут анализироваться не контуры, а его цветовая насыщенность, которая во всех случаях окажется одинаковой.

В ходе численных экспериментов установлен факт зависимости обучаемости нейронной сети от порядка предъявления обучаемых последовательностей. Если последовательности одной категории опасности следовали без значительных интервалов, то наблюдались ситуации необучаемости сети. Напротив, при чередовании снимков со значительным интервалом удавалось доводить обучаемость нейронной сети до 98% (при небольшом числе фотографий – до 100%).

Для повышения надежности распознавания целесообразно использовать комбинацию различных методов обучения.

Апробирование программы выявило следующие требования к обучающим последовательностям:

фотографии образов должны быть сделаны в одинаковых условиях: при одинаковом увеличении, освещенности и т.п.;

в процессе обучения должно происходить обязательное чередование снимков, относящихся к разным категориям;

для равномерного обучения количество фотографий в группах с разными категориями должно быть также одинаково;

количество снимков в каждой из категорий определяет качество обучения нейронной сети и ее способность распределять новые снимки по категориям.

Невыполнение этих требований снижает скорость и качество обучения нейронной сети.

ВЫВОДЫ

1. Предложен оперативный способ диагностики состояния металлических конструкций, удобный для использования в условиях текстильного предприятия. Наиболее приемлемой для оценки категории повреждения металла оказалась двухслойная нейронная сеть с эффекторным слоем.

Разбивка обучающей последовательности на группы по 3...4 образа позволила сократить время обучения в 1,5...2 раза.

2. Разработан спектральный метод распознавания категорий повреждения металла, основанный на использовании цветовой гаммы изображений. Его применение позволило сократить время обучения в 15...20 раз.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Копосов А.Я., Израшев Ю.Л.* Совершенствование управления процессом обеспечения живучести стареющих ТЭС // В сб.: Повышение эффективности работы ТЭС и энергосистем. – Иваново, 1998.
2. *Уоссермен Ф.* Нейрокомпьютерная техника. – М.: Мир, 1992.
3. *Випник В.Н., Червоненкис А.Я.* Теория распознавания образов. – М.: Наука, 1974.

Рекомендована кафедрой прикладной математики и вычислительной техники ИГТА. Поступила 17.02.00.

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ВАЛКОВОЕ УСТРОЙСТВО – ТЕКСТИЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ В ФОРМЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ ЦЕПИ

Е. Н. КАЛИНИН

(Ивановская государственная текстильная академия)

Для анализа динамических параметров валкового устройства, взаимодействующего с текстильным материалом, как колебательной системы, позволяющей определить кинематические величины, характеризующие абсолютное и относительное перемещения в принятой системе отсчета, и воспринимаемые элементами системы силы, целесообразно представить ее феноменологическую (концептуальную) модель [1] в форме механической цепи. Последнее обстоятельство позволяет исследовать пространственно-одномерные механические цепи наиболее удобным методом, в котором уравнения движения системы можно написать исходя непосредственно из топологии рассматриваемой механической цепи на основе законов Кирхгофа, что дает возможность применять для описания и анализа механических цепей аппарат теории графов и использовать формализованный и систематический подход к их исследованию.

Согласно теории построения механических цепей [2] динамическая система валкового устройства, взаимодействующего с текстильным материалом, рассматривается в виде совокупности соединенных между собой элементарных пассивных и активных двухполюсников, отражающих соответствующие свойства элементов системы (упругие, диссипативные, инерционные, а также идеализированные источники силы и кинематических величин).

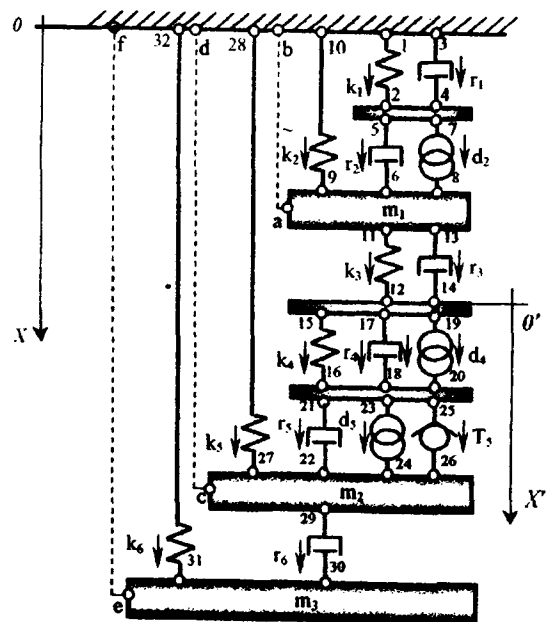


Рис. 1

На рис. 1 изображена пространственно-одномерная механическая цепь, отражающая свойства исследуемой системы, ассоциированные направления двухполюсников которой выбраны одинаковыми для всех элементов относительно принятой системы отсчета.

Динамические свойства исполнительного механизма (линейного пневматического или гидравлического двигателя) представлены в виде параллельно соединенных упругости k_1 и демпфера r_1 , отражающих процессы, протекающие в сопряжении поршень – цилиндр и характеризующиеся, например, наличием сил вязкого

сопротивления, термодинамическими процессами в полостях цилиндра. Полюсы 1 и 3 принадлежат неподвижной поверхности (остову устройства), относительно которой происходит перемещение элементов динамической системы (абсолютная система отсчета), полюсы 2 и 4 соединены невесомой балкой, отражающей свойства поршня исполнительного механизма.

Применительно к используемым в рассматриваемых системах типоразмерам исполнительных механизмов приведенной массой их подвижных элементов ввиду малости можно пренебречь (вырожденный безынерционный элемент). Этот элемент, в свою очередь, воздействует (через полюсы 5, 7) на вал с эластичным покрытием, характеризующийся инерционным элементом (массой) m_1 (полюсы a, b) диссипативным элементом r_2 , отражающим свойства конструкционного демпфирования объекта и обусловленного его поперечной деформацией, с источником d_2 кинематических возмущений (прогиб от общей неуравновешенности и динамический прогиб), а также переменной динамической жесткостью – упругостью k_2 , позволяющей оптимизировать величину поперечного прогиба рабочей части вала [3].

Ввиду того, что упругость k_2 имеет двойную связь – с подвижной массой m_1 (полюс 9) и с неподвижной поверхностью (полюс 10), рассматриваемая механическая цепь может быть определена как непланарная.

Вязкоупругие характеристики эластичного покрытия вала представлены в соответствии с реологическими свойствами полимерного материала в виде упругости k_3 (полюсы 11, 12) и демпфера r_3 (полюсы 13, 14), соединенных невесомой балкой (вырожденный безынерционный элемент). Влиянием массы оболочки ввиду относительной малости пренебрегаем. Поперечная деформация эластичного покрытия относительно геометрической оси вала может быть учтена за счет введения подвижной системы отсчета $O'X'$.

Источником динамических возмущений технологического характера d_4 системы (источник скорости), имеющих ударный характер, является соединение обрабатываемых полотен ткани – шов, поведение которого в условиях кратковременного нагружения характеризуется упругим k_4 и демпфирующим r_4 элементами, соединенными невесомой балкой (полюсы 16, 18, 20), являющейся в рассматриваемой механической цепи вырожденным безынерционным элементом. Ударные возмущения воспринимаются как верхним эластичным валом, так и нижним приводным.

Свойства приводного вала, не имеющего эластичного покрытия, представлены инерционным элементом – массой m_2 (полюсы c, d), демпфером r_5 , характеризующим явление конструкционного демпфирования (полюсы 21, 22), упругостью k_5 , обладающей двойной связью с подвижной массой m_2 (полюс 27), и неподвижным остовом (полюс 28), образующим очередную непланарность.

Источником d_5 кинематических возмущений при стационарном режиме работы вала являются производные от его суммарной поперечной деформации, обусловленной общей неуравновешенностью. Поскольку вал является приводным, то он подвержен одновременному воздействию как поперечных сил, так и крутящего момента, действие которого отражено элементом T_5 (полюсы 25, 26). Диссипативные параметры остова устройства и его упругие характеристики оцениваются элементами r_6 (полюсы 29, 30), массой m_3 (полюсы e, f) и k_6 (полюсы 31, 32) соответственно.

Основываясь на формальном прочтении второго закона Ньютона, заключающемся в том, что если при действии силы масса находится в параллельном соединении с ней, то при действии скорости величина, обратная массе, будет находиться в последовательном соединении [2], получим непланарную механическую цепь колебательной системы. Она представляет

процесс взаимодействия валкового устройства с текстильным материалом с учетом действия источников кинематических возмущений (скоростей) d_2 , d_4 и совместного действия крутящего момента T_5 с

источником кинематического возмущения (скорости) d_5 .

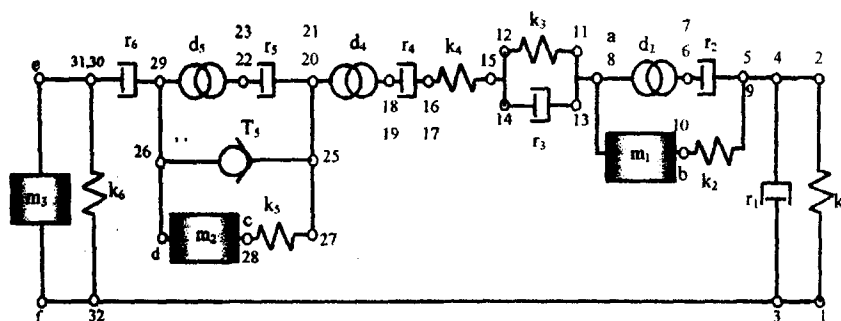


Рис. 2

Нумерация полюсов порождающей механической цепи (рис. 1) сохранена при соединении эквивалентных двухполюсников (рис.2) с соответствующими преобразованиями их взаимодействия и частных комплексных сопротивлений, характеризующих динамические параметры системы в рассматриваемых условиях в виде передаточных функций как двухполюсника, так и цепи в целом, и выражаемые через отношение изображений его переменных: механический импеданс, жесткость, восприимчивость, подвижность.

ВЫВОДЫ

Установлена структурная взаимосвязь элементов динамической системы, представляющей процесс взаимодействия валкового устройства с текстильным материалом в форме непланарной механической цепи, учитывающей действия источников кинематических возмущений и совместного действия крутящего момента с источником кинематического возмущения, являющаяся основой для решения проектно-конструкторских задач динамических сис-

тем типа валковое устройство – текстильный материал.

ЛИТЕРАТУРА

1. Калинин Е.Н., // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2000, №2. С. 106...108.
2. Дружинский И.А. Механические цепи. – Л.: Машиностроение, 1977.
3. Патент РФ № 1747571 МКИ D06C 15/08. Вал для машин отделочного и бумажного производства/ Е.Н. Калинин, Ю.Л. Талепоровский, А.И. Куликов. – Оpubл. 1992. Бюл. № 26.

Рекомендована кафедрой теплотехники. Поступила 02.10.00.

О ФУНДАМЕНТАЛЬНОСТИ ВЫСШЕГО ТЕХНИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ: КОМПЬЮТЕРИЗАЦИЯ ОБУЧЕНИЯ

Д. М. САДЫКОВА

(Российский заочный институт текстильной и легкой промышленности)

Сложившееся в современных социально-экономических условиях противоречие между потребностью в высококвалифицированных специалистах, в том числе и для текстильной промышленности, и существующим уровнем подготовки, в значительной степени возникло в результате несовершенства системы подготовки специалистов с высшим образованием.

При получении высшего образования содержание обучения целесообразно разделить на следующие блоки подготовки: 1) гуманитарный, общенаучный, психолого-педагогический; 2) общепромышленный; 3) производственный; 4) компьютерный (включая компьютерную технологию обучения); 5) специальный [1].

Использование компьютерных методов решения разнообразных задач в режиме обучения и возможности корректировки действий открывают большие возможности в сфере реализации преподавания специальных дисциплин, что само по себе является одной из наиболее актуальных проблем учебного процесса и активизации знаний, а также превращения их в инструмент самостоятельной профессиональной деятельности.

Важным этапом при проведении учебного процесса для получения высшего образования можно рассматривать учебное проектирование как основу информационной технологии обучения. Особое внимание следует уделить одному из основных направлений применения компьютерной

технологии обучения – работе с оборудованием в рамках современных технологий, управляемых микропроцессорными средствами, а именно выработке практических навыков и тренировке.

Реализация принципов проектирования в учебном процессе возможна по двум вариантам: по первому она осуществляется в форме фрагментарных разработок по разделам и темам конкретной дисциплины; при втором – реализуется комплексная система проектирования с учетом межпредметных связей. Второй вариант представляет собой сложную задачу.

В настоящее время при получении высшего образования целесообразнее использовать первый вариант, при котором решение задач на фрагментарном уровне в определенной мере позволяет адаптироваться в среде современных информационных технологий и систем проектирования. Здесь с помощью методов обучения при разработке заданий по специальным дисциплинам должны выдерживаться требования, приводящие к автономно-расчлененной реализации принципов проектирования. При этом одним из требований может являться обязательный анализ и защита курсового проекта.

Учитывая вышеизложенное, отметим необходимость и целесообразность использования учебно-исследовательского проектирования для работы над курсовыми проектами по специальным дисциплинам, а также при дипломном проектирова-

нии. Учебные комплексы в отличие от промышленных обладают особенностями, способствующими быстрой адаптации студентов при выполнении курсовых и дипломных проектов.

Одной из главных задач учебно-исследовательского проектирования является подготовка студентов к активному использованию ЭВМ в своей будущей профессиональной деятельности.

Процесс можно организовать следующим образом. Решение конкретной задачи разбивается на ряд последовательных этапов с представлением промежуточных результатов с целью проведения анализа и принятия необходимого решения. Полученные результаты в пояснительной записке сопровождаются необходимыми комментариями и сравнением их с производственными показателями. Данная система проектирования это – комплекс, предназначенный для обучения студентов методам и средствам решения технологических задач, внедрение которого в учебный процесс позволит студенту эффективнее использовать вычислительную технику при изучении специальных дисциплин, а будущим специалистам облегчит решение вопросов программного управления работой оборудования.

Программный комплекс позволяет произвести:

- расчет на ЭВМ показателей экономической эффективности устанавливаемого оборудования при разных режимах его работы; при незначительных затратах времени можно воспроизвести три-пять вариантов технологических процессов и выбрать из них тот, при котором себестоимость изготовления продукта или изделия будет наименьшей;

- расчет оптимальных режимов работы оборудования. Эта задача требует значительных временных затрат, так как предусматривает применение большого количества формул и вычислений. ЭВМ позволяет осуществлять этот процесс при малых затратах времени и дает возможность выбрать наиболее экономичный вариант и сознательно рекомендовать режимы его работы.

Перечисленные возможности программного комплекса могут использоваться студентами при выполнении лабораторных работ, на практических занятиях и при выполнении курсовых и дипломных проектов, что, в свою очередь, позволит сократить объем пояснительной записки в проектах.

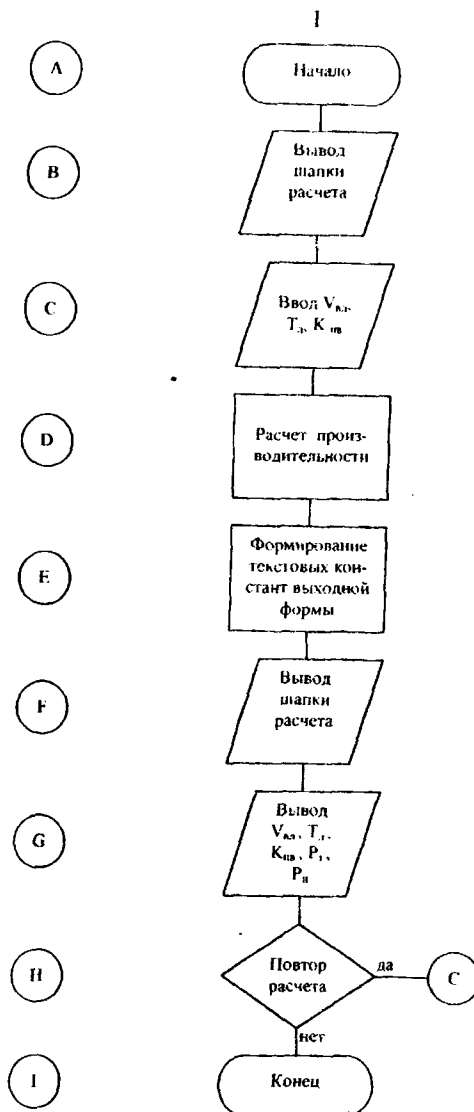


Рис. 1

Важным этапом курсового и дипломного проектирования является определение производительности машин, применяемых в технологической цепочке оборудования для изготовления нитей и изделий. В качестве одного из таких примеров приводится блок-схема программы решения задачи определения производи-

тели чесальной машины на компьютере с вариантами решений, разработанная в РосЗИТЛП и внедренная в учебный процесс (рис. 1). Задача решалась на языке TURBO-BASIK 1.0.

Расчет производительности чесальной машины с различными вариантами представлен в табл. 1.

Таблица 1

Наименование параметра	Значение показателя
Линейная скорость валиков лентоукладчика $V_{вл}$, м/мин	45,00
Линейная плотность вырабатываемой ленты $T_{л}$, текс (г/км)	3570,00
Коэффициент полезного времени $K_{пв}$	0,96
Теорет. производительность P_T , кг/ч	9,64
Норм. производительность P_n , кг/ч	9,25
Линейная скорость валиков лентоукладчика $V_{вл}$, м/мин	122,00
Линейная плотность вырабатываемой ленты $T_{л}$, текс (г/км)	3570,00
Коэффициент полезного времени $K_{пв}$	0,96
Теорет. производительность P_T , кг/ч	26,13
Норм. производительность P_n , кг/ч	25,09
Линейная скорость валиков лентоукладчика $V_{вл}$, м/мин	180,00
Линейная плотность вырабатываемой ленты $T_{л}$, текс (г/км)	3570,00
Коэффициент полезного времени $K_{пв}$	0,96
Теорет. производительность P_T , кг/ч	38,56
Норм. производительность P_n , кг/ч	379,01

При разработке учебно-исследовательского проектирования необходимо осуществлять подбор учебных заданий таким образом, чтобы весь комплекс учебного проектирования при переходе от процесса к процессу базировался на конкретном объекте.

ВЫВОДЫ

Применение учебно-исследовательского проектирования в процессе обучения поднимет качество подготовки и повысит техническую и информационную культуру

будущих специалистов. Работая на ЭВМ, студенты решают конкретные производственные задачи, приобретают навыки использования вычислительной техники в выполнении технологических задач и выборе наиболее рационального варианта из множества других.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Егоров В.В.* Организационно-педагогические основы подготовки инженера-педагога. – М., 1995.

Рекомендована кафедрой технологии прядения.
Поступила 31.10.00

УДК 677.051

**СВОЙСТВА ВОЛОКНИСТОГО МАТЕРИАЛА
И ВИБРАЦИИ В МЕХАНИЗМАХ**

Г. К. КУЗНЕЦОВ, С. Н. ТИТОВ

(Костромской государственной технологической университет)

В классических работах по колебаниям в текстильных машинах [1, 2] в состав элементов упругих систем нигде не включается обрабатываемый материал (волокнистый продукт, нить, ткань). В исследованиях случайных колебаний в текстильных машинах о свойствах текстильного материала, связанных с этими колебаниями, также чаще всего не упоминается [3, 4]. В некоторых случаях при решении задач о вибрациях учет влияния свойств обрабатываемого текстильного объекта весьма желателен и рядом авторов уже отмечается [5, 6]. Анализ виброобстановки в технологическом узле должен служить и поиску способов подавления колебаний, если они нежелательны, и возбуждения их, если они могут интенсифицировать технологический процесс [7, 8].

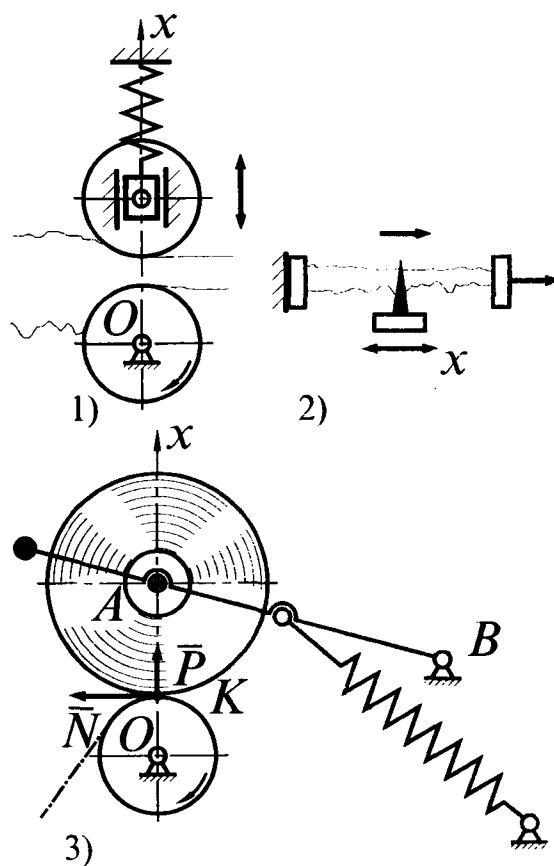


Рис. 1

Рассмотрим для примера три варианта взаимодействия волокнистого материала с рабочими органами машин (рис.1), в каждом из которых волокнистый материал является одновременно фактором, возбуждающим колебания, упругим элементом системы и носителем ее диссипативных свойств.

Вариант 1 – валковый узел (питающие пары машин первичной обработки и прядильно-приготовительного производства, вытяжные механизмы, машины отделочного производства).

Возмущающими факторами являются неравномерность по линейной плотности подаваемого в узел продукта, что характерно на ранних стадиях обработки (меньше в вытяжных механизмах), и импульсные нагрузки в любых парах валков. Одновременно материал является упругим в направлении, перпендикулярном движению, и обладает вязкими (фрикционными) свойствами.

Вариант 2 – игольная планка во всех чесальных машинах и узлах для формирования ленты с игольчатыми полями.

В узле возбуждаются вибрации типа автоколебаний, вызываемые неравномерностью усилия чесания и трением, а также возмущения от аномальных явлений (загрязнения продукта, резкие утолщения). В системе проявляются упругие свойства волокнистого продукта, связанные, главным образом, с распрямлением и параллелизацией волокон, и диссипация, обусловленная прежде всего трением.

Вариант 3 – фрикционный мотальный узел.

Возмущающими факторами являются дефекты наковки, возникающие при ее формировании (эксцентricность, отклонение от геометрических форм, огранка), и колебания натяжения нити в процессе раскладки (характерно для прядильных машин). Характеристики колебаний определяются упругими свойствами наковки в радиальном направлении и демпфирующими свойствами, зависящими прежде всего от плотности намотки.

В качестве возмущающих могут быть факторы и не связанные с обрабатываемым

материалом – возмущения от неточности изготовления и сборки узла, влияния соседних механизмов и приводного устройства. Масса волокнистого материала при рассмотрении вибраций чаще всего существенной роли не играет.

Представим описание явления колебаний в простейшем виде, считая, что диссипативные силы зависят от скорости (сухое трение в этом случае может быть представлено лишь показателем степени при скорости, равном нулю), а функция возмущения чисто гармоническая:

$$\ddot{x} + 2\mu\dot{x} + k^2x = a \sin \omega t. \quad (1)$$

При введении в систему волокнистого объекта коэффициенты уравнения зависят от свойств его и формы подачи в механизм. Эти коэффициенты (2μ , k , ω) являются входными факторами и необходимы для определения искомой вероятной амплитуды колебаний в узле:

$$A = \frac{a}{\sqrt{(k^2 - \omega^2)^2 + 4\mu^2\omega^2}}. \quad (2)$$

Для определения численного значения входных данных требуются тонкие физические эксперименты. Проблема заключается в том, что жесткость колебательной системы, определяющая частоту ее собственных колебаний k , и диссипативные свойства, оцениваемые через динамическую вязкость μ , оказываются неразрывно связанными в одном и том же вязкоупругом текстильном продукте.

Определение динамической вязкости бобины с пряжей при известной жесткости уже проводилось в [6]. При этом в качестве численных значений жесткости использовались результаты оценки упругих свойств бобины в статических условиях, после чего при частотах возмущения, близких к частотам реального процесса, экспериментально определялись амплитуды вибраций одномассовой колебательной системы, включающей исследуемую бобину с пряжей.

Далее из (2) определялась динамическая вязкость μ при известных прочих параметрах колебательной системы. Такой подход позволил решить конкретную динамическую задачу, но не дал достоверных данных о динамических характеристиках паковки.

В развитие этого подхода нами предлагается методика, суть которой заключается в экспериментальном измерении амплитуды вибраций при одних и тех же условиях не одной, а двух колебательных систем (предпочтительно простейших одномассовых), которые должны включать один и тот же исследуемый текстильный объект. В принципе, вместо двух различных физических моделей можно использовать одну, но измерения должны проводиться дважды при одних и тех же параметрах возмущающего воздействия с изменением какой-либо известной характеристики колебательной системы (например, приведенной массы или жесткости).

Результаты измерений и известные характеристики каждой колебательной системы с учетом правил приведения динамических параметров подставляются в (2), образуя тем самым систему двух уравнений с двумя неизвестными (искомые динамические жесткость и вязкость). Порядок уравнений определяется структурой динамических моделей (конструкцией экспериментальной установки), но он будет не ниже четвертого (порядок простейшего исходного уравнения). Поэтому окончательный выбор как количества значимых решений (от одного до трех), так и численных значений может быть произведен лишь логически при достаточном знании физической сути конкретного динамического процесса.

Возможно, сегодня задача анализа вибраций систем с учетом волокнистого материала и не представляется первоочередной. Однако в ближайшем будущем при создании нового конкурентоспособного оборудования подобные задачи будут воз-

никать. Поэтому уже сейчас самое пристальное внимание необходимо обращать на методы и средства измерения показателей динамических свойств текстильных материалов в том виде, в каком они могут быть востребованы создателями машин.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коритыцкий Я. И. Колебания в текстильных машинах. – М.: Машиностроение, 1973.
2. Коритыцкий Я. И. Динамика упругих систем текстильных машин. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982.
3. Kuznetsov G. K., Boyko S. V. Casual Vibration of Mechanical Systems of Textile Machines. // Ninth World Congress of the Theory of Machines and Mechanisms. – Politecnico di Milano, Italy, 1995.
4. Кузнецов Г. К., Бойко С. В. // Вестник КГТУ. – № 1, 1999.
5. Кузнецов Г. К., Титов С. Н., Румянцев М. А. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1991, № 1. С. 101...103.
6. Титов С. Н. Комплексный анализ и усовершенствование мотального механизма ПСК-225-ЛЮ: Дис. ... канд. техн. наук. – Кострома, КТИ, 1994.
7. Жигалов А. Д. Изменение структуры продукта в процессе его вытягивания в вытяжном поле с вибратором // Сб. научн. тр. КТИ. – Кострома, КТИ, вып. 12, 1958.
8. Ямщиков С. В. Исследование вибрационного прибора утка и методы проектирования тканеформирующих механизмов вибрационного типа: Дис. ... канд. техн. наук. – Кострома, КТИ. 1978.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин и проектирования текстильных машин. Поступила 20.09.00.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ХЛОПКОВОГО ВОЛОКНА

С.В. ЛУНЬКОВА, К.В. ЕГОРОВ, Н.В. БУТОРИНА, Б.Н. ГУСЕВ

(Ивановская государственная текстильная академия,
ЗАО ФПК «Чайковский текстильный дом»)

Ранее на территории СССР действовал нормативный документ [1], по которому проводилась оценка и приемка качества хлопкового волокна. В 1993г. в Республике Узбекистан была принята новая система оценки и приемки качества хлопкового волокна [2], приближенная к международным требованиям. Единичные показатели качества в [2] используются практически те же, что и в [1]. Отличие лишь в том, что в [2] на хлопковое волокно Республики Узбекистан изменены уровни градации качества, а именно выделены девять типов и пять сортов. Определение типа хлопкового волокна осталось без изменения с использованием единичных показателей—штательной массодлины, линейной плотности и удельной разрывной нагрузки. Сорт хлопкового волокна в [2] определяется по коэффициенту зрелости, цвету и внешнему виду волокон. Кроме этого, в зависимости от содержания пороков и сорных примесей волокно дополнительно подразделяется на пять классов. Однако для проектирования качества продуктов прядильного производства необходимо от существующей дискретной схемы града-

ций качества волокна перейти к непрерывной числовой оценке качества.

С этой целью строили комплексный показатель качества хлопкового волокна с учетом требований [3], предусматривающих для его построения этапы выбора, ранжирования, измерения, нормирования и свертывания единичных показателей качества. В соответствии с фасетной схемой классификации хлопкового волокна по условиям [2] комплексный показатель качества содержал комплексный показатель типа, а также показатели сорта и класса волокна

В качестве единичных показателей использовали параметры из [2], а именно: определяющие тип (штательная $L_{ш}$ массодлина, линейная T плотность и удельная разрывная P_y нагрузка), сорт (коэффициент k_3 зрелости) и класс (содержание $З$ пороков и сорных примесей) хлопкового волокна.

Определение весоности единичных показателей, включенных для типа хлопкового волокна, осуществляли с помощью метода [4] согласно формуле

$$\alpha_i = (\|\bar{X}_i\| - \|X_{\min/\max}\|_i)^{-1} / \sum_{i=1}^n (\|\bar{X}_i\| - \|X_{\min/\max}\|_i)^{-1}, \quad (1)$$

где $\|\bar{X}_i\|$ — среднее нормативное значение i -го показателя; $\|X_{\min(\max)}\|_i$ — наихудшее (минимальное или максимальное) нормативное значение i -го показателя.

Используя данные [2] для показателей типа хлопкового волокна и учитывая

$$\sum_{i=1}^n \alpha_i = 1, \text{ имеем: } \alpha_{L_{ш}} = 0,46; \quad \alpha_{P_y} = 0,48; \\ \alpha_T = 0,06.$$

Комплексный t показатель типа хлопкового волокна определяли на основании арифметического способа усреднения [3]:

$$Q_c = \sum_{i=1}^3 q_{x_i} \alpha_i, \quad (2)$$

где $q_{L_{ш}} = \left\| \frac{L_{ш}^m}{L_{ш}^{la \max}} \right\|$,
 $q_T = \left\| \frac{T^{(la)}_{(min)}}{T^{(m)}} \right\|$, $q_{P_y} = \left\| \frac{P_y^{(m)}}{P_y^{(la)}} \right\|$.

Показатель качества для с сорта находили по формуле

$$Q_c = (k_3^{(c)})_i / \left\| k_{3 \max}^{\ell} \right\|, \quad (3)$$

где $(k_3^{(c)})_i$ – коэффициент зрелости соответствующего сорта; $\left\| k_{3 \max}^{\ell} \right\|$ – коэффициент зрелости первого сорта.

Отмечаем, что другие показатели качества (цвет и внешний вид) не использованы, так как в [2] предусмотрено применение любого из них вследствие их взаимосвязанности.

Показатель качества для класса вычисляли с использованием выражения

$$Q_k = \left\| z^{(k)} \right\| / \left\| z_{(min)}^{(b)} \right\|, \quad (4)$$

где $\left\| z^{(k)} \right\|$ – содержание пороков и сорных примесей текущего класса, $\left\| z_{(min)}^{(b)} \right\|$ – содержание пороков и сорных примесей высшего класса.

В дальнейшем строились матрицы комплексных показателей качества хлопкового волокна градаций сорт–тип (табл.1) и градаций сорт – класс (табл.2) по формулам

$$Q_{c-T} = 0,5(Q_c + Q_T), \quad (5)$$

$$Q_{c-k} = 0,5(Q_c + Q_k). \quad (6)$$

Таблица 1

Сорт хлопкового волокна	Тип хлопкового волокна							
	1-а	1-б	1	2	3	4	5	6 7
I	1.00	0.99	0.97	0.96	0.93	0.90	0.87	0.86
II	0.93	0.92	0.90	0.88	0.85	0.82	0.80	0.78
III	0.85	0.84	0.82	0.81	0.78	0.76	0.72	0.71
IV	0.80	0.79	0.77	0.76	0.73	0.70	0.67	0.66

Таблица 2

Сорт хлопкового волокна	Класс хлопкового волокна				
	высший	хороший	средний	обычный	сорный
I	1.00	0.90	0.84	0.75	0.68
II	0.93	0.83	0.76	0.68	0.61
III	0.85	0.75	0.69	0.65	0.53
IV	0.82	0.70	0.64	0.55	0.48

Разработан вариант матриц комплексных показателей качества сорта – типа и сорта-класса хлопкового волокна в соответствии с техническими условиями [2], необходимых для перехода от дискретной к непрерывной форме оценке качества волокна.

1. ГОСТ 3279–76. Волокно хлопковое. Технические условия.
2. Уз РСТ 604–93. Волокно хлопковое. Технические условия.
3. Амиров Ю.Д. Квалиметрия и сертификация продукции. –М.: Изд-во стандартов, 1996.
4. Аничкина В.Л., Погожев М.Б. // Стандарты и качество. –1971, №2. С.33...36.

Рекомендована кафедрой материаловедения и товароведения ИГТА. Поступила 29.06.00.

УДК 677.051

ОБ ИНТЕНСИВНОСТИ ЧЕСАНИЯ ПРИЕМНОГО БАРАБАНА С ПИЛЬЧАТЫМИ СЕГМЕНТАМИ

В.В. БОНОКИН, И.В. СМЕРНОВА

(Ивановская государственная текстильная академия)

Для успешной работы приемного барабана необходимо, чтобы бородка волокнистого материала, зажата между питающим цилиндром и питающим столиком, обрабатывалась зубьями гарнитуры как можно более интенсивно.

С этой целью, а также для более эффективного проникновения зубьев приемного барабана в толщину холста и сохранения физико-механических свойств волокон нами предлагается конструкция барабана, разработанная на основе [1].

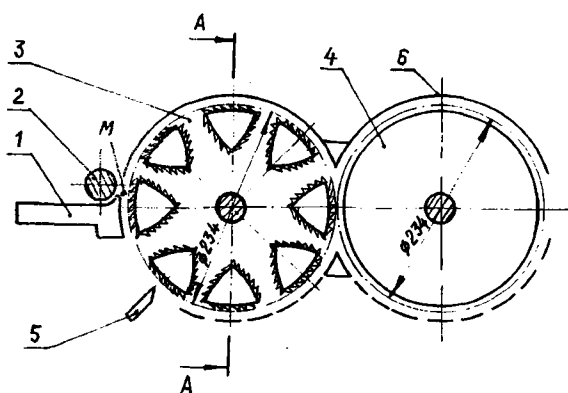


Рис. 1

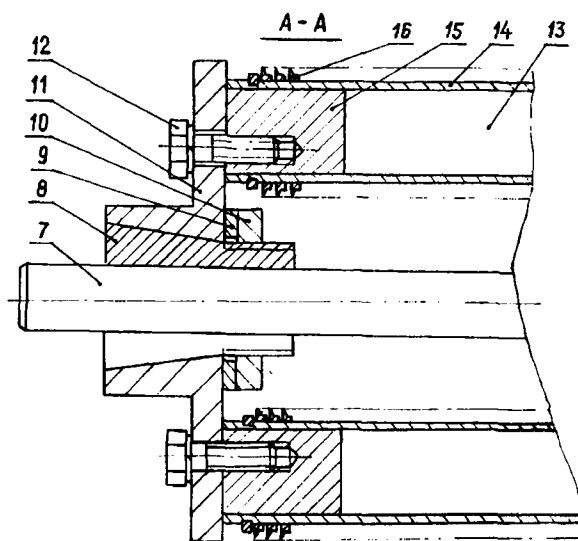


Рис. 2

Технологическая схема данной конструкции приведена на рис.1 и включает питающий столик 1, питающий цилиндр 2, приемный барабан 3, передающий барабан 4, нож 5 и ограждения 6.

На рис.2 представлен разрез А – А приемного барабана 3, содержащий вал 7, на котором при помощи разрезных конических втулок 8, шайб 9 и гаек 10, установлены крестовины 11. На крестовинах 11 с помощью винтов 12 закреплены чешущие элементы – пильчатые сегменты 13. Пильчатые сегменты 13 содержат основания 14 и торцевые фланцы 15. Рабочая поверхность каждого отдельного пильчатого сегмента 13 обтянута различного типа цельнометаллической пильчатой лентой (ЦМПЛ). Например: первый сегмент обтянут ЦМПЛ-8 с шагом зубьев 3,2мм; второй – ЦМПЛ-1 с шагом зубьев 1,8мм; третий – ЦМПЛ-3 с шагом зубьев 1,3мм и т.д. При этом шаг витков ЦМПЛ может быть различным. Приемные барабаны серийных конструкций обтягиваются пильчатой лентой типа 209 Т или 210 Т с шагом зубьев 6,5мм [2, с.138] и применяется многозаходная навивка пильчатой ленты [3].

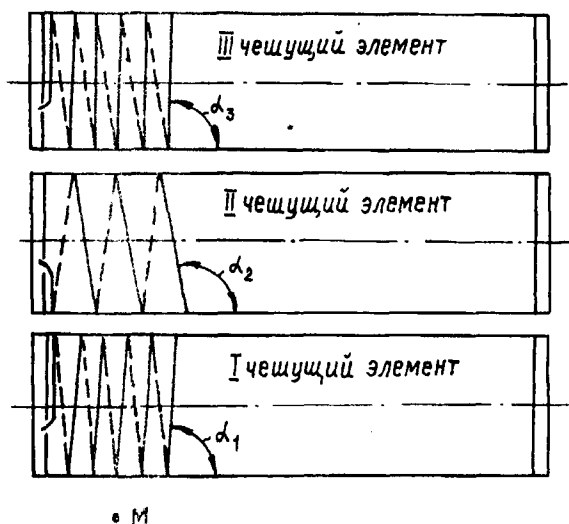


Рис. 3

На рис.3 изображена схема развертки предлагаемого приемного барабана (три сегмента), а также показано, что угол α

(угол наклона витков ЦМПЛ) различен для каждого пильчатого сегмента и что точка М бородки будет обрабатываться каждым сегментом. Следовательно, вероятность обработки точки М бородки увеличивается в несколько раз. Это зависит от числа сегментов, установленных в приемном барабане, и от типа ЦМПЛ, которой обтянуты сегменты.

Для оценки интенсивности обработки волокон в бородке используем показатель степени чесания [4]:

$$C_1 = \frac{Z_1 n_1 N_x \ell}{N_B V \cdot 100}, \quad (1)$$

где C_1 – степень чесания (зуб/вол); Z_1 – число зубьев на поверхности приемного барабана, шт.; n_1 – число оборотов в минуту приемного барабана, мин^{-1} ($n_1=1650\text{мин}^{-1}$); N_B – номер волокна ($N_B=250$); N_x – номер холста ($N_x=0,25$); V – линейная скорость питающего цилиндра, м/мин ($V=1\text{м/мин}$); ℓ – средняя протяженность волокон, мм; ($\ell=33\text{мм}$).

Для серийного приемного барабана принимаем пильчатую ленту типа 210Т.

Тогда [2]:

$$Z_1 = N S = 6,15 \cdot 7347,6 = 45187 \text{ зуб.}$$

где N – число зубьев на 1см^2 поверхности, $\text{зуб}/\text{см}^2$; $N=100/t B = 100/6,5 \cdot 2,5 = 6,15\text{зуб}/\text{см}^2$; 100 – коэффициент для канавочной навивки [2, с.137]; $t=6,5\text{мм}$ – шаг зубьев, мм; $B=2,5\text{мм}$ – толщина основания ленты (обушка), мм; S – площадь поверхности барабана, см^2 ($S=0,73476\text{м}^2 = 7347,6\text{см}^2$).

Для предлагаемого приемного барабана принимаем условно ЦМПЛ- 8 [2, с.138].

Тогда

$$Z_1^1 = N^1 S^1 = 40 \cdot 7297,6 = 291904 \text{ зуб.}$$

где $N^1 = 129/tB = 129/3,2 \cdot 1 = 40 \text{ зуб/см}^2$; 129 – коэффициент для бесканавочной навивки [2, с.137]; $t=3,2 \text{ мм}$; $B=1 \text{ мм}$; S_1 – площадь рабочей поверхности сегментов предлагаемой конструкции приемного барабана, см^2 .

Примем суммарное расстояние между всеми сегментами 5 мм, то есть установим разовку между соседними сегментами 0,6 мм. Тогда рабочая площадь сегментов

$$S^1 = 0,73476 \text{ м}^2 - (0,005 \text{ м} \cdot 1 \text{ м}) = \\ = 0,72976 \text{ м}^2 = 7297,6 \text{ см}^2.$$

Подставив числовые значения в (1), для серийного приемного барабана получим

$$C_1 = \frac{45187 \cdot 1650 \cdot 0,25 \cdot 33}{250 \cdot 1 \cdot 1000} = 2460,4 \text{ зуб/вол.}$$

Для предлагаемого барабана

$$C_1 = \frac{291904 \cdot 1650 \cdot 0,325 \cdot 33}{250 \cdot 1 \cdot 1000} =$$

$$= 15891,4 \text{ зуб/вол.}$$

Таким образом, степень чесания предлагаемого приемного барабана выше в 6,46 раза степени чесания серийного приемного барабана за счет применения ЦМПЛ-8. Если сегменты будут оснащены (обтянуты) гарнитурой другого типа, то соответственно степень чесания будет другая.

Кроме того, следует учесть, что предлагаемая конструкция позволит обрабатывать волокна методом ударного действия сегментов по бородке холста (настила), поэтому необходимо учесть и трепание волокон.

Степень трепания определим по известной формуле из [2, с.89]:

$$S_T = n_1 K / V,$$

где n_1 – частота вращения барабана, 1650 мин^{-1} ; K – число сегментов, 8 шт; V – скорость питающего цилиндра, 1 м/мин .

Тогда $S_T = 13200 \text{ ударов/м}$.

Предлагаемая конструкция позволит также стабилизировать воздушные потоки, создаваемые приемным барабаном, так как воздух будет проходить в пространстве между сегментами. В серийных конструкциях приемного барабана излишки давления воздушного потока создают неравномерность волокнистого слоя по ширине машины. Следовательно, в разработанной нами конструкции улучшится равномерность обработки волокон по ширине.

Кроме того, можно ожидать, что разработанная конструкция позволит оказывать более щадящее действие на волокнистую массу, поскольку каждый пильчатый сегмент установлен так, что передние зубья ЦМПЛ ниже на 1...3 мм [3, с.47], чем задние зубья по ходу технологического процесса. Значит, обрывность волокон в бородке будет меньше и физико-механические свойства волокон сохранятся.

ВЫВОДЫ

Определена интенсивность чесания приемного барабана с пильчатыми сегментами, разработанными с помощью [1].

ЛИТЕРАТУРА

1. Патент РФ № 2038436, МПК D01G 15/16 А. 01Д 46 /08. Барабан волокнообрабатывающей машины. /В.В. Бонокин. –Опубл. 1995. Бюл. №18.
2. Справочник по хлопкопрядению /Широкое В.П., Владимиров Б.М., Полякова Д.А. и др. 5-е изд., перераб. и доп. –М.: Легкая и пищевая промышленность, 1985.
3. Расчет и конструирование машин прядильного производства: Учебник /А.И.Макаров, В.В.Крылов, В.Б.Николаев и др. Под общ. ред. А.И.Макарова. –2-е изд., перераб. –М.: Машиностроение, 1981. С.91.
4. Гончаров В.Г. /Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. –1966, № 1. С.64...69.

Рекомендована кафедрой проектирования текстильных машин. Поступила 05.10.00.

СОДЕРЖАНИЕ

Экономика и организация производства

<i>Иващенко Н.С., Кочарьянц Э.О.</i> Маркетинговый аудит на предприятиях текстильной промышленности	3
<i>Даваасурэн Б., Оюунцэцэг Л.</i> Некоторые результаты исследования и анализа производительности в легкой промышленности Монголии	5

Текстильное материаловедение

<i>Сталевич А.М.</i> Каноническое уравнение нелинейно-наследственной вязкоупругости нитей и других синтетических материалов	9
<i>Малалеяна О.Б., Петрова Л.Н., Труевцев Н.Н.</i> Выбор оптимального волокнистого состава смешанной льносодержащей пряжи для производства трикотажа по результатам механических испытаний	13
<i>Радченко О.В., Веселов В.В.</i> Исследование структурных и качественных показателей трикотажной пряжи	15

Первичная обработка. Сырье

<i>Латышев А.Б., Пашин Е.Л.</i> Интегральный показатель эффектов захлестывания прядей льняного сырца в процессе трепания	19
<i>Новиков Э.В., Смирнов Б.И.</i> Обоснование технологических параметров нового процесса трепания льна	23

Прядение

<i>Кахраманов Ф.Р., Фролова И.В., Чистобородова Н.Г.</i> Технологически оптимальный профиль рабочей поверхности воронки для формирования волокнистой ленты	27
<i>Простокишин А.Л.</i> Расчет параметров двухкомпонентной фасонной пряжи переменной крутки для оформления трикотажных полотен и изделий	30
<i>Гончаров В.Г., Ковалев В.В.</i> Оптимизация крутки на пневмомеханической прядильной машине БД-200 РН и на машине двойного кручения Янтра	32
<i>Павлов К.Ю.</i> Расчет показателя вероятности обрыва	35
<i>Медведецкий С.С., Ольшанский В.И., Коган А.Г.</i> Математическое описание процесса пневмотекстурирования	37

Ткачество

<i>Николаев С.Д.</i> Использование бинарной причинно-следственной теории информации для определения наиболее опасного периода тканеформирования	41
<i>Назаров Д.И., Козлов В.А., Виноградов Б.Н., Панин И.Н.</i> Определение пористости намоток в трубчатых текстильных фильтрах	46
<i>Степанов С.Г., Салихова А.Х., Степанов Г.В.</i> Уработка нитей в сатинах	51
<i>Плаксин Е.Б., Тягунов В.А., Ступников А.Н.</i> Установка для исследования смещения опушки ткани на ткацком станке	56

Отделка

<i>Панкова М.В., Чешкова А.В., Мельников Б.Н.</i> Изучение кинетики процесса ферментативной промывки набивных тканей	60
<i>Павлов Н.И., Павлова В.В., Родионова Э.А., Коробко Л.В.</i> Исследование возможностей способа щелочной очистки сточных вод отделочных предприятий от ионов хрома (III)	63

Технология нетканых материалов

- КотлярOVA Е.Ф., Овчинникова С.А., Волков В.А., Горчакова В.М.* Влияние технологических параметров термообработки на капиллярно-пористую структуру и свойства нетканых фильтровальных материалов 67
- Балаев Э.Ф., Полякова Е.В.* О выравнивании воздушного потока по поверхности конденсора с помощью системы телескопических вставок 71

Трикотажное производство

- Крутикова В.Р., Борисова Е.А., Копылова Н.Н.* Сравнительный анализ расчета длины нити в петле по моделям геометрического подобия структуры трикотажа. 74
- Коваль А.А.* Определение радиуса кривизны верхнего направляющего клина, аппроксимированного дугой окружности 78

Швейное производство

- Корнилова Н.Л., Колотилов С.И., Куликов Б.П., Удальцов В.Е.* Разработка методики проектирования конструкций ортопедических корсетов для коррекции осанки 82

Текстильные машины и аппараты

- Кочетов О.С., Сажин Б.С.* Расчет систем виброизоляции для ткацких станков 87
- Филимонова А.В.* Теоретическое определение плотности укладки волокнистой ленты в тазы текстильных машин 93
- Соркин А.П.* К вопросу влияния силы прижима лопатки лапки рогульки к намотке на величину намоточного натяжения ровницы 96
- Баталин В.Ю., Волков В.В., Семенов А.Д.* Оптимизация режимов работы кипного питателя с верхним отбором волокна 100

Автоматизация технологических процессов

- Соловьева В.В.* Индивидуальный электропривод мотальной головки 105

Экология и промтеплоэнергетика

- Мезина Е.Е., Герасимов М.Н., Козырин А.П., Логинов С.В.* Экспериментальное и аналитическое определение коэффициентов переноса влаги в текстильном материале при капиллярном впитывании. 109

Информационные технологии

- Сидоров С.Г., Жуков В.П., Ясинский Ф.Н.* Использование нейронных систем для оценки состояния металла рабочих органов текстильных машин 114
- Калинин Е.Н.* Представление динамической системы валковое устройство – текстильный материал в форме механической цепи 118
- Садыкова Д.М.* О фундаментальности высшего технического образования: компьютеризация обучения 121

Обмен опытом, критика и библиография, краткие сообщения

- Кузнецов Г.К., Титов С.Н.* Свойства волокнистого материала и вибрации в механизмах 125
- Лунькова С.В., Егоров К.В., Буторина Н.В., Гусев Б.Н.* Совершенствование системы оценки качества хлопкового волокна 128
- Бонокин В.В., Смирнова И.В.* Об интенсивности чесания приемного барабана с пильчатыми сегментами 130