

Министерство образования
Российской Федерации

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

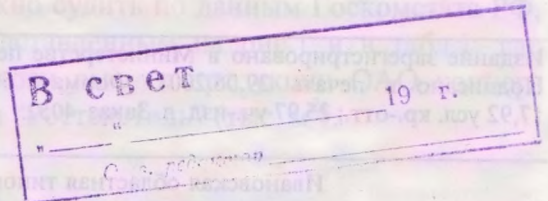
О.Б. УЛЬЯНОВА
(АО "Отекс", г. Красноярск)

ТЕХНОЛОГИЯ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ОСНОВАН В ДЕКАБРЕ 1957 ГОДА, ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД

№ 2 (260)
2001



Издание Ивановской государственной текстильной академии

Соответствие: [Illegible]
экземпляр [Illegible]
Директор [Illegible] [Signature]
8 августа 2001 г.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор **В.В. ЗРЮКИН.**

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

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

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

*Адрес редакции: 153000, г. Иваново, пр. Ф. Энгельса, 21.
Тел.: (0932) 35-78-87. Факс: (0932) 415088.
E-mail: root@igta.asinet.ivanovo.su
<http://education.ivanovo.ru/IGTA>*

Издание зарегистрировано в Министерстве печати РФ. Регистрационный №796. Сдано в набор 02.04.2001. Подписано в печать 29.06.2001. Формат 60x84 1/8. Бум. кн.-журн. Печать офсетная. 17,67 усл.-печ. л.; 17,92 усл. кр.-отт.; 25,97 уч.-изд. л. Заказ 4052.

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», 2001

УДК 677 - 1.08

**СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРЕДПРИЯТИЙ
ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

О.Б. УЛЬЯНОВА

(ЗАО "Югтекс", г. Краснодар)

На протяжении последних десятилетий текстильная промышленность нашей страны ориентировалась на плановую систему ведения хозяйства, которая обеспечивала удовлетворение внутренних потребностей государства в продукции текстильного производства.

Состояние отрасли в настоящее время можно охарактеризовать сочетанием глубокой деиндустриализации производства, нарастающим разрушением научно-технического потенциала и системы управления предприятиями.

Трудности в обеспечении сырьем с отрицательным воздействием инфляционных процессов и систематическими кризисами неплатежей привели к длительным простоям оборудования, массовым увольнениям рабочих и свертыванию объемов выпуска продукции, доля которых в общем объеме промышленного производства страны уменьшилась с 8,3% в 1991 г. до 2% – конец 2000 г.

К началу 1999 г. с убытком работали более 60% предприятий отрасли, средняя рентабельность составляла 5,0%, общая кредиторская задолженность достигла 18,9 млн. руб. при годовом объеме производства около 20,0 млн. руб. Обновляемость ос-

новных производственных фондов снизилась с 7,1% в 1986 г. до 0,1% в 1998 г.

Анализ финансово-хозяйственной деятельности предприятий в рынке показал, что главными причинами существующих проблем отрасли явились отсутствие у предприятий необходимых финансовых средств на закупку сырья и, как следствие, большие трудности в обеспечении предприятий сырьем. Монопольное положение Узбекистана предусматривало полную предоплату поставок хлопкового волокна. В результате предприятия получали хлопок неритмично и в объемах значительно меньших, чем предусматривалось Межправительственным соглашением. За прошедшие годы не закуплено ни одной тонны хлопка-волокна из стран дальнего зарубежья вследствие существующей дискриминации (налог на добавленную стоимость при растомаживании повышает цену на 20%).

О динамике объемов производства можно судить по данным Госкомстата РФ, представленным на рис.1 и в табл.1, где показан выпуск продукции ОАО концерном "Ростекстиль" (тыс. м²).

Производство тканей, тыс.м ²	Годы									
	1990	91	92	93	94	95	96	97	98	99
Хлопчатобумажные	1958	1507	1191	945	533	327	202	185	410	451
Шелковые	939	833	666	550	234	191	130	131	110	139
Шерстяные	379	295	219	165	68	55	38	42	38	44
Лен и п/джут	330	286	240	190	98	76	58	58	55	70

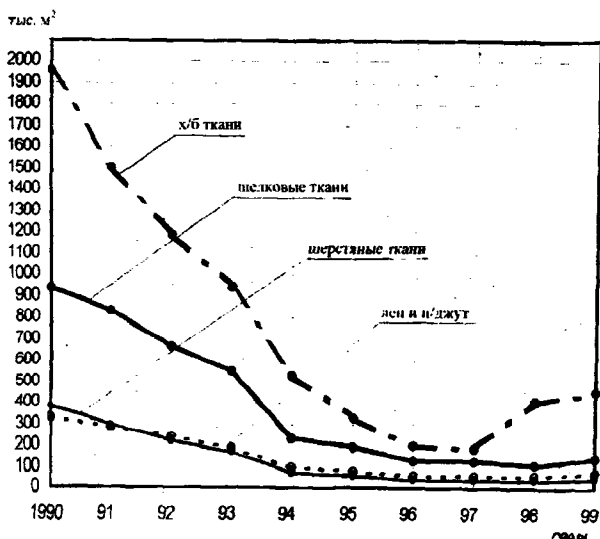


Рис. 1

Анализ динамики выпуска продукции показывает, что среднегодовые темпы его падения, которые в 1991...1994 гг. составляли около 35%, в 1995 г. уменьшились до 19%. В период 1997...2000 гг. выпуск хлопчатобумажных тканей характеризуется положительной динамикой.

В последние годы наблюдается резкая дифференциация работы структурных подразделений отрасли. Около 20% предприятий в 1998 г. преодолели барьер, составляющий 27% от показателя выпуска в 1990 г., и обеспечили 50% общероссийского валового выпуска тканей при ежегодном росте объемов производства, 40% предприятий не смогли выйти из 5%-ной "мертвой зоны" в связи с массовыми проблемами.

В отрасли можно выделить три группы предприятий:

– первая – это предприятия, вписавшиеся в рынок (их около 25% от общего числа, при этом они производят до 70% продукции);

– вторая – это предприятия, которые при определенной финансовой поддержке в состоянии перейти в первую группу;

– третья – это предприятия, о которых можно говорить только в контексте реструктуризации.

Депрессия текстильной отрасли обусловлена тремя взаимосвязанными факторами федерального масштаба: экономическими и социальными проблемами страны; техническим уровнем производства текстильной отрасли; отсутствием современного менеджмента предприятий отрасли, ориентированного на рынок.

Рассмотрим каждый из перечисленных факторов.

1. Экономические и социальные проблемы страны:

– экономическое положение предприятий отрасли балансирует на грани катастрофы. Кредиторская задолженность превышает дебиторскую в 3 раза, более половины суммы всех просроченных долгов составляют долги госбюджету и внебюджетным фондам;

– в трудовых коллективах социальная обстановка продолжает оставаться сложной. Средняя зарплата работников отрасли почти в 2 раза ниже средней по народному хозяйству страны. Значительное количество

во предприятий длительное время не выплачивает зарплату;

– критическое положение до последнего времени усугублялось еще и тем обстоятельством, что предприятия продолжали нести расходы налогового бремени, по содержанию жилого фонда и социальных объектов, составляющих свыше 30% получаемой прибыли;

– высокая себестоимость продукции. Причина – неподъемные налоги и проценты банковских кредитов, диктат монополистов в области ценообразования на тепло, электроэнергию, транспортные услуги, искусственное изъятие у предприятий отрасли оборотных средств;

– утрата сырьевой базы. Цены на хлопок на внутреннем рынке выше мировых на 20%. Такое положение обусловлено высокими коммерческими рисками поставщиков сырья. Следствием этого является жесткая зависимость отечественной текстильной промышленности от поставок хлопка из государств Средней Азии;

– отсутствие на предприятиях отрасли работоспособной в условиях рынка системы организации и управления производственной, торговой и сбытовой деятельностью.

2. Технический уровень производства текстильной отрасли:

– российские предприятия текстильной отрасли до сегодняшнего дня оснащены в основном устаревшим отечественным оборудованием за исключением отделочного, как правило, импортного. При этом возраст половины оборудования превышает 15 лет и выходит за нормативы амортизации;

– автоматизация планирования и управления технологическими процессами, существенно поднявшая эффективность производства на большинстве зарубежных фирм, в России до сих пор воспринимается как новация. Производительность труда даже в лучшие годы на отечественных прядильно-ткацких фабриках была в 2...2,5 раза ниже, чем на предприятиях США.

Узкая специализация российских производителей по видам продукции и видам

обрабатываемых волокон, которая, впрочем, стала размываться в последние годы, объективно сдерживает гибкое поведение к быстро изменяющимся тенденциям спроса;

– масштаб предприятий. На текстильных предприятиях за рубежом преобладают фабрики с численностью до 300 человек, способные быстро реагировать на запросы рынка. Российские многотысячные коллективы-гиганты явно проигрывают в мобильности и в способности к любого рода изменениям;

– тенденция разукрупнения предприятий позволяет повысить качество продукции и снизить издержки производства. Инертное бесконкурентное развитие текстильной отрасли России, десятилетиями финансировавшейся по остаточному принципу, не могло не сказаться на ее техническом и структурном уровнях. В настоящее время разработанная правительством Федеральная концепция реформирования текстильной отрасли предусматривает меры по решению проблемы задолженности реструктуризации активов предприятий, модернизации установленного оборудования, внедрения современных систем управления на предприятиях отрасли, активизации инвестиционной деятельности, а также программу сырьевого обеспечения предприятий отрасли. Участие государства в реальном секторе экономики объективно выполняет системообразующую роль. Действия государства в поддержку форсированного развития отрасли должны носить последовательный характер и реализовываться через проведение активной бюджетной, налоговой, финансово-кредитной, инвестиционной и внешнеэкономической политики;

– политика реструктуризации предприятий предусматривает национализацию убыточных предприятий и последующую их приватизацию.

Свертыванию или ликвидации должны быть подвергнуты те предприятия, которые не имеют потенциала для производства конкурентоспособной продукции. В первую очередь, это относится к предприятиям, ликвидация которых не создаст су-

шественных социальных проблем, не окажет влияния на национальные интересы и безопасность. Часть предприятий отрасли должна быть перепрофилирована на выпуск трикотажных, швейных изделий, а также пользующуюся спросом продукцию других отраслей.

3. Отсутствие современного менеджмента предприятий отрасли.

Задача возрождения отечественной текстильной отрасли требует радикального изменения маркетинговой стратегии и, в первую очередь, на отраслевом уровне. Необходимо осуществить переход от кустарных методов работы отдельных предприятий к централизации стратегии наступательного характера, создания информационно-маркетингового центра, например, хлопчатобумажной отрасли, а также единой сбытовой сети. Использовать и развивать сохранившиеся связи для продвижения российского текстиля на рынки бывших союзных республик – регионы Центральной Азии и Кавказа.

Мировая практика показывает, что объединение финансового капитала с промышленным (при правильном учете конъюнктурных условий) дает большой эффект. Учитывая крайне неблагоприятные стартовые условия для выхода хлопчатобумажной отрасли на конкурентный рынок и особенности ее структурного строения в прошлом, выживание промышленных предприятий во многом ориентировано на создание программно-целевых групп (ПЦГ), финансово-промышленных (ФПГ) и транснациональных корпораций (ТНК), построенных по принципу вертикальной интеграции. На основе базовых предприятий возможно создание холдинговых компаний, которые в будущем могут вливаться в действующие ФПГ. Объединение предприятий в финансово-промышленные группы должно осуществляться с частичным разукрупнением и подключением финансово-кредитных учреждений.

В заключение следует отметить, что рассмотренные в настоящей статье взгля-

ды по выходу текстильных предприятий из состояния депрессии потребуют введения в отрасль кадров новой формации и культуры, которые будут способны четко ориентироваться в условиях рынка и жесткой конкуренции среди отечественных и зарубежных производителей.

Нам представляется, что это будет одна из главных задач высшей школы на ближайшие 5 лет.

Рекомендована кафедрой экономики промышленности ИГТА. Поступила 03.03.01.

О МЕТОДАХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО РАЗМЕРА ОБОРОТНЫХ СРЕДСТВ ТЕКСТИЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Е.А. МАЛЮТИНА

(Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна)

В настоящее время большинство текстильных предприятий испытывают определенные экономические трудности, работа в условиях нестабильных рыночных отношений.

Важнейшими задачами современной экономики в текстильной отрасли являются организация, контроль и управление финансовыми потоками. В первую очередь это относится к оборотным средствам, и именно необеспеченность оборотными средствами – одна из главных проблем большинства текстильных предприятий.

Оборотные средства – это мобильные активы, которые в течение года или одного производственного цикла могут быть обращены в денежные средства. Оборотные средства как экономическая категория выражают отношения, возникающие в процессе переноса авансированной стоимости на изготавливаемый продукт, создания новой стоимости [1]. Следовательно, они должны рассматриваться в связи со всем хозяйственным процессом как по времени оборота (от момента первоначального авансирования и до момента конечного потребления созданного с их участием продукта), так и по месту (начиная от места первоначального производства продукта и до момента его конечного потребления).

Анализ оборачиваемости оборотных средств на предприятиях текстильной промышленности показывает, что продолжительность оборота оборотных средств по их видам сейчас составляет:

запасы сырья и материалов	0,5...1,0 мес.;
незавершенное производство	0,7...1,0 мес.;

готовая продукция	2,0...3,0 мес.;
дебиторская задолженность покупателей готовой продукции	3,0...4,0 мес.;
прочая дебиторская задолженность	1,5...3,5 мес.

В то же время известно, что чем меньше значения периодов оборота, тем эффективнее предприятие использует находящиеся в его распоряжении резервы. По приведенным выше данным можно сделать вывод о том, что на текстильных предприятиях наблюдается нехватка оборотных средств вследствие несвоевременной оплаты дебиторской задолженности, а также пролеживания готовой продукции на складах.

Существуют различные способы анализа использования оборотных средств и практически всегда этот анализ сводится к расчету показателей оборачиваемости, ликвидности и платежеспособности по общепринятым формулам. Затем расчетные данные сопоставляются с допустимыми значениями, принятыми в экономике, и далее делается вывод о финансовом состоянии предприятия. Однако определение необходимой предприятию суммы оборотных средств на плановый период является не менее важным, чем анализ их использования.

Выделим условно три способа определения необходимой суммы оборотных средств в текстильной отрасли.

1. Определение суммы оборотных средств по данным о наличии запасов оборотных средств. Исходные данные для этого метода следующие: требуемый запас оборотных средств по каждому виду обо-

ротных средств, мес.; плановый объем выпуска, руб.; плановая калькуляция себестоимости на заданный объем выпуска, руб.; плановая выручка от реализации продукции, руб.

Недостатком этого метода можно считать приближенность получаемых результатов при достаточно большой трудоемкости, поскольку, чтобы получить достаточно точный результат, желательно знать калькуляцию себестоимости по ассортиментным позициям.

2. Определение суммы оборотных средств по значению показателя общей ликвидности. При этом заметим, что для достижения более точного результата желательно прежде рассчитать оптимальное для предприятия значение коэффициента общей ликвидности [2] и, определив размер текущих пассивов, узнать требуемую сумму оборотных средств. Исходными данными для данного метода будут: оптимальное значение коэффициента общей ликвидности; плановая сумма текущих пассивов (руб.), которая также определяется с учетом плановой калькуляции себестоимости и плановой выручки от реализации.

Расчет допустимого для предприятия коэффициента общей ликвидности может и должен служить ориентиром не только при внутренних расчетах и анализе деятельности предприятия, но и являться важным показателем для кредитуемых организаций и фирм.

Указанный метод дает достаточно высокую точность результата при практически такой же трудоемкости, как и у предыдущего метода, но не позволяет определить требуемые суммы оборотных средств по каждому из их видов. Таким образом, отслеживание рационального использования оборотных средств в процессе производства становится невозможным.

3. Определение суммы оборотных средств по данным о периодах оборота каждой из их составляющих. При этом исходными данными являются: периоды оборота каждого вида оборотных средств, мес.; плановый объем выпуска, руб.; плановая калькуляция себестоимости на за-

данный объем выпуска, руб.; плановая выручка от реализации продукции, руб.

Данный метод отличается точностью получаемых результатов при той же трудоемкости, что и у предыдущих методов. Но в этом случае трудоемкость оправдана получением точных результатов, соответствующих поставленной цели – определению необходимой суммы оборотных средств по каждому из их видов. Преимуществом этого метода является возможность определения требуемой суммы оборотных средств по каждому из их видов, что позволяет дальнейшее отслеживание их использования в процессе производства.

При применении перечисленных выше методов для расчета требуемой суммы оборотных средств на один и тот же плановый период и выпуск продукции оказалось, что расхождения между полученными результатами составляют 0,5...1,5%. Такая погрешность свидетельствует о том, что все указанные методы равноправны между собой и, главное, что базовые показатели для расчета были определены верно.

Учитывая все вышесказанное, отмечаем, что при выборе метода следует полагаться на задачи, которые стоят перед предприятием, и наличие полной и точной информации для исследования и расчета.

Предлагается следующий алгоритм расчета необходимой суммы оборотных средств и достаточного размера их источников на плановый период предприятий текстильной промышленности.

1. Определение планового объема выпуска продукции, руб.

2. Составление плановой калькуляции себестоимости, руб.

3. Определение плановой выручки от реализации продукции, руб.

4. Расчет периодов оборота оборотных средств, мес. При этом желательно провести расчет за несколько предыдущих периодов, наиболее точно отражающих ход производственной деятельности предприятия, и воспользоваться их усредненными показателями.

5. Определение требуемой суммы оборотных средств на основании полученной информации, руб.

Конечная формула для определения суммы оборотных средств текстильных предприятий имеет вид:

$$\Sigma_{\text{об.ср}} = T^1 C / t + T^2 C / t + \\ + T^3 C / t + T^4 C / t + T^5 V / t / (1 - б/н),$$

где $\Sigma_{\text{об.ср}}$ – требуемая сумма оборотных средств, руб.; T^1, T^2, T^3, T^4, T^5 – период оборота соответственно запасов материалов, незавершенного производства, готовой продукции, авансов поставщикам и дебиторской задолженности, мес.; t – интервал времени, на который рассчитывается сумма оборотных средств, дни; C – плановая себестоимость реализации продукции, руб.; V – плановая выручка от реализации, руб.; $б/н$ – доля безнадежной к получению дебиторской задолженности.

6. Расчет допустимого для предприятия значения коэффициента общей ликвидности. Исходные данные берутся из бухгалтерского баланса. Расчет проводится за несколько предшествующих периодов и используется усредненное значение.

7. Определение допустимой суммы текущих пассивов, руб.

Осуществив предложенный расчет, представим допустимое распределение денежных средств и их источников на планируемый период, что в дальнейшем позволит регулировать это распределение. Зная остатки оборотных средств на последнюю дату и необходимую сумму оборотных средств для планируемого выпус-

ка, можно легко узнать, какой суммой необходимо пополнить «кошелек» предприятия.

ВЫВОДЫ

1. На основании проведенных исследований установлено, что наиболее точным (в полной мере отвечающим поставленной цели) методом следует считать метод определения необходимой суммы оборотных средств по данным о периодах оборота каждой из их составляющих. Данный метод не имеет недостатков, присущих двум другим методам (приближенность получаемых результатов, необходимость составления плановой калькуляции по ассортиментным позициям, отсутствие данных по сумме каждого вида оборотных средств).

2. Применение предлагаемого метода в совокупности с методом определения оборотных средств по значению показателя общей ликвидности позволит определить допустимую величину текущих пассивов. Предприятие сможет отслеживать и регулировать не только поступление денежных средств, но и их источники, и особенно важным здесь является регулирование суммы кредиторской задолженности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Подвинская Е.С. Оборотные средства: сущность, состав и эффективность использования. – М.: НИФИ, 1983.
2. Анализ финансового состояния предприятия. ИКФ «АЛЬТ». – С-Пб., 1999.

Рекомендована кафедрой организации и управления. Поступила 19.03.01.

УДК 677.077:62-192

**РАНЖИРОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ
ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

О.Г. ЕФИМОВА, Н.В. ВИНОГРАДОВА, Б.Н. ГУСЕВ

(Ивановская государственная текстильная академия)

Несмотря на то, что важнейшей составляющей качества текстильных материалов является их надежность, в настоящее время отсутствует единая методика комплексной оценки надежности текстильных материалов. Как показал анализ нормативных документов, проблему оценивания надежности по отдельным текстильным материалам пытались решить на самом начальном этапе, то есть при выборе единичных показателей [1], однако и здесь не был найден единый и системный подход. Следует отметить, что выбор единичных показателей надежности наиболее системно разработан для объектов технического назначения [2].

Для построения комплексного показателя надежности наиболее важным и

сложным является второй этап, связанный с ранжированием единичных показателей. С целью проектирования методики ранжирования показателей надежности текстильных материалов воспользуемся определением надежности, данным для машиностроительной продукции, а именно единичными показателями надежности будем считать свойства, имеющие тенденцию изменения во времени при определенных физико-механических воздействиях.

Объектами исследования служили текстильные материалы, рекомендуемые для изготовления специальной одежды, характеристика которых приведена в табл.1.

Т а б л и ц а 1

Объект исследования	Наименование показателя	Значение показателя
Швейные нитки	Волокнистый состав	хлопколавсановые
	Линейная плотность, текс	21,5 x 2
Ткань камуфлированная (хлопчатобумажная)	Поверхностная плотность, г/м	239(254)
	Число нитей на 10 см: по основе	283(360)
	по утку	158(160)
	Линейная плотность нити, текс: основной	52(44)
	уточной	58,3(60)

Пр и м е ч а н и е. Без скобок – значения для ткани арт.856; в скобках – для ткани арт.62239.

Таблица 2

N п/п	Наименование показателя	Условное обозначение	Марка прибора [3]
1	Разрывная нагрузка, даН	R_p	PM-250M*, PM-3-1
2	Стойкость к многократному изгибу, число циклов	$n_{из}$	АИТН-2**
3	Стойкость к многократному растяжению, число циклов	$n_{рас}$	ПН-5, ВП-6-24-1*
4	Стойкость к истиранию, число циклов: в петле нити по плоскости	$n_{п}$ $n_{пл}$	ИШН-10, ИТ-3*

Примечание. * – приборы для испытания тканей; ** – приборы для испытания тканей и ниток.

В табл.2 с учетом рекомендаций [1] представлены единичные показатели надежности и технические средства измерений, с помощью которых проводились исследования выбранных объектов.

Для моделирования условий хранения, транспортирования и эксплуатации выбранные объекты исследовали в нормальных условиях ($t=20\pm 2^\circ\text{C}$), а также после воздействия на них повышенными ($t=+65^\circ\text{C}$, $\tau=72\text{ч}$) и пониженными ($t=-4^\circ\text{C}$, $\tau=240\text{ч}$) температурами за определенный промежуток времени.

Таблица 3

Показатель x_i	Среднее значение показателя x_i при температуре			Значение коэффициента изменчивости Kx_i		Значение коэффициента весомости Cx_i	
	$20\pm 2^\circ\text{C}$	$+65^\circ\text{C}$	-4°C	$+65^\circ\text{C}$	-4°C	$+65^\circ\text{C}$	-4°C
Швейные нитки 44 ЛХ							
R_p	16,6	18,0	17,2	0,081	0,036	0,249	0,202
$n_{из}$	333	177	461	-0,468	0,384	0,122	0,270
$n_{рас}$	9500	9500	9500	0,947	0,947	0,448	0,380
$n_{п}$	1425	1124	1070	-0,211	-0,249	0,181	0,147
Ткань арт.856							
R_p	<u>42,7</u> 21,3	<u>39,2</u> 19,2	<u>43,8</u> 21,9	<u>-0,082</u> -0,099	<u>0,026</u> 0,028	<u>0,159</u> 0,161	<u>0,170</u> 0,147
$n_{из}$	<u>307</u> 204	<u>265</u> 217	<u>281</u> 469	<u>-0,137</u> 0,064	<u>-0,085</u> 1,299	<u>0,149</u> 0,190	<u>0,152</u> 0,328
$n_{рас}$	<u>814</u> 1016	<u>1228</u> 1176	<u>1299</u> 1213	<u>0,509</u> 0,157	<u>0,596</u> 0,194	<u>0,262</u> 0,207	<u>0,265</u> 0,170
$n_{п}$	5707	14063	14227	1,464	1,493	0,435	0,384
Ткань арт.62239							
R_p	<u>45,3</u> 22,7	<u>41,1</u> 25,2	<u>43,5</u> 23,2	<u>-0,093</u> 0,110	<u>-0,040</u> 0,022	<u>0,234</u> 0,264	<u>0,212</u> 0,211
$n_{из}$	<u>380</u> 337	<u>331,8</u> 301,4	<u>398,6</u> 368	<u>-0,127</u> -0,106	<u>0,049</u> 0,092	<u>0,225</u> 0,212	<u>0,232</u> 0,225
$n_{рас}$	<u>773</u> 769	<u>748</u> 832	<u>923</u> 1088	<u>-0,032</u> 0,082	<u>0,194</u> 0,415	<u>0,250</u> 0,257	<u>0,264</u> 0,292
$n_{пл}$	5253	5906	6928	0,124	0,319	0,278	0,282

Примечание. В числителе приведены значения для нитей основы, в знаменателе – для нитей утка.

Полученные результаты сведены в табл.3. Вначале с помощью результатов измерений находили коэффициент изменчивости единичных показателей по формуле

$$K_{x_i} = \frac{(\overline{x_i})_{\text{возд}} - \overline{x_i}}{\overline{x_i}}, \quad (1)$$

где $(\overline{x_i})_{\text{возд}}$ – среднее значение единичного показателя после воздействия температурой $t=+65^\circ\text{C}$, либо $t=-4^\circ\text{C}$; $\overline{x_i}$ – среднее значение единичного показателя, измеренного при нормальных условиях ($t=20\pm 2^\circ\text{C}$).

Результаты расчета K_{x_i} также представлены в табл.3. Исследования свидетельствуют, что отдельные показатели дали как положительные, так и отрицательные приращения. В этом случае известная формула для определения коэффициента весомости [4] не дает достоверных результатов о значимости единичных показателей:

$$\alpha_{x_i} = \frac{K_{x_i}}{\sum_{i=1}^n K_{x_i}}. \quad (2)$$

С целью определения линейной взаимосвязи коэффициента изменчивости и весомости показателя проведем корректировку (2) в виде

$$\alpha_{x_i} = \frac{1 + K_{x_i}}{\sum_{i=1}^n (1 + K_{x_i})}, \quad (3)$$

что даст возможность исключить зависимость относительного изменения от направления приращения исследуемого параметра. Результаты расчетов показаны в табл.3.

Таким образом, на основании исследований наиболее значимыми показателями надежности выявлены: для швейных ниток – стойкость к многократному растяжению; для тканей арт.856 и арт.62239 – стойкость к истиранию по плоскости.

ВЫВОДЫ

Предложена новая методика ранжирования единичных показателей надежности текстильных материалов, измеренных после различных физико-механических воздействий в течение определенного времени, позволяющая оценить весомость показателей с учетом направления приращения исследуемого параметра.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ефимова О.Г., Виноградова Н.В., Гусев Б.Н. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2000, №4.
2. ГОСТ 27.002 – 89. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения.
3. Лабораторный практикум по материаловедению швейного производства: Учеб. пособие для вузов // Бузов Б.А., Алымсенова Н.Д., Петропавловский Д.Г. – М.: Легпромиздат, 1991.
4. ГОСТ 24294 – 80. Определение коэффициентов весомости при комплексной оценке технического уровня и качества продукции.

Рекомендована кафедрой материаловедения и товароведения. Поступила 12.02.01.

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ПРОЦЕССА УПЛОТНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТИ ПРЯЖИ В ВЬЮРКОВОМ МЕХАНИЗМЕ

О.В. РАДЧЕНКО, В.Д. ФРОЛОВ, В.В. ВЕСЕЛОВ

(Ивановская государственная текстильная академия)

Влияние выравнивающих и разглаживающих подвижных конических вьюрковых поверхностей через колеблющиеся промежуточные звенья правильной геометрической формы является наиболее эффективным воздействием на волокнистые шероховатые полуфабрикаты пряжедения, в том числе и на нить.

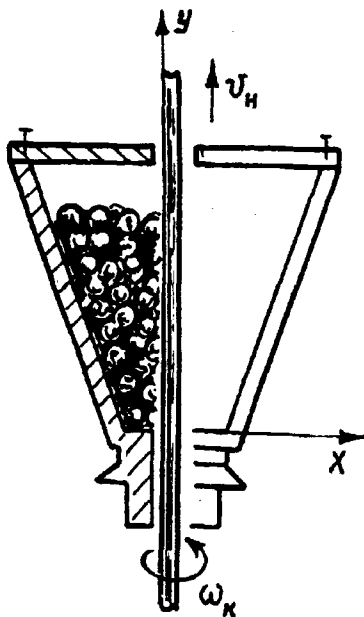


Рис. 1

Поведение нити (рис.1) в коническом подвижном вьюрковом механизме с промежуточными подвижными звеньями в виде шариков можно изобразить в виде дискретной динамической модели поперечных колебаний стержней постоянного сечения, представляющих цепочку одинаковых масс и пружин [1].

Поведение каждой дискретной части масс из модели описывается уравнением

$$\frac{d^2 y_i}{dt^2} + \frac{4EJ}{\rho k^4} [(x_i - x_{i-1}) - (x_{i+1} - x_i)] - \frac{EJ}{\rho k^4} [(x_i - x_{i-2}) - (x_{i+2} - x_i)] = 0, \quad (1)$$

где ρ и k – соответственно линейная плотность и длина отдельных дискретных участков, на которые разбивается нить.

Учитывая, что

$$\rho k = m,$$

где m – масса дискретного участка нити длиной k , запишем уравнение (1) в виде

$$m \frac{d^2 y_i}{dt^2} + \frac{4EJ}{k^3} [(x_i - x_{i-1}) - (x_{i+1} - x_i)] - \frac{EJ}{k^3} [(x_i - x_{i-2}) - (x_{i+2} - x_i)] = 0. \quad (2)$$

В соответствии с закреплением ведущей и ведомой ветвей нити в технологическом процессе граничные условия будут различными, следовательно, и законы движения двух крайних масс в пределах конуса строго определенные, то есть с увеличением числа дискретных масс модели ее собственные частоты приближаются к собственным частотам нити как распределенной системы.

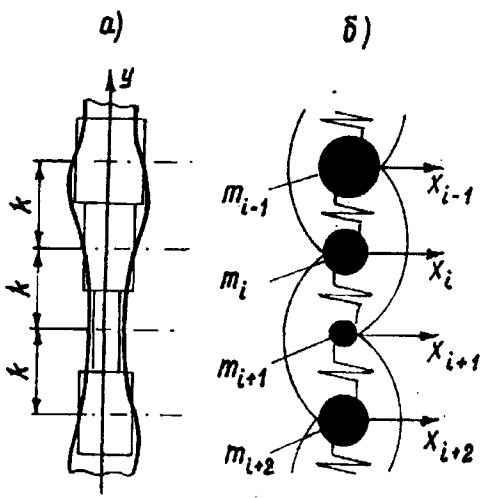


Рис. 2

При построении модели учитываем, что поперечное сечение нити по длине изменяется по произвольному закону (рис.2-а) и имеет ряд особенностей:

- вся нить разбивается по длине на n одинаковых участков. Считаем, что на каждом из участков длиной l/n нить имеет постоянное сечение, равное сечению в середине каждого участка, а его жесткость принимаем равной EJ_i ;

- полагаем, что масса m_i каждого участка с постоянным поперечным сечением сосредоточена в середине этого участка;

- для построения уравнения (2) принимаем характеристику упругой восстанавливающей силы, действующей между двумя соседними массами дискретной модели, равной полусумме жесткостей рассматриваемых участков;

- характеристика остаточной упругой связи, действующей между i -й и $i+2$ -й массами дискретной модели, принимается равной жесткости $i+1$ -го участка нити.

С учетом нити с произвольным поперечным сечением (рис. 2-а) дискретная динамическая модель (рис. 2-б), описывающая поведение каждой массы, будет иметь вид:

$$m_i \frac{d^2 y_i}{dt^2} - \frac{4E}{k^3} \left(\frac{J_{i-1} + J_i}{2} \right) (x_i - x_{i-1}) - \frac{4E}{k^3} \left(\frac{J_i + J_{i+1}}{2} \right) (x_{i+1} - x_i) - \frac{EJ_{i-1}}{k^3} (x_i - x_{i-2}) + \frac{EJ_{i+1}}{k^3} (x_{i+2} - x_i) = 0. \quad (3)$$

Если нить высшего сорта с высокой равномерностью по сечению, то допустим, что

$$J_{i-2} = J_{i-1} = J_i = J_{i+1} = J_{i+2}$$

и в расчетах используем уравнение (2).

В зависимости от закрепления концов нити в технологическом процессе ее обработки граничные условия определяются соответствующими законами движения двух первых и двух последних масс дискретной модели волокнистой нити.

При установке устройства (рис. 1) на технологическом оборудовании, как правило, верхний конец нити имеет шарнирное закрепление, то есть верхний конец массы нити дискретной модели m_0 закреплен, следовательно,

$$x_0 = 0. \quad (4)$$

Тогда поведение массы m_1 можно описать дифференциальным уравнением

$$m \frac{d^2 y_1}{dt^2} + \frac{2EJ_1}{k^3 x_1} - \frac{4E}{k^3} \left(\frac{J_1 + J_2}{2} \right) (x_2 - x_1) + \frac{EJ_2}{k^3} (x_3 - x_1) = 0. \quad (5)$$

Дискретная динамическая модель поперечных колебаний обрабатываемой нити (3) позволяет свести анализ к исследова-

нию системы обыкновенных линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами.

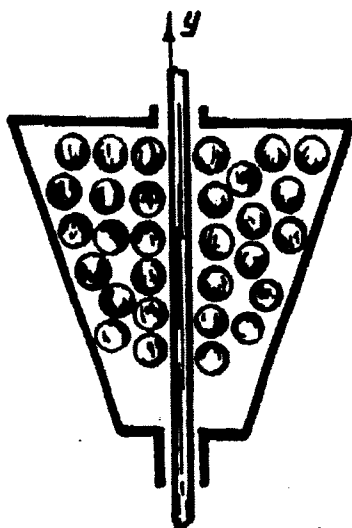


Рис. 3

Исследуя поперечные колебания массы шариков внутри конической пустотелой емкости, вращающейся с определенным числом оборотов, будем рассматривать их как поперечное колебание закрепленного конического стержня. За счет вращения

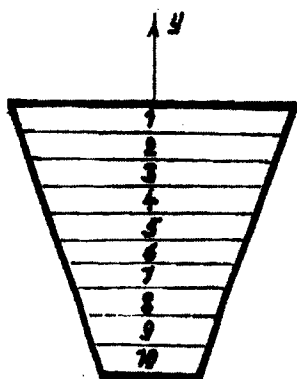


Рис. 4

конической емкости под действием центробежных сил и ее конусности происходит перераспределение шариков, вызывая их подъем к верхней крышке. Под действием вибрации шарики будут падать на дно, снова подниматься, образуя циркуляционный процесс (рис. 3). Для собственных частот такого стержня известны выражения [1], полученные с помощью функций Бесселя:

$$P_i = \frac{\alpha_i r}{h^2} \sqrt{\frac{E}{\rho}}, \quad (6)$$

где r и h – радиус основания и высота конуса; E – модуль упругости конического стержня, образованного массой шариков, поднявшихся вверх в процессе вращения конической емкости.

Для начальных условий поперечных колебаний "конусного стержня" значения коэффициентов в зависимости от высоты и конусности последнего примем равными

$$\alpha_1 = 2,175; \alpha_2 = 5,275;$$

$$\alpha_3 = 9,625; \alpha_4 = 15,165. \quad (7)$$

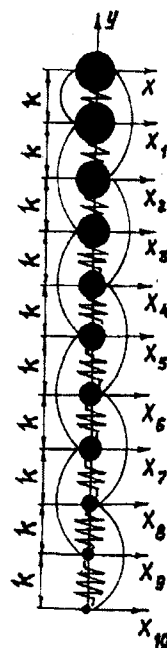


Рис. 5

В качестве дискретной модели рассмотрим десятимассовую цепочку масс (рис.4) и пружин (рис. 5), поведение каждой из которых описывается уравнением (3) с учетом выражения (5) и уравнений, применяющихся в случае свободного конца стержня, а движение двух крайних масс дискретной модели:

$$m_{n-1} \frac{d^2 x_{n-1}}{dt^2} + \frac{4E}{k^3} \left(\frac{J_{n-2} + J_{n-1}}{2} \right) (x_{n-1} - x_{n-2}) - \frac{2EJ_{n-1}}{k^3} (x_n - x_{n-1}) - \frac{EJ_{n-2}}{k^3} (x_{n-1} - x_{n-3}) = 0, \quad (8)$$

$$m_n \frac{d^2 x_n}{dt^2} + \frac{2EJ_n}{k^3} (x_n - x_{n-1}) - \frac{EJ_{n-1}}{k^3} (x_n - x_{n-2}) = 0.$$

Тогда система уравнений, описывающая состояние десятимассовой дискретной модели конуса при условии $E = Q = k = 1$ и $r = 20$ мм, будет иметь вид:

$$\begin{aligned} 567x''_1 - 17500x_1 - 166000(x_2 - x_1) + \\ + 33000(x_3 - x_1) = 0, \\ 453x''_2 + 166000(x_2 - x_1) - \\ - 106000(x_3 - x_2) - 51000x_2 + \\ + 20000(x_4 - x_2) = 0, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 354x''_3 + 106000(x_3 - x_2) - 62400(x_4 - x_3) - \\ - 33000(x_3 - x_1) + 11200(x_5 - x_3) = 0, \\ 265x''_4 + 62400(x_4 - x_3) - 34350(x_5 - x_4) - \\ - 20000(x_4 - x_2) + 6225(x_6 - x_4) = 0, \\ 190x''_5 + 34350(x_5 - x_4) - 17620(x_6 - x_5) - \\ - 11200(x_5 - x_3) + 2085(x_7 - x_5) = 0, \quad (9) \\ 127x''_6 + 17620(x_6 - x_5) - 7060(x_7 - x_6) - \\ - 6225(x_6 - x_4) + 945(x_8 - x_6) = 0, \\ 77x''_7 + 7060(x_7 - x_6) - 2380(x_8 - x_7) - \\ - 2585(x_7 - x_5) + 245(x_9 - x_8) = 0, \\ 39x''_8 + 2380(x_8 - x_7) - 553,5(x_9 - x_8) - \\ - 945(x_8 - x_6) + 32,5(x_{10} - x_8) = 0, \\ 14x''_9 + 553,5(x_9 - x_8) - 63,5(x_{10} - x_9) - \\ - 245(x_9 - x_7) = 0, \end{aligned}$$

$$1,57x''_{10} + 63,5(x_{10} - x_9) - 31,7(x_{10} - x_8) = 0.$$

После деления каждого из слагаемых системы дифференциальных уравнений (9) на коэффициенты α согласно выражению (7) при определении соответствующих вторых производных получим квадратную (10x10) пятидиагональную матрицу:

276,00	-148,00	29,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
-185,50	223,50	-117,00	22,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
46,60	-147,50	175,50	-88,00	15,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	38,50	-117,50	132,50	-64,80	11,70	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	29,50	-90,25	100,50	-46,40	6,80	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	22,00	-69,50	69,00	-27,25	-15,45	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	16,80	-45,75	42,90	-15,95	1,59	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12,00	-30,25	24,85	-7,05	0,40
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,65	-19,55	13,60	-2,24
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,10	-20,20	5,10

(10)

которая характеризуется собственными числами и собственными частотами и формой колебаний дискретной модели "конусного стержня" из шариков, выраженной системой уравнений (9).

Полученные с помощью выражения (6) пять первых собственных частот P_i десятимассовой дискретной модели конуса \bar{P}_i согласно порядковому номеру N приведены в табл. 1.

Таблица 1

N	\bar{P}_i	P_i	$\Delta P_i/P_i \cdot 100\%$
1	1,39	1,66	9,6
2	2,94	4,02	4,0
3	7	7,32	8,8
4	10,2	11,54	22,12
5	13,86	16,66	34

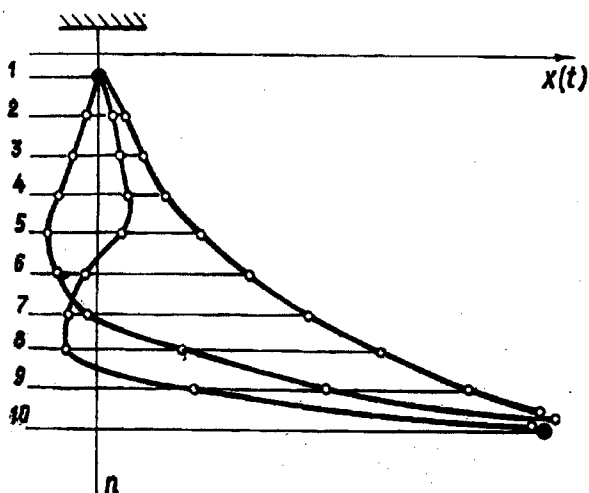


Рис. 6

На рис.6 изображены графики первых трех собственных форм

A_i при $i=1, i=2, i=3$

согласно формуле $x_i = A_i \sin P_i t$, используемой для расчета десятимассовой модели "конусного стержня" из шариков.

Таким образом, расчет собственных частот и форм поперечных колебаний "конусного стержня" из шариков позволяет

находить наилучшую конфигурацию конической поверхности для улучшения равномерности при обработке смазанной нити и уменьшения его коэффициента трения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тимошенко С.П. Колебания в инженерном деле. – М.: Физматгиз, 1963.

Рекомендована кафедрой технологии швейных изделий. Поступила 13.12.00.

ВЛИЯНИЕ МИКРООРГАНИЗМОВ НА СТРУКТУРУ ТОНКОГО МЕРИНОСОВОГО ВОЛОКНА

Е.Л. ПЕХТАШЕВА

(Российская экономическая академия им. Г.В. Плеханова)

В отличие от микроорганизмов, вызывающих повреждение растительных волокон, микрофлора шерсти непостоянна и представлена в основном видами, свойственными почве. Некоторые микроорганизмы способны выжить после всех технологических операций переработки шерсти и продолжать разрушать уже готовые изделия [1].

Задача настоящей работы состояла в выявлении изменений структуры шерстяного меринского волокна под действием микроорганизмов. Объектами исследований служили образцы тонкой меринской шерсти, полученной после первичной обработки на АО «Лосино-Петровской фабрике ПОШ» (Московская область).

В целях оценки влияния спонтанной микрофлоры образцы шерсти помещали в эксикатор и выдерживали в термостате при температуре 28...32°C и влажности, близкой к 100%.

Для определения изменений структуры шерстяных волокон под действием микроорганизмов использовали метод растровой электронной микроскопии. Исследования проводили на микроскопе JSM – U 3 (Япония) с компьютерным формированием и обработкой изображения. Предварительно для создания проводящего слоя в вакуумной установке (ВУП-5) на волокна напыляли слой углерода около 100...200Å методом термического вакуумного распыления.

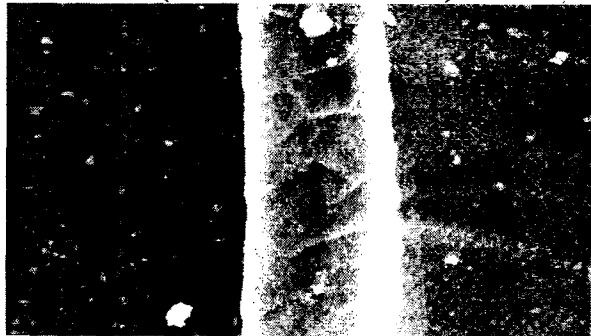


Рис. 1



Рис. 2



Рис. 3



Рис. 4

На рис.1 представлена тонкая меринская шерсть исходная (увеличение на рис. 1...4 x 1000), на рис. 2 эта же шерсть

после двух недель воздействия спонтанной микрофлоры, на рис.3 и 4 показаны волокна шерсти после четырех недель воздейст-

вия микроорганизмов. На поверхности волокна отчетливо просматриваются клетки микроорганизмов со скоплением их на краях чешуек. Хорошо заметен распад волокна на отдельные фибриллы. При этом на рис.4 видны практически не поврежденные, не связанные друг с другом и с корковым слоем чешуйки.

Из источников [2,3] известно, что клетки кортекса располагаются достаточно плотно друг к другу, но между ними имеется тонкая прослойка белкового межклеточного вещества – клеточно-мембранный комплекс. Таким образом, полученные электронные снимки подтверждают положение [3], что при воздействии микроорганизмов на шерстяные волокна в первую очередь повреждается именно межклеточное вещество, что ведет к распаду волокна на отдельные фибриллы.

Для выявления и оценки изменений в химической структуре волокон под действием микроорганизмов использовали ИК-спектроскопию. В процессе эксперимента снимали спектры поглощения исходных и подвергнутых воздействию спонтанной микрофлоры волокон мериносовой шерсти на спектрофотометре Hitachi модели 270-50 с автоматической регистрацией частот и интенсивностей.

ИК-спектры поглощения снимали с измельченных образцов в матрице KBr, спектры МНПВО снимали, используя приставку МНПВО к прибору с призмой из KKS-5.

ИК-спектры (с KBr) исходных и поврежденных образцов шерсти оказались практически идентичны. В связи с этим для исследования использовали приставку МНПВО.

При воздействии микроорганизмов на волокно мериносовой шерсти на спектрах МНПВО наблюдается:

- смещение полос валентных колебаний NH- групп от 3274 до 3268 см^{-1} , что указывает на упрочнение водородных связей;

- накопление полярных карбонильных групп в области 1720...1740 см^{-1} , резко возрастает полоса 1710 см^{-1} , что говорит об образовании окисленных форм COO- и накоплении функциональных групп. При

этом оптическая плотность возрастает после четырех недель воздействия спонтанной микрофлоры примерно в 2 раза;

- полоса «амидI» в исходных образцах шерсти имеет частоту 1629 см^{-1} с неявно выраженным плечом при 1640 см^{-1} , через две недели воздействия микроорганизмов полоса имеет явное плечо 1640 см^{-1} , через четыре недели воздействия основная полоса проявляется при 1640 см^{-1} ;

- полоса «амидII» в исходном состоянии имеет частоту 1515 см^{-1} с неявным плечом при 1535 см^{-1} , через две недели – явное плечо при 1535 см^{-1} , через четыре недели – две разрешенных полосы при 1535 и 1521 см^{-1} .

На основании данных из [4] изменение спектров можно интерпретировать следующим образом: при воздействии спонтанной микрофлоры изменяется конформация белковых цепей – происходит переход от β -формы (вытянутые цепи) к α -форме (спираль). Дополнительным подтверждением такого перехода являются данные по деформационным колебаниям групп SH- в области 1470...1440 см^{-1} .

Касаясь относительной интенсивности полос в спектрах МНПВО, констатируем – интенсивность полосы валентных колебаний NH- групп (~3280 см^{-1}) относительно колебаний SH- групп (~2920 см^{-1}) уменьшается при воздействии спонтанной микрофлоры, что говорит об уменьшении содержания азота.

ВЫВОДЫ

На основании данных, полученных в результате исследований электронной микроскопией и ИК-спектроскопией выявлено изменение структуры мериносового шерстяного волокна при воздействии спонтанной микрофлоры: распад на отдельные фибриллы, изменение химического состава (накопление карбонильных групп).

ЛИТЕРАТУРА

1. Brian Mc C., Phil H. Gr. // Wool Sci.Rev. – 1988. P.27...28.

2. Новорадовская Т.С., Садова С.Ф. Химия и химическая технология шерсти. – М.: Легпромбыт-издат, 1986.

3. Leeder J.D. // Wool Sci.Rev. – 63 1986, P. 3...35.

4. Инфракрасная спектроскопия полимеров
Под ред. И. Деханга. – М.:Химия, 1976.

Рекомендована кафедрой материаловедения и товароведения ИГТА. Поступила 24.01.01.

УДК 677.017:677.06

ПОВЕДЕНИЕ ДВУХКОМПОНЕНТНОГО УПРУГОВЯЗКОПЛАСТИЧЕСКОГО КОМПОЗИТА ПРИ ЕГО НАГРУЖЕНИИ

Ф.Н. МУХТАСИМОВ, К. ЖУМАНИЯЗОВ, Х.А. ТУРАЕВ

(Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности)

Задача настоящего исследования заключается в теоретическом анализе двухкомпонентных композиций, состоящих из тонкодисперсного фибринового волокна (ФВ) – отходов производства натурального шелка, подвергнутого измельчению в роторном диспергаторе, и синтетических полимеров, прежде всего полиолефинов (ПЭНП и др.), а также в анализе композита с волокнистым холстопрощивным полотном.

Рассматривались различные модели, в которых предполагалось наличие упругих, вязкоупругих и упруговязкопластических свойств основных составляющих композиций. Наиболее общие случаи – это линейная и линейно-упруговязкопластическая модели каждого компонента. Последняя является комбинацией модели Максвелла-Фойгта и Кельвина-Томпсона (рис. 1, где а) – линейно-упругая; б) – вязкоупругая; в) – упруговязкопластичная).

Введем основные параметры и соотношения, необходимые для составления уравнений статики:

$$P = P_{ш} + P_{э},$$

где P – суммарное напряжение, приходящееся на композицию; $P_{ш}$ и $P_{э}$ – напряжения, приходящиеся соответственно на долю волокна шелка и полимерной упаковки.

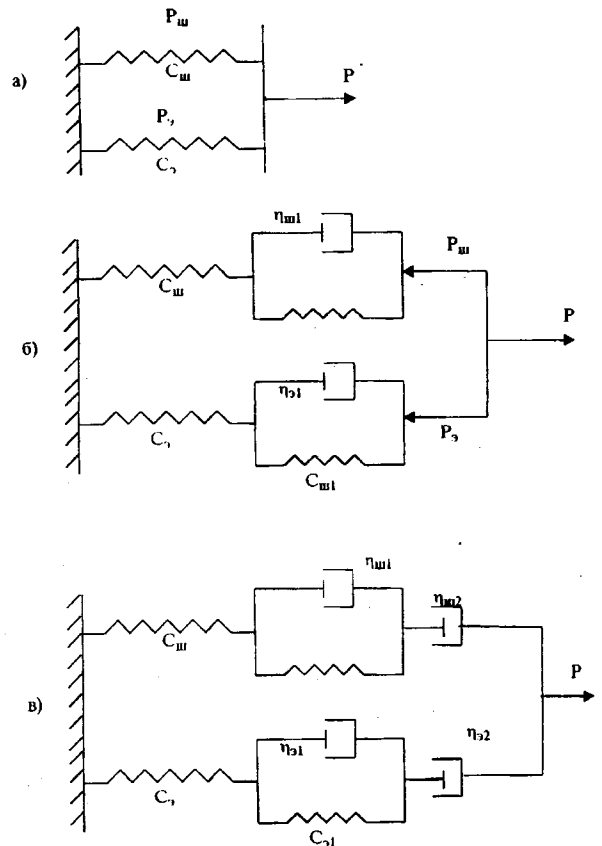


Рис. 1

Условие совместной деформации элементов запишется как

$$X_{\text{ш}} = X_{\text{э}} = X = \text{const},$$

где $X_{\text{ш}}$ и $X_{\text{э}}$ – деформация шелка и полимера.

При упругом полимере

$$\begin{aligned} P_{\text{ш}} &= C_{\text{ш}}X, \\ P_{\text{э}} &= C_{\text{э}}X, \end{aligned} \quad (1)$$

$$P = C_k X = (C_{\text{ш}} + C_{\text{э}})X.$$

Здесь $C_{\text{ш}}$, $C_{\text{э}}$ и C_k – коэффициенты соответственно жесткости шелка, полимера и композита в целом

$$(C_{\text{ш}} + C_{\text{э}} = C_k).$$

Отсюда

$$\frac{P_{\text{ш}}}{P_{\text{э}}} = \frac{C_{\text{ш}}}{C_{\text{э}}};$$

$$P_{\text{ш}} = P \frac{C_{\text{ш}}}{C_{\text{ш}} + C_{\text{э}}}; \quad P_{\text{э}} = P \frac{C_{\text{э}}}{C_{\text{ш}} + C_{\text{э}}}.$$

Если в композиции суммарное усилие

$$X_{\text{ш}} = P_{\text{ш}} \left\{ \frac{1}{C_{\text{ш}}} + \frac{1}{C_{\text{ш}_1}} [1 - \exp(-\frac{\eta_{\text{ш}} t}{C_{\text{ш}_1}})] + \frac{t}{\eta_{\text{ш}_1}} \right\}, \quad (2)$$

$$X_{\text{э}} = P_{\text{э}} \left\{ \frac{1}{C_{\text{э}}} + \frac{1}{C_{\text{э}_1}} [1 - \exp(-\frac{\eta_{\text{э}} t}{C_{\text{э}_1}})] + \frac{t}{\eta_{\text{э}_1}} \right\},$$

где $\eta_{\text{ш}_1}$, $\eta_{\text{э}_1}$ – коэффициенты вязкости пластических элементов.

При $X_{\text{ш}} = X_{\text{э}}$ и $P = P_{\text{ш}} + P_{\text{э}}$ в момент $t=0$ для $P_{\text{ш}}$ и $P_{\text{э}}$ получим соотношение (1).

В случае $t \rightarrow \infty$ значения деформаций $\frac{\eta}{C}t$ и $\frac{t}{\mu}$ становятся бесконечно большими. Если принять, что через 3τ релаксацион-

$$P = P_{\text{ш}} + P_{\text{э}} = \text{const},$$

то $P_{\text{ш}}(t) = \text{const}$ и $P_{\text{э}}(t) = \text{const}$.

В случае наличия упруговязкого полимера для постоянного напряжения имеем [1, 2]:

$$X_{\text{ш}} = P_{\text{ш}}(t) = \left[\frac{1}{C_{\text{ш}}} + \frac{1}{C_{\text{ш}_1}} \{1 - \exp(-\frac{\eta_{\text{ш}}}{C_{\text{ш}_1}})\} \right],$$

$$X_{\text{э}} = P_{\text{э}}(t) = \left[\frac{1}{C_{\text{э}}} + \frac{1}{C_{\text{э}_1}} \{1 - \exp(-\frac{\eta_{\text{э}}}{C_{\text{э}_1}})\} \right],$$

где $C_{\text{ш}_1}$, $C_{\text{э}_1}$ – коэффициенты жесткости эластичных моделей композиций для шелка и полимера соответственно; $\eta_{\text{ш}}$ и $\eta_{\text{э}}$ – коэффициенты динамической вязкости.

Приведенные выше уравнения еще не учитывают пластической деформации. Такая модель должна быть комбинацией моделей Максвелла-Фойгта и Кельвина-Томпсона. Ее поведение описывается линейным дифференциальным уравнением и имеет решение в квадратурах в случае $P=\text{const}$ или $X=\text{const}$.

Если $P_{\text{ш}}$ и $P_{\text{э}} = \text{const}$, то для такой модели

ные последствия завершились (при этом считать, что при $\tau_{\text{ш}} - \tau_{\text{э}}$ время τ – период “постоянной” экспоненты), то выражение (2) примет вид:

$$X_{\text{ш}_\tau} = P_{\text{ш}_\tau} \left(\frac{1}{C_{\text{ш}}} + \frac{0,95}{C_{\text{ш}_1}} + \frac{3\tau}{\eta_{\text{ш}_2}} \right), \quad (3)$$

$$X_{\text{э}_\tau} = P_{\text{э}_\tau} \left(\frac{1}{C_{\text{э}}} + \frac{0,95}{C_{\text{э}_1}} + \frac{3\tau}{\eta_{\text{э}_2}} \right).$$

Учитывая, что выражения в квадратных скобках $\approx 0,95$ и $P = P_{ш} + P_3$ и $X_{ш} = X_3$,

к моменту перераспределения напряжений для шелка имеем

$$P_{ш\tau} = P \frac{\frac{1}{C_3} + \frac{0,95}{C_{3_1}} + \frac{3\tau}{\eta_{3_2}}}{\frac{1}{C_{ш}} + \frac{0,95}{C_{ш_1}} + \frac{3\tau}{\eta_{ш_2}} + \frac{1}{C_3} + \frac{0,95}{C_{3_1}} + \frac{3\tau}{\eta_{3_2}}} \quad (4)$$

По закону Гука

$$P_{ш} = C_{ш}X_{ш} + C_{ш}X,$$

$$P_3 = C_3X_3 + C_3X,$$

$$P = C_{\kappa}X;$$

$$P_{3\tau} = P \frac{\frac{1}{C_{ш}} + \frac{0,95}{C_{ш_1}} + \frac{3\tau}{\eta_{ш_2}}}{\frac{1}{C_{ш}} + \frac{0,95}{C_{ш_1}} + \frac{3\tau}{\eta_{ш_2}} + \frac{1}{C_3} + \frac{0,95}{C_{3_1}} + \frac{3\tau}{\eta_{3_2}}} \quad (5)$$

Многочлен

$$\left(\begin{aligned} &C_{ш_1}\eta_{ш_2}C_3\eta_{3_2}C_{3_1} + 0,95C_{ш}\eta_{ш_2}C_3C_{3_1}\eta_{3_2} + 3\tau C_{ш}C_{ш_1}C_3C_{3_1}\eta_{3_2} + \\ &+ C_{ш}C_{ш_1}\eta_{ш_2}C_{3_1}C_{3_2} + 0,95C_{ш}C_{ш_1}\eta_{ш_2}C_3\eta_{3_2} + 3\tau C_{ш}C_{ш_1}C_{ш_2}\eta_{ш_2}C_3C_{3_1} \end{aligned} \right) > 0$$

Обозначим через Δ_1 и запишем (4) и (5) следующим образом:

$$P_{ш\tau} = \frac{P}{\Delta_1} C_{ш_1} C_{ш} \eta_{ш_1} (C_3 \eta_{3_2} + 0,95 \eta_{3_1} + 3\tau C_3 C_{3_1}), \quad (6)$$

$$P_{3\tau} = \frac{P}{\Delta_1} C_3 C_{3_1} \eta_{3_2} (C_{ш_1} \eta_{ш_2} + 0,95 C_{ш} \eta_{ш_1} + 3\tau C_{ш} C_{ш_1}). \quad (7)$$

Из анализа (6) и (7) установим направление изменения напряжения.

Представляется интересным оценка влияния на нагрузку и характер ее перераспределения вязких (пластических) элементов, поскольку одна из основных целей наполнения полиолефинов волокнистыми наполнителями, в частности, волокнами шелка, состоит в существенном уменьшении ползучести синтетического полимера. Очевидно, что уменьшение усилия ползучести приведет к значительному повыше-

нию усилия, приходящегося на волокно. При этом важно, чтобы перераспределение нагрузки не вызвало появления микротрещин на границе раздела фаз и разрушения сплошности композиции. Таким образом, заключаем, что предложенные модели удовлетворительно описывают поведение композитов типа ОНШ – ПЭНП при определенных характеристиках их компонентов – коэффициентов жесткости $C_{ш}$ и C_3 упругих и эластичных $C_{ш}$, C_{3_1} компонент линейной модели, а также вязких ха-

рактических характеристик $\eta_{ш}$, $\eta_{э}$ вязкой $\eta_{ш1}$, $\eta_{э1}$ пластичной компонент моделей, которые позволяют связать указанные характеристики со свойствами композиций.

Следует отметить, что при мгновенном приложении нагрузки композит ведет себя как вполне упругое тело, а нагрузка на каждый из компонентов композита пропорциональна жесткости каждого элемента.

По истечении определенного времени в композите происходит развитие эластических и пластических деформаций. При этом суммарное напряжение остается постоянным, однако происходит его перераспределение (в случае пластических деформаций по линейному, а для эластических деформаций по экспоненциальному закону). Те же явления происходят при релаксации материала.

Характер указанных перераспределений зависит от жесткости компонентов, коэффициентов вязкости пластических элементов и времени. Чем выше жесткость того или иного компонента и меньше ко-

эффициент вязкости, тем большая часть общей нагрузки перераспределяется на этот компонент.

Показано, что 95% вязких деформаций развивается в композите за время, не превышающее $t \leq 3\tau = 3\eta_1/c_1$.

ВЫВОДЫ

Рассмотренные модели позволяют обоснованно прогнозировать возможность создания и оценки поведения полимерных и прошивных композитов на основе волокнистых наполнителей и полиолефинов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мухтасимов Ф.Н., Алимова Х.А., Бурнашев Р.З. // Шелк. – 1996, № 3. С. 58...59.
2. Алимова Х. и др. // Проблемы механики. – 1999, № 4,5. С. 7...11.

Рекомендована кафедрой прядения хлопка и химических волокон. Поступила 06.04.01.

УДК 677.017

СТРУКТУРНАЯ ОБУСЛОВЛЕННОСТЬ НЕКОТОРЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ

А.К. ИЗГОРОДИН, А.П. СЕМИКИН

(Ивановская государственная текстильная академия, Краснодарское ЗАО «Югтекс»)

Большинство характеристик волокон, определяющих их технологичность и эксплуатационные достоинства, обусловлены особенностями структурной организации последних на молекулярном, надмолекулярном, микро- и макромолекулярном уровнях. Это относится к таким свойствам, как прочностные, фрикционные, резистометрические, диэлектрические, сорбционные.

В предлагаемой работе рассмотрены отдельные фрагменты взаимосвязи, особенностей структуры и свойств волокнистых материалов (внимание акцентировано на надмолекулярной организации), а также новые волокна и роль каждого уровня структурной особенности волокон в формировании технологических и эксплуатационных свойств волокнистых материалов*.

* Данная публикация основана на содержании докладов авторов, заслушанных на III Международном научно-практическом семинаре «Физика волокон и текстильная технология», состоявшемся в Ивановской государственной текстильной академии/май 2000 г.

В [1,2] обоснованно утверждается, что в XXI веке синтетические волокна займут доминирующее положение. По отношению к волокнистым материалам, используемым для технических целей, это утверждение, видимо, правомерно, однако удовлетворение нужд человека в волокнах все-таки будет в значительной мере обеспечено путем использования натуральных волокон.

Хлопок [3], являющийся стратегическим сырьем, по объемам производства сейчас не уступает химическим волокнам; и он, и химические волокна составляют основу волокнистой массы, используемой человечеством.

В настоящее время наиболее изучены структурные особенности и свойства химических волокон. При их получении в процессе разработки соответствующих составов и технологических процессов, удалось научиться управлять и структурой, и, как следствие, их свойствами [4]. Наряду с совершенствованием волокон широкого спектра применения (волокна второго поколения) появились суперволокна (третье поколение) и ведутся разработки волокон со специфичными функциональными свойствами (четвертое поколение). Для суперволокон (кевлар, дайнема, армос, вектран, СВМ и других) характерны очень высокая прочность (до 2 ГПа) и сверхвысокий модуль (до 100 ГПа). Структура этих волокон отличается значительной степенью кристалличности – около 80%. Высокая степень вытяжки, спонтанное упорядочение структурных элементов, в том числе в жидкокристаллическом состоянии, отличает сверхтонкие (до 0,001 текс) волокна и волокна с микрокапсулами термотропных жидких кристаллов. Получаемые из таких волокон ткани изменяют цвет при разном освещении и температуре,

обладают повышенными комфортными свойствами.

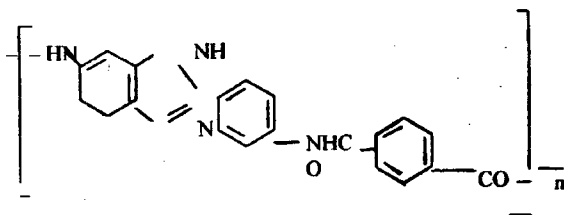


Рис. 1

Волокна, содержащие пленкоподобные структурные элементы и воронкообразные поры, создают в ткани глубокие и яркие тона. Ряд специфичных свойств: огнезащитных, резистометрических, сорбционных, оптических, термостабильных и даже сверхпроводящих можно придать волокнам путем физического модифицирования. Например, в ВНИИПВ (г.Мытищи) и МГТУ им. А.Н. Косыгина (г.Москва) получены хорошие результаты при изменении структуры волокон на основе гетероциклического полиамида (ПАБИ), имеющих элементарное звено, изображенное на рис. 1 [5,6]. Основным условием получения специфичных свойств, в том числе сверхпроводимости, при введении в волокна наполнителей, как это установлено в [5,6], был соответствующий уровень ориентации надмолекулярных структурных элементов и упорядоченности водородных связей. Структурные изменения, протекающие при наполнении и вытяжке волокон, обуславливают существенные изменения их характеристик прочности (табл. 1 – прочность ПАБИ нитей при зажимной длине 30 мм [5,6]).

Виды наполнителя	Содержание наполнителя, %	Показатели исходных нитей		Прочность нитей после деформирования, МПа			
		прочность, МПа	удлинение, %	0	50%	100%	120%
Оксиды редкоземельных металлов	0	2800...2850	3.8				
	6.0	1720...1780	3.2				
	18.0	1210...1320	2.7				
	29.0	1300	2.5				
	48.0	900...1100	2.3				
	88.0	150...250	1.3				
Керамика, обладающая высокотемпературной проводимостью	0			300	750	805	1100
	66			-	500	580	-
	90			150	280	300	360

Как видно из табл. 1, структурные изменения, связанные с введением в нити мелкодисперсного порошка до 88 %, обуславливают снижение прочности и деформационных способностей нитей в 14 и 3 раза соответственно. При этом изменяется механизм разрушения. Как следует из фрактографических исследований, исходные волокна разрушаются в такой последовательности: смещение микрофибрилл и фибрилл друг относительно друга; разрушение расщепленных микрофибрилл и фибрилл. Такой ход процесса разрушения является естественным, так как межмолекулярные и межфибриллярные связи менее прочны в сравнении с внутримолекулярными: энергия активации разрыва межмолекулярных связей составляет 4...40 кДж/моль, а внутримолекулярных 190...320 кДж/моль [7].

В случае введения в волокно большого количества наполнителя, [5,6] частички наполнителя образуют «жаркас», соприкасаясь друг с другом. Силы взаимодействия между атомами матрицы и атомами введенных в волокно частиц наполнителя для рассмотренных в табл.1 нитей оказались ниже сил как внутри, так и межмолекулярного взаимодействия полимера. Так, проч-

ность наполненных нитей ПАБИ снижается почти в 20 раз при увеличении доли наполнителя до 88% (табл. 1). Приведенная интерпретация закономерности разрушения наполненных нитей ПАБИ не противоречит исследованиям [8,9].

При вытягивании волокон, как известно, наиболее существенные изменения происходят в надмолекулярных образованиях. При этом, как следует из табл. 1, нити, наполненные частичками высокотемпературного сверхпроводника, становятся более прочными. Так, если ввести в нить ПАБИ 90% частичек керамики, обладающих высокотемпературной сверхпроводимостью, и растянуть эту нить на 120%, то прочность нити возрастает со 150 до 360 МПа (табл. 1), то есть прочность наполненной на 90% и растянутой нити оказывается выше прочности нити без наполнителя (300 МПа, табл. 1), которая не была подвержена вытягиванию.

Интересная зависимость прочности волокон от кристаллографической анизотропии выявлена в [10], где прочность разных по природе волокон сопоставлена с показателем удельной магнитной анизотропии $\Delta\chi$ (табл.2).

Волокна	Показатель удельной магнитной анизотропии $\Delta\chi=(\chi_{\parallel}-\chi_{\perp})\cdot 10^6 \text{ см}^3/\text{г}$	Удельная разрывная нагрузка, сН/текс
Хлопок	0,94	18,3
Вискоза	1,6	25,1
Шелк-сырец	1,66	29,1
Полиэфир	1,70	53,8
Параполиамидное с гетероциклами (СВМ)	5,94	214,6

Приведенные в табл.2 значения удельной магнитной анизотропии определяются кристаллографической анизотропией. Величина $\Delta\chi$, в частности, взаимосвязана со значением функции ориентации; рост значения $\Delta\chi$ сопровождается увеличением удельной разрывной нагрузки волокон. Если считать, что удельная магнитная анизотропия определяется в основном кристаллографической анизотропией, то действием этого фактора нельзя объяснить изменение прочности волокон. Их прочность определяется, главным образом, аморфными зонами, являющимися более слабым звеном. Возможно, что существенные изменения диамагнитной восприимчивости вдоль макромолекул и перпендикулярно их хребту связаны с изменением электронной плотности и частоты прецессии электронных орбит в указанных направлениях. Если это предположение верно, то внешними магнитными полями можно существенно влиять на прочностные характеристики волокон.

В работах СПбГУТД (г. Санкт-Петербург) [11...14] найдены пути управления структурной организацией различных видов волокон и посредством этого изменения соответствующим образом свойств этих волокон. Полученные результаты положены в основу оптимизации технологических процессов переработки волокнистых полуфабрикатов. Изменений структуры волокон в [11...14] достигали с помощью использования термических и

радиационных воздействий, а также электромагнитных волн в виде лазерного излучения. При исследовании указанных выше воздействий в [11...14] установлены механизмы видоизменения структуры различных групп волокон. Получив возможность управлять структурой волокон, авторы разработали технологические процессы модификации терлон и ПАН волокон, а также ПКА пленок. Модифицированные волокна оказались более прочными, обладающими повышенной устойчивостью к различным воздействиям, например термическим. Повышение интенсивности технологических процессов обработки волокон позволило сократить их длительность, а некоторые технологические переходы удалось совместить.

В работах ИГХТУ (г. Иваново) [15...16] исследовались волокна хлопчатника. При использовании рентгеновского дифрактометра определено фазовое состояние и параметры кристаллитов целлюлозы разных модификаций: целлюлозы I, целлюлозы II и целлюлозы III.

В табл. 3 приведены результаты исследований [15...16] при мерсеризации и обработке в жидком аммиаке хлопка. Видно, что оптимальный состав гидроксида натрия (15%) позволяет обеспечить реализацию процесса мерсеризации и при этом добиться повышения прочности нитей на 6...10%.

Вид и условия обработки		Содержание модификаций, %		Степень кристалличности, %	Прочность нитей, ткани, %
		целлюлоза I	целлюлоза II целлюлоза III		
Исходное состояние		100	0/0	74.5	100
Мерсеризация	15 %	56,2	<u>43,8</u> 0	66,5	106-110
Водный раствор	18 %	29,4	<u>70,6</u> 0	63,4	-
гидроксида натрия концентрацией:	20 %	18,1	<u>81,9</u> 0	61,9	-
Обработка в жидком аммиаке длительностью:	1с	9,3	<u>0</u> 90,7	53,4	-
	3с	0	<u>0</u> 100	50,7	-

В [17...20] при изучении особенностей надмолекулярной структуры и микроструктуры льна сформулированы условия, при которых хорошо реализуются процессы прядения и сушки льняного волокна. В частности, льноволокно обладает хорошими прядомыми свойствами, если в нем содержание гемицеллюлозы превышает 9%, содержание лигнина составляет 2,5...3%, а

одревеснение срединных пластинок равно не более 20%. В названных работах представлены температурная и масштабная зависимости прочности и относительной деформации льноволокна (рис. 2), используемые при разработке процессов механической технологии и сушки льноволокна.

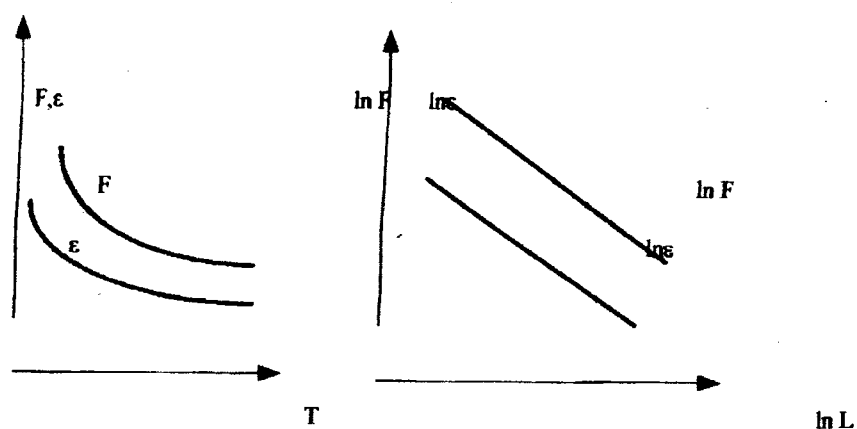


Рис. 2

В исследованиях, проведенных в ИГТА (г. Иваново) и ЗАО «Югтекс» (г. Краснодар) на основе анализа особенностей характеристик структур молекулярного и надмолекулярного уровней с использованием инфракрасной (ИК) спектроскопии, рентгеноструктурного анализа, оптических

методов исследования и комплекса методов определения физических свойств проведен анализ волокон кубанского и узбекского хлопчатников. Выявлены их особенности с точки зрения технологичности волокон и изменения, происходящие в результате различных внешних воздействий.

Таблица 4

Вид хлопка и состояние		Параметры полос								Отношение интенсивностей полос	
		3640...3000		3000...2760		1460		1430		$\frac{1320}{1370}$	$\frac{1430}{900}$
		интенсивность 1.%	полуширина $\Delta, \text{см}^{-1}$	I	Δ	I	Δ	I	Δ		
Кубанский	исходный	37	410	16,5	100	2,5	15	4,5	15	0,78	1,8
	из пряжи	29,5	400	15	110	7,0	30	7,5	18	0,92	2,1
Узбекский	исходный	27	380	13,0	120	9,0	30	7,5	20	0,87	1,98

В табл. 4 представлены некоторые результаты обработки ИК-спектров, полученных на спектрофотометре Specard-M80. Анализ характеристических полос проведен в соответствии с рекомендациями, полученными в [21...23]. Из табл. 4 следует, что в высокочастотной области $3640...3000 \text{ см}^{-1}$ и $3000...2760 \text{ см}^{-1}$ интенсивность полос поглощения у кубанского хлопка значительно выше, чем у узбекского. Отношение интенсивностей полос $3640-3000 \text{ см}^{-1}$ кубанского и узбекского хлопка составляет почти 1,4, а полуширина обоих видов хлопка практически одинакова – отношение полуширин составляет 1,08. На частотах же $3000-2760 \text{ см}^{-1}$ интенсивность пика у кубанского хлопка более высокая при меньшем значении полуширины.

Анализ табл. 4 показывает, что указанные выше отношения больше для узбекского хлопка, то есть в соответствии с [22,23] кристалличность, а значит и упорядоченность структурных элементов, должна быть выше у узбекского хлопка. Поскольку судить о степени кристалличности

по данным ИК-спектроскопии проблематично [22], а параметры надмолекулярных образований определить невозможно, для выяснения ситуации необходимо непосредственное измерение параметров надмолекулярной структуры. Единственным методом, позволяющим без какого-либо нарушения структуры волокон определить параметры кристаллитов, является рентгеновский.

Рентгеноструктурный анализ проведен на установке УРС-2,0, а также дифрактометре ДРОН-3. Источником излучения служила медная рентгеновская трубка, излучение K_{α} выделяли никелевым фильтром. Волокна при съемке располагали перпендикулярно рентгеновским лучам. По рентгенограммам и дифрактограммам определены углы, соответствующие максимумам 2θ , полуширина пиков β , угол разориентировки α , размер кристаллитов D , ориентация аморфных зон, функция ориентации f . Размер кристаллитов определяли по методу Дебая:

$$D = \frac{K\lambda}{\beta \cos\theta},$$

где K – константа; λ – длина волны излучения.

Угол разориентации находили путем проведения съемки волокон под разными углами до снижения интенсивности, соответствующей рефлексу (040), до нуля. Функцию ориентации вычисляли по формуле

$$f = \frac{3(\cos^2 \alpha)_{\text{ср}} - 1}{2},$$

где α – угол между соответствующим кристаллографическим направлением и осью волокна. Среднее значение квадрата косинуса угла α $(\cos^2 \alpha)_{\text{ср}}$ находили из соотношения

$$\cos^2 \alpha = \frac{\int_0^{\pi/2} I(\alpha) \cos^2 \alpha \sin \alpha d\alpha}{\int_0^{\pi/2} I(\alpha) \sin \alpha d\alpha} =$$

$$= \frac{\sum_0^{\pi/2} I(\alpha)_i \cos^2 \alpha_i \sin \alpha_i}{\sum_0^{\pi/2} I(\alpha)_i \sin \alpha_i}.$$

Ориентация аморфных зон у кубанского хлопка оказалась более совершенной, так как нормированная интенсивность аморфного галло на дифрактограммах этого хлопка в 1,25 раз больше, чем у узбекского. В табл. 5 приведены отдельные характеристики дифракционных максимумов (040) и (002).

Таблица 5

Вид волокна и состояние		Параметры максимумов (002) и (040)				Функция ориентации	Угол разориентировки, град
		$2\theta_{002}^{\circ}$	β_{002}°	$2\theta_{040}^{\circ}$	β_{040}°		
Кубанский	исходный	22,72	1,93	34,65	1,38	0,661	32,8
	из пряжи	22,72	1,95	34,64	1,40	0,648	33,4
	запаривание 10с	22,69	1,93	34,63	1,38	0,657	-
	после плазмы	22,74	1,94	34,63	1,42	0,644	33,7
Узбекский	исходный	22,55	1,87	34,45	1,34	0,65	30,5
	из пряжи	22,55	1,91	34,50	1,40	0,66	32,5
	запаривание 10с	22,56	1,91	34,40	1,30	0,66	-

Как видно, значения углов 2θ для волокон с Кубани на $0,2^{\circ}$ больше в меридиональном направлении и одинаково в экваториальном по сравнению с узбекскими волокнами. Полуширина пиков у кубанского хлопка выше в сравнении с узбекским на $0,07^{\circ}$ для исходных (из кипы) волокон. Последний факт является следствием уменьшения размеров кристаллитов у волокон кубанского хлопчатника и (или) более высокой дефектности кристаллитов в этом хлопке. Кристаллиты кубанского

хлопка хуже сориентированы относительно оси волокна, поскольку им соответствует более высокое значение угла разориентировки – на $2,3^{\circ}$ в исходном состоянии (табл.5).

При сопоставлении приведенных данных рентгеноструктурного анализа с результатами ИК-спектроскопии находит подтверждение предположение о более высокой упорядоченности аморфных зон в волокнах кубанского хлопка по сравнению с узбекским и о более низком совершенст-

ве кристаллитов в кубанском хлопке. При запаривании до 10с практически неизменными остаются все параметры надмолекулярной структуры. При увеличении времени запаривания до 30с наблюдается существенный рост кристаллитов и функции ориентации. После воздействия низкотемпературной плазмы рентгеновским методом обнаружено только возрастание угла разориентировки кристаллитов и соответственно снижение значения функции ориентации. Низкотемпературная плазма, как это следует из [24...26], при умеренных режимах обработки оказывает воздействие только на поверхность волокон.

Интегрально степень кристалличности и совершенство кристаллов, а также их ориентацию относительно оси волокон оценивали оптическим методом, путем определения показателя двулучепреломления [27...28]. В настоящей работе показатель двулучепреломления определен интерференционным и иммерсионным методами. Интерференционный метод позволяет оценивать структурную организацию внутри волокна, так как поверхностные зоны занимают очень маленький объем. Иммерсионной средой служила смесь ксилол + α -бромнафталин. Показатели преломления иммерсионной среды изменяли с шагом 0,002 и определяли рефрактометрически.

Таблица 6

Вид волокна и состояние		Показатели преломления		Показатель двулучепреломления	
		n_e	n_0	интерференционный	иммерсионный
Кубанский	исходный	1.573	1.527	0,050	0,046
	из пряжи	1.573	1.529	0,049	0,044
	запаривание 10с	-	-	0,051	0,048
Узбекский	исходный	1.569	1.526	0,046	0,043
	из пряжи	1.567	1.528	0,043	0,039
	запаривание 10с	-	-	0,047	0,041

Результаты исследований оптическим методом представлены в табл. 6. Показатели преломления обыкновенного луча (n_0) у сравниваемых волокон практически одинаковы. Величина показателя преломления необыкновенного луча (n_e) на 0,04 больше у кубанского хлопка, что при меньшем совершенстве кристаллитов у этого вида хлопка, как видно из табл. 5, может быть следствием лучшей упорядоченности структурных элементов в аморфных зонах. Об этом же свидетельствует более высокое (на 0,003...0,006) значение показателя двулучепреломления для волокон хлопчатника с Кубани.

У обоих видов хлопка показатель двулучепреломления, определенный интерференционным методом, больше на 0,003...0,006 в сравнении с иммерсионным

методом (табл.6). После механической обработки волокон, то есть волокон, взятых из пряжи, показатель двулучепреломления снижается, причем у узбекских волокон это снижение значимо (табл.6). Снижение значения $n_e - n_0$ после механической обработки согласуется с данными рентгеноструктурного анализа (табл.5) о возрастании разориентации кристаллитов в волокнах из пряжи в сравнении с волокнами из кипы. При запаривании волокон до 10с наблюдается тенденция роста показателя двулучепреломления (отличие $n_e - n_0$ находится в пределах ошибки).

Вид волокна		Модуль упругости, ГПа	Прочность, сН	Удельное электрическое сопротивление, Ом·10 ⁻⁶	Модуль деформирования, ГПа	Относительное удлинение, %	Коэффициент тангенциального сдвига
Кубанский	исходный	20,2	4,3	79	3,5	8,1	0,28
	запаривание 10с	-	4,9	1,26	2,5	9,1	0,37
	после плазмы	20,4	4,7	3,25	3,5	7,7	0,48
Узбекский	исходный	22,1	4,1	65	3,7	7,8	0,24
	запаривание 10с	-	4,6	1,38	2,7	10,5	0,36
	после плазмы	22,2	4,5	4,25	3,7	7,3	0,44

Представленные в табл. 7 отдельные данные о физико-механических свойствах волокон с Кубани и из Узбекистана иллюстрируют тот факт, что свойства волокон являются структурно обусловленными. Причем в ряде случаев нужно учитывать не только особенности надмолекулярных образований, но и структуры молекулярного уровня. Так, более высокое значение модуля упругости у узбекских волокон связано с повышенным совершенством у них кристаллитов. А большее значение прочности и удельного электрического сопротивления у волокон с Кубани связано с более высокой упорядоченностью в аморфных зонах различных групп атомов у этих волокон.

Повышенная прочность кубанского хлопка еще раз подтверждает тот факт, что эта характеристика волокон определяется в значительной мере аморфными зонами.

Данные о влиянии низкотемпературной плазмы на свойства волокон свидетельствуют о нескольких обстоятельствах: плазма существенно изменяет состояние поверхности; особенности поверхности волокон оказывают значительное влияние на многие их свойства; поверхностные зоны, на которые воздействует плазма, много меньше внутреннего объема волокна. Малостью приповерхностных слоев, изменяющихся под воздействием плазмы, объясняется неизменность структуры волокон в целом, выявленная рентгеновским мето-

дом. О существенном изменении свойств, зависящих от состояния поверхности, можно судить по изменению характеристик, представленных в табл.7, откуда следует, что после обработки в низкотемпературной плазме почти на 10% возрастает прочность волокон, в 25 раз снижается удельное поверхностное электрическое сопротивление, в 1,7 раза возрастает коэффициент тангенциального сдвига при движении волокна по волокну. Свойства же, определяемые всем объемом волокон, при этом остаются практически неизменными, например модули Юнга и деформирования (табл.7).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Hehn, Sajewicz J.* // Architectura Tekstyliow. – N 1, 2, 1999. S. 18...20.
2. *Кричевский Г.Е.* Основные тенденции в теории и практике отделочного производства // Текстильная химия. – 1995, № 1. С. 31...36.
3. *Касьяненко А.Г. и др.* Хлопководство России. – Краснодар: ЗАО «Югтекс», 1999.
4. *Tatsuya Hongu, Glun O. Phillips.* New Fibres. Cambridge, 1997.
5. *Щетинин А.М. и др.* // Химические волокна. – 1998, № 6. С. 3...14.
6. *Френкель Г.Г. и др.* // Химические волокна. – 1998, № 6. С. 14...18.
7. *Перепелкин К.Е.* Структура и свойства волокон. – М: Химия, 1985.
8. *Андреев А.С. и др.* Анизотропия свойств армирующих химических волокон и особенности их разрушения в комплексных материалах // Тез. докл. IV Всесоюз. конф. по механике полимерных и композиционных материалов. – Рига, 1980. С. 7.

9. Курземникс А.Х., Олдырев П.П., Тануж В.П. // Механика композиционных материалов. – 1981, № 5. С. 918.
10. Федотов С.И. // Химические волокна. – 1990, № 6. С. 23.
11. Тараканов Б.М. Термическая, лазерная и радиационная обработка волокон и нитей с целью модификации структуры и свойств: Дис... докт. техн. наук. – СПб., 1995.
12. Тараканов Б.М. // Химические волокна. – 1993, № 1. С. 22...24.
13. Платонова Н.В. и др. Структурные изменения в хлопке, подвергнутом гамма-облучению // Тез. докл. VII Всесоюз. конф. по физике и химии целлюлозы. – Минск: Изд-во института физики АНБССР, 1990. С. 155.
14. Тараканов Б.М., Андреева О.А. // Высокомеханические соединения. – 1990, № 10. Т.А.32. С. 2405...2411.
15. Завадский А.Е., Мельников Б.Н. // Изв. вузов. Химия и химическая технология. – 1983. Т. 29, вып. 9. С. 76...80.
16. Завадский А.Е., Мельников Б.Н. // Изв. вузов. Химия и химическая технология. – 1986. Т. 29, вып. 12. С. 79...82.
17. Перепелкин К.Е. и др. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1996, № 6. С. 17...22.
18. Перепелкин К.Е. // Химические волокна. – 1991, № 2. С. 44...56.
19. Иванов А.Н., Муравицкая Т.П. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1984, № 6. С. 17...20.
20. Иванов А.Н. и др. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1984, № 6. С. 17...20.
21. Жоговин З.А. Химия целлюлозы. – М.: Химия, 1972.
22. Жбанков Р.Г. и др. Спектроскопия хлопка. – М.: Наука, 1976.
23. O'Connor R.T. Du Pre ET Mitcham D. Text. Rest. – 1958, 28. 328.
24. Максимов А.И. Теория и практика плазмохимической обработки тканей и пленок. – Иваново: Ивановская областная организация общества «Знание», 1990.
25. Максимов А.И., Гоберг Б.Л., Титов В.А. // Текстильная химия. – 1992, №1. С. 101...117.
26. Изгородин А.К. и др. Изменение структуры и свойств волокон кубанского хлопка при воздействии низкотемпературной плазмы // Тез. докл. II Междунар. конф: «Химия 99». Иваново: Институт химии растворов РАН. 1999. С. 206.
27. Мереди Р., Хирл Дж.В.С. Физические методы исследования материалов. – М.: Гизлегпром, 1963.
28. Шабнягин И.В. Оптические методы в химии и технологии получения волокон и изучения их свойств // Межвуз. сб. научн. тр. – М.: Текстильная академия, 1992. С. 3...10.

Рекомендована кафедрой физики ИГТА. Поступила 06.04.01.

УДК 677.11.620.1

ВЛИЯНИЕ РАЗВОРОТА СЛОЯ НА ПРИГОДНОСТЬ СТЕБЛЕЙ К ТРЕПАНИЮ

А.Б. ЛАПШИН, Е.Л. ПАШИН

(Костромской государственной технологической университет)

Положение слоя стеблей льна относительно зажимных конвейеров трепальной машины существенно влияет на показатель пригодности слоя к обработке трепанием, а следовательно, и на выход длинного волокна при работе мяльно-трепального агрегата [1]. Кроме этого на практике в слое наблюдается относительная дезориентация стеблей, которая в технологии называется сеткой. Образование последней происходит в основном при утонении слоя, когда связи отбираемой порции стеблей со слоем нарушаются неравномерно с разных сторон. В результате отдельные порции стеблей поворачиваются на какой-либо угол то в одну, то в другую сторону, образуя сетку. Величина непараллельности стеблей в слое по углу отклонения колеблется до 45° в обе стороны. При этом распределение стеблей в зоне дезориентации подчиняется нормальному закону [1]. Цель данной работы – изучить влияние угла разворота слоя и угла дезориентации стеблей друг относительно друга на изменение показателя пригодности слоя к трепанию.

Рассмотрим половину $L/2$ (рис.1) ширины слоя стеблей перед мяльной машиной (со стороны вершин или со стороны комлей). Пусть слой имеет угол разворота β и зону относительной взаимной дезориентации стеблей 2α , в которой расположение стеблей по углу подчиняется нормальному закону распределения $f(\beta)$. В соответствии с правилом трех сигм $2\alpha = 6\sigma_\beta$, где σ_β – среднеквадратическое отклонение стеблей от их среднего угла разворота β .

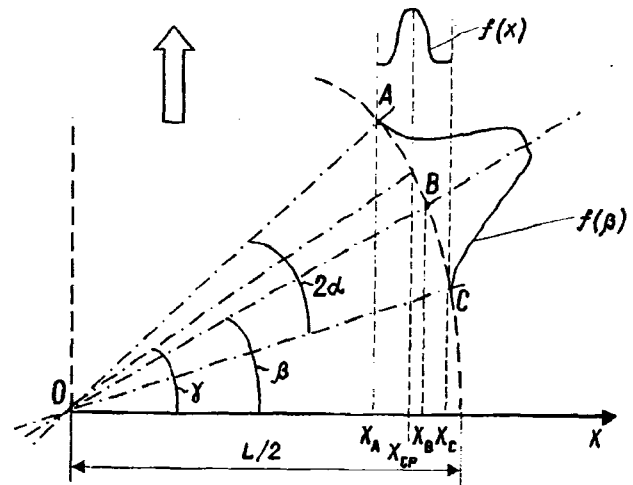


Рис. 1

Необходимо напомнить, что под пригодностью слоя к обработке трепанием понимается та его вероятная часть по массе, которая может быть зажата в обоих конвейерах трепальной машины и обработана с выделением длинного волокна. Зажимные ремни транспортирующего механизма трепальной машины расположены сонаправленно с движением материала (направление движения показано двойной стрелкой на рис. 1), поэтому для зажима стеблей важны проекции их концов на ось OX, размещенную перпендикулярно движению слоя. Эти проекции образуют вероятностное распределение $f(x)$ комлей или вершин. Центр этого распределения по оси OX не совпадает с проекцией точки В – центра распределения по углу разворота: $x_{cp} \neq x_B$, так как точки А, В, С расположены по окружности, а не по какой-либо прямолинейной зависимости.

Из рис. 1 следует, что

$$x_{\text{ср}} = 0,5(x_A + x_B)$$

или

$$\frac{L}{2} \cos \gamma = \frac{L \cos(\beta + \alpha) + \cos(\beta - \alpha)}{2}, \quad (1)$$

где угол γ соответствует средней координате $x_{\text{ср}}$.

После несложных преобразований из (1) имеем

$$\cos \gamma = \cos \alpha \cos \beta.$$

Тогда изменения среднеквадратических отклонений рассеивания комлей σ_{11} и вершин σ_{22} за счет разворота слоя и дезориентации стеблей примут вид

$$\sigma_{11} = \sigma_1 + \left| \frac{L}{2} - \sigma_1 \right| (1 - \cos \alpha \cos \beta), \quad (2)$$

$$\sigma_{22} = \sigma_2 + \left| \frac{L}{2} - \sigma_2 \right| (1 - \cos \alpha \cos \beta), \quad (3)$$

где L – ширина слоя; σ_1, σ_2 – среднеквадратические отклонения рассеивания комлей и вершин без разворота и дезориентации слоя.

Определим среднюю массодлину l_M по формуле

$$l_M = L - 3\sigma_{11} - 3\sigma_{22}, \quad (4)$$

а показатель пригодности слоя

$$P_T = \Phi\left(\frac{x - 3\sigma_{11}}{\sigma_{11}}\right) - \Phi\left(\frac{x + l_T - l_M - 3\sigma_{11}}{\sigma_{22}}\right), \quad (5)$$

где $\Phi(\dots)$ – функция Лапласа; l_T – минимальная длина стеблей, пригодных к трепанию; x – координата положения слоя относительно зажимных конвейеров.

Из (2...5) заключаем, что углы α и β влияют на пригодность одинаковым (симметричным) образом. Однако из физиче-

ского смысла угла α как интегральной характеристики рассеивания стеблей следует, что учет этого фактора надо проводить с помощью процедуры осреднения, представленной, например, приведенным ниже алгоритмом.

1. Вычисление максимального диапазона дезориентации:

$$\alpha_K = 6\sigma_\beta = 2\alpha.$$

2. Цикл по переменной $i=0; 1; 2; \dots; \alpha_K$ (i – угол дезориентации в градусах).

Вычисление пригодности по формулам (2...5) при $\alpha=i$.

3. Осреднение показателя пригодности:

$$P = P_{\text{ср}} = P_T / (\alpha_K + 1), \quad (6)$$

где α_K – угол дезориентации в градусах.

Конец алгоритма.

Для проведения расчетов по описанной выше методике примем следующие исходные данные [1]: $L=100$ см; $l_T=40$ см; $\sigma_1=5$ см; $\sigma_2=10$ см. Кроме того, диапазоны изменения угла разворота $\beta=0\dots40^\circ$ и угла дезориентации $\sigma_\beta=0\dots40^\circ$.

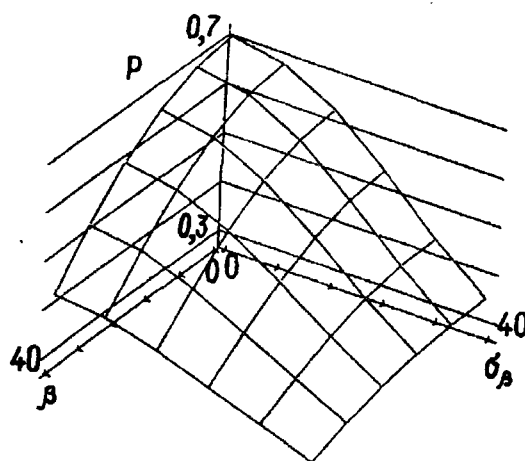


Рис. 2

На рис 2 показана двумерная зависимость $P(\beta, \sigma_\beta)$, полученная с помощью системы Mathcad и вычисленная с применением описанной ранее процедуры осреднения: $P(\beta=40^\circ, \sigma_\beta=0)=0,431$;

$P(\beta=0, \sigma_\beta=40^\circ)=0,355$. Эти результаты свидетельствуют о том, что угол дезориентации σ_β влияет на пригодность в большей степени, чем угол разворота слоя β (если сравнивать влияние равных по величине этих углов).

Количественная относительная оценка изменения пригодности с увеличением угла разворота и угла дезориентации определяется функциями

$$\Delta_1(\beta = j, \sigma_\beta) = \frac{100(P(\beta, \sigma_\beta) - P(\beta = j, \sigma_\beta))}{P(\beta = j, \sigma_\beta)},$$

$$\Delta_2(\beta, \sigma_\beta = j) = \frac{100(P(\beta, \sigma_\beta) - P(\beta, \sigma_\beta = j))}{P(\beta, \sigma_\beta = j)},$$

$j=0; 20^\circ; 40^\circ$ (рис. 3: кривая 1 – $\Delta_1(\beta = 0; \sigma_\beta)$; 2 – $\Delta_1(\beta = 20^\circ; \sigma_\beta)$; 3 – $\Delta_1(\beta = 40^\circ; \sigma_\beta)$; 4 – $\Delta_2(\beta; \sigma_\beta = 0)$; 5 – $\Delta_2(\beta; \sigma_\beta = 20^\circ)$; 6 – $\Delta_2(\beta; \sigma_\beta = 40^\circ)$). Из рис. 3 видно, что увеличение угла дезориентации приводит к уменьшению пригодности на 58...98%, а аналогичное увеличение угла разворота – на 30...65% (когда координата по оси абсцисс равна нулю, то есть соответствующая парная характеристика по углу отсутствует).

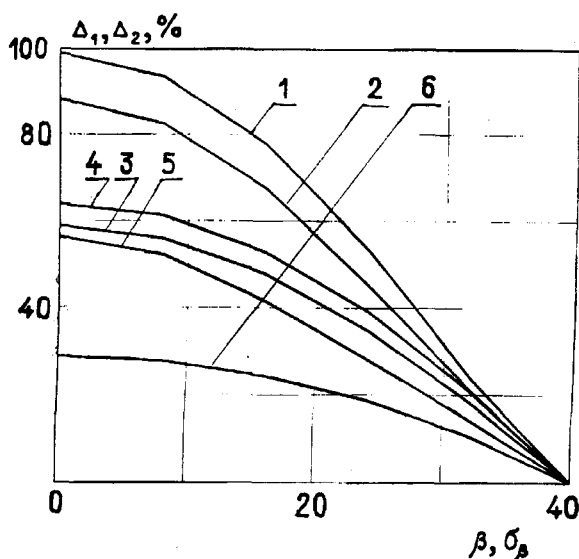


Рис. 3

Таким образом, известное положение [2] о том, что неровнота по какому-либо параметру технологического процесса влияет на его качество даже в большей степени, чем сама величина этого параметра, подтверждается и в механической обработке слоя стеблей льна в мяльно-трепальном агрегате. Отсюда следует важный практический вывод: для обеспечения эффективной работы мяльно-трепального агрегата необходимо существенное внимание уделять способу подготовки слоя перед его механической обработкой, а именно всеми доступными средствами (конструктивными и технологическими) уменьшать степень взаимной дезориентации стеблей в слое.

ВЫВОДЫ

1. Разработана методика учета угла разворота слоя и угла взаимной дезориентации стеблей в слое при определении показателя пригодности стеблей к трепанию.

2. Неровнота по углу разворота слоя (угол взаимной дезориентации стеблей) влияет на пригодность в большей степени, чем сама величина угла разворота.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ипатов А.М.* Теоретические основы механической обработки стеблей лубяных культур. – М.: Легпромбытиздат, 1989.

2. *Севостьянов А.Г.* Методы и средства исследования механико-технологических процессов текстильной промышленности. – М.: Легкая индустрия, 1980.

Рекомендована кафедрой технологии производства льняного волокна. Поступила 31.05.00.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРИВОДА БУНКЕРНЫХ И ШАХТНЫХ ПИТАТЕЛЕЙ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАШИН

Р.В. КОРАБЕЛЬНИКОВ, Д.Ю. МИРАХМЕДОВ

(Костромской государственной технологической университет,
Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности)

Питающими устройствами многих текстильных машин (в том числе и хлопкоочистительных) служат бункеры или шахты, в нижней части которых установлены питающие (приемные) валики, приводящиеся в движение от привода машины через вариаторы скорости. Последние предназначены для изменения скорости вращения питающих валиков, благодаря чему изменяется (регулируется) подача перерабатываемого материала в машину.

В большинстве хлопкоочистительных машин (очистители хлопка-сырца, пыльные и валичные джины, линтеры и др.) в качестве устройства для изменения скорости применяется вариатор ИВА – импульсный вариатор на основе муфты свободного хода, который позволяет регулировать скорость вращения питающих валиков в пределах от 0 до 20 об/мин, что вполне достаточно для охвата всего диапазона производительностей хлопкоочистительных машин.

Существенными недостатками вариаторов типа ИВА являются высокая неравномерность вращения питающих валиков (заложенная самой конструкцией МСХ) и, как следствие, неравномерная подача хлопка в машину, а также низкая надежность работы вариатора (наработка на отказ согласно данным АО СКБ по хлопкоочистке составляет 200 ч.). В связи с этим, создание приводов питателей хлопкоочистительных машин с равномерной подачей материала в машину и высокой надежности – это важная и существенная для настоящего времени задача.

Совершенствование привода питателей можно проводить несколькими путями. Рассмотрим два варианта, основанных на механических решениях.

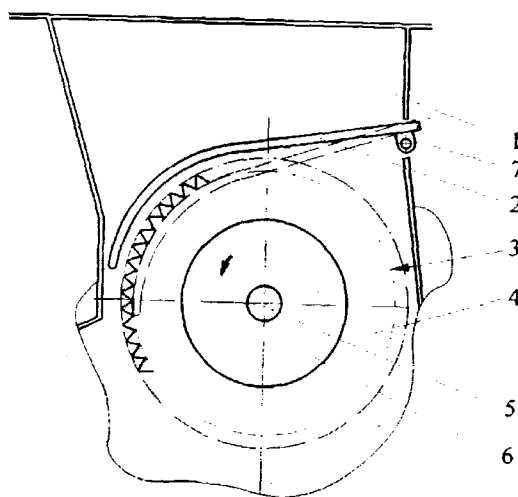


Рис. 1

1 - й вариант. Питающее устройство состоит из шахты (бункера) 1, колосниковой решетки 2 и питающего валика 3, выполненного в виде зубчатых дисков 4, установленных на валу 5 и разделенных между собой прокладками 6 (рис. 1). Колосниковая решетка закрепляется на оси 7, вокруг которой она может поворачиваться на определенный угол. Ось 7 связана с механизмом управления (на схеме не показана). Питающий валик 3, соединенный с кинематической схемой машины (на схеме также не показано), вращается с постоянной скоростью. Регулирование подачи ма-

териала в машину осуществляется за счет изменения высоты выступающей части зубьев дисков 4 из колосниковой решетки 2. Такое устройство хорошо зарекомендовало себя при подаче в машину плохосыпучих материалов, например, проджинированных семян хлопка-сырца. Питатели, установленные по этой схеме на новом линтере 6ЛП (АО ГСКБ по хлопкоочистке), показали высокую надежность в работе. Однако подобная схема оказалась неработоспособной при подаче волокнистого материала (хлопка-сырца) в машину из-за высокой неравномерности его подачи и низкой стабильности работы. Вследствие этого для подачи волокнистого материала (хлопка-сырца) была разработана другая схема.

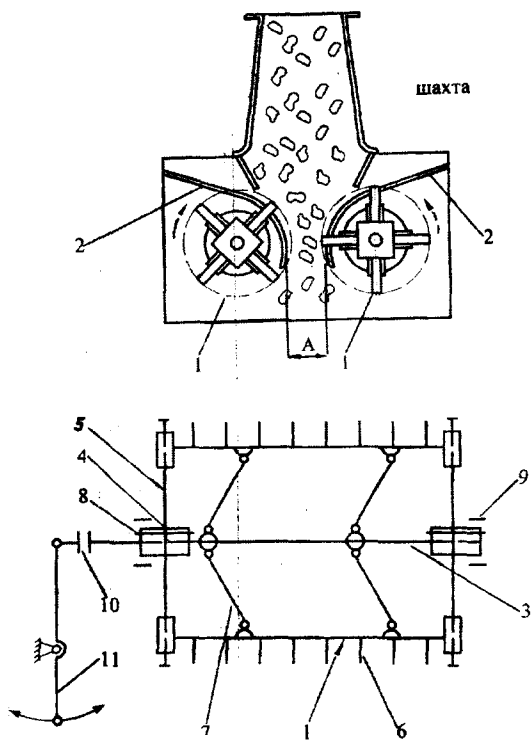


Рис. 2

2-й вариант. Схема нового питателя [1] изображена на рис. 2. Питатель состоит из шахты и двух одинаковых по конструкции питающих лопастных валиков 1, установленных в нижней части шахты (схема поперечного разреза питающего валика увеличена). Рабочая грань лопастей валиков

выполнена гребенчатой. Над каждым валиком установлена колосниковая решетка 2, колосники которой имеют дугообразную форму. Они огибают валики, а гребни 6 лопастей проходят в зазоры между колосниками решетки 2. Питающий валик содержит вал 3, установленный в трубчатых элементах 4, дисковые держатели 5, в радиальных направляющих которых расположены продольные гребенчатые лопасти 6, соединенные с валом 3 посредством шарнирных тяг 7. Дисковые держатели 5 смонтированы на трубчатых элементах 4, которые соединены с валом 3 посредством направляющих шпонок 8. Трубчатые элементы 4 установлены в подшипниках 9. На конце вала 3 закреплен упорный подшипник 10, корпус которого связан с рычагом 11 привода осевого перемещения вала 3 относительно трубчатых элементов 4. Возможен вариант осевого перемещения вала 3 при помощи винтовой пары.

Работает питатель следующим образом. Крутящий момент от двигателя (на схеме не показано) передается на одну из труб 4 и далее через шпонку 8 на вал 3, вращая таким образом весь валик. Для синхронного вращения питающие валики связаны зубчатой парой (на схеме также не показано). Вал 3, связанный с трубчатыми элементами 4 посредством направляющих шпонок 8, имеет возможность при вращении валика перемещаться вдоль оси вращения. Осевое перемещение вала 3 осуществляется в обе стороны путем поворота рычага управления 11 в соответствующую сторону. При этом осевая сила от рычага 11 на вращающийся вал 3 передается через подшипник 10. При осевом перемещении вращающегося вала 3 изменяется положение тяг 7 и лопасти 6 перемещаются, радиально изменяя диаметр питающих валиков и величину выхода гребней 6 планок за пределы колосниковой решетки, в сторону зазора между валиками. Чем больше величина выхода гребней 6, тем больший объем хлопка захватывается и подается в машину. При минимальном диаметре валиков, то есть в крайнем нижнем положении лопастей 6, гребни последних полностью утопают между колосниками решетки, и

подача хлопка прекращается. Таким образом, предлагаемая конструкция питателя позволяет при постоянной скорости вращения питающих валков регулировать подачу материала в машину.

Лабораторные испытания нового питателя, установленного на очистителе хлопка

от крупного сора, проводились в ТИТЛП и показали хорошую работоспособность новой конструкции. Результаты испытаний приведены в табл. 1, где показана зависимость производительности питателя при подаче хлопка-сырца в машину от ее параметров (кг/ч).

Т а б л и ц а 1

Выход гребней, мм	Расстояние между колосниковыми решетками А, (мм)					
	65			105		
	скорость вращения, об/мин					
	1	5	10	1	5	10
3	хлопок-сырец зависает					
	—	—	—	—	654,54	1014,08
7	—	—	—	134,33	1220,39	2571,43
11	202,25	1200	2571,43	375	1846,15	4114,28
15	261,81	1411,76	3000	436,36	2057,14	4500
19	330,27	1636,36	3272,72	473,68	2322,58	4800
23	хлопок-сырец заклинивает					
	==	==	==	486,49	2482,76	5142,86

П р и м е ч а н и е: — — зона зависания хлопка в шахте-питателе; == — зона забоя.

Из представленных результатов следует, что новая схема питателя работоспособна. При расстоянии между колосниковыми решетками 65 мм и выходе из нее гребней до 11 мм происходит зависание хлопка. Лучшим результатом следует считать такой, когда расстояние между колосниковыми решетками составляет 105 мм. При этом зазоре наиболее стабильно и устойчиво питатель работал при постоянной скорости вращения питающих валков 5,0 и 10,0 об/мин.

Исходя из вышесказанного рекомендуются следующие параметры нового питателя для хлопка-сырца:

– минимальные расстояния между колосниковыми решетками 105 мм; постоянная угловая частота вращения питающих валков – 5,0...10,0 об/мин; выход гребней из колосниковой решетки – 7...20 мм.

Принцип работы нового питателя может быть распространен и на конструкции питающих устройств машин для других

материалов, например, для бункерных питателей льняных машин и др.

ВЫВОДЫ

Предложена схема нового бункерного питателя для хлопка, основанная на регулировании величины выхода захватывающих элементов из колосниковой решетки при постоянном вращении питающих валков, что исключает применение импульсного вариатора и дает возможность повысить долговечность привода питающих валков и надежность машины в целом.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Мирахмедов Д.Ю.* Совершенствование процесса питания хлопкоочистительных машин: Дис.... канд. техн. наук. – Ташкент, 1990.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин и проектирования текстильных машин. Поступила 12.02.01.

УДК 677.052

**ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ФОРМИРОВАНИЯ
ОБВИТОЙ ЛЬНЯНОЙ РОВНИЦЫ
НА ЕЕ ПРИГОДНОСТЬ К ПЕРЕРАБОТКЕ
НА ПРЯДИЛЬНОЙ МАШИНЕ**

С.В. ПАЛОЧКИН

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

Целью работы являлось экспериментальное определение значений технологических параметров формирования бескруточной ровницы в виде волокнистого льняного сердечника, обвитого комплексной химической нитью, при которых эта ровница будет пригодна к дальнейшей переработке на прядильной машине.

Как показали предварительные эксперименты [1], основными факторами, влияющими на способность ровницы к переработке, являются линейная плотность ровницы, шаг ее обвивки и физико-механические свойства обвивочного компонента. При этом наиболее существенное

влияние на свойства ровницы оказывают прочность и эластичность обвивочного компонента, оцениваемые соответственно по разрывной нагрузке и разрывному удлинению. Линейная плотность материала обвивки не только влияет на его прочность, но и сказывается на чистоте пряжи, получаемой из обвитой ровницы.

При проведении исследований в качестве материалов обвивочного компонента ровницы использовали вискозные и полиэфирную комплексные нити [1], экспериментально определенные характеристики которых приведены в табл. 1.

Таблица 1

Обвивочный материал	Линейная плотность, текс	Разрывная нагрузка, Н	Разрывное удлинение, %
Вискоза	28	2,12	10,67
сухая	16	2,78	10,80
Вискоза	28	0,85	15,20
мокрая	16	0,99	15,90
Полиэфир	5	1,95	17,30

Из табл. 1 видно, что потеря прочности у вискозы в мокром виде гораздо больше, чем по данным из [2]. Это можно объяснить спецификой проведения исследований. При измерении механических свойств

обвивочных компонентов создавались условия аналогичные тем, в которых работает обвивочный компонент при переработке ровницы, для чего материал обвивки перед испытаниями в мокром виде предвари-

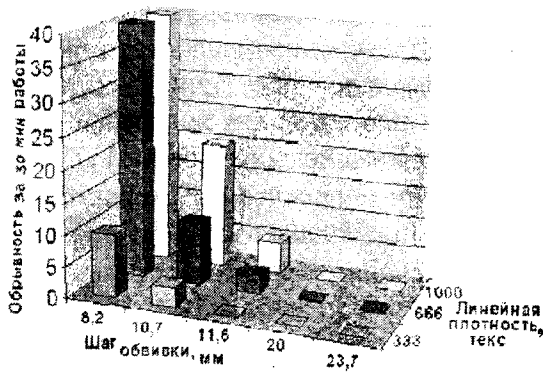
тельно выдерживали в воде в течение суток. Несколько большая разрывная нагрузка вискозы линейной плотности 16 текс по сравнению с вискозой линейной плотности 28 текс связана, видимо, с различным качеством материалов. Как показали эксперименты, полиэфир в мокром состоянии имеет те же механические характеристики, что и в сухом.

При основных испытаниях по переработке обвитой ровницы в пряжу линейную плотность ровницы варьировали на трех уровнях: 333, 666 и 1000 текс. Для ее получения использовали ленту трех развесов: 3,7; 7,5 и 11,2 г/м. Вытяжка при выработке ровницы не изменялась и составляла во всех вариантах 11,2. Шаг обвивки изменялся в широком диапазоне и составлял 8,2; 10,7; 11,6; 20 и 23,7 мм. Выработанная ровница подвергалась белению по технологическим режимам Яковлевского льнокомбината (г.Приволжск Ивановской обл.). Полученную беленую ровницу перераба-

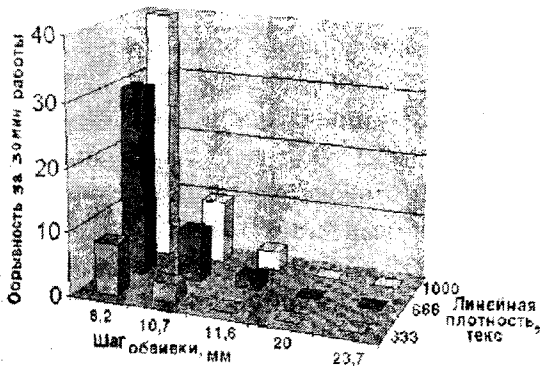
тывали в пряжу на экспериментальном стенде с линией заправки, аналогичной имеющейся на прядильной машине ПМ-88-Л15. Стенд имел индивидуальный привод веретен и каждого цилиндра вытяжного прибора, что позволяло быстро перенастраивать его на выпуск пряжи другой линейной плотности. Пряжу выработывали в течение 30 мин. При скорости выпуска 20 м/мин это составляет 600 м. Вытяжка в процессе предварительного эксперимента устанавливалась равной 10.

В качестве выходных параметров эксперимента принимали обрывность на одном веретене в течение 30 мин; удельная прочность беленой ровницы в мокром виде; неровнота пряжи.

Первый из указанных выходных параметров использовали в качестве предварительного, позволяющего отсеивать варианты ровницы, получение пряжи из которых невозможно.



а - обивка вискозой 16 текс



б - обивка вискозой 28 текс

Рис. 1



Рис. 2

Результаты испытаний в виде диаграмм приведены на рис. 1, откуда видно, что с уменьшением шага обвивки обрывность резко возрастает. Для более толстой ровницы этот рост более существенный. Данный факт объясняется тем, что с уменьшением шага обвивки давление на волокна со стороны обвивки возрастает, а это ведет к росту сил трения между волокнами и, как следствие, к увеличению прочности ровницы. Сила, необходимая для извлечения отдельных волокон из ровницы в поле вытягивания, оказывается больше прочности самой ровницы. В результате процесс вытягивания нарушается. Сдвига волокон, попавших в зажим переднего цилиндра, не происходит. Ровница обрывается в поле вытягивания несколько выше зажима. При этом целостность потока волокон нарушается и происходит обрыв. Конец пряжи имеет характерное утолщение (рис. 2). Получить пряжу из ровницы с обвивочным компонентом из полиэфирной комплексной нити не удалось. Причиной этого, на наш взгляд, является высокая прочность обвивочного компонента. При растяжении ровницы в поле вытягивания обвивочный компонент должен легко разрываться. Если этого не происходит, то обвивка, вытягиваясь, давит на волокнистый сердечник и упрочняет его. Процесс вытягивания нарушается. Оборванный конец пряжи имеет такой же характерный вид, как и в случае малого шага обвивки.

Пригодность беленой обвитой льняной ровницы к прядению определяли в ходе испытаний по известной методике, разработанной для классической крученой ровницы [2]. Катушки с экспериментальной ровницей погружали на 2 ч в воду с температурой 25...35°C, затем два слоя с них сматывали. Из третьего слоя катушки нарезали по 10 отрезков длиной по 25 см с интервалами 1 м – всего 30 отрезков.

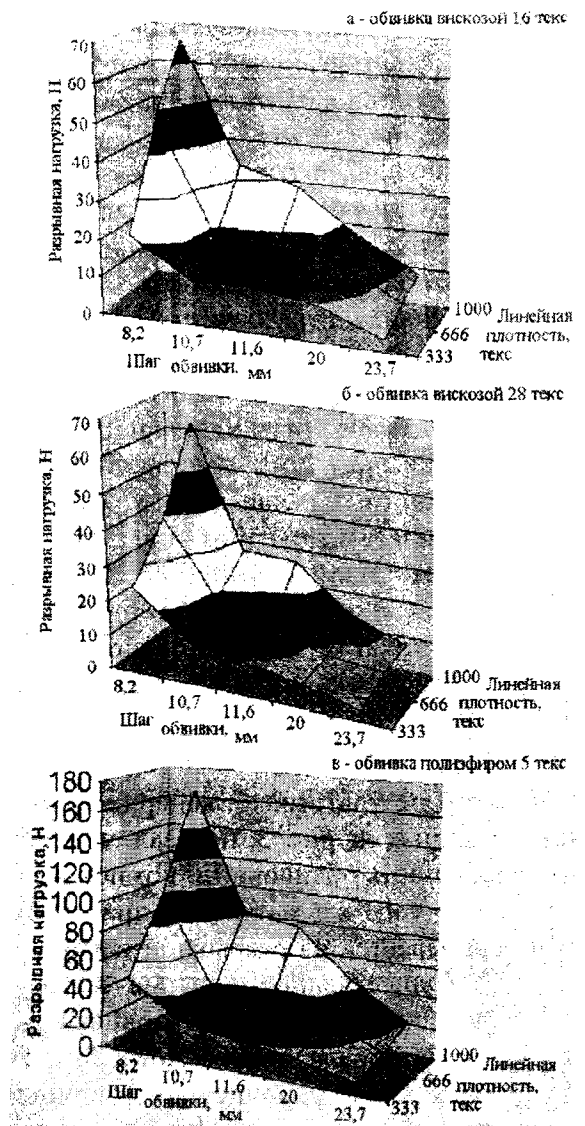


Рис. 3

Перед разрывом отрезки опускали на 2...3 мин в воду с температурой 25...35°C. Разрыв осуществлялся на зажимной длине 100 мм. После испытаний определяли среднюю разрывную нагрузку (рис. 3) и удельную прочность (табл.2) обвитой ровницы.

Линейная плотность ровницы, текс	Шаг обвивки, мм				
	8,2	10,7	11,6	20,0	23,7
Обвивка вискоза 16 текс					
330	66,7	35,6	36,5	28,8	10,1
660	73,0	27,1	26,5	23,6	9,3
1000	66,1	32,9	28,7	17,4	8,2
Обвивка вискоза 28 текс шаг, мм					
330	76,7	37,9	29,9	21,1	10,1
660	59,6	28,2	20,6	12,4	10,1
1000	62,4	26,9	26,3	14,2	7,6
Обвивка полиэфир 5 текс шаг, мм					
330	152,8	79,2	62,7	49,0	22,9
660	149,9	55,4	45,4	45,1	20,9
1000	165,0	82,3	75,6	44,1	20,0

Анализ результатов экспериментов, представленных на рис. 3, показал, что линейная плотность обвивочного компонента из одного и того же материала практически не сказывается на разрывной нагрузке ровницы. Существенное влияние на эту характеристику имеют шаг обвивки и прочность материала обвивочного компонента. Механика упрочнения ровницы, связанная с изменением значений этих параметров, описана выше.

Сопоставление результатов испытаний, изображенных на рис. 3, с данными табл. 1 и рис. 1 позволяет утверждать, что прочность обвитой белой ровницы в мокром виде может служить критерием для оценки ее прядильной способности. Однако зависимость разрывной нагрузки от линейной плотности самой ровницы не позволяет сравнивать пригодность ровницы разной линейной плотности для переработки в пряжу. Для этой цели удельная (относительная) разрывная нагрузка (удельная прочность) ровницы, то есть отношение средней разрывной нагрузки ровницы к ее линейной плотности, представляется более удобной характеристикой. Зависимость

этой величины $N/\text{ктекс}$ от шага обвивки для материалов обвивочного компонента, использовавшихся при проведении данного эксперимента, приведена в табл. 2, откуда видно, что относительная разрывная нагрузка ровницы мало изменяется с изменением ее линейной плотности.

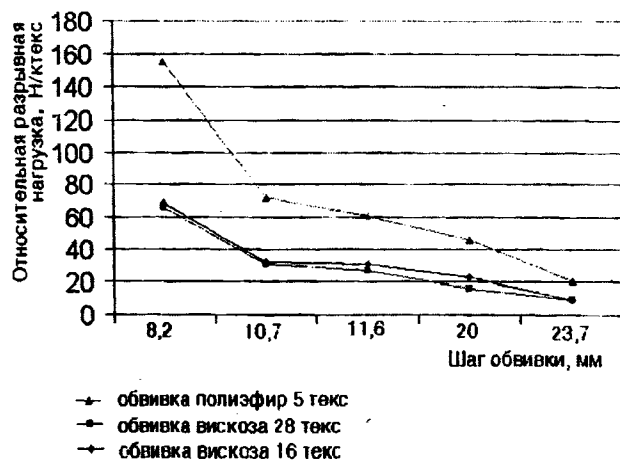


Рис. 4

На рис.4 представлены графики зависимости усредненной относительной разрывной нагрузки для применявшихся типов обвивки, которые показывают, что относительная разрывная нагрузка существенно возрастает с увеличением прочности обвивочного компонента. Сравнивая графики на рис. 4 с данными по обрывности в прядении (рис. 1-а и б), можно установить уровень относительной разрывной нагрузки мокрой ровницы, который, вероятно, следует принять за критерий пригодности ровницы к переработке на прядильных машинах. Таким уровнем является 20 Н/ктекс. При более высокой относительной разрывной нагрузке в вытяжном приборе наблюдаются (описанные выше) нежелательные явления и обрывность резко возрастает. Для крученой ровницы, полученной по традиционной технологии, рекомендуется относительная разрывная нагрузка не выше 8 Н/ктекс [2]. Расхождение объясняется спецификой структуры обвивочной ровницы.

Эксперименты по выработке пряжи проводили только для тех вариантов обви-

той ровницы, которые в предварительных испытаниях показали отсутствие обрывности (рис. 1). Варьировалась ровница с обвивкой из вязкой комплексной нити линейной плотности 16 и 28 текс, с шагами обвивки 20 и 23,7 мм и с линейной плотностью волокнистого сердечника в суровом виде 1000, 666, 333 текс. В процессе экспериментов дополнительно определялись приемлемые для выработки пряжи диапазоны вытяжки, устанавливаемой последовательно на уровнях 10, 15, 20, 25 и 30. При каждом из указанных значений вытяжки проводилась попытка наработки пряжи. Если при этом обрывность за 30 мин работы превышала 5, то попытку считали неудачной и ее результаты не фиксировали. Если же обрывность была менее 5, то наработка пряжи продолжалась в течение 30 мин и полученная пряжа направлялась на анализы. Линейная плотность полученной в результате эксперимента пряжи (текс) в зависимости от линейной плотности ровницы и вытяжки приведена в табл. 3.

Таблица 3

Линейная плотность суровой (беленой) ровницы, текс	Вытяжка				
	10	15	20	25	30
333 (270)	27.0	18.0	—	—	—
666 (553)	55.3	36.9	27.7	22.1	—
1000 (830)	83.0	55.3	41.5	33.2	27.7

По результатам проведения эксперимента визуально установлено, что с увеличением вытяжки условия протекания процесса вытягивания ухудшаются. При высоких вытяжках в момент разрыва обвивочного компонента появляются рывки натяжения, которые, в конечном счете, являются причиной повышения обрывности. Вследствие этого не удалось получить пряжу из ровницы 333 текс при вытяжках

более 20 и из ровницы 666 текс при вытяжке 30.

Образцы наработанной пряжи исследовали на приборе КЛА-2 с целью контроля спектра линейной плотности и пороков пряжи. В качестве обобщенной характеристики неровноты пряжи использовали квадрат коэффициента вариации (CV) в диапазоне длин волн вытягивания 12...400 мм. Результаты измерения представлены в табл. 4.

Материал обвивки		Вискоза 16 текс			Вискоза 28 текс		
Линейная плотность суровой (беленой) ровницы, текс		333 (270)	666 (553)	1000 (830)	333 (270)	666 (553)	1000 (830)
Вытяжка	10	978	746	558	906	590	518
	15	1377	994	765	1258	918	740
	20	—	1441	1032	—	1312	950
	25	—	1860	1598	—	1648	1390
	30	—	—	1935	—	—	1694

Как видно из табл. 3, пряжа линейной плотности 27 текс формировалась, например, при трех различных комбинациях факторов: из ровницы 333 текс с вытяжкой 10, из ровницы 666 текс с вытяжкой 20 и из ровницы 1000 текс с вытяжкой 30. Анализ результатов табл. 4 для этих образцов пряжи доказывает, что с ростом вытяжки ее неровнота резко возрастает. Эта тенденция просматривается независимо от материала и линейной плотности обвивочного компонента.

Такое явление не связано со специфической структурой обвитой ровницы. Оно характерно для процесса вытягивания как такового и объясняется тем, что текстильный продукт состоит из дискретных волокон, не однородных по длине и линейной плотности. Для снижения нарастания неровноты с ростом вытяжки необходимы мероприятия, направленные на улучшение дробимости волокон, а именно интенсификация и оптимизация процесса химической обработки ровницы.

Другой путь, который позволит повысить качество пряжи, очевидно, заключается в снижении вытяжки при формировании пряжи на прядильной машине. Для этого необходимо снижать линейную плотность ровницы на входе вытяжного механизма прядильной машины. При традиционном способе формирования ровницы, когда процессы кручения и наматывания объединены, ставятся очень жесткие требования к наладке мотального механизма, реализовать которые при намотке ровницы тоньше 500 текс проблематично.

В предлагаемом способе формирования ровницы обвивкой волокнистого льняного сердечника комплексной вискозной нитью указанные проблемы отсутствуют, что предоставляет в этом направлении широкие возможности и создает реальные предпосылки для разработки и создания высокопроизводительной ровничной машины, позволяющей получать ровницу с линейной плотностью 250 текс.

Сравнивая неровноту пряжи, полученной из ровницы с обвивкой 16 и 28 текс, можно заключить, что с уменьшением прочности обвивочного компонента (табл. 1) неровнота пряжи снижается, то есть более прочный обвивочный компонент отрицательно влияет на процесс вытяжки на прядильной машине. При существенном увеличении прочности обвивки (полиэфир) процесс вытяжки становится невозможным.

Снижение неровноты с ростом линейной плотности продукта является общей тенденцией для продуктов прядения — оно связано с изменением количества волокон в сечении пряжи.

ВЫВОДЫ

1. С уменьшением шага обвивки льняной ровницы в виде обвитого комплексной вискозной нитью волокнистого сердечника ниже величины 20 мм пригодность ровницы к переработке на прядильной машине ухудшается.

2. Пригодность к переработке на прядильной машине обвитой беленой ровни-

цы определяется верхним пределом ее относительной разрывной нагрузки, значение которого не должно превышать 20 Н/ктекс.

3. Наиболее приемлемым для переработки обвитой льняной ровницы в мокром прядении является диапазон вытяжек от 10 до 15.

ЛИТЕРАТУРА

1. Палочкин С.В. и др. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1999, №3. С. 35...40.

2. Прядение льна и химических волокон: Справочник/ Под ред. Л.Б.Карякина, Л.Н.Гинзбурга. – М.: Легпромбытиздат, 1991.

Рекомендована кафедрой механической технологии волокнистых материалов. Поступила 05.10.00.

УДК 677.024

МЕТОД РАСЧЕТА ОБЪЕМНОЙ ПЛОТНОСТИ И ДИАМЕТРА АППАРАТНОЙ ШЕРСТЯНОЙ ПРЯЖИ

Н.А. ОСЬМИН, Т.В. ЗИНОВЬЕВ, В.В. МЕЛЬНИКОВ, В.П. ЗИНОВЬЕВ

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина, Общество с ограниченной ответственностью “САЛТЕКС”)

В настоящее время в тонкосуконном производстве во всех расчетах, связанных с определением условного диаметра пряжи, используется формула, полученная из предположения об округлости поперечного сечения последней:

$$d = 0,0357\sqrt{T/\gamma}, \quad (1)$$

где d – искомый диаметр, мм; T – линейная плотность пряжи, текс; γ – объемная плотность рассматриваемой пряжи, г/мм³.

Используемое в формуле значение γ принимается как константа, зависящая только от вида волокон [1], хотя в большей мере эта величина является функцией степени скрученности пряжи и ее линейной плотности. В [2] данные об объемной плотности шерстяной пряжи вообще отсутствуют. В [3] приводятся формулы для расчета диаметра хлопчатобумажной пряжи, однако они не учитывают влияния состава, то есть толщины волокон. Напри-

мер, расчетные диаметры основной и точной шерстяной пряжи одинакового состава и линейной плотности (84 текс) с рекомендуемыми для ткачества крутками основы (460 кр/м) и утка (380 кр/м) отличаются на 0,03...0,04 мм, чем в расчете ткани пренебрегать нельзя, поскольку при наличии по фону 2800 нитей основы это приводит к разнице в расчетной ширине заправки по берду до 8...10 см.

Кроме того, знание объемной плотности пряжи позволяет оценить смятие пряжи и рассчитать эллипсность ее поперечного сечения в готовой ткани, что также имеет принципиальное значение для расчета заправочных параметров ткани.

Таким образом, задача корректного расчета диаметра пряжи и ее объемной плотности, являющаяся не только актуальной, но и позволяющая значительно экономить сырьевые и финансовые ресурсы предприятий, сводится к определению нескольких зависимостей: изменение объемной плотности пряжи от ее линейной

плотности; изменение объемной плотности пряжи от степени ее скрученности, а также влияние сырьевого состава пряжи на ее объемную плотность.

Имеющиеся в литературе данные по объемной плотности пряжи и нитей несколько неопределенны в смысле условий их получения (не известны сырьевой состав, линейная плотность, крутка). В связи с этим в целях возможности использования предлагаемых в настоящей работе зависимостей основной задачей явилось составление таблицы значений объемной плот-

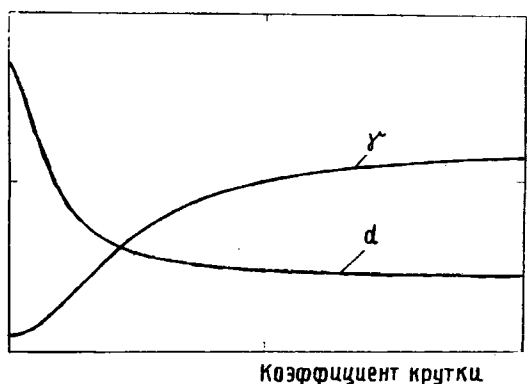


Рис. 1

Кривая, показывающая зависимость объемной плотности пряжи от степени ее скрученности, имеет характер, представленный на рис.1, где γ — объемная плотность; d — диаметр, причем чем меньше линейная плотность пряжи, тем более резкий подъем у кривой. Вследствие этого первоочередная задача заключалась в определении зависимости объемной плотности пряжи от ее линейной плотности, имеющей убывающий характер (как на рис.2) с целью определения объемной плотности “эталонной” пряжи и составления таблицы. Для описания такой функции предлагается зависимость

$$\gamma(T) = \gamma_t (84/T)^m, \quad (2)$$

где $\gamma(T)$ — объемная плотность рассматриваемой пряжи с линейной плотностью T ; m

ности так называемой “эталонной” пряжи, состоящей из 100% какого-либо одного компонента, опираясь на которые, можно было бы рассчитать объемную плотность и соответственно диаметр пряжи любой линейной плотности и любого состава.

Под “эталонной” пряжей в настоящей работе принята пряжа линейной плотности 84 текс, имеющая степень скрученности (метрический коэффициент крутки), равный 133. У обозначений, связанных с “эталонной” (табличной) пряжей, есть подстрочный индекс “t”.

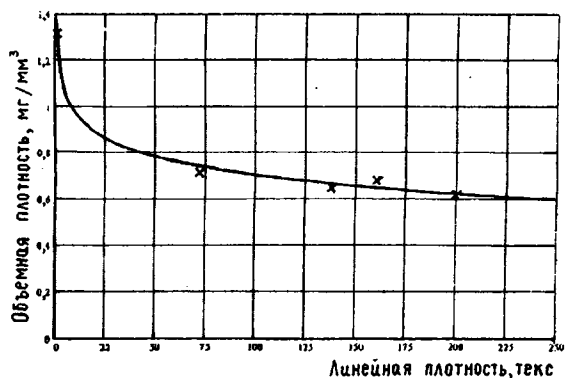


Рис. 2

— параметр, характеризующий тонины и извитость волокон; γ_t — табличное значение объемной плотности пряжи 84 текс, выработанной с метрическим коэффициентом крутки (степенью скрученности) $\alpha=133$ из 100% какого-либо волокнистого компонента.

Из чего следует, что

$$\gamma_t = \gamma(T)/(84/T)^m.$$

Регрессионный анализ, проведенный на базе однофакторного эксперимента при варьировании фактора (линейной плотности пряжи) на 5 уровнях, позволил определить параметр m для волокон различной тонины, доказать адекватность предложенной зависимости по методике, описанной в [4], и определить значения γ_t для каждого использованного в эксперименте

компонента. В эксперименте по определению γ_t использовали образцы пряжи одинакового состава и степени скрученности ($\alpha=133$), но разной линейной плотности (рис.2). Определение γ проводили на основании формулы (1) с использованием лабораторного микроскопа для измерения

диаметра d пряжи как среднего из 80...120 измерений на каждом уровне. Полученные результаты сведены в табл.1, где строки, выделенные заливкой – это использованные в эксперименте компоненты; строки без выделения – значения, полученные методом интерполяции.

Т а б л и ц а 1

№ п/п	Наименование видов шерсти	Значение параметра m	Объемная плотность пряжи (84 текс, $\alpha=133$), мг/мм ³
1	Меринос 80 ^к	0,11	0,680
2	Меринос 74 ^к	0,11	0,690
3	Меринос 70 ^к	0,11	0,711
4	Меринос 70/64 ^к	0,11	0,725
5	Меринос 64 ^к	0,11	0,729
6	Помесная 64/60	0,11	0,729
7	Помесная 58 ^к	0,11	0,740
8	Цигай / кроссбред 58 ^к	0,11	0,751
9	Помесная 58/56	0,11	0,745
10	Помесная 56 ^к	0,11	0,755
11	Цигай / кроссбред 56 ^к	0,11	0,755
12	Цигай 50 ^к	0,10	0,760
13	Кроссбред 50 ^к	0,10	0,760
14	Ангора 50 ^к	0,09	0,935
15	Цигай 48 ^к	0,10	0,765
16	Кроссбред 48 ^к	0,10	0,770
17	Ангора 48 ^к	0,09	0,955

После составления табл.1 стало возможным описание кривой, отражающей зависимость объемной плотности пряжи от степени ее скрученности. Для описания этой зависимости нами предлагается функция

$$\gamma(T, \alpha) = \gamma_0 + (\gamma(T) - \gamma_0) \cdot K_1 \left(1 - \frac{K_2}{K_2 + \alpha^2} \right) \quad (3)$$

где $\gamma(T, \alpha)$ – объемная плотность исследуемой пряжи; γ_0 – объемная плотность ровницы, из которой получена данная пряжа (принимается одинаковой для любого сырьевого состава, так как в ровнице преобладают воздушные промежутки); $\gamma(T)$ – объемная плотность исследуемой пряжи рассматриваемой линейной плотности и состава при степени скрученности, соответствующей табличному значению (находится по формуле (2), где в качестве γ_t используется средневзвешенное значение в зависимости от долевого участия ка-

ждого из используемых в смеси компонентов); K_1 , K_2 – параметры, определяющие форму кривой; α – метрический коэффициент крутки исследуемой пряжи.

Регрессионный анализ, проведенный на базе однофакторного эксперимента при варьировании фактора (коэффициента крутки) на 5...7 уровнях, позволил определить параметры K_1 и K_2 для каждого использованного в эксперименте компонента и их смесей (всего 10 вариантов) и доказать адекватность предложенной зависимости.

$$\left. \begin{aligned} \gamma(T) &= \gamma_0 + [\gamma(T) - \gamma_0] K_1 \left[1 - \frac{K_2}{K_2 + (\alpha_t)^2} \right], \\ \gamma_{\max} &= \gamma_0 + [\gamma(T) - \gamma_0] K_1 \left[1 - \frac{K_2}{K_2 + (\alpha_{\max})^2} \right] \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

где в 1-м уравнении: α_t – коэффициент крутки, используемый в табл.1 ($\alpha_t=133$); $\gamma(T)$ – объемная плотность исследуемой пряжи при α_t , определяемая по формуле (2); γ_0 – значение объемной плотности ровницы ($\gamma_0 = 0,07$); во 2-м уравнении: α_{\max} – значение коэффициента крутки, при дальнейшем увеличении которого объемная плотность пряжи не возрастает ($\alpha_{\max}=400$); γ_{\max} – объемная плотность исследуемой пряжи при степени скрученности α_{\max} . Экспериментально определено, что это значение для аппаратной пряжи равно $1,04 \text{ мг/мм}^3$ (рис.3).

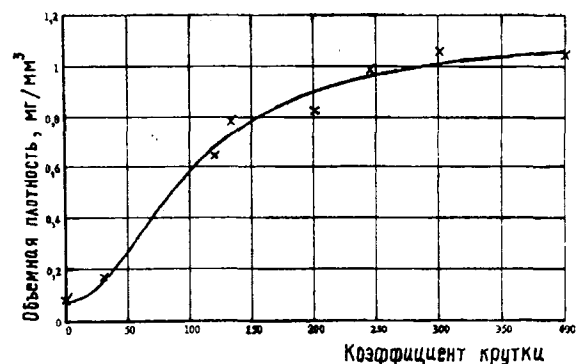


Рис. 3

После определения параметров K_1 и K_2 пряжи требуемого состава путем подста-

Однако, поскольку для определения объемной плотности пряжи произвольного состава и степени скрученности каждый раз проводить регрессионный анализ нецелесообразно, мы предлагаем метод определения объемной плотности пряжи любого состава, линейной плотности и степени скрученности, основанный на полученных в настоящем исследовании экспериментальных данных, адекватность которых предлагаемому зависимостям доказана.

Параметры K_1 и K_2 в таком случае определяются для каждого сырьевого состава путем решения системы двух уравнений:

новки в уравнение (3) заданного значения коэффициента крутки определяем искомое значение объемной плотности пряжи $\gamma(T, \alpha)$.

Пример.

Требуется определить объемную плотность и диаметр аппаратной шерстяной пряжи 125 текс, имеющей крутку 358 кр/м следующего состава: меринос $64^k - 60\%$, кроссбред $56^k - 40\%$.

1. Определение средневзвешенного табличного значения объемной плотности.

Используя табл.1, получаем

$$\gamma_t = 0,729 \cdot 0,6 + 0,755 \cdot 0,4 = 0,739.$$

2. Поправка на толщину пряжи по сравнению с табличной.

По формуле (2) имеем

$$\gamma(T) = 0,739 \cdot (84/125)^{0,11} = 0,707.$$

3. Определение параметров K_1 и K_2 :

$$K_2 = (\alpha_{\max})^2 \frac{(\gamma(T) - \gamma_{\max})}{(\gamma_{\max} - \gamma_0) - (\gamma(T) - \gamma_0) \frac{(\alpha_{\max})^2}{(\alpha_t)^2}} =$$

$$= 400^2 \frac{(0,707 - 1,04)}{(1,04 - 0,07) - (0,707 - 1,07) \frac{400^2}{133^2}} = 1,112 \cdot 10^4,$$

$$K_1 = \frac{[K_2 + (\alpha_t)^2]}{(\alpha_t)^2} = \frac{11120 + 133^2}{133^2} = 1,629.$$

4. Определение метрического коэффициента крутки:

$$\alpha = 0,0316 \cdot 358 \sqrt{125} = 126,4.$$

$$\gamma(T, \alpha) = \left[0,07 + 1,629(0,707 - 0,07) \left(1 - \frac{11120}{11120 + 126,4^2} \right) \right] = 0,682, \text{ мг/мм}^3,$$

$$d = 0,0357 \sqrt{\frac{125}{0,682}} = 0,483, \text{ мм.}$$

ВЫВОДЫ

1. Установлена регрессионная зависимость объемной плотности аппаратной шерстяной пряжи от ее крутки и линейной плотности.

2. Определены табличные значения объемной плотности пряжи, приведенной к линейной плотности 84 текс и коэффициенту крутки 133 из отдельных компонентов.

3. Предложен метод расчета объемной плотности одиночной шерстяной аппаратной пряжи произвольного состава и крутки, а также ее диаметра на основе экспериментальных данных, полученных в настоящем исследовании.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дамьянов Г.Б., Бачев Ц.З., Сурнина Н.Ф. Структура ткани и современные методы ее проекти-

5. Определение искомой объемной плотности пряжи и ее диаметра:

рования. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.

2. Справочник по шерстопрядению. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983.

3. Будников В.И. и др. Основы прядения. Ч. II. – М.: Гизлегпром, 1945.

4. Севостьянов А.Г. Методы и средства исследования механико-технологических процессов текстильной промышленности. – М.: Легкая индустрия, 1980.

Рекомендована кафедрой механической технологии волокнистых материалов. Поступила 05.10.00.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗЕЙ МЕЖДУ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ МУШЕК

Е.В. ПАВЛЮЧЕНКО, А.Ф. КАПИТАНОВ

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

Качество пряжи и количество отходов при ее получении в значительной мере зависят от числа мушек в полуфабрикатах [1], образующихся в результате спутанности волокон в сырье. Наличие мушек отрицательно сказывается на процессах прядильного производства: увеличивается обрывность волокон и неровнота продуктов прядения и, как следствие, повышается количество отходов.

Причины ухудшения качества прочеса исследовались ранее в [2...5], где изучалось влияние скоростей и загрузки рабочих органов чесальной машины на образование мушек. В связи с тем, что размеры и структура мушек изучены недостаточно, цель данной работы заключалась в разработке метода определения характеристик структуры, формы и размеров мушек и в исследовании взаимосвязей между ними.

Мушки отбирали из ватки после третьего прочеса чесального аппарата фирмы Текстима, выработанной из смеси следующего состава: шерсть полутонкая 50^к, репейная, III длины 10%; шерсть полугрубая 48^к, репейная, III длины 10%; вискозное волокно 80%.

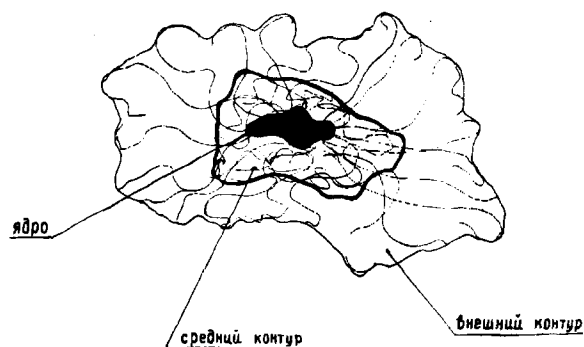


Рис. 1

Мушку, сжимая двумя прозрачными пластинами, помещали в фотоувеличитель типа Беларусь-5 (увеличение 5,5^х), в результате получали изображение мушки на листе миллиметровой бумаги. Соединив внешние точки имеющегося изображения мушки, получали проекцию внешнего контура (рис. 1). Четко просматривалось ядро мушки, форма и размеры которого фиксировались на диапроекторе Эюд-2С при увеличении 18^х. Между внешним контуром и ядром мушки наблюдали среднюю по плотности ее часть, границы которой можно характеризовать средним контуром. В полученных проекциях контуров известным методом определяли центр тяжести, откуда проводили 12 лучей с углами между ними в 30° до пересечения с границами соответствующих контуров. Далее находили расстояние между центром контура и точкой пересечения с границей этого контура. Полученный отрезок принимали за условный радиус r .

Для каждого контура i -й мушки устанавливали средний радиус \bar{r} , а также среднее квадратическое отклонение σ и коэффициент вариации по среднему радиусу S . Количество испытаний составляло 100, что позволило при достоверности 0,95 получить результаты с относительной ошибкой менее 4%. Площадь проекций контуров мушки находили через массу проекции и массу единицы площади этой проекции. На торсионных весах ВТ-200 определяли массу самой мушки с точностью $\pm 0,05$ мг. Значения статистических характеристик мушек приведены в табл. 1.

Статистические характеристики	Внешний контур (i=1)			Средний контур (i=2)			Ядро (i=3)		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
\bar{r} , мм	5,0	12,2	20,0	2,0	4,98	9,0	0,37	0,96	3,35
σ , мм	0,8	3,61	11,5	0,5	1,64	3,0	0,09	0,32	2,11
C_v , %	9,56	29,4	66,08	10,0	33,85	89,0	12,0	30,5	20,2
S , мм ²	129,9	480,6	1036,4	15,6	58,18	140,3	0,8	6,74	63,5

Примечание. 1 – min; 2 – среднее; 3 – max.

По результатам расчетов средняя масса мушки равнялась 0,542 мг, среднее квадратическое отклонение по массе $\sigma_m = 0,274$ мг, а коэффициент вариации по массе $C_m = 50,65$ %.

Из табл. 1 видно, что

$$\bar{r}_1 > \bar{r}_2 > \bar{r}_3, \quad (1)$$

$$\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3, \quad (2)$$

$$C_1 < C_2 > C_3, \quad (3)$$

$$S_1 > S_2 > S_3. \quad (4)$$

Проекция площади ядра мушки составляла 1,4 % от площади проекции внешнего контура и 14,58 % от площади проекции среднего контура.

По полученным данным построены гистограммы распределения средних радиусов и площадей мушек, а также гистограмма распределения массы мушек (рис. 2). Анализ гистограмм показал, что существует значительная доля мушек с минимальными размерами ядра (60%). Это говорит об относительной стабильности размеров мушек и также подтверждается гистограммой распределения массы мушек, показывающей, что более 70% мушек имеют массу менее 0,6 мг. Такое явление можно объяснить относительной стабильностью разработки мушек кардочесальным аппаратом.

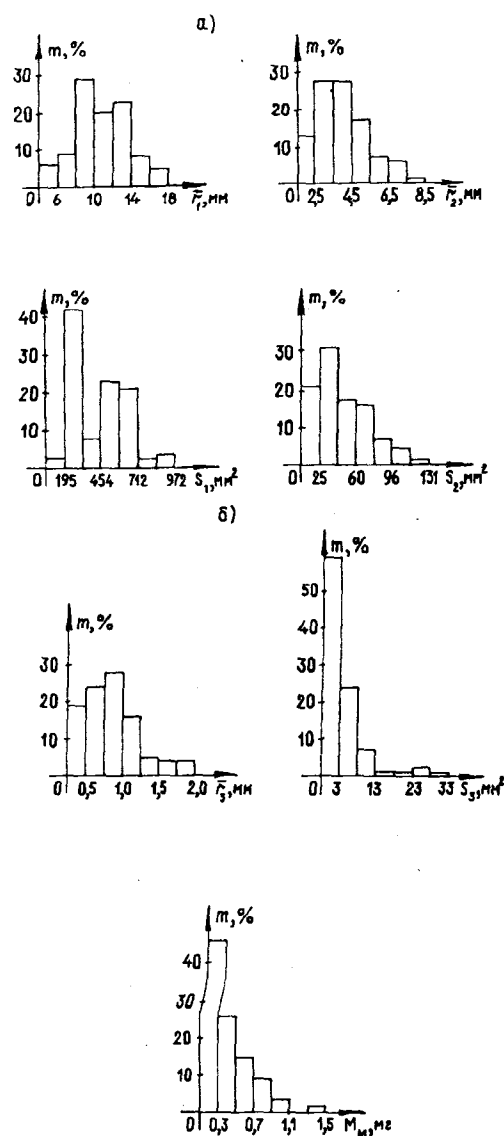


Рис. 2

Предположим, что эффективность процесса чесания улучшится, если (при прочих равных условиях): масса мушки уменьшится; средний радиус ядра уменьшится, а средние радиусы контуров увеличатся (что свидетельствует о лучшей разработке мушек); коэффициент вариации по соответствующим характеристикам уменьшится.

Между всевозможными парами характеристик мушек рассчитаны коэффициенты парной корреляции. Оценка взаимосвязей между характеристиками мушек по величине коэффициента парной корреляции представлена в табл. 2, где указаны только значимые величины коэффициентов парной корреляции.

Таблица 2

Пары характеристик	$\bar{r}_1 - \bar{r}_2$	$\bar{r}_1 - S_1$	$\bar{r}_1 - S_2$	$\bar{r}_2 - S_2$	$\bar{r}_3 - S_3$
Коэффициент парной корреляции	0,61	0,65	0,54	0,91	0,89

Установлено, что слабые корреляционные связи между площадями контуров мушки и ее массой можно объяснить следующим. Если небольшой площади контура мушки соответствует ее большая масса, то соответственно волокна сильнее перепутаны между собой и сконцентрированы в небольшом объеме; при этом возможна и обратная ситуация.

Для зависимостей, характеризующихся $r > 0,5$, найдены уравнения регрессии:

$$\bar{r}_1 = 1,0436 \bar{r}_2 + 9,0357, \quad (5)$$

$$S_1 = 15,994 \bar{r}_1^2 + 49,699 \bar{r}_1 + 411,91, \quad (6)$$

$$S_2 = 10,972 \bar{r}_1 + 17,054, \quad (7)$$

$$S_2 = 0,3006 \bar{r}_2^{-2} + 16,518 \bar{r}_2 + 6,65, \quad (8)$$

$$S_3 = 1,8974 e^{0,372 \bar{r}_3}. \quad (9)$$

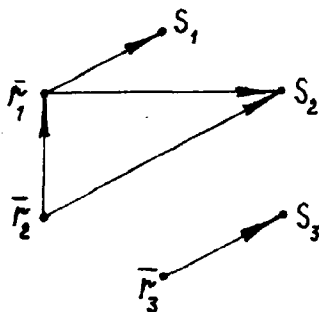


Рис. 3

Полученные зависимости можно описать неполным ориентированным графом связи (рис. 3). В этом графе для трех параметров выполняется правило знаков: с увеличением r_2 увеличивается r_1 ; с увеличением r_1 увеличивается S_2 ; увеличение S_2 сопровождается увеличением r_2 . Площадь проекции и средний радиус ядра связаны только между собой и не оказывают влияния на остальные характеристики мушек.

ВЫВОДЫ

1. При проекции мушек в сжатом состоянии в их структуре выделены ядро, средний и внешний контуры, которые можно характеризовать средним радиусом, средним квадратическим отклонением и коэффициентом вариации по среднему радиусу.

2. Выявлено существование сильных корреляционных связей между средними радиусами и площадями мушек (коэффициент парной корреляции от 0,54 до 0,91). Они описаны регрессионными зависимостями. Рассмотренные характеристики мушек могут быть использованы для оценки эффективности процесса кардочесания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Справочник по шерстопрядению. – М.: Легкая и пищевая промышленность. – 1983.
2. Лежебрух Г. О. Скорость главного барабана при постоянной загрузке его кардной гарнитуры // Научн.-исслед. тр. ЦНИИШерсти. – 1949, вып. 5. С. 30...34.

3. Кауфман Д. Исследование на чесальной машине со шляпками // Текстиль праксис. – 1962. № 3.

4. Александров Ф.Т., Крылов В.В. – Текстильная промышленность. – 1958, №6. С. 17...19.

5. Борзунов И.Г. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1965, №2. С. 55...60.

Рекомендована кафедрой технологии шерсти.
Поступила 05.10.00.

УДК 677.021.182

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СЖАТИЯ ЧЕСАЛЬНОЙ ЛЕНТЫ

Е.В.БАСАЕВА, С.М.ИВАНОВ, В.М.ЗАРУБИН

(Ивановская государственная текстильная академия)

Известно, что в процессе работы текстильных машин зачастую происходит поперечное сжатие волокнистого продукта в результате воздействия на него рабочих органов машин или ограничение объема, занимаемого полуфабрикатом, их поверхностью. Так, например, поперечное сжатие полуфабриката является типичным способом создания поля сил трения в вытяжных приборах; протаскивание ленты через уплотнитель и последующее воздействие на нее плющильных валов служит целям лентоформирования и т.д. В результате при исследовании взаимодействия рабочих органов различных текстильных машин с перерабатываемым полуфабрикатом возникает вопрос о количественной взаимосвязи характеристик деформации волокнистого продукта с напряжением сопротивления сжатию.

Однако следует подчеркнуть, что большинство работ по данной тематике [1,2] посвящено изучению сжатия или текстильных волокон в массе, или нитей, а сжатие конкретных полуфабрикатов прядения исследовано недостаточно. Так, в [1, рис.1, кривая 1] приводится кривая изменения средней плотности массы волокон хлопка в зависимости от давления при хаотическом расположении волокон. Однако в случае исследования полуфабрикатов прядения, в частности, чесальной ленты, име-

ет место параллельное расположение волокон и, следовательно, аналогичная кривая при этом будет несколько отличаться от представленной: очевидно, она будет располагаться несколько ниже приведенной на рис.1 кривой 1 [1].

Кроме того, необходимо заметить, что одним из вариантов зависимости напряжения сопротивления сжатию от деформации волокнистого материала, представленных в [1...4], является следующий:

$$\sigma = a\gamma_{\text{пр}}^b, \quad (1)$$

где σ – напряжение сжатия; $\gamma_{\text{пр}}$ – средняя плотность полуфабриката (иногда вместо γ в формулу входит коэффициент удельного заполнения ξ):

$$\xi = \frac{\gamma_{\text{пр}}}{\gamma}, \quad (2)$$

γ – плотность волокна; a, b – эмпирические коэффициенты, зависящие от природы волокна.

При рассмотрении данного выражения применительно к сжатию полуфабрикатов прядения возникает противоречие. Согласно формуле (1) до контакта перерабатываемого продукта с рабочими органами машины, вызывающими его сжатие, σ

принимает некоторое значение, так как $\gamma_{пр} \neq 0$. В действительности напряжение сопротивления сжатию в этот момент времени должно равняться нулю. Следовательно, требуется корректировка зависимости (1) в соответствии с указанным условием.

Кроме того, в работах [1,2 и 4], посвященных изучению сжатия текстильных волокон в массе, основное внимание уделялось исследованию полуцикловых характеристик, относящихся непосредственно к процессу сжатия. Что касалось снятия нагрузки, то здесь рассматривали поведение опытных образцов лишь после разгрузки, во время отдыха. Однако при моделировании процесса формирования чесальной ленты возникла необходимость получения зависимости напряжения сопротивления сжатию от характеристик сжатия полуфабриката непосредственно в процессе снятия нагрузки.

Объектом исследований служила хлопковая чесальная лента с машины ЧМД-4 линейной плотности 3,85 ктекс, квадратическая неровнота по 1-метровым отрезкам 3,4%. При этом для определения искомой зависимости использовали прибор, содержащий две пластины, верхняя из которых могла перемещаться, что фиксировалось индикатором, а нижняя – сообщалась с регистрирующим устройством, показывающим информацию о действующей силе. Чесальную ленту помещали между пластинами и начинали сжимать при помощи перемещения верхней пластины; при этом индикатор показывал изменение высоты слоя материала, ширина которого также контролировалась. Напряжение сопротивления сжатию определялось как отношение силы, действующей на ленту, к площади поверхности контакта ленты и пластины. Измерения проводили при температуре воздуха 18 °С и относительной влажности 70%. Число опытов для каждого уровня фактора составляло 50.

В результате получены экспериментальные точки, характеризующие зависимость напряжения сопротивления сжатию σ от коэффициента удельного заполнения ξ в процессе сжатия полуфабриката. Для определения аналогичной зависимости в

процессе снятия нагрузки ленту помещали между пластинами прибора, затем подавали нагрузку до силы сжатия, соответствующей удельному заполнению $\xi_n = 0,185$. После этого нагрузку постепенно снимали, фиксируя на регистрирующем устройстве значения силы, соответствующие степени сжатия полуфабриката.

Характер регрессионной модели для процесса сжатия определяли следующим образом. На основании имеющихся теоретических данных [2,3] предполагалась кубическая зависимость, то есть эмпирический коэффициент b в выражении (1) для хлопкового волокна брался равным трем. В то же время результаты эксперимента позволили сделать вывод, что при сжатии чесальной ленты до определенной степени напряжение сопротивления сжатию практически равно нулю. Следовательно, величина σ в выражении (1) должна расти только начиная с некоторого значения удельного заполнения ξ_0 . Сравнивая искомую зависимость с аналогичными зависимостями [3], находили, что требуемый вид регрессионной модели следующий:

$$\sigma = A(\xi^3 - \xi_0^3), \quad (3)$$

где ξ_0 – первоначальный коэффициент удельного заполнения, то есть коэффициент удельного заполнения, при котором отсутствует сопротивление сжатию чесальной ленты, по результатам эксперимента $\xi_0 = 0,017$; A – некоторый коэффициент.

Искомый коэффициент A вычисляли, используя метод наименьших квадратов [5]. Согласно полученным результатам $A = 2,093 \cdot 10^7$, то есть

$$\sigma = 2,093 \cdot 10^7 (\xi^3 - 0,017^3), \text{ Па.} \quad (4)$$

Адекватность полученного уравнения регрессии определяли с помощью критерия Фишера. График найденной зависимости $\sigma = \sigma(\xi)$ представлен на рис.1 (кривая 2).

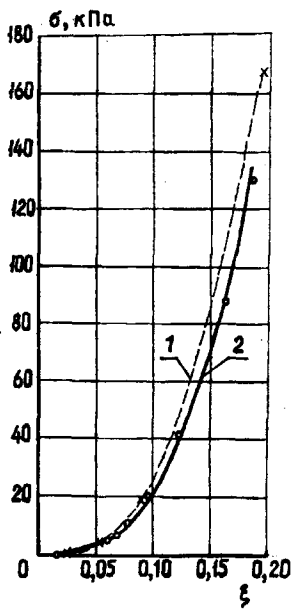


Рис. 1

Для процесса снятия нагрузки рассматривали уравнения регрессий следующих видов:

$$\sigma_p = A(\xi^k - \xi_k^k), \quad (5)$$

$$\sigma_p = e^{F\xi - E} - M, \quad (6)$$

$$\sigma_p = \frac{B}{D - \xi} - C, \quad (7)$$

где ξ_k – некоторое значение коэффициента удельного заполнения, при котором отсутствует сопротивление сжатию чесальной ленты, то есть

$$\sigma_p(\xi_k) = 0. \quad (8)$$

По результатам эксперимента $\xi_k = 0,032$. При $\xi < \xi_k$ сопротивление сжатию чесальной ленты отсутствует. А, k, F, E, M, B, C, D – некоторые коэффициенты.

Анализируя первые два выражения и определяя неизвестные коэффициенты методом наименьших квадратов, пришли к заключению о неадекватности этих уравнений экспериментальным данным.

Наконец, рассматривали выражение (7). Данное уравнение содержит неизвестные

коэффициенты B, C и D; при этом помимо того, что последнее должно как можно точнее описывать экспериментальную зависимость, требуется выполнение следующего условия

$$\sigma_p(\xi_H) = \sigma(\xi_H) = \sigma_H. \quad (9)$$

Согласно условиям (8) и (9)

$$C = \frac{B}{D - \xi_k}, \quad (10)$$

$$B = \frac{\sigma_H}{\xi_H - \xi_k} (D - \xi_H)(D - \xi_k). \quad (11)$$

Используя (10) и (11), уравнение (7) записывали следующим образом:

$$\sigma_p = \frac{\sigma_H (D - \xi_H)(\xi - \xi_k)}{(\xi_H - \xi_k)(D - \xi)}. \quad (12)$$

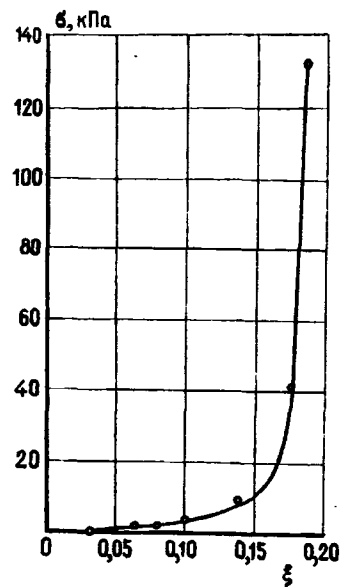


Рис. 2

Неизвестный коэффициент D находили с помощью метода наименьших квадратов. Согласно полученным результатам $D = 0,189$; $B = 534,5$; $C = 3406$. Для определения адекватности полученного уравнения регрессии использовали критерий Фишера. График найденной зависимости $\sigma_p = \sigma_p(\xi)$ изображен на рис.2.

ВЫВОДЫ

1. В результате исследования деформации чесальной ленты, соответствующей полциклу нагружения, получена эмпирическая зависимость между напряжением сопротивления сжатию волокнистого продукта и его деформацией. Это дало основание говорить о характере выявленной взаимосвязи, а именно: напряжение сопротивления сжатию волокнистого продукта пропорционально кубу коэффициента удельного заполнения данного объема полуфабрикатом; при этом изменение напряжения сопротивления сжатию волокнистого продукта начинается при определенной степени деформации ленты, характеризующейся коэффициентом удельного заполнения ξ_0 .

2. При исследовании деформации чесальной ленты, соответствующей полциклу разгрузки, получена эмпирическая зависимость между напряжением сопротивления сжатию волокнистого продукта и его деформацией, что послужило основанием для вывода о гиперболическом характере этой взаимосвязи. Кроме того, вы-

явлено, что изменение напряжения сопротивления сжатию волокнистого продукта заканчивается при определенной степени деформации ленты, характеризующейся коэффициентом удельного заполнения ξ_k , $\xi_k > \xi_0$.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Балясов П.Д.* Сжатие текстильных волокон в массе и технология текстильного производства. – М.: Легкая индустрия, 1975.
2. *Кукин Г.Н. и др.* Текстильное материаловедение (волокна и нити): Учебник для вузов. 2-е изд., перераб. и доп./ Г.Н.Кукин, А.Н.Соловьев, А.И.Кобляков. – М.: Легпромбытиздат, 1989.
3. *Севостьянов А.Г.* Магнитные валики и силы, действующие в вытяжных приборах. – М.: Гизлегпром, 1962.
4. *Капитанов А.Ф., Моревич В.В., Мошечков В.Б.*// Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1993, № 6. С. 28...31.
5. *Джонсон Н., Лион Ф.* Статистика и планирование эксперимента в технике и науке. Методы обработки данных. – М.: Мир, 1980.

Рекомендована кафедрой проектирования текстильных машин. Поступила 02.02.01.

УДК 677.024.001.18

**АНАЛИЗ ПРИЧИННО-СЛЕДСТВЕННЫХ СВЯЗЕЙ В СНОВАНИИ
НА ОСНОВЕ БИНАРНОЙ
ПРИЧИННО-СЛЕДСТВЕННОЙ ТЕОРИИ ИНФОРМАЦИИ**

С.Д.НИКОЛАЕВ

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

В [1,2] показана эффективность установления причинно-следственных связей на основе бинарной причинно-следственной теории информации при перематывании нитей и в ткачестве.

Установим причинно-следственную связь при сновании хлопчатобумажной пряжи линейной плотности 29 текс на партионной сновальной машине СП-140. При исследовании брали следующие факторы: X_1 – натяжение нитей, сН; X_2 – высота баллона, мм; X_3 – скорость снования, м/мин; X_4 – удельная плотность, г/см³.

Процесс снования играет важную роль при подготовке качественных основ к ткачеству. Нерациональная плотность навивки основы на сновальном валике приводит к повышению обрывности нитей при их дальнейшей переработке.

Подробная методика расчета приведена ранее в [1...3].

В результате проведенных расчетов значения энтропии и информации оказались равными:

$$H_1=2,10; H_2=2,80; H_3=2,80; H_4=1,45;$$

$$I_{12}=0,65; I_{13}=0,74; I_{14}=0,54; I_{23}=0,61;$$

$$I_{24}=0,23; I_{34}=0,34.$$

Парные коэффициенты причинного влияния составляют:

$$\Gamma_{41}=0,54 : 2,1 = 0,257; \Gamma_{42}=0,23 : 2,8 = 0,082;$$

$$\Gamma_{43}=0,34 : 2,8 = 0,121; \Gamma_{31}=0,74 : 2,8 = 0,264;$$

$$\Gamma_{21}=0,65 : 2,8 = 0,232; \Gamma_{32}=0.$$

Коэффициент Γ_{32} равен 0, так как $H_2=H_3$ и отсутствует причинно-следственная связь между этими параметрами.

Для нахождения частных коэффициентов причинного влияния воспользуемся методикой, указанной в [3]. При этом получается замкнутая система нелинейных относительно g_{ij} алгебраических уравнений:

$$\Gamma_{41} = g_{41} = 0,257; \quad \Gamma_{42} = g_{42} + g_{21} g_{14};$$

$$\Gamma_{43} = g_{43} + g_{31} g_{14}; \quad \Gamma_{31} = g_{31} = 0,264;$$

$$\Gamma_{32} = g_{32} = 0; \quad \Gamma_{21} = g_{21} = 0,232.$$

Решение этих уравнений дает следующие результаты:

$$g_{41} = 0,257;$$

$$g_{42} = 0,082 - 0,232 \cdot 0,257 = 0,022;$$

$$g_{31} = 0,264;$$

$$g_{43} = 0,121 - 0,257 \cdot 0,232 = 0,060.$$

$$g_{32} = 0;$$

Значения коэффициентов причинного влияния Γ_{ij} и g_{ij} даны в табл. 1.

$$g_{21} = 0,232;$$

Таблица 1

Направление связи	Γ_{ij}	g_{ij}	$\Gamma_{ij} - g_{ij}$
1→4	0,257	0,257	0
2→4	0,082	0,022	0,060
3→4	0,121	0,061	0,060
3→1	0,264	0,264	0
2→1	0,232	0,232	0
2→3	0	0	0

Анализ результатов табл. 1 показывает, что наибольшее влияние на удельную плотность намотки основных нитей на сновальном валике оказывает натяжение нитей. Частный коэффициент причинного влияния равен 0,257. Влияние натяжения нитей на удельную плотность намотки в 4 раза больше, чем скорость снования, и в 12,5 раз больше, чем высота баллона. Высота баллона и скорость снования являются независимыми факторами и не влияют друг на друга.

Значительное влияние оказывает скорость снования на натяжение нитей, о чем свидетельствует довольно большой частный коэффициент причинного влияния, равный 0,264. Такое же влияние на натяжение нитей оказывает и высота баллона, частный коэффициент причинного влияния которой равен 0,232. Следовательно, и скорость снования, и высота баллона через другие параметры влияют на удельную плотность наматывания, в частности, через натяжение нитей.

Ориентированный граф причинно-следственных связей исследуемых факторов при сновании изображен на рис. 1.

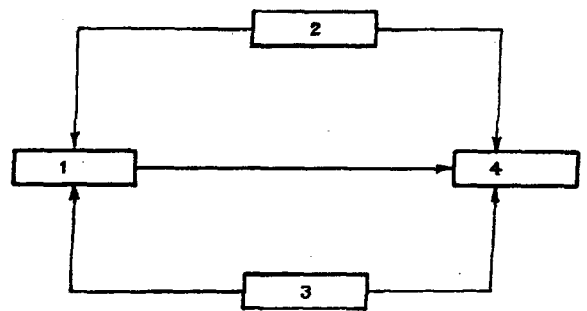


Рис. 1

Полученные результаты не противоречат известным ранее, поэтому предложенный метод можно использовать при анализе технологического процесса снования.

ВЫВОДЫ

1. На основе бинарной причинно-следственной теории информации выявлены причинно-следственные связи между параметрами, определяющими эффективность процесса снования: натяжением нитей, высотой баллона, скоростью снования и удельной плотностью намотки.

2. Установлено, что на удельную плотность намотки максимальное влияние ока-

зывает натяжение нитей, которое, в свою очередь, зависит от скорости процесса и высоты баллона.

ЛИТЕРАТУРА

1. Николаев С.Д., Панин И.Н., Назарова М.В. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2001, №1. С.28...34.

2. Николаев С.Д. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2000, №5.

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

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 09.12.99.

УДК 677.024.001

АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ ПРОЧНОСТИ ЛЬНЯНОЙ ОСНОВНОЙ ПРЯЖИ ПО ГЛУБИНЕ ЗАПРАВКИ ТКАЦКОГО СТАНКА

Н.В. ЛУСТГАРТЕН, Л.Ю. БОРОВИКОВА, М.Н. ЛАУЧИНСКАС

(Костромской государственной технологической университет)

Известно, что по мере перемещения основных нитей от ткацкого навоя до опушки ткани прочность последних существенно снижается [1, 2]. Необходимо отметить, что в указанных работах исследования проводили на хлопчатобумажной пряже. Анализ изменения прочности льняной пряжи имеет важное значение для получения достоверной информации об обрывности по методике прогнозирования, разработанной в КГТУ [3, 4]. Знание закономерности этого изменения позволит не только повысить точность прогнозирования обрывности, но и предсказать распределение обрывов по зонам глубины ткацкого станка.

Для анализа использовали льняную пряжу линейной плотности 46, 50 и 60 текс, широко применяемую при выработке чистольняных полотен на станках СТБ2-180. На срезанной с ткацкого станка основе отмечали четыре зоны: I – скало – навой; II – ламели – скало; III – ремизы – ламели; IV – опушка ткани – первая ремизка. Прочность пряжи оценивали на разрывной машине РМ-3. Поскольку длина основы в IV зоне не превышала 150 мм, установленная зажимная длина составила 100 мм. Остальные параметры испытаний подбирали в соответствии с ГОСТом

6611.2 – 73. В целях исключения влияния на результаты испытаний климатических условий сравниваемые варианты пряжи испытывали в один день с равными долями от выборок.

Ввиду того, что планируемые исследования связаны с большими временными затратами, можно предположить, что с момента отбора пробы и до конца эксперимента в нитях могут произойти релаксационные изменения. Особенно это могло бы проявиться на нитях IV зоны, которые прошли всю длину заправки.

Возможное влияние временного фактора на прочностные характеристики пряжи оценивали путем физического моделирования: нити основы подвергали многократному растяжению на пульсаторе ПН-5 по ОСТу 17-854 – 80 в течение 1000 и 2000 циклов. Количество циклов определено с учетом реального числа циклов деформации, которое получает основа в заправке станка при частоте вращения главного вала 180...230 1/мин и P_y 10...16 н/см. После циклического деформирования на пульсаторе нити разделялись на две равные части.

Разрывную нагрузку первой выборки (на РМ-3) определяли сразу после снятия с пульсатора, второй – после отлежки в те-

чение недели. Полученный объем обеих выборок позволил обеспечить относительную ошибку среднего арифметического значения разрывной нагрузки около 3%. Полученные значения разрывной нагрузки пряжи подчиняются нормальному закону распределения. Сравнение однородности

статистического материала проведено с помощью критерия согласия F, существенности различия средних значений – по критерию t. Всю статистическую обработку осуществляли с использованием пакета прикладных программ Stadia.

Таблица 1

Количество циклов растяжения	Разрывная нагрузка				Значения критериев			
	первая выборка		вторая выборка		Фишера		Стьюдента	
	среднее значение, сН	СКО, сН	среднее значение, сН	СКО, сН	расчетное	табличное [0,95; 198]	расчетное	табличное [0,95; 398]
1000	1009	297	1023	284	1.09	1.26	0.57	1.96
2000	972	266	986	275	1.07		0.65	

Оценка результатов предварительных исследований, представленная в табл.1, показала несущественность влияния исследуемого временного фактора на изменение прочностных характеристик пряжи после многоциклового деформирования.

При проведении основного эксперимента по каждому варианту пряжи подготовлено по четыре репрезентативные вы-

борки прочности (N=200 значений) для каждой зоны глубины заправки станка. В результате статистической обработки значений прочности, полученных на РМ-3 при зажимной длине 100 мм, для каждой выборки определены среднее значение \bar{P} и квадратическое отклонение S (табл.2).

Таблица 2

Линейная плотность, текс	Прочностные характеристики пряжи, сН	Зоны по глубине заправки			
		I	II	III	IV
46	\bar{P}	1258	1185	1117	918
	S	256	216	214	260
50	\bar{P}	1328	1256	1156	970
	S	202	240	241	241
60	\bar{P}	1669	1592	1497	1243
	S	268	251	295	231

Поскольку на ткацком станке, как известно, рвутся наиболее слабые нити, рассматривались выборки, составленные из значений, меньших \bar{P} , и из 30% наиболее

слабых нитей. Средние значения этих выборок обозначены соответственно как суб-среднее \bar{P}^* и $\bar{P}_{сл}$.

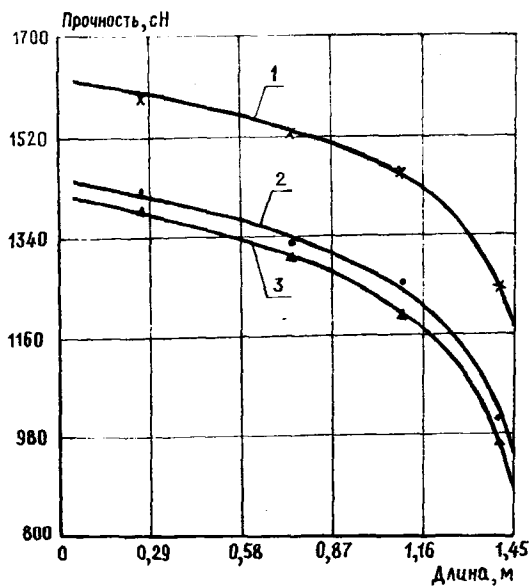


Рис. 1

Статистический анализ показал, что по мере перемещения льняной основы по глубине заправки ткацкого станка прочностные характеристики ее существенно изменяются. Характер изменения абсолютных значений \bar{P} , \bar{P}^* и $\bar{P}_{сл}$ по зонам заправки для исследуемой пряжи аналогичен, а для пряжи 60 текс показан на рис.1, где кривая 1 – для \bar{P} ; 2 – для \bar{P}^* ; 3 – для $\bar{P}_{сл}$.

Значения относительной потери прочности для всех рассматриваемых пряж приведены в табл.3.

Таблица 3

Линейная плотность, текс	Варианты оценки прочности	Относительная потеря прочности пряжи по зонам глубины заправки станка			
		I – II	II – III	III – IV	I – IV
46	\bar{P}	5	6	18	27
	\bar{P}^*	6	7	25	35
	$\bar{P}_{сл}$	6	9	28	39
50	\bar{P}	5	8	16	27
	\bar{P}^*	5.5	13	19	34
	$\bar{P}_{сл}$	4	11	23	35
60	\bar{P}	5	6	17	26
	\bar{P}^*	6.7	7	24	34
	$\bar{P}_{сл}$	6	11	24	36

Функциональная зависимость изменения прочностных характеристик льняной пряжи по зонам заправки станка получена путем аппроксимации данных по разным моделям. Выбор представленной модели обоснован наименьшей ошибкой аппроксимации для всех пряж.

В общем виде изменение прочности пряжи по глубине заправки ткацкого станка описывается уравнением

$$P_i = B + A \ln(L_3 - X_i), \quad (1)$$

где L_3 – длина заправки основы на ткацком станке, м; X_i – длина основы от навоя до i -й зоны, м (при $X_i < L_3$); i – номер зоны (I, II, III, IV); A и B – коэффициенты, зависящие от линейной плотности пряжи и варианта оценки прочности (показаны в табл.4).

Линейная плотность, текс	Значение коэффициентов А/В для характеристик прочности		
	\bar{P}	\bar{P}^*	$\bar{P}_{сл}$
46	134/1228	149/1045	157/1001
50	142/1293	155/1098	148/1029
60	170/1638	194/1410	205/1372

Таким образом, в результате исследований получены количественные соотношения изменения прочности льняной пряжи по глубине заправки ткацкого станка, которые позволят прогнозировать распределение обрывов основных нитей на ткацком станке.

ВЫВОДЫ

1. Проведена количественная оценка потери прочности основной льняной пряжи по зонам глубины заправки ткацкого станка.

2. Предложена математическая модель, позволяющая при известной разрывной нагрузке пряжи на навое рассчитать значения прочности в различных зонах глубины заправки ткацкого станка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Золотаревский Л.Т. обрывность основных нитей на ткацких станках. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982.
2. Лаучинская М.Н. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1991, №1. С.62...64.
3. Садовская О.Б. Разработка метода прогнозирования обрывности основных нитей в процессе ткачества: Дис....канд. техн. наук. – Кострома, 1989.
4. Лустгартен Н.В., Глотова Т.М., Смирнов Е.А. САПР технологических режимов ткацкого производства. – М.: Легпромбытиздат, 1993.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 14.12.00.

УДК 677.024

ОСНОВНЫЙ РЕГУЛЯТОР ТКАЦКОГО СТАНКА

С.Ю. ВОРОНИН, А.Л. ЖУКОВ, В.Р. БЫКАДОРОВ

(Ивановская государственная текстильная академия)

При передаче сигнала для поворота навоя по мере его срабатывания в основном регуляторе ткацкого станка чувствительный элемент – скало должно отклоняться от своего первоначального положения на угол [1]:

$$\alpha'_{0j} = \alpha'_{0j-1} + \Delta\alpha'_{0j}; \quad 1 \leq j \leq m, \quad (1)$$

где m – число равных диапазонов изменения радиуса Q намотки от Q_{\max} до Q_{\min} :

$$\Delta\alpha'_{0j} = \frac{100}{P_y (1 - 0,01a_0) J} \frac{\Delta Q}{Q_{\max j} Q_{\min j}}; \quad (2)$$

P_y – плотность ткани по утку, нитей/см;
 a_0 – уработка основы, %; J – передаточный коэффициент основного регулятора

$$\Delta Q = \frac{Q_{\max} - Q_{\min}}{m} \quad (3)$$

Перемещение скала увеличивает статическое натяжение $K_{ст}$ основы за время срабатывания навоя на 15...20%. Для выравнивания натяжения в основных регуляторах применяются различного рода корректоры, которые контролируют радиус Q намотки на навое.

В настоящей работе с целью упрощения конструкции регулятора контроль за изменением Q осуществлялся скалом (рис.1), которое крепилось не на подскальном рычаге OA , а на серьгах AO_c , шарнирно соединенных с ним [2]. Такое расположение скала позволяет контролировать направление равнодействующей силы \bar{K} , огибающих скала ветвей основы под натяжением $K_{ст}$; при этом сила \bar{K} всегда направлена вдоль серьги. По мере срабатывания ткацкого навоя перемещение серег изменяет угол φ между ними и подскальным рычагом, в результате чего имеется возможность выравнивания статического натяжения $K_{ст}$ основы.

Найдем угол φ :

$$\varphi = \frac{90^\circ + \theta + \gamma}{2} - \alpha_0, \quad (4)$$

где θ – угол между горизонталью и прямой, соединяющей центр O_n вращения навоя и точку C схода основы с навоя, град; γ – угол наклона основы на участке ламель – скало, град; α_0 – угол наклона подскально-

го рычага к горизонтали при установке заправочного (статического) натяжения основы, град.

запишем формулу для определения θ :

$$\theta = \arccos \frac{R' \cos \alpha_c - x_n}{a_1} - \arccos \frac{Q - r}{a_1}, \quad (5)$$

где R' – расстояние от оси O вращения подскального рычага до оси O_c вращения скала, мм:

$$R' = \sqrt{\ell_c^2 \sin^2 \varphi + (R - \ell_c \cos \varphi)^2}; \quad (6)$$

α_c – угол между линией OO_c и горизонталью, град:

$$\alpha_c = \alpha_0 - \arccos \frac{R - \ell_c \cos \varphi}{R'}; \quad (7)$$

Q – радиус намотки на навое, мм; r – радиус скала, мм; a_1 – расстояние между осями O_c и O_n , мм:

$$a_1 = \sqrt{(R' \sin \alpha_c + y_n)^2 + (R' \cos \alpha_c - x_n)^2}; \quad (8)$$

R – радиус подскального рычага, мм; ℓ_c – длина серьги, мм.

Для угла γ имеем

$$\gamma = \arcsin \frac{r}{a_2} - \arcsin \frac{y_B - R' \sin \alpha_c}{a_2}, \quad (9)$$

где a_2 – расстояние от точки B до оси O_c , мм:

$$a_2 = \sqrt{(x_B + R' \cos \alpha_c)^2 + (y_B - R' \sin \alpha_c)^2}. \quad (10)$$

Поскольку в формулы (5) и (9) входит угол φ , величина которого неизвестна, то

его расчет ведем по выражению, полученному путем решения (7) относительно φ :

$$\varphi = \arccos \left[\frac{R}{l_c} \sin^2(\alpha_0 - \alpha_c) + \sqrt{\left[\frac{R}{l_c} \sin^2(\alpha_0 - \alpha_c) \right]^2 - \left[\frac{R}{l_c} \sin(\alpha_0 - \alpha_c) \right]^2 + \cos^2(\alpha_0 - \alpha_c)} \right], \quad (11)$$

при этом (4) служит проверочной формулой.

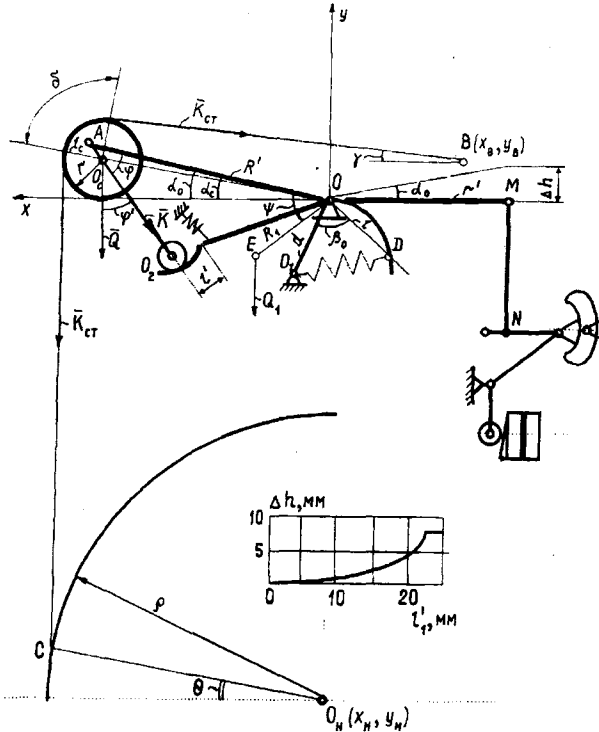


Рис. 1

Согласно рис.1 определим статическое натяжение K_{ct} основы, для чего запишем сначала условие равновесия натяжения основы и подвижной системы скала:

$$2C_{пр} \left(l - \frac{l_{пр}}{l_{пр.д}} \right) l d \sin \beta_0 = Q'R + Q_1 R_1 \cos \psi, \quad (12)$$

где $C_{пр}$ – жесткость пружины основного регулятора, кН/мм; $l_{пр}$ – номинальная

длина пружины, мм; $l_{пр.д}$ – длина пружины в деформированном состоянии, мм; l – расстояние от оси O вращения фигурного рычага до точки D крепления на нем пружины, мм; d – расстояние от оси O до точки O_1 крепления второго конца пружины, мм; β_0 – значение угла между прямыми OO_1 и OD , соответствующего углу α_0 , град; Q' – сила, действующая перпендикулярно подскальному рычагу в точке A , кН;

$$Q' = (\bar{K} + Q \cos \varphi') \sin \varphi, \quad (13)$$

$$\bar{K} = 2K_{ct} \cos \frac{\delta}{2}; \quad (14)$$

Q – вес скала, кг; φ' – угол между вертикальной осью и серьгой, град:

$$\varphi' = (90^\circ - Q - \gamma) / 2, \quad (15)$$

δ – угол огибания скала нитями основы, град:

$$\delta = 90^\circ + Q - \gamma, \quad (16)$$

Q_1 – приведенный вес подвижной системы скала без учета веса скала, кН; R_1 – расстояние от оси O вращения подскального рычага до центра E тяжести деталей системы скала без учета веса скала, мм; ψ – угол между подскальным рычагом и прямой OO_c , град.

Подставив (13, 14) в (12), получим

$$K_{ст} = \frac{2C_{пр} (1 - \ell_{пр} / \ell_{пр.д}) \ell d \sin \beta_0 - QR \cos \varphi' \sin \varphi - Q_1 R_1 \cos \psi}{2R \cos \frac{\delta}{2} \sin \varphi} \quad (17)$$

Для расчета $K_{ст}$ на станке АТПР-100-4, заправленным основным репсом 2/2 с $P_0=200$ нитей/10см и $a_0=6\%$, принимались следующие данные: $C_{пр}=0,6$ кг/мм; $\ell_{пр} = 100$ мм; $\ell_{пр.д} = 120$ мм; $\ell = 130$ мм; $d=230$ мм; $\beta_0 = 60^\circ$; $\ell_c = 20$ мм; $r=20$ мм; $R=150$ мм; $\alpha_0=5^\circ$; $O_n(0; 430$ мм); $B(170; 20$ мм). Расчет угла φ по (11) для $\alpha_c=1...5^\circ$ и сравнение полученных результатов с (4) показало, что максимальное расхождение за время срабатывания навоя составляет менее 2%, что отнесено к ошибкам вычислений.

С неподвижным подскальным рычагом ($\alpha_0=\text{const}$) при уменьшении φ обеспечивается практически постоянное статическое натяжение $K_{ст} = K_{ст}(\varphi)$, а погрешность составила около 1,5% (17).

При этом

$$\frac{(\delta/2)_{\max} - (\delta/2)_{\min}}{\varphi_{\max} - \varphi_{\min}} = 1, \quad (18)$$

так как отклонение угла $\delta/2$ охвата скала нитями основы за время срабатывания навоя равно отклонению φ серьги по отношению к подскальному рычагу. Величина $(\delta/2)_{\max} = \varphi_{\max}$ соответствует $q_{\min}=50$ мм, а величина $(\delta/2)_{\min} = \varphi_{\min} - q_{\max}=300$ мм.

Изменение угла φ использовано в регуляторе в качестве корректора натяжения. Согласно (1) для выбранной ткани максимальное отклонение α'_0 скала должно составлять $4^\circ 37'$. Нажимной рычаг ОМ, соединенный с кулисой тягой MN, переместится при этом на величину

$$\Delta h = r' \sin \alpha'_0 = 9,66 \text{ мм.} \quad (19)$$

Перемещение (19) можно обеспечить поворотом фигурного плеча O_2O двуплевого рычага O_2M с осью вращения O , кон-

тактирующего через ролик с рычагом AO_2 , являющегося продолжением серьги AO_c :

$$AO_2 = R \cos \varphi_{\max} = 96,6 \text{ мм.} \quad (20)$$

Отклонение серьги AO_c , а следовательно, и рычага AO_2 при срабатывании навоя составит

$$\varphi = \varphi_{\max} - \varphi_{\min} = 14^\circ 6', \quad (21)$$

что соответствует перемещению ролика по фигурному рычагу на величину $\ell' = 23,4$ мм. На рис. 1 показан профиль рычага O_2O , рассчитанный для принятых условий.

Предлагаемый регулятор применяли на станке АТПР-100-4 в лаборатории кафедры ткачества ИГТА для выравнивания натяжения основы. Обработка полученных осциллограмм показала, что величина коэффициента вариации натяжения в момент прибоа при использовании нового регулятора снижается с 4,1 до 2,1%.

ВЫВОДЫ

Предложена конструкция основного регулятора, в котором скало используется в качестве корректирующего механизма для выравнивания натяжения основы за время срабатывания ткацкого навоя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Николаев С.Д. и др. Теория процессов, технология и оборудование ткацкого производства. – М.: Легпромбытиздат, 1995.
2. Заявка на изобретение №99127986/12 от 30.12.99.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 17.01.01.

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КУЛАЧКОВОГО ЗЕВООБРАЗОВАТЕЛЬНОГО МЕХАНИЗМА НА БЕСЧЕЛНОЧНОМ ТКАЦКОМ СТАНКЕ

Е.Г. ВАСИЛЬЕВА, Ю.Ф. ЕРОХИН, Н.М. СОКЕРИН, Т.Ю. КАРЕВА

(Ивановская государственная текстильная академия)

Кулачковые зевобразовательные механизмы [1], устанавливаемые на автоматических челночных ткацких станках, станках типа СТБ и АТПР, пневматических и ряде других, наиболее просты по конструкции и позволяют использовать их на высокоскоростном оборудовании.

Существующий кулачковый зевобразовательный механизм имеет недостаток – для изменения переплетения в ткани при-

ходится менять кулачки, а также передаточное число к ним, а, кроме того, в условиях рыночной системы возрастает и стоимость кулачков.

Новый кулачковый зевобразовательный механизм [2, 3] дает возможность расширить ассортимент выпускаемых тканей при использовании кулачков для выработки ткани полотняного переплетения.

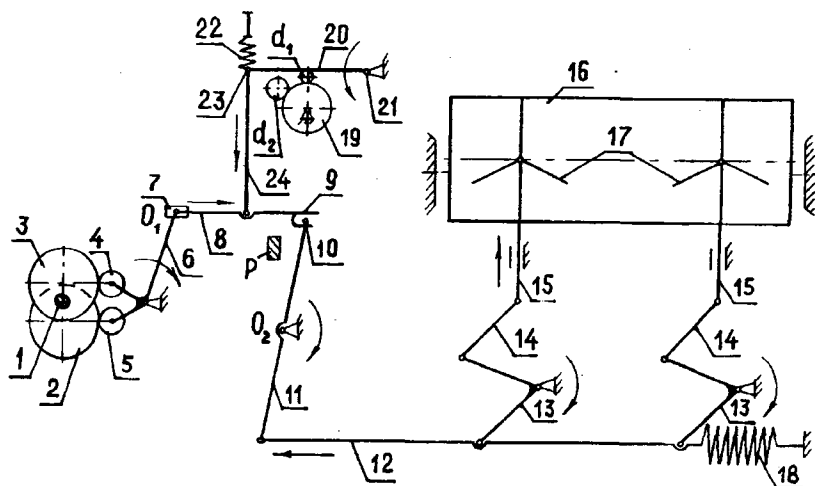


Рис. 1

На рис.1 изображен общий вид устройства. Спаренные кулачки 2 и 3 для полотняного переплетения укреплены на кулачковом валу 1 и находятся в соприкосновении с роликами 4 и 5, расположенными на двухплечем рычаге 6. На рычаг 6 надета скоба 7, шарнирно связанная с серьгой (на рис.1 не показано). В резьбовое отверстие серьги ввернута тяга 8, правый конец которой соединен с фигурной вилкой 9, имеющей выступ m и впадину n . Вилка 9 может входить в зацепление с верхним плечом 10 двухплечего рычага 11. Рычаг 11

передает движение тяге 12 и через угловые рычаги 13, 14, а также пластины 15 – ремизке 16. Тяга 12 связана еще и с пружиной 18.

Работу механизма определяет программоноситель, представляющий призму 19 с надетыми на нее роликами диаметрами d_1 (позиция 1) и d_2 (позиция 2), причем $d_1 < d_2$. Ролик диаметром d_1 соответствует подъему ремизки, а диаметром d_2 – ее опусканию. Ролики поочередно входят в соприкосновение с тягой 20, имеющей ось вра-

щения 21. Тяга 24 шарнирно связана с вышеупомянутой фигурной вилкой 9.

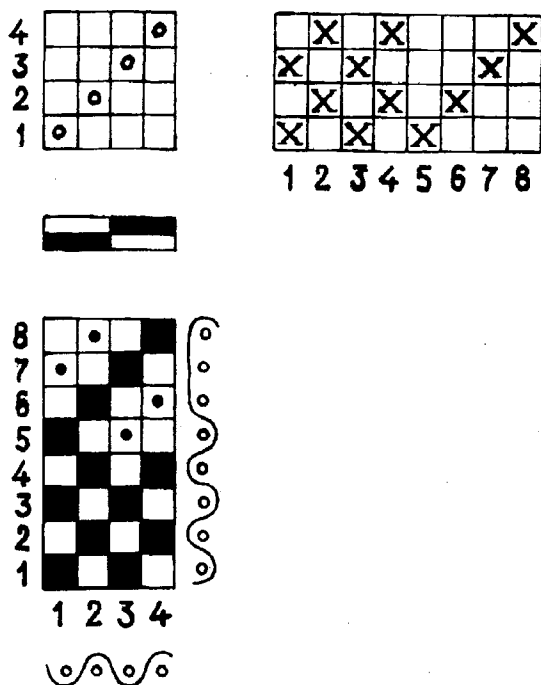


Рис. 2

Для более наглядного представления о принципе работы нового зееобразовательного механизма рассмотрим ткань комбинированного переплетения (рис.2) с поперечными и продольными полосами (поперечные полосы из полотняного переплетения и саржи 1/3).

В соответствии с рисунком переплетения ткани за 1-й оборот главного вала необходимо осуществить подъем ремизки. Для этого кулачок 3 своим большим радиусом давит на ролик 4. Под действием кулачка верхнее плечо рычага 6 отклоняется вправо, а нижнее – влево (рис.1). Когда нижнее плечо рычага 6 находится в крайнем левом положении, свою работу начинает программноноситель (призма 19).

Для поднятия ремизки малый ролик диаметром d_1 (позиция 1) входит в соприкосновение с тягой 20, которая поворачивается против хода часовой стрелки на оси 21. При этом за счет тяги 24 фигурная вилка 9 встанет на линию действия верхнего плеча 10 двуплечего рычага 11.

При движении тяги 8 вправо (рис.1) выступ m фигурной вилки 9 свободно проходит мимо верхнего плеча 10 двуплечего рычага 11 до тех пор, пока 10 не встанет на линии действия впадины n . При дальнейшем движении тяги 8 рычаг 11 поворачивается по ходу часовой стрелки относительно оси вращения O_2 . Его нижнее плечо отклонится влево и потянет за собой тягу 12. Последняя через шарнирные соединения повернет угловые рычаги 13 таким образом, что противоположные концы рычагов переместятся вверх, приподнимут пластины 15, ремизку 16 и нити основы 17, пробранные в эту ремизку, образующие верхнюю часть зева (пружина 18 растянута).

Для получения нижней ветви зева (2-й оборот главного вала) необходимо опустить ремизку. Опускание ремизки через пластины 15, угловые рычаги 13, 14 осуществляется за счет контркулачка 2 и пружины 18. При дальнейшем вращении контркулачка 2 тяга 8 отклонится влево, а верхнее плечо 10 рычага 11 за счет пружины 18 упрется в ограничитель p . Разъединение фигурной вилки 9 с плечом 10 происходит в тот момент, когда последнее упирается в ограничитель p , образуя зазор между плечом 10 и выступом m . При повороте призмы 19 ролик диаметром d_2 (позиция 2) приподнимет тягу 20, связанную с ней тягу 24, и выведет фигурную вилку 9 с линии действия верхнего плеча 10 двуплечего рычага 11. При этом нижнее плечо рычага 11 вместе с тягой 12 отклонится вправо, что вызовет поворот угловых рычагов 13 против хода часовой стрелки и опускание ремизки 16.

Согласно рисунку переплетения ткани ремизка 16 движется по закону перемещения $1/1+1/1$, то есть 3-й и 5-й обороты главного вала соответствуют подъему ремизки, а 4-й и 6-й – ее опусканию.

За 7-й оборот главного вала данная ремизка должна выстаивать в нижнем положении (выстой ремизки на рис.2 обозначен закрашенным отверстием). При движении тяги 8 вправо (по чертежу) фигурная вилка 9 будет находиться выше верхнего плеча 10 двуплечего рычага 11, так как под тягой

20 находится ролик с большим диаметром d_2 (позиция 2), поэтому подъема ремизки 16 не произойдет.

За 8-й оборот главного вала ремизка находится в нижнем положении за счет кулачков.

9-й оборот главного вала аналогичен 1-му обороту и соответствует подъему ремизки 16.

С помощью данного зевобразовательного механизма можно осуществить выстой ремизок и в верхнем положении в течение нескольких оборотов главного вала, для чего на тяге следует установить дополнительный рычаг с вилкой, взаимодействующий с вращающимся двуплечим рычагом соседней ремизки. Все это даст возможность вырабатывать ткани с различным раппортом переплетения нитей основы и утка при использовании кулачков для полотняного переплетения.

ВЫВОДЫ

Разработан новый кулачковый зевобразовательный механизм, позволяющий расширить ассортиментные возможности

ткацких станков при использовании кулачков для полотняного переплетения. Механизм позволит вырабатывать ткани комбинированного переплетения с поперечными и продольными полосами на станках АТПР с двумя ремизками, а также ткани комбинированного переплетения с эффектом клеток на станках АТПР с четырьмя ремизками.

ЛИТЕРАТУРА

1. Николаев С.Д. и др. Теория процессов, технология и оборудование ткацкого производства. – М.: Легпромбытиздат, 1995.

2. Патент РФ № 2120508, 6 D 03 C 5/00. Кулачковый зевобразовательный механизм бесчелночного ткацкого станка / Ю.Ф. Ерохин, Е.Г. Васильева, Н.М. Сокерин, Т.Ю. Карева – Оpubл. 1998. Бюл. № 29.

3. Васильева Е.Г. Совершенствование процесса изготовления тканей комбинированных переплетений на пневморapiрных ткацких станках: Дис.... канд. техн. наук. – Иваново, 1999.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 17.01.01.

УДК 677.31.023.282

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ПАВ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ШЕРСТЬСОДЕРЖАЩИХ ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ

Н.Р. КОМАРОВА, Б.Н. МЕЛЬНИКОВ, И.А. ЛЕДНЕВА, С.В. СМИРНОВА

(Ивановский государственный химико-технологический университет)

Вопрос совершенствования текстильной переработки волокнистых материалов в настоящее время стоит особенно остро. Связано это со значительным расширением ассортимента перерабатываемого сырья и снижением его качества, не позволяющими на должном уровне сохранять эффективность текстильной переработки волокна, ровницы и пряжи. Кроме того, предприятия шерстяной отрасли и, в частности, камвольные, производят не только чистошерстяные, но главным образом ткани из смеси с синтетическими волокнами. В связи с этим требования к препаратам, используемым на стадиях промывки и авиважной обработки, принципиально изменились – необходимы универсальные препараты, позволяющие наряду с повышением электропроводности текстильных материалов сглаживать различия фрикционных свойств волокон различной природы и качества. Предварительные исследования показали, что таким требованиям могут отвечать только композиционные препараты на базе нескольких ПАВ и ТВВ с различными свойствами.

Поиск составных компонента проводили на основании комплексной оценки влияния ТВВ, выпускаемых отечественной промышленностью, на фрикционные и электрические свойства, а также прочностные характеристики шерстяных, поли-

эфирных и смесовых текстильных материалов.

Смесовые (шерсть 60%/лавсан 40%), шерстяные и полиэфирные нити, а также волокна обрабатывали в растворе ПАВ с концентрацией 20 г/л в течение 20 с. Затем материал отжимали до 85...95 %-ного привеса, сушили на воздухе и выдерживали в эксикаторе в течение 24 ч.

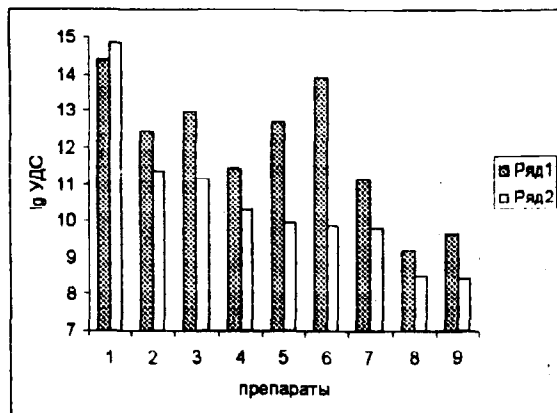


Рис. 1

На рис. 1 изображена диаграмма влияния различных ТВВ (1 – необработанный образец; 2 – препарат ОС-20; 3 – стеарокс-6; 4 – эспол ПА; 5 – триамон; 6 – препарат БФК-1; 7 – оксифос Б-1; 8 – алкамон ОС-3; 9 – алкамон ОС-2) на антистатические свойства шерстяного (ряд 1) и полиэфирного (ряд 2) волокон.

Сравнительный анализ результатов рис. 1 показывает, что наиболее эффективными антистатиками как для шерстяного, так и для полиэфирного волокон являются алкамоны ОС-3 и ОС-2. Обработка волокон в растворах этих антистатиков снижает удельное электрическое сопротивление

(УДС) шерстяного волокна с 10^{14} до 10^9 , а УДС полиэфирного волокна с 10^{14} до 10^8 . На смесовых нитях алкамоны также снижают удельное электрическое сопротивление до 10^8 Ом·см.

Таблица 1

Наименование препарата	Динамический коэффициент трения нити по металлу:		
	шерстяной	полиэфирной	смесовой
Необработанный образец	0,228	0,290	0,240
Жидкий парафин	0,187	0,372	0,246
Хлорпарафин-250	0,215	0,350	0,211
Хлорпарафин-470	0,204	0,376	0,228
ОП-4	0,202	0,308	0,206
ОП-10	0,199	0,302	0,223
Оксанол	0,186	0,244	0,190
Синтанол ДТ-2	0,201	0,271	0,208
Синтанол ДС-10	0,179	0,278	0,221
Олеокс 5	0,204	0,249	0,178
Синтамин	0,196	0,305	0,218
Этаноламид ТР	0,223	0,280	0,210
Моноэтаноламид	0,222	0,278	0,224
Бутилолеат	0,190	0,240	0,239
Бутилстеарат	0,205	0,267	0,199
Эфиры жирных кислот	0,189	0,235	0,183

Таблица 2

Наименование препарата	Разрывная нагрузка нити, сН/текс		
	шерстяной	полиэфирной	смесовой
Необработанный образец	8,55	14,65	16,90
Жидкий парафин	9,39	14,98	14,15
Хлорпарафин-250	12,28	12,99	12,89
Хлорпарафин-470	7,43	11,21	13,21
ОП-4	9,45	15,78	14,57
ОП-10	9,37	15,75	13,37
Оксанол	9,33	14,81	13,35
Синтанол ДТ-2	9,14	14,49	14,00
Синтанол ДС-10	9,36	13,27	18,04
Олеокс 5	9,42	15,45	13,33
Синтамин	9,33	14,81	13,35
Этаноламид ТР	8,68	16,97	18,19
Моноэтаноламид	9,14	15,07	16,62
Бутилолеат	9,40	15,70	12,70
Бутилстеарат	8,17	16,2	13,76
Эфиры жирных кислот	10,11	18,6	14,52

В табл. 1 и 2 приведены динамические коэффициенты трения по металлу шерстяной, полиэфирной и смесовой нити, а также их разрывная нагрузка.

Из табл. 1 видно, что обработка почти всеми исследуемыми эмульсиями вызывает снижение динамического коэффициента трения смесовой нити по металлу. В наибольшей степени изменяют фрикционные свойства текстильного материала такие препараты, как бутилстеарат и эфиры жирных кислот.

Смазывающее действие данных ПАВ основано на образовании полимолекулярных ориентированных слоев молекул ПАВ на поверхности волокна. Поверхностный слой асимметричных молекул ПАВ образует сплошную пленку, которая исключает возможность контактов с полярными группами волокна и тем самым способствует снижению трения скольжения. Однако слишком большое уменьшение трения скольжения, как правило, вызывает снижение сцепляемости волокон друг с другом и, как следствие, приводит к потере

прочности обработанного материала. Это подтверждается экспериментальными результатами. Например, при обработке смесовой нити неионогенным ПАВ олеокс-5 динамический коэффициент трения снижается на 26 % (табл. 1), при этом разрывная нагрузка падает на 22 % (табл. 2).

Сравнительный анализ данных табл. 2 показал, что отдельные ПАВ, например, эфиры жирных кислот, заметно повышают разрывную нагрузку шерстяных и полиэфирных нитей, прочность же смесовой нити резко падает. Из всех исследуемых ПАВ препаратом, обеспечивающим хорошие прочностные характеристики для всех волокнистых материалов, и в особенности смесовой нити, является этаноламид ТР.

Одно из требований, предъявляемых к авиважной ванне – это минимальное изменение цвета текстильного материала после обработки [1]. Поэтому нами изучено влияние обработок ПАВ на колористические характеристики окрашенного шерстяного и лавсанового волокна.

Таблица 3

Наименование препарата	Разнооттеночность, ΔE	
	полиэфирное волокно	шерстяное волокно
Жидкий парафин	3.900	3.86
Хлорпарафин-250	3.957	3.84
Хлорпарафин-470	3.224	2.13
ОП-4	6.953	6.494
ОП-10	2.754	5.923
Оксанол	7.977	6.085
Синтанол ДТ-2	4.595	4.175
Синтанол ДС-10	7.457	4.899
Олеокс 5	4.595	4.65
Синтамин	7.511	5.147
Этаноламид ТР	7.054	5.855
Моноэтаноламид	6.403	4.582
Бутилстеарат	6.967	7.567
Эфиры жирных кислот	1.717	1.619
Алкамон ОС-2	7.319	7.494
Алкамон ОС-3	7.739	7.707

Анализ результатов из табл. 3 по разнооттеночности окрашенного шерстяного и полиэфирного волокна после обработки

ПАВ свидетельствует, что наименьшее изменение колористических характеристик вызывают только эфиры жирных кислот.

Фиксируемая глазом разнооттеночность (ΔE) составляет 3,3 ед. Этот показатель для шерстяного волокна, обработанного раствором эфира жирных кислот, равняется 1,62 ед., а для полиэфирного волокна 1,72 ед.

Устойчивость окрасок волокон к мокрым обработкам для всех препаратов 4...5 баллов.

Проведенные исследования показали, что в виде индивидуальных препаратов для авиважной обработки анализируемые

ПАВ применяться не могут, так как ни один из препаратов не обеспечивает необходимого изменения фрикционных и деформационных свойств для всех исследуемых текстильных материалов. Сравнительный анализ эффективности индивидуальных ПАВ позволяет составить композицию из двух составляющих: антистатика (алкамон ОС-2 или ОС-3) и модификатора поверхностных свойств (бутилстеарат или эфиры жирных кислот и этаноламид ТР).

Т а б л и ц а 4

Состав композиции	Значение показателя	
	$\Delta\mu$	P, сН/текс
Необработанный образец	0,240	16,9
I. Алкамон ОС-3	0,234	15,74
Бутилстеарат		
II. Алкамон ОС-2	0,243	14,12
Бутилстеарат		
III. Алкамон ОС-3	0,233	14,22
Бутилстеарат		
Этаноламиды ТР		
IV. Алкамон ОС-3	0,220	18,1
Эфиры жирных кислот		
Этаноламиды ТР		
V. Алкамон ОС-3	0,205	18,0
Эфиры жирных кислот		
Неионогенный эмульгатор		

В табл. 4 представлены данные о влиянии композиций, составленных из отобранных компонентов, на динамический коэффициент ($\Delta\mu$) трения по металлу и разрывную нагрузку P смесовой нити, из анализа которых видно, что наиболее эффективной композицией является композиция V. По сравнению с необработанным образцом прочностные характеристики нити, обработанной композитом V, выше на 6 %, а динамический коэффициент трения ниже на 15 %.

Таким образом, разработанный композиционный препарат, состоящий из алкамона ОС-3, эфиров жирных кислот и неионогенного эмульгатора удовлетворяет всем необходимым требованиям, предъявляемым к авиважным препаратам. Композит получил название ивастат ШЛ и прошел производственные испытания на камвольном производстве.

В Ы В О Д Ы

1. Исследовано влияние различных ПАВ на антистатические, фрикционные и деформационные свойства шерстяных, полиэфирных текстильных материалов и их смесей. Выявлено, что из всех исследуемых ПАВ в большей степени электризуемость текстильных материалов снижают препараты алкамон ОС-3 и алкамон ОС-2, а улучшают фрикционные и прочностные характеристики волокнистых материалов бутилстеарат, эфиры жирных кислот и этаноламид ТР.

2. Разработан оптимальный композиционный препарат ивастат ШЛ, состоящий из алкамона ОС-3, эфира жирных кислот и неионогенного эмульгатора, для авиважной обработки шерстьсодержащих волокнистых материалов.

1. *Филинковская Е.Ф., Серебрякова З.Г.* Текстильно-вспомогательные вещества в производстве химических волокон. – М.: Химия, 1970.

Рекомендована кафедрой химической технологии волокнистых материалов. Поступила 24.01.01.

УДК 677.026

ИОНИТЫ НА БАЗЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ПОЛИАМИДНЫХ ВОЛОКОН ДЛЯ УЛАВЛИВАНИЯ АЭРОЗОЛЕЙ СОЛЕЙ

Н.В. МЕНЗЕЛИНЦЕВА, В.Ф. ЖЕЛТОБРЮХОВ, И.А. НОВАКОВ, Е.В. ЖЕЛТОБРЮХОВ

(Волгоградская государственная архитектурно-строительная академия,
Волгоградский государственный технический университет)

В силу того, что ионообменные способы очистки промышленных и вентиляционных выбросов получили достаточно широкое распространение, большой практический интерес представляют волокнистые иониты, которые, обладая рядом специфических свойств, позволяют достигать высокой эффективности улавливания загрязняющего вещества при высокой скорости процесса [1].

Среди выпускаемых промышленностью ионообменных волокон наиболее перспективными являются волокна типа КМ, полученные химической модификацией поликапроамида. Имеется положительный опыт использования анионообменных волокон КМ-А1, КМ-А2 и катионообменного волокна КМ-К1 при улавливании кислых (HCl, HF, SO₂) и основных (NH₃) газов [2,3].

В том случае, когда необходимо проводить одновременно поглощение двух или нескольких газов различной природы, а также при очистке вентиляционных выбросов от смесей газов одной природы, но с различными химическими свойствами, поглощение которых идет по различным механизмам, целесообразно использовать смешанные иониты.

Разработан волокнистый смешанный

ионит – нетканый иглопробивной материал, состоящий из смеси волокон КМ-А1 и КМ-К2 при содержании последнего в смеси от 40 до 60%. Катионит КМ-К2 получен путем привитой сополимеризации поликапроамида с полиглицидилметакрилатом и последующим фосфорилированием (количество фосфора на волокне 3%). Статическая обменная емкость по NaOH составляет 4 мг-экв/г сух. волокна [4].

Одним из возможных направлений применения разработанного материала является улавливание аэрозолей солей с жидкой дисперсной фазой. Предварительные экспериментальные исследования показали достаточно высокую эффективность ионита. Так, при исходной концентрации нитрата марганца 0,24 мг/м³ концентрация в очищенной газовоздушной смеси (ГВС) составляла 0,001 мг/м³ (ПДК_{с.с.} = 0,01 мг/м³). При улавливании фтористого натрия концентрация снижалась с 0,03 до 0,005 мг/м³ (ПДК_{н.р.} = 0,01 мг/м³), а концентрация хлористого кальция изменялась с 0,3 до 0,0015 мг/м³ (ПДК_{с.с.} = 0,002 мг/м³). Самая высокая эффективность улавливания наблюдалась по аэрозолям солей железа, меди, цинка (табл. 1, где представлены показатели свойств смешанного ионита).

№ п/п	Показатель	Материал при содержании катионита, %		
		40	50	60
1	Время, ч			
	до проскока Cu Cl_2	13,07	14,11	14,6
	до насыщения Cu Cl_2	13,54	14,35	14,89
	до проскока CuSO_4	10,24	11,18	11,31
	до насыщения CuSO_4	10,52	11,27	11,48
	до проскока FeCl_3	11,30	11,63	11,94
	до насыщения Fe Cl_3	11,54	11,82	12,01
	до проскока Fe SO_4	8,95	9,01	9,26
	до насыщения Fe SO_4	9,11	9,19	9,38
2	до проскока $\text{Zn(NO}_3)_2$	12,48	12,86	13,11
	до насыщения $\text{Zn(NO}_3)_2$	12,57	13,01	13,45
2	Воздухопроницаемость, $\text{дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$	246	248	250
3	Разрывная нагрузка, Н	215	220	223
4	Удлинение при разрыве, %	68	70	69

Примечание. Концентрация CuCl_2 – 50 мг/м³; CuSO_4 – 50 мг/м³; FeCl_3 – 50 мг/м³; FeSO_4 – 50 мг/м³; $\text{Zn(NO}_3)_2$ – 50 мг/м³; влажность ГВС – 85%.

Для разработанного смешанного ионита, вероятно, характерен ступенчатый механизм сорбции исследуемой группы загрязнителей. При контакте ионообменных волокон с капельками воды аэрозоля происходит диффузия молекул воды в полимерную фазу и прежде всего между элементами надмолекулярной структуры, то есть межпачечное набухание. Возможно также проникновение молекул воды внутрь структурных образований – внутрипачечное набухание. Результаты оптического и электронографического исследований показывают, что диаметр волокон типа КМ в процессе поглощения увеличивается в 1,4...1,5 раза. Набухание волокон типа КМ составляет 20...24% (масс).

В воде набухания ионита происходит растворение солей, сопровождающееся их диссоциацией. Далее идет обмен положительно заряженных ионов металлов на фосфоновые группы катионита КМ-К2 и отрицательно заряженных ионов кислотных остатков на ОН-группы гидратированного третичного атома азота волокна КМ-А1.

Известно [1], что ионообменные волокна, обладающие основными свойствами, способны к комплексообразованию по отношению к ряду металлов, например, меди, кадмию, кобальту, железу, цинку. Поэтому возможно образование сложных комплексных соединений типа катионит – металл – анионит, а также анионит – металл. Последнее обстоятельство объясняет значительное повышение защитных свойств по аэрозолям солей перечисленных выше металлов.

Для оптимизации структуры материала и технологических параметров получения смешанного катионита проведен эксперимент по плану второго порядка В₃. В качестве параметров оптимизации принимали время Y_1 защитного действия по хлориду меди и воздухопроницаемость Y_2 . Варьируемыми факторами являлись плотность X_1 ; глубина прокалывания X_2 и поверхностная плотность материала X_3 . Реализация эксперимента и анализ его результатов позволили получить адекватные уравнения регрессии (доверительная вероятность 0,95), которые с учетом только значимых коэффициентов имеют вид:

$$Y_1 = 16,6200 + 6,4350 X_3 - 2,604 X_3^2.$$

$$Y_2 = 379,6051 + 3,4184 X_1 - 152,7348 X_3 - 28,7426 X_1 X_2 - 28,0976 X_2 X_3 + 49,4026 X_2^2.$$

Анализ полученных математических зависимостей показал, что наибольшее влияние на исследуемые параметры оказывает поверхностная плотность материала: при увеличении последней от 300 до 400 г/м² время защитного действия также увеличивается с 7,5 до 17 ч. Дальнейшее повышение фактора X_1 приводит к возрастанию времени защитного действия на 3...3,5 ч; при этом наблюдается резкое уменьшение воздухопроницаемости, а следовательно, рост аэродинамического сопротивления.

Определены оптимальные характеристики структуры материала и технологические параметры его производства: поверхностная плотность 400 г/м²; плотность прокалывания 120 см²; глубина прокалывания 5 мм. Свойства материала, выработанного с учетом оптимальных значений параметров, показаны в табл. 1.

С целью повышения защитных свойств разработан двухслойный иглопробивной материал, первый слой которого сформирован из анионо- и катионообменных модифицированных полиамидных волокон КМ-А1 и КМ-К2 соответственно при указанном выше содержании последнего в смеси, а второй – из гидрофильного модифицированного полиамидного волокна мегалон. Соотношение слоев по массе 1: 0,3. Свойства материала приведены в табл. 2.

Таблица 2

№ п/п	Показатель	Материал при содержании катионита, % масс.		
		40	50	60
1	Время, ч			
	до проскока Cu Cl_2	18,22	18,35	18,74
	до насыщения Cu Cl_2	19,13	19,46	19,57
	до проскока CuSO_4	20,26	21,18	21,54
	до насыщения CuSO_4	20,88	21,34	21,78
	до проскока Fe Cl_3	15,32	15,64	15,97
	до насыщения Fe Cl_3	15,54	15,87	16,11
	до проскока Fe SO_4	12,22	12,79	13,01
	до насыщения Fe SO_4	12,58	12,93	13,47
	до проскока $\text{Zn(NO}_3)_2$	15,91	16,23	16,57
до насыщения $\text{Zn(NO}_3)_2$	16,18	16,48	16,95	
2	Воздухопроницаемость, $\text{дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$	240	252	258
3	Разрывная нагрузка, Н	226	230	232
4	Удлинение при разрыве, %	63	65	67

Анализ результатов табл. 2 показывает, что такой материал обладает более высокой сорбционной способностью. Это объясняется, по-видимому, тем, что введение в состав материала гидрофильного волокна с высокой нормальной влажностью (до 6 %) повышает общую влажность материала, вызывающую дополнительное набухание ионообменных волокон. Возрастает общая поверхность контакта ионитов с сорбатом, увеличивается доступность ионогенных центров, а следовательно, время защитного действия и эффектив-

ность поглощения.

Анализ микропоровой структуры позволил определить величину удельной поверхности ионитов (95...100 м²/г), а основной объем порового пространства образуют микропоры радиусом (4...20) 10¹⁰ м. Исследования макропоровой структуры сорбентов показали, что дублирование слоев волокна мегалон приводит к снижению размеров радиусов макропор, но увеличивает их диапазон. Общий объем макропор увеличивается до 10%, что подтверждает сделанные выше предположения.

Физико-механические свойства ионов (табл.1 и 2) позволяют сделать вывод о высокой устойчивости последних при длительной эксплуатации, в частности, при многократных регенерациях.

ВЫВОДЫ

1. Разработаны новые хемосорбенты группы КМ, содержащие оптимальное количество привитого полимера, обеспечивающее высокие сорбционные свойства и значительную механическую прочность.

2. Получены полиномиальные уравнения, характеризующие зависимость сорбционных свойств нетканого полотна из волокна группы КМ от параметров его структуры, позволяющие оптимизировать как структуру материала, так и технологический процесс его выработки с целью получения сорбентов с требуемым комплексом свойств.

3. Предложен механизм сорбции аэрозолей солей с жидкой дисперсной средой разработанными сорбентами.

4. Разработанные волокнистые иониты, обладающие высокими защитными свойствами по аэрозолям солей металлов, можно использовать в качестве фильтрующих элементов газоочистных установок, а также средств индивидуальной защиты органов дыхания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зверев М.С. Хемосорбционные волокна. – М.:Химия,1981.
2. Желтобрюхов В.Ф., Мензелинцева Н.В. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1997, №3. С. 63...65.
3. Желтобрюхов В.Ф., Мензелинцева Н.В. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1997, №4. С. 63...65.
4. Лавникова И.В. и др. Получение нового хемосорбционного волокна // Тез. докл. Всероссийск. науч. техн. конф.: Современные технологии текстильной промышленности. Текстиль-96.: – М., 1996. С. 178...179.

Рекомендована кафедрой отопления, вентиляции и охраны воздушной среды ВолгГАСА. Поступила 17.01.01.

УДК 677.08.021.16/22

**КИНЕМАТИКА ДЕФОРМИРУЕМОЙ ВОЛОКНИСТОЙ СРЕДЫ
ПРИ ОБРАБОТКЕ КОЛКОВЫМИ РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ***

Ф. Р. КАХРАМАНОВ, В.И. РОНЬЖИН

(Ивановская государственная текстильная академия)

Рассмотрим технологический процесс обработки волокнистых комплексов в виде пучков 1 цилиндрическими колками, одни из которых 2 закреплены на подвижном цилиндрическом барабане 3 (рис.1), а другие 4 – на неподвижной концентрической

поверхности, с помощью ортогональных поверхностей семейств окружностей (рис.2). Пучок 1, состоящий из связанных между собой волокон, на колке 2 подводится к неподвижным колкам 4 [1].

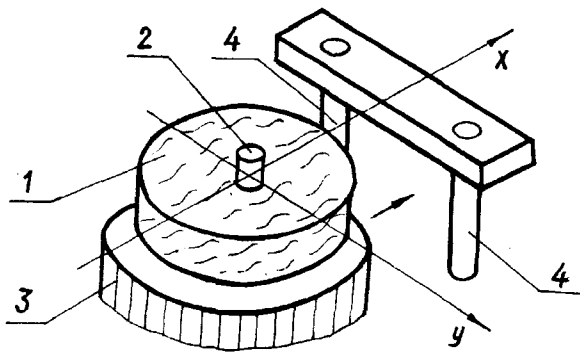


Рис. 1

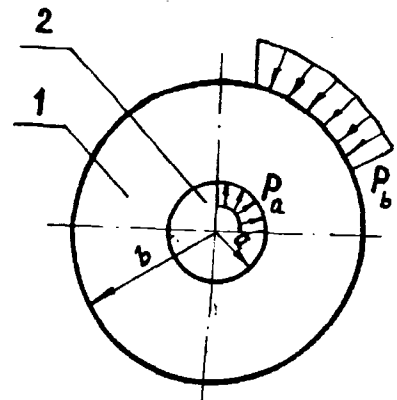


Рис. 2

В связи с сопротивлением поверхности пучка воздушному потоку и неподвижным колкам на момент касания их поверхности возникают напряжения на наружных поверхностях колка 2 и пучка 1 (рис.2) [2].

Проанализируем плоскую асимметричную задачу для области, ограниченной двумя концентрическими кругами, под воздействием равномерно распределенной радиальной нагрузки P_b и P_a . Ее решение

приводится в полярных координатах в соответствии с теорией Ламе в двухсвязной области, поскольку нагрузка на внутреннем контуре окружности радиуса a самоуравновешена и компоненты напряжений зависят только от двух переменных x и y .

В данном случае в уравнениях равновесия исчезнут частные производные по z и уравнения примут вид

*Работа выполнена под руководством проф., докт. техн. наук. В.Д. Фролова.

$$\begin{aligned} \frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{yx}}{\partial y} &= 0, \\ \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_y}{\partial y} &= 0, \\ \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{yz}}{\partial y} &= 0, \end{aligned} \quad (1)$$

а уравнения Бельтрами-Митчелла запишутся так:

$$\begin{aligned} \Delta \sigma_x + \frac{3}{1+\nu} \frac{\partial^2 \sigma}{\partial x^2} + 2 \frac{\partial X}{\partial x} + \frac{\nu}{1-\nu} \left(\frac{\partial X}{\partial x} + \frac{\partial Y}{\partial y} + \frac{\partial Z}{\partial z} \right) &= 0, \\ \Delta \sigma_y + \frac{3}{1+\nu} \frac{\partial^2 \sigma}{\partial y^2} + 2 \frac{\partial Y}{\partial y} + \frac{\nu}{1-\nu} \left(\frac{\partial X}{\partial x} + \frac{\partial Y}{\partial y} + \frac{\partial Z}{\partial z} \right) &= 0, \\ \Delta \tau_{xy} + \frac{3}{1+\nu} \frac{\partial^2 \sigma}{\partial x \partial y} + \frac{\partial X}{\partial y} + \frac{\partial Y}{\partial x} &= 0, \\ \Delta \tau_{yz} + \frac{3}{1+\nu} \frac{\partial^2 \sigma}{\partial y \partial z} + \frac{\partial Y}{\partial z} + \frac{\partial Z}{\partial y} &= 0. \end{aligned} \quad (2)$$

Выражения для однородных тел выглядят следующим образом:

$$\Delta_1 \sigma_x + \frac{3}{1+\nu} \frac{\partial^2 \sigma}{\partial x^2} = 0;$$

$$\Delta_1 \tau_{xy} + \frac{3}{1+\nu} \frac{\partial^2 \sigma}{\partial x \partial y} = 0;$$

$$\Delta_1 \sigma_y + \frac{3}{1+\nu} \frac{\partial^2 \sigma}{\partial y^2} = 0;$$

$$\Delta_1 \tau_{yz} = 0,$$

где $3\sigma = \sigma_x + \sigma_y + \sigma_z$ и Δ_1 – двумерная операция Лапласа;

$$\Delta_1 = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2}.$$

Из (1...3) видно, что напряжения не зависят от физических констант и одинаковы для плоской деформации и плоского напряженного состояния. Согласно граничным условиям

$$\sigma_r = -P_a, \quad r = a;$$

$$\sigma_r = -P_b, \quad r = b; \quad (4)$$

$$\tau_{r\varphi} = 0, \quad r = a, \quad r = b.$$

Тогда распределение напряжений по теории Ламе

$$\sigma_r = \frac{a^2 b^2}{b^2 - a^2} \frac{P_b - P_a}{r^2} +$$

$$+ \frac{P_a a^2 - P_b b^2}{b^2 - a^2},$$

$$\sigma_\varphi = \frac{a^2 b^2}{b^2 - a^2} \frac{P_b - P_a}{r^2} + \quad (5)$$

$$+ \frac{P_a a^2 - P_b b^2}{b^2 - a^2},$$

$$\tau_{r\varphi} = 0.$$

Из (5) следует

$$\sigma_r + \sigma_\varphi = 2 \frac{P_a a^2 - P_b b^2}{b^2 - a^2} = \text{const.} \quad (6)$$

При $P_b = 0$

$$\begin{aligned} \sigma_r &= \frac{a^2 P_a}{b^2 - a^2} \left(1 - \frac{b^2}{r^2} \right), \\ \sigma_\varphi &= \frac{a^2 P_a}{b^2 - a^2} \left(1 + \frac{b^2}{r^2} \right). \end{aligned} \quad (7)$$

Из (7) при $r < b$ имеет место

при $\sigma_r < 0$ – сжатие,

при $\sigma_\varphi > 0$ – растяжение.

Максимальное значение σ_φ будет при $r = a$, то есть

$$(\sigma_\varphi)_{\max} = \frac{a^2 + b^2}{b^2 - a^2} P_a. \quad (8)$$

Таким образом, напряжение σ_r при $r = a$ всегда больше P_a и приближается к нему с увеличением b .

Из (5), переходя к пределу $b \rightarrow \infty$, получим решение для неограниченной области с круговым отверстием. При решении частной задачи при граничных условиях вида

$$\begin{aligned} \sigma_r &= -P_a, \quad r = a; \\ \sigma_r &= 0, \quad r \rightarrow \infty; \end{aligned} \quad (9)$$

$$\tau_{r\varphi} = 0, \quad r = 0, \quad r \rightarrow \infty$$

напряжения будут равны

$$\begin{aligned} \sigma_r &= -P_a \left(\frac{a}{r} \right)^2; \quad \sigma_\varphi = P_a \left(\frac{a}{r} \right)^2; \\ \tau_{r\varphi} &= 0, \end{aligned} \quad (10)$$

где имеет место сжатие для σ_r и растяжение для σ_φ .

Рассматривая напряжения на бесконечности согласно граничным условиям вида

$$\sigma_r = 0, \quad r = 0;$$

$$\sigma_r = P, \quad r \rightarrow \infty;$$

$$\tau_{r\varphi} = 0, \quad r = 0, \quad r \rightarrow \infty,$$

отметим, что эти условия отвечают бесконечной области с ненагруженным круговым отверстием $r = a$ при всестороннем растяжении P на бесконечность.

В этом случае напряжения определяются как

$$\begin{aligned} \sigma_r &= P \left(1 - \frac{a^2}{r^2} \right), \\ \sigma_\varphi &= P \left(1 + \frac{a^2}{r^2} \right), \\ \tau_{r\varphi} &= 0. \end{aligned} \quad (11)$$

Максимальное напряжение на контуре кругового отверстия при $r = a$ составит $(\sigma_\varphi)_{\max}$.

Следовательно, для этого частного случая круговое отверстие создает возмущенные поля напряжений, отвечающих всестороннему растяжению и значительному по ходу обработки волокнистого продукта с концентрацией напряжений, равной $(\sigma_\varphi)_{\max} / P = 2$.

По напряжениям, полученным из уравнений (5), определяются перемещения волокнистого материала в пределах допустимой деформации, ограниченной технологическими и конструктивными факторами.

С целью нахождения перемещения волокнистого пучка требуется выполнить условие однозначности деформации при обходе вокруг отверстия $r = a$ на основе двухсвязной области.

Теоретические и расчетные предпосылки при нахождении перемещений базируются на предположениях о малости перемещений по сравнению с характерным размером тела, малости угла поворота φ и деформаций по сравнению с единицей – это делает все геометрические соотношения линейными.

Обозначим проекции вектора перемещения на оси декартовой системы координат x , y соответственно u и v . В силу предположения о сплошности пучка из волокон в любом положении до разрыва будем считать функции u , v однозначными и непрерывными функциями координат x , y точек начального положения пучка.

Частное решение задачи при радиальном перемещении в бесконечной области с круговым отверстием $r = a$, нагруженным согласно граничным условиям (9), имеет перемещение (изменение размеров в длину по оси x):

$$u_r = -\frac{1+\nu}{E} P_a \frac{a^2}{r}, \quad (12)$$

где E – модуль продольной упругости; ν – коэффициент Пуассона.

В этом частном случае перемещение u , оказывается одинаковым как для плоской деформации, так и для плоского напряженного состояния. При этом перемещение стремится к нулю на бесконечности как $1/r$, то есть более медленное, чем рост напряжений, вычисленных по уравнениям (10).

УДК [677.021.17:533.6]: 519.711

ВЫДЕЛЕНИЕ СОРНЫХ ЧАСТИЦ ИЗ ПЛОТНЫХ ВОЗДУШНО-ВОЛОКНИСТЫХ ПОТОКОВ

Э.Ф. БАЛАЕВ, В.А. ЛАРИОНОВ, С.А. ШМЕЛЕВ, Ф.Н. ЯСИНСКИЙ

(Ивановская государственная текстильная академия)

В новых текстильных технологиях, таких как безверетенное прядение, бесчелночное ткачество, получение нетканых материалов, очистка волокнистых сред от сорных включений, пневмотранспорт и другие, приходится иметь дело с плотными воздушно-волокнистыми потоками.

Плотные – это такие потоки, в которых масса волокон сопоставима или превосходит массу транспортирующего их воздуха. Очевидно, что в этом случае нужно учитывать, как действие воздуха на летящие во-

ВЫВОДЫ

На основе проведенных исследований решена плоская асимметричная задача деформации волокнистого комплекса в виде пучка цилиндрическими колками для области, ограниченной двумя концентрическими поверхностями. По полученным уравнениям распределения напряжений на наружной поверхности колка определено перемещение волокнистого материала в пределах допустимой деформации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фролова И.В., Андреев А.Ю., Кахраманов Ф.Р. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2000, № 2. С. 72 ... 76.

2. Свидетельство на полезную модель № 13214 РФ. Устройство для очистки засоренных отходов / Фролова И.В., Кахраманов Ф.Р., Андреев А.Ю. – Оpubл. 2000. Бюл. № 9.

Рекомендована кафедрой начертательной геометрии и черчения. Поступила 22.01.01.

локна и клочки, так и обратное влияние движущейся волокнистой массы на аэродинамику.

В настоящей статье исследуются вопросы выделения сорных частиц из плотных потоков. Воздух и волокнистая масса рассматриваются нами как две взаимно проникающие среды.

Процессы описываются следующими уравнениями:

для воздуха

$$\frac{\partial u_i}{\partial t} + \sum_j u_j \frac{\partial u_i}{\partial x_j} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial F_i}{\partial x_j}$$

$$+ \sum_j \frac{\partial}{\partial x_j} (D \frac{\partial u_i}{\partial x_j}) + \frac{1}{\rho} F_i$$

$$\sum_i \frac{\partial u_i}{\partial x_i} = 0; \quad (2)$$

для волокнистой массы

$$\frac{\partial v_i}{\partial t} + \sum_j v_j \frac{\partial v_i}{\partial x_j} = \sum_j \frac{\partial}{\partial x_j} (\tilde{D} \frac{\partial v_i}{\partial x_j}) - \frac{1}{R} F_i, \quad (3)$$

$$\frac{\partial R}{\partial t} + \sum_j \frac{\partial}{\partial x_j} (R v_j) = 0. \quad (4)$$

Здесь t – время; x_t – декартовы координаты; u_i, v_i – составляющие скоростей воздуха и волокна соответственно; ρ, R – их плотности; P – давление; D, \tilde{D} – кинематические турбулентные вязкости для воздуха и волокнистой массы; F_t – сила взаимодействия воздуха и волокнистой массы в единице объема:

$$F_i = cS\rho \sqrt{\sum_j (u_i - v_i)^2} (v_i - u_i); \quad (5)$$

c – аэродинамический коэффициент; S – средняя поверхность волокнистой массы в единице объема.

Для вычисления кинематической турбулентной вязкости D использовали выражение

$$D = kLwe^{-\beta R}, \quad (6)$$

где k – постоянная Т. Кармана; L – кратчайшее расстояние до ближайшей твердой поверхности; β – константа, зависящая от вида волокна; w – скорость деформации.

Согласно [1] в двумерном случае скорость деформации имела вид

$$w = ((\frac{\partial u_1}{\partial x_2})^2 + (\frac{\partial u_2}{\partial x_1})^2)^{1/2}. \quad (7)$$

Появление в (6) множителя $e^{-\beta R}$ связано с тем, что волокна в турбулентном воздушном потоке гасят турбулентность и это действие возрастает с увеличением их количества. Кинематическую вязкость \tilde{D} для волокна принимали постоянной.

В пространство, где изучалось движение воздушно-волокнистой смеси, вводилась сетка и исходные дифференциальные уравнения заменялись конечно-разностными. В целях избежания сгущения сетки около твердых границ, где присутствуют тонкие пограничные слои, эффективным оказалось применение следующего приема, существенно ускоряющего вычисление. Условие прилипания воздуха к стенке и обращения в ноль его скоростей в соответствии с [2] заменялось условием скольжения с трением воздуха по стенке со скоростью

$$u_\tau = D(\alpha + \frac{1}{k} \ln(h \left| \frac{\partial P}{\partial \tau} \right| / \alpha k D)), \quad (8)$$

где $\frac{\partial P}{\partial \tau}$ – градиент давления в направлении, касательном к стенке; h – шаг к сетке около стенки по нормали к ней; $\alpha=11,5$ – известная турбулентная константа.

С целью вычисления давления P воздуха использовали два способа:

– модель слабой сжимаемости. В этом случае выражение (2) заменялось уравнением

$$\frac{\partial P}{\partial t} = -c^2 \sum_i \frac{\partial u_i}{\partial x_i}, \quad (9)$$

где c^2 – положительная константа. В дальнейшем это уравнение интегрировалось с помощью явной схемы;

– определение давления посредством сведения (1) и (2) к уравнению Пуассона:

$$\sum_i \frac{\partial^2 P}{\partial x_i^2} = q, \quad (10)$$

которое решали методом верхней релаксации [3].

Все искомые поля скоростей u_i, v_i , давление P , плотности волокнистой массы R вычисляли методом установления и именно поэтому в уравнениях сохранено время. Вычисление осуществляли до выхода всех полей на стационарное состояние.

Для увеличения устойчивости вычислений и их ускорения использовали метод регуляризации [4], согласно которому производные по времени заменяли выражениями

$$\frac{\partial}{\partial t} u_i \rightarrow \frac{\partial}{\partial t} (u_i + \gamma \sum_j \frac{\partial^2 u_i}{\partial x_j^2}), \quad (11)$$

где γ – параметр регуляризации.

Аналогичная замена делается для $\frac{\partial v_i}{\partial t}$.

Вычислительный процесс продолжался до исчезновения всех производных по времени:

$$\left| \frac{\partial u_j}{\partial t} \right| \leq \varepsilon; \left| \frac{\partial v_i}{\partial t} \right| \leq \varepsilon, \quad (12)$$

где ε – малая положительная величина.

После введения сетки и замены дифференциальных уравнений конечно-разностными применяли расщепление и локально-одномерный метод [5] по каждой из координат и для каждой среды (воздух и волокно).

В результате вычисления сводились к решению систем с трехдиагональной матрицей, то есть к выражениям вида

$$a_{m,n,s}^k U_{m-1,n,s}^{k+1} + b_{m,n,s}^k U_{m,n,s}^{k+1} + c_{m,n,s}^k U_{m+1,n,s}^{k+1} = d_{m,n,s}^k, \quad (13)$$

Здесь U – это u_i или v_i ; a, b, c – некоторые выражения; верхний индекс обозначает номер момента времени; нижние индексы соответствуют номерам узлов координатной сетки. Уравнения (13) решали методами скалярной прогонки по каждой из координатной осей [5]:

$$U_{m-1,n,s}^{k+1} = L_{m,n,s}^k U_{m,n,s}^{k+1} + M_{m,n,s}^k, \quad (14)$$

где $L_{m,n,s}^k, M_{m,n,s}^k$ – прогоночные коэффициенты.

Описанная методика применялась для решения широкого круга задач, связанных с исследованием движения воздушно-волокнистых потоков, и оказалась весьма удобной в практике инженерных расчетов. Одним из таких приложений было моделирование движения воздушно-волокнистой смеси в центробежном сепараторе.

Рассмотрим отрыв сорной частицы от клочка или волокнистого слоя.

Аэродинамический отрыв произойдет для сорной частицы, находящейся на поверхности волокнистого слоя или клочка, при условии выполнения следующего неравенства:

$$F_c = \frac{mF_a^M - MF_a^m}{m + M} \geq F_{kr} = \psi \rho_b. \quad (15)$$

Здесь m, M – массы сорной частицы и волокнистого фрагмента соответственно; F_a^m, F_a^M – аэродинамические силы, приложенные к частице и фрагменту; F_{kr} – усилие, при котором частица отрывается от фрагмента; ψ – коэффициент, зависящий от видов волокна и сорных частиц; ρ_b – плотность волокнистой массы.

Если сорная частица находится в толще волокнистого слоя или клочка, то при выполнении условия (15) начинается ее движение в клочке.

Аэродинамические силы, действующие на сорную частицу и клочок, вычисляются посредством интегрирования уравнений

Навье-Стокса, в которые дополнительно присоединено усилие, учитывающее действие на воздушный поток волокнистой массы и частицы. В вычислительном отношении это означает, что после каждого шага по времени скорости в узлах сетки остаются неизменными, если эти узлы находятся вне волокнистого фрагмента, умножаются на множитель меньше единицы, если соответствующий узел находится в волокнистой массе и скорость обращается в нуль, если узел пришелся на твердую частицу.

Поля скорости находятся методом установления и по ним определяются указанные выше аэродинамические силы, действующие на сорную частицу и клочок.

При ударе клочка, содержащего на поверхности сорную частицу, последняя отделится, если будет выполняться условие

$$V_0 \sqrt{c_1 m} \geq F_{кр\phi_b}, \quad (16)$$

где V_0 – скорость удара; c_1 – жесткость волокнистой массы.

Частица, находящаяся в толще клочка, будет выбита из него, если дополнительно к (16) выполнить неравенство

$$mV_0^2 / \psi\phi_b \geq d, \quad (17)$$

где d – линейный размер волокнистого фрагмента.

ВЫВОДЫ

1. Разработаны математические модели, описывающие движение волокна и сорных частиц в плотных воздушных потоках, под

которыми понимаются потоки, где масса волокна соизмерима с массой транспортирующего его воздуха, и определены условия отрыва сорных частиц от волокнистой массы и их выделения в воздушный поток.

2. Смоделировано влияние турбулентности на процессы сепарации с помощью аппарата теории случайных функций. Входящие в модели константы корректируются посредством сравнения численных экспериментов с результатами натурных испытаний, для чего использовано два центробежных аэродинамических сепаратора конструкции В.А.Ларионова.

При недостатке вычислительной мощности одного компьютера вычисления выполнялись при помощи компьютерной сети; при этом использовали технологию распараллеливания вычислительных процессов [5].

ЛИТЕРАТУРА

1. *Госмен А.Д. и др.* Численные методы исследования течений вязкой жидкости. – М.: Мир, 1980.
2. *Абрамович Г.Н., Крашенинников С.Ю., Секундов А.Н.* Особенности турбулентных течений при наличии объемных сил и неавтомоделности // В сб. Турбулентные течения. – М.: Наука, 1974.
3. *Калиткин Н.Н.* Численные методы. – М.: Наука, 1978.
4. *Булеев Н.И.* Пространственная модель турбулентного обмена. – М.: Наука, 1989.
5. *Ясинский Ф.Н., Чернышева Л.П.* Многопроцессорные вычислительные системы. – Иваново.: ИГЭУ, 1998.

Рекомендована кафедрой прикладной математики и информационных технологий. Поступила 13.10.00.

УДК 677.025.1.001.33

О КЛАССИФИКАЦИИ ТРИКОТАЖНЫХ ПЕРЕПЛЕТЕНИЙ

В.А. ЗИНОВЬЕВА, И.В. ПАВЛОВА, И.С. ТУЗОВА

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

Задачу расширения ассортимента трикотажных полотен можно решать разными путями: либо на базе известных переплетений создавать новые комбинации главных, производных, рисунчатых (комбинированных переплетений), либо создавать новые базовые переплетения и на их основе получать разнообразные виды новой продукции. Второй путь, безусловно, являющийся более продуктивным, предполагает нахождение свободной ниши, что кажется затруднительным.

Тем не менее существует много фактов, противоречащих устоявшимся традициям. Например, переплетение ластик 1+1 принято безоговорочно считать двойным и даже постанова о слоистости трикотажа

переплетения ластик кажется неуместной. Однако встает вопрос: почему ластик 20+20 надо называть двойным, если это переплетение фактически одинарное. Для доказательства того, что переплетение ластик 1+1 является однослойным, достаточно представить трикотаж переплетения ластик из вискозной нити. Значит, в этом переплетении заход лицевых и изнаночных столбиков друг за друга зависит от вида сырья и от модуля петли, а не от переплетения. Трудно понять, почему переплетение интерлок называют производным ластиком, если в его структуре нет характерных для производных переплетений удлиненных протяжек. И таких примеров много.

Существующая классификация базовых переплетений

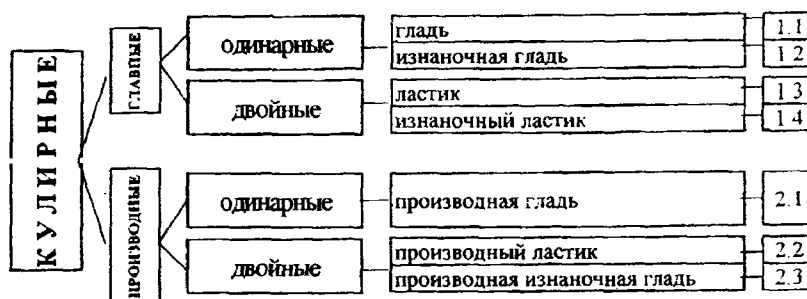


Схема 1

Все перечисленные соображения заставляют проанализировать существующую классификацию. Для краткости рассмотрим классификацию только кулирных переплетений (схема 1), в основу которой положена классификация А.С. Далидовича [1]. В [2] введены понятия “одинарный” и “двойной” как синонимы терминов “однослойный” и “двухслойный”; в [3] уточня-

ются значения: однослойный трикотаж – выработанный на одной игольнице, двухслойный – выработанный на двух игольницах, то есть в определениях для характеристики структуры используют способ выработки.

В [4] дано определение многослойного трикотажа как состоящего из нескольких полотен одинарных переплетений, то есть


в его определении, основанном на структуре, слойность зависит не от количества игольниц, а от количества одинарных полотен, связанных в одно полотно. Это определение, связанное со структурой, более правильно, но неточность последнего привела к тому, что в [4] производная изнаночная гладь (поз. 2.3) определялась как двойное переплетение, хотя в таком переплетении, как и в производной глади, все петли расположены в одном слое. Или переплетение изнаночный ластик в [4] поставлено на позицию 1.4 из-за общности слова “ластик”. В этом случае название “ластик” исходит из общности процесса, а структура переплетений и ластик, и изнаночный ластик фактически является однослойной. Следовательно, в существующей классификации необходимо уточнить содержание признака о слойности структуры.


На наш взгляд, формулировку слойности следует принять исходя из структуры трикотажа и сделать ее более общей, приняв, что однослойный трикотаж имеет один слой остовов петель, образующих структуру, а двухслойный – два наружных слоя остовов петель и какие-то сложные структурные образования между ними. При таком подходе понятие “двухслойный” является не только обобщенным, но и в определенной степени условным, так как истинное количество слоев часто определить трудно. Поэтому понятие “двухслойный” в нашей терминологии относится и ко всем многослойным структурам, в большинстве из которых остовы петель образуют два наружных слоя.


Следует также обратить внимание, что на свойства трикотажа существенное влияние оказывает характер сочетания лицевых и изнаночных петель в плоскости полотна, хотя в существующей классификации этот признак не нашел своего отражения. Так, трикотаж переплетения изнаночная гладь (поз. 1.2), имеющий в своей структуре чередование лицевых и изнаночных рядов петель, резко отличается по свойствам от трикотажа переплетения ластик, имеющего чередование лицевых и изнаночных петельных столбиков. Или, на-


пример, неизвестно, к какому трикотажу отнести трикотаж позиции 1.4, в структуре которого лицевые и изнаночные петли чередуются в шахматном порядке. В этом переплетении ряды имеют чередование лицевых и изнаночных петель как у ластика, столбики имеют чередование лицевых и изнаночных петель как у изнаночной глади; а полотно по существу является однослойным с пониженной растяжимостью по сравнению с трикотажем изнаночного или ластичного переплетений. Это говорит о том, что характер расположения лицевых и изнаночных петель нельзя отнести к рисунчатому эффектам – это характеристика базовой структуры, так как за нею стоит потенциальная энергия петель. В частности, вследствие упругости изогнутой нити у изнаночной глади получают наклон ряды петель, а у переплетения ластик заходят друг за друга столбики петель.

По характеру расположения лицевых и изнаночных петель на поверхности трикотажа нами выделено четыре основных группы:

 – однородная, у которой каждая сторона полотна состоит из однородных ведущих элементов (либо только из остовов, либо только из протяжек);

 – поперечная, у которой каждая сторона полотна состоит из остовов и протяжек, но чередование организовано по рядам;

 – продольная, у которой каждая сторона полотна состоит из остовов и протяжек, но их чередование организовано по столбикам;

 – смешанная, у которой каждая сторона полотна состоит из остовов и протяжек, но их чередование организовано, например, в шахматном, диагональном или каком-то другом порядке.

Поскольку характер расположения ведущих элементов структуры играет такую важную роль, этот признак должен дополнить совокупность признаков базовой структуры трикотажа.

Наконец, необходимо уточнить положение неполного трикотажа. В работах [1...3] неполный трикотаж отнесен к ри-



сунчатым переплетениям. Однако в [1] описание посвящено преимущественно его использованию, в [2] описание находится в рисунчатых переплетениях, но не касается рисунчатого эффекта, а в [3] его упоминание есть только в общей таблице классификации в качестве подкласса рисунчатых переплетений. Из этого можно сделать вывод о сомнительности его положения.

Анализ структуры неполных переплетений показал, что отсутствие некоторых петельных столбиков является одной из обобщенных характеристик. Структура может быть либо полной, либо неполной. Это касается всех базовых переплетений и всех рисунчатых переплетений, выполнен-

ных на основе этих базовых. Признак полноты петельной структуры не несет в себе ни изменения существа этой структуры, ни смены положения основных элементов базовой структуры, ни введения дополнительных нитей, что характерно для признаков рисунчатых переплетений. Методами кластерного анализа было подтверждено, что признак полноты структуры является обобщающим и он присущ базовым переплетениям.

Разработанная нами иерархия признаков базовых переплетений, представленная в табл. 1, дает возможность более четко и в соответствии со структурой определить место того или иного переплетения.

Таблица 1

Степень обобщенности признака	Название ранга признака	Структурный признак ранга	Содержание признака ранга
I	Тип	Характер связей между элементами	По ряду -  По столбику - 
II	Класс	Близость связей	Длина протяжек: в петельных шагах $\Pi = nA$ в петельных рядах $\Pi = nB$
III	Подкласс	Слойность структуры	Количество слоев остовов петель (один, два)
IV	Группа	Характер расположения ведущих структурных элементов на поверхности	<input type="checkbox"/> - однородный <input type="checkbox"/> - поперечный <input type="checkbox"/> - продольный <input type="checkbox"/> - смешанный
V	Подгруппа	Полнота структуры	Полная Неполная
VI	Вид	Ранговая принадлежность, название переплетения (название)	Тип, класс, подкласс, группа, подгруппа

К табл. 1 необходимо сделать следующие пояснения.

Характер связей позволяет разделить все трикотажные переплетения на два типа: кулирные и основовязаные, которые соответственно имеют связи или по ряду, или по столбику.

Признак близости связей позволяет выделить классы главных и производных переплетений, так как в главных переплетениях протяжки соединяют два соседних столбика (ряда), а в производных переплетениях длина протяжки более одного петельного шага A или более одной высоты B петельного ряда.

Классы главных и производных переплетений могут иметь, как правило, один или два слоя остовов петель, поэтому подклассы можно назвать соответственно однослойным и двухслойным.

Группы переплетений отличаются характером расположения ведущих структурных элементов на поверхности трикотажа. Нами выделено четыре группы, которые могут иметь как отличающиеся, так и одинаковые лицевые и изнаночные стороны.

Наконец, признак полноты структуры позволяет отделить друг от друга полную и неполную структуры.

вать структуру и свойства еще не разработанных переплетений.

Ранее нами ставилась задача – разработать тканеподобный трикотаж для верхних изделий с помощью наиболее подходящего, по нашему мнению, двухслойного формоустойчивого полотна со смешанным характером расположения элементов на поверхности. Наиболее приемлемым для этой цели могло стать неизвестное полотно позиции 4.4, так как оно являлось производным и, следовательно, имело в своей структуре удлиненные протяжки для формоустойчивости.

На основе разработанного нами переплетения [5] выпущена партия полотна в производственных условиях и изготовлена серийная партия женских костюмов. Для получения облегченного полотна такого же типа нами также выполнена полная разработка полотна переплетения позиции 3.4.

Следовательно, усовершенствованная авторами классификация является продуктивным средством с целью дальнейших разработок. Количество базовых переплетений только кулирных по сравнению со схемой 1 увеличилось с 7 известных до 34 вместе с прогнозируемыми, то есть на 27 единиц (почти в четыре раза).

Более того, научная разработка иерархии и рангов базовых переплетений показала, что рисунчатые переплетения не могут составлять класс, они не входят по своим видовым признакам в систему общности базовых переплетений. Рисунчатые переплетения отличаются от базовых тем, что в них либо изменены положение и форма петли, либо введены дополнительные нити. На этом основании можно сказать, что рисунчатые переплетения являются результатом преобразования базовых переплетений и вследствие этого по отношению к базе образуют надстройку. Значение рисунчатых переплетений состоит в том, что они на основе ряда базовых переплетений образуют область, поле переплетений, которое в схеме 2 разделено на участки. Участок 1 показывает поле рисунчатых переплетений только на базе кулирных, участок 2 – только на базе основя-

занных (в табл. 1 не показано), участки 3 и 4 – как на базе кулирных, так и на базе основяванных, причем участок 3 – рисунчатые переплетения, образованные без дополнительных нитей, а участок 4 – с дополнительными нитями.

Наконец, следует отметить имеющиеся резервы комбинированных переплетений, целевая разработка которых является перспективной в силу того, что возможны комбинации базовых с базовыми, базовых с рисунчатыми, рисунчатых с рисунчатыми, а также двух, трех и четырех переплетений. Поскольку количество вариаций комбинированных переплетений безгранично, они образуют мощный, постепенно рассеивающийся шлейф, причем шлейф образует третье измерение, что формирует уже трехмерное пространство. Эти возможности показаны в усовершенствованной классификации трикотажных переплетений.

ВЫВОДЫ

1. Усовершенствована современная классификация трикотажных переплетений и доказана возможность существенного расширения ассортимента переплетений.

2. Продуктивность усовершенствованной классификации подтверждена разработками новых переплетений путем прогнозирования структуры, свойств и способов выработки трикотажа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Далидович А.С. Основы теории вязания. – М.-Л.: Гизлегпром, 1948.
2. Михайлов К.Д., Харитонов Л.Ф., Гусева А.А. Технология трикотажа. – М.: Гизлегпром, 1956.
3. Шалов И.И., Далидович А.С., Кудрявин Л.А. Технология трикотажного производства. (Основы теории вязания). – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.
4. Поспелов Е.П. Двухслойный трикотаж. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982.
5. Патент 2084569 (РФ). Производный изначальный трикотаж. – Оpubл. 1997. Бюл. №20.

Рекомендована кафедрой технологии трикотажного производства. Поступила 26.12.00.

РАЗРАБОТКА МЕТОДА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОСНОВОВЯЗАНОГО РАЗРЕЗНОГО ПЛЮШЕВОГО ТРИКОТАЖА

Е. А. ВОРОБЬЕВА, Л. А. КУДРЯВИН, А. Ф. АНДРЕЕВ

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

Разрезной плюшевый трикотаж на основовязальных машинах изготавливают двумя способами. В случае применения первого односторонний петельный плюшевый трикотаж стрижется на специальных стригальных машинах или петли этого трикотажа разрезаются непосредственно на вязальных машинах. Распространение

получил второй способ: получение разрезного плюшевого трикотажа непосредственно на двухфунтурных машинах.

Для выработки названного трикотажа применяются машины типа RD6DPLM/30, RD7DPLM, RD8DPLM соответственно с шестью, семью и восемью ушковыми гребенками фирмы Карл Майер.

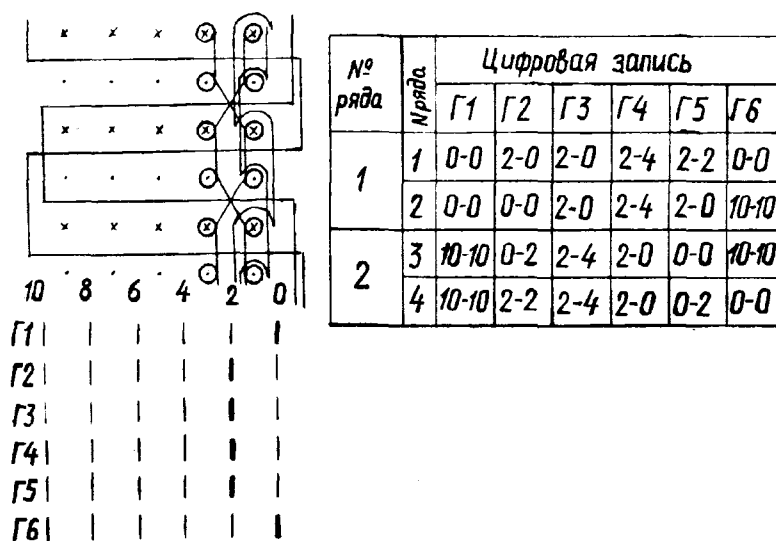


Рис. 1

На рис. 1 приведены графическая и аналитическая записи, с помощью которых можно получить двойное трикотажное полотно, содержащее два одинарных, соединенных протяжками. Грунтовые нити (гребенки Г2 и Г5) и ворсовые нити (гребенки Г3 и Г4) провязываются вместе, образуя остовы петель из двух нитей, как в платированном трикотаже. Цифровая запись выполнена для двухтактной системы работы основовязальной машины, то есть в процессе вязания одного петельного ряда на каждой игольнице выполняются два сдвига гребенки: один на иглу, другой под

иглу. Двойное полотно разрезается в средней части на два плюшевых. Разрезание двойного полотна может выполняться на специальной резальной машине ленточным ножом.

Несмотря на широкое распространение данного вида плюшевого трикотажа до сих пор не существовало метода автоматизированного проектирования последнего. Разработка этого метода и составляет цель настоящей работы.

Длину нити i -й гребенки в раппорте по высоте для полотна, получаемого на

игольнице И1 (гребенки Г1, Г2, Г3, Г4), можно определить по формуле

$$L1_i = \sum_{j=1}^n K_{ij} l_j, \text{ где } i=1, 2, 3, 4. \quad (1)$$

Длина нити i -й гребенки в раппорте по высоте для полотна, получаемого на игольнице И2 (гребенки Г3, Г4, Г5, Г6):

$$L2_i = \sum_{j=1}^n K_{ij} l_j, \text{ где } i= 3, 4, 5, 6, \quad (2)$$

где l_j – длина нити в элементе структуры j -го вида; K_{ij} – число элементов структуры трикотажа j -го вида, образуемых из нити i -й гребенки, в раппорте по высоте полотна, получаемого на иглах соответствующей игольницы; n – число возможных видов структурных единиц в раппорте.

Элементами рассматриваемого вида трикотажа являются остовы петель из грунтовых и ворсовых нитей, протяжки, соединяющие петли, полученные на иглах одной фонтур, отрезки уточных нитей и ворсовые протяжки (протяжки, соединяющие петли, полученные на иглах разных фонтур, при разрезании этих протяжек образуется ворс).

При автоматизированном проектировании одинарного основовязаного трикотажа количественное определение элементов его петельной структуры производится на основе анализа аналитической записи кладок нитей [1,2]. Нами исследовалась возможность применения данного подхода к рассматриваемому виду плюшевого трикотажа.

При условии принятия гипотезы об одинаковой длине нити в остовах петель открытого и закрытого типов достаточно определить общее суммарное число остовов петель, образуемых нитью в раппорте переплетения RH :

$$m_0 = RH - \sum_{i=1}^{RH} (h_{i,1} - h_{i,2}), \quad (3)$$

где $h_{i,j}$ – высота плашки – номер звена узорообразующей цепи (элемент матрицы $H(I,J)$, в которой число строк I равно числу петельных рядов в раппорте переплетения по высоте RH , а число столбцов J в каждой строке – тактности работы основовязальной машины): $h_{i,1} = h_{i,2}$ – условие, при котором ушковая гребенка не делает сдвига перед иглой, не прокладывает на нее свои нити и в данном петельном ряду остов не образуется.

При известном раппорте проборки ушковой гребенки нитями число остовов петель для всех пробранных нитей в раппорте узора определяется:

$$M_0 = m_0 a, \quad (4)$$

где a – число пробранных нитей в раппорте проборки гребенки.

Поскольку в рассматриваемом виде плюшевого трикотажа ворсовые нити провязываются в петли вместе с грунтовыми, то для определения длины нити в остове петли можно применить формулы для платированного трикотажа из [1, 2].

Длина нити в протяжке, соединяющей петли, полученные на иглах одной игольницы, отстоящие друг от друга на расстояние n -петельных шагов и m -петельных рядов ($m=2, 4, 6, \dots$ – то есть учитываются и ряды, выработанные на другой фонтуре):

$$l_{pr_{nm}} = \sqrt{(nA)^2 + (mB/2)^2}. \quad (5)$$

Здесь

$$n = \Pi_i = [(h_{i,1} + h_{i,2}) - (h_{(i+m),1} + h_{(i+m),2})] / 2g, \quad (6)$$

где Π_i – величина проекции протяжки в петельных шагах; $h_{i,1}, h_{i,2}$ – фиксированные элементы матрицы $H_{i,j}$, удовлетворяющие условию $h_{i,1} \neq h_{i,2}$ в i -м петельном ряду; g – коэффициент, учиты-

вающий тип основвязальной машины; m – число рядов матрицы $H_{i,j}$, не удовлетворяющих условию $h_{i,1} \neq h_{i,2}$, то есть число петельных рядов, на которое тянется нить без образования остовов петель.

Длина нити в протяжке, соединяющей петли, полученные на иглах разных игольниц и отстоящие друг от друга на расстояние n -петельных шагов и m -петельных рядов ($m=1, 3, 5, \dots$):

$$l_{vnm} = \sqrt{(mB/2)^2 + (nA)^2 + M^2}, \quad (7)$$

где M – расстояние между игольницами, мм.

Вид протяжки, то есть n и m , можно определить из анализа цифровых записей.

Длина разрезанной ворсовой протяжки

$$l_{vnm}^{\text{разрез}} = \left(\frac{l_{vnm}}{2} \right). \quad (8)$$

Длину отрезка уточной нити в i -м ряду определим по формулам из [1, 2]. Зная длину нитей, заправленных в каждую гребенку, поверхностную плотность полотна рассчитаем по алгоритму [1, 2].

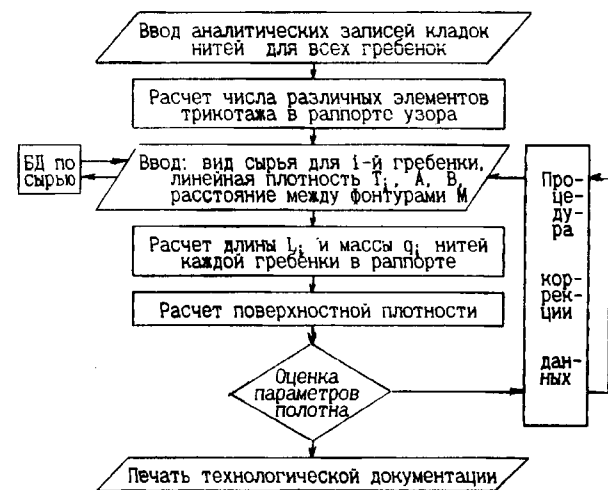


Рис. 2

С использованием разработанного метода расчета длины ворсовых нитей создана программа для автоматизированного технологического проектирования плюшевых полотен и произведен расчет ряда образцов по ней. Процент отклонений фактических результатов от расчетных не превышает 5%. Блок-схема программы приведена на рис. 2.

ВЫВОДЫ

1. В результате исследований особенностей структуры основвязаного разрезного плюшевого трикотажа разработаны методика и программа для автоматизированного технологического проектирования данного вида трикотажа, которые существенно ускорят процесс его проектирования.

2. При расчете данного вида плюшевого трикотажа с помощью созданной программы процент отклонений фактических результатов от расчетных не превысил 5%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кудрявин Л.А. Автоматизированное проектирование основных параметров трикотажа. – М.: Легпромбытиздат, 1992.
2. Шалов И.И., Кудрявин Л.А. Основы проектирования трикотажного производства с элементами САПР. – М.: Легпромбытиздат, 1989.

Рекомендована кафедрой технологии трикотажного производства. Поступила 26.12.00.

УДК 677.057

О РАСЧЕТЕ ПАРАМЕТРОВ ПРОВИСАНИЯ ТКАНИ С УЧЕТОМ НЕСИММЕТРИЧНОСТИ ТОЧЕК ЕЕ ПОДВЕСА

А.С. ЖЕЛЕЗНЯКОВ, А.И. ЧАНЫШЕВ, В.А. ВЕРЕТЕНО

(Новосибирский технологический институт
Московского государственного университета дизайна и технологии)

При проектировании технологического оборудования для обработки длинномерных легкодеформируемых материалов необходимо знать параметры провисания (заправочную длину, натяжение) материала между опорными точками, расположенными в разных горизонтальных плоскостях [1].

Решение задачи для симметричной линии провисания рассмотрено в [2]. В настоящей статье исследуется математическая модель и методика расчета оптимальной заправочной длины материала и его натяжения с учетом несимметричности точек подвеса относительно оси y (рис. 1).

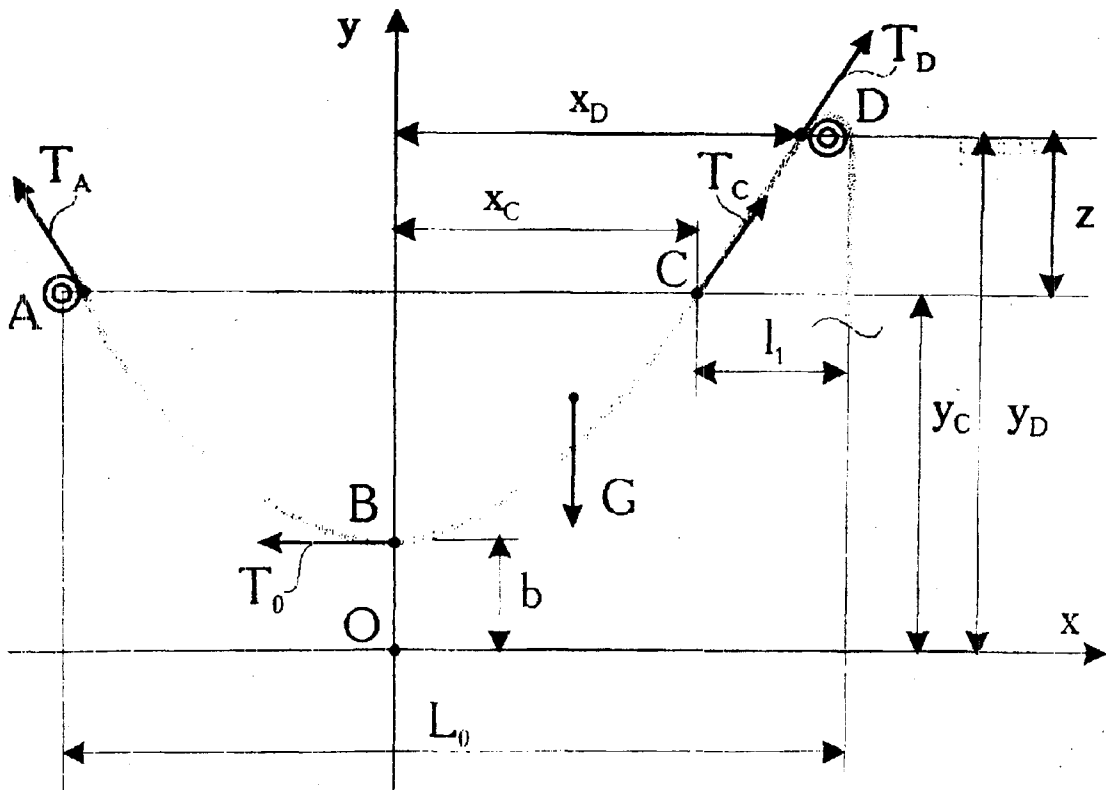


Рис. 1

Уравнение линии провисания и силовые соотношения согласно рис. 1 имеют следующий вид:

$$\left. \begin{aligned} y &= \frac{1}{k} \operatorname{ch}(kx) + b - \frac{1}{k}, \quad k = \frac{\gamma}{T_0}, \\ T &= T_0 \operatorname{ch}(kx), \quad G = T_0 \operatorname{sh}(kx), \\ y' &= \operatorname{sh}(kx) = \frac{G}{T}, \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где T_0 – натяжение материала в нижней точке, Н; γ – линейный удельный вес, Н/м; k, b – постоянные интегрирования.

Изучим функциональную связь параметров цепной линии при заданных и несимметрично расположенных координатах точек подвеса $A(x_A; y_A)$ и $D(x_D; y_D)$.

Согласно (1)

$$\begin{aligned} y_A &= \frac{1}{k} \operatorname{ch}(kx_A) + b - \frac{1}{k}, \\ y_D &= \frac{1}{k} \operatorname{ch}(kx_D) + b - \frac{1}{k}. \end{aligned}$$

Отклонение $(Z) \cdot D$ от симметричности равно

$$Z = y_C - y_D = \frac{1}{k} [\operatorname{ch}(kx_D) - \operatorname{ch}(kx_C)]$$

или

$$Z = \frac{2}{k} \operatorname{sh}\left[k \frac{(x_D + x_C)}{2}\right] \operatorname{sh}\left[k \frac{(x_D - x_C)}{2}\right]. \quad (2)$$

На интервале аргумента $x \in [-x_A; x_D]$

$$G = T_0 [\operatorname{sh}(kx_D) + \operatorname{sh}(kx_A)] = \gamma L,$$

где L – длина линии провисания ткани.

Поскольку $|x_A| = x_C$,

$$L = \frac{1}{k} [\operatorname{sh}(kx_D) + \operatorname{sh}(kx_A)] =$$

$$= \frac{2}{k} \operatorname{sh}\left[k \frac{(x_D + x_C)}{2}\right] \operatorname{ch}\left[k \frac{(x_D - x_C)}{2}\right]. \quad (3)$$

С учетом $x_D + |x_A| = L_0$, а $x_D - x_C = l_1$

$$L = \frac{2}{k} \operatorname{sh}\left(\frac{kL_0}{2}\right) \operatorname{ch}\left(\frac{kl_1}{2}\right). \quad (4)$$

Согласно (2)

$$\frac{kZ}{2} = \operatorname{sh}\left(\frac{kL_0}{2}\right) \operatorname{sh}\left(\frac{kl_1}{2}\right). \quad (5)$$

Отсюда

$$\operatorname{sh}\left(\frac{kl_1}{2}\right) = \frac{kZ}{2 \operatorname{sh}\left(\frac{kL_0}{2}\right)}. \quad (6)$$

Принимая во внимание (1) и (3),

$$T_D = T_0 \operatorname{ch}(kx_D) = T_0 \operatorname{ch}\left[k \left(\frac{x_D + x_C}{2} + \frac{(x_D - x_C)}{2}\right)\right] = T_0 \operatorname{ch}\left[k \left(\frac{L_0 + l_1}{2}\right)\right].$$

Преобразуем полученное выражение к виду

$$\begin{aligned} T_D &= T_0 \left[\operatorname{ch}\left(\frac{kL_0}{2}\right) \operatorname{ch}\left(\frac{l_1}{2}\right) + \right. \\ &\quad \left. + \operatorname{sh}\left(\frac{kL_0}{2}\right) \operatorname{sh}\left(\frac{kl_1}{2}\right) \right]. \quad (7) \end{aligned}$$

Подставив соотношение (5) в (7) с учетом (1), получим

$$T_D = T_0 \operatorname{ch}\left(\frac{kL_0}{2}\right) \operatorname{ch}\left(\frac{kl_1}{2}\right) + \frac{\gamma Z}{2}. \quad (8)$$

Согласно (6) после несложных преобразований и, принимая, что

$$\begin{aligned} \operatorname{ch}\left(\frac{k l_1}{2}\right) \sqrt{\operatorname{sh}^2\left(\frac{k l_1}{2}\right)+1} &= \\ &= \frac{\sqrt{k^2 Z^2+4 \operatorname{sh}^2(k L_0 / 2)}}{2 \operatorname{sh}(k L_0 / 2)}, \end{aligned} \quad (9)$$

выражение (8) с учетом (1) запишется в виде

$$\begin{aligned} T_D &= \frac{\gamma}{2k} \operatorname{cth}\left(\frac{k L_0}{2}\right) \cdot \\ &\cdot \sqrt{k^2 Z^2+4 \operatorname{sh}^2\left(\frac{k L_0}{2}\right)}+\frac{\gamma Z}{2}. \end{aligned} \quad (10)$$

Натяжение в (•) подвеса $A(T_A)$ определим по аналогии с предыдущими допущениями:

$$\begin{aligned} T_A = T_C &= \frac{\gamma}{2k} \operatorname{cth}\left(\frac{k L_0}{2}\right) \cdot \\ &\cdot \sqrt{k^2 Z^2+4 \operatorname{sh}^2\left(\frac{k L_0}{2}\right)}-\frac{\gamma Z}{2}. \end{aligned} \quad (11)$$

При проектировании параметров проводки материала по технологическому тракту в ряде случаев необходимо обеспечить минимум их натяжения (деформации), например, перед измерением длины, при настилании полотен для раскроя и т.д.

Рассмотрим решение задачи согласно этому требованию.

Преобразуем выражение (11) к виду

$$\begin{aligned} T_A &= \frac{\gamma}{k} \operatorname{ch}\left(\frac{k L_0}{2}\right) \cdot \\ &\cdot \sqrt{1+\frac{k^2 Z^2}{4 \operatorname{sh}^2(k L_0 / 2)}}-\frac{\gamma Z}{2}. \end{aligned} \quad (12)$$

Раскладывая в биномиальный ряд гиперболические функции $\operatorname{ch}(k L_0 / 2)$, $\operatorname{sh}(k L_0 / 2)$ и используя соответственно первые два и один член их разложения, получаем

$$T_A \approx \frac{\gamma}{k} \left[1 + \frac{1}{2} \left(\frac{k L_0}{2} \right)^2 \right] \sqrt{1 + \left(\frac{Z}{L_0} \right)^2} - \frac{\gamma Z}{2}.$$

После несложных дополнительных преобразований это выражение запишется так:

$$T_A \approx \gamma \sqrt{1 + \left(\frac{Z}{L_0} \right)^2} \left(\frac{1}{k} + \frac{k L_0^2}{8} \right) - \frac{\gamma Z}{2}. \quad (13)$$

Продифференцируем (13) по параметру k и определим минимальное натяжение материала при его провисании на технологическом тракте:

$$\begin{aligned} T'_{A|k} &= 0; \quad \frac{\partial T_A}{\partial k} = \\ &= \gamma \sqrt{1 + \left(\frac{Z}{L_0} \right)^2} \left(-\frac{1}{k^2} + \frac{L_0^2}{8} \right) = 0. \end{aligned}$$

Отсюда

$$-\frac{1}{k^2} + \frac{L_0^2}{8} = 0; \quad k_{\text{опт}} = \frac{2\sqrt{2}}{L_0};$$

$$(T_0)_{\min} = \frac{\gamma L_0}{2\sqrt{2}}. \quad (14)$$

Подставив в (13) и (8) соотношение (14) и проведя необходимые преобразования, будем иметь

$$T_A = T_C = \frac{\gamma L_0}{\sqrt{2}} + \frac{\gamma Z}{2\sqrt{2}L_0}(Z - \sqrt{2}L_0), \quad (15)$$

$$T_D = \frac{\gamma L_0}{\sqrt{2}} + \frac{\gamma Z}{2\sqrt{2}L_0}(Z + \sqrt{2}L_0). \quad (16)$$

Длина провисания материала (заправочный параметр) по условию минимума натяжения материала согласно (4...6) составит

$$L_{\text{опт}} = \frac{2}{k} \operatorname{sh}\left(\frac{kL_0}{2}\right) \sqrt{1 + \frac{k^2 Z^2}{4\operatorname{sh}^2(kL_0/2)}}. \quad (17)$$

Подставляя в (17) и (6) выражение (14) для $k_{\text{опт}}$, получаем

$$L_{\text{опт}} = \frac{L_0}{\sqrt{2}} \operatorname{sh}(\sqrt{2}) \sqrt{1 + \frac{2Z^2}{L_0^2 \operatorname{sh}^2(\sqrt{2})}}, \quad (18)$$

$$l_1 = \frac{L_0}{\sqrt{2}} \operatorname{arcsh}\left(\frac{\sqrt{2}Z}{L_0 \operatorname{sh}(\sqrt{2})}\right). \quad (19)$$

$$\begin{aligned} \text{При } Z=0 \quad L_{\text{опт}} &= \frac{L_0}{\sqrt{2}} \operatorname{sh}(\sqrt{2}), \quad T_A = \\ &= T_C = \frac{\gamma L_0}{\sqrt{2}}, \quad l_1 = 0. \end{aligned}$$

Таким образом, задавшись конструктивно-компоновочными параметрами L_0 и Z , согласно выражениям (15...17) можно определить оптимальную длину заправки материала между рабочими органами двух последовательно установленных механизмов и его напряженно-деформированное состояние в опорных точках.

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что оптимальная заправочная длина материала между двумя точками подвеса не зависит от его физико-механических свойств, но является функ-

цией несимметричности линии провисания.

2. Показано, что при изменении положения одной из точек подвеса материала относительно другой в вертикальной плоскости и соблюдении прочих равных условий сохраняется общий баланс натяжения, однако в каждой опорной точке в соответствии с показателем несимметричности происходит его перераспределение.

ЛИТЕРАТУРА

1. Железняков А.С. и др. // Швейная промышленность. – №5, 1991. С. 19...20.
2. Краснов А.А., Мигушов И.И. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – №2, 1993. С. 79...82.
3. Бронштейн И.Н., Семендяев К. А. Справочник по математике. – М.: Наука, 1986.

Рекомендована кафедрой машин и аппаратов легкой промышленности. Поступила 02.02.01.

РАСЧЕТ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ВАЛОВ ШЛИХТОВАЛЬНОЙ СЕКЦИИ УСИЛЕННОГО ОТЖИМА

В.А.КУЗНЕЦОВ, А.В.ПОДЬЯЧЕВ

(ОАО «Завод ИвТекмаш», Костромской государственный технологический университет)

Технология усиленного отжима на шлихтовальных машинах с рабочей шириной 1400 мм предусматривает работу при нагрузках до 10 Н/мм, что требует создания специального оборудования. Для решения поставленной задачи было предложено использовать в двухвалковом модуле (ДВМ) валы конструктивного оформления реально выпускаемого оборудования. На месте верхнего вала предполагалось ис-

пользовать вал с облегченным сердечником диаметром 265 мм или малопрогибный вал диаметром 215 мм. В качестве эластичного покрытия применялась высокомолекулярная фторнитритная резина толщиной 27,5 мм. На месте нижнего вала предполагалось использовать металлические валы с облегченным сердечником или малопрогибный диаметр 210 мм.

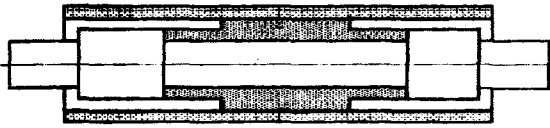


Рис. 1

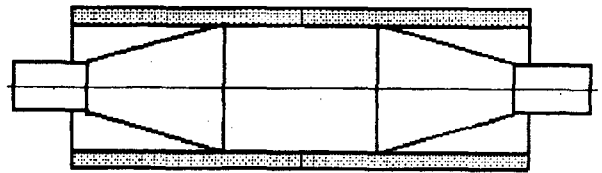


Рис. 2

Схемы перечисленных валов представлены на рис.1 (с облегченным сердечником) и рис.2 (малопрогибной конструкции). Возможные варианты сочетания обрезаемого и металлических валов представлены в табл. 1...3 (конструктивные

параметры валов: табл. 1 – 1-го ДВМ; табл. 2 – 2-го ДВМ; табл. 3 – 3-го ДВМ; * – вес вала без учета эластичного покрытия; (265), (215) – диаметр металлической основы обрезаемого вала).

Таблица 1

Параметры	Верхний вал с облегченным сердечником	Нижний вал
Наружный диаметр, мм	320 (265)	210
Вес, Н	4370*	2840

Таблица 2

Параметры	Верхний вал с облегченным сердечником	Нижний вал малопрогибный
Наружный диаметр, мм	320 (265)	210
Вес, Н	4370*	3650

Параметры	Верхний вал малопрогибный	Нижний вал с облегченным сердечником
Наружный диаметр, мм	270 (215)	210
Вес, Н	3800*	2840

По условиям работы шлихтовальной секции необходимо, чтобы суммарная стрела прогиба валов была значительно меньше деформации эластичного покрытия, что обеспечит качественное шлихтование и качественную переработку ошлихтованных основ на ткацком станке, а также минимальную неравномерность давления в жале. По результатам расчетов характера распределения нагрузки в жале валов, близких по величине, предпочтение отдается конструкции ДВМ минимальной металлоемкости и стоимости изготовления.

Расчеты возможных схем ДВМ про-

дили с помощью подсистемы САПР ДВМ валковых машин текстильного отделочного оборудования [1], использование которой позволило оценить все представленные варианты ДВМ по критерию прочности, малопрогибности, минимальной неравномерности давления в жале и металлоемкости. В результате расчета установлено, что все представленные конструкции ДВМ удовлетворяют условию прочности. Суммарная стрела прогиба во всех вариантах имеет значение на порядок меньше деформации эластичного покрытия.

Таблица 4

ДВМ \ Параметры	Суммарная стрела прогиба	Неравномерность давления в жале	Суммарная масса, Н
1-й	1,3	1,50	7210
2-й	1,0	1,0	8020
3-й	1,95	1,89	6640

Результаты анализа неравномерности давления в жале ДВМ отражены в табл. 4. Суммарная стрела прогиба и неравномерность давления в жале представлены в условных единицах. При несколько большей массе по сравнению с другими вариантами 2-й ДВМ вариант имеет минимальную стрелу прогиба и неравномерность давления в жале. Применение коэффициента ранжирования позволяет поставить 2-й ДВМ на первое место. Коэффициент ранжирования представляет собой произведение массы вала на значение суммарной стрелы прогиба.

ВЫВОДЫ

1. В результате исследований установ-

лено, что все представленные конструкции удовлетворяют условию прочности.

2. Выявлено, что минимальное значение неравномерности давления в жале валов обеспечивает ДВМ с парой валов: обрешиненный с облегченным сердечником – металлический малопрогибной конструкции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Подъячев А.В., Мартышенко В.А. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2000, № 4.

Рекомендована кафедрой теоретической механики и сопротивления материалов КГТУ. Поступила 18.12.00.

К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНТАКТНОГО РАДИУСА НАМАТЫВАНИЯ ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ЛАПОК РОГУЛЕК С ТЕЛОМ НАМОТКИ

А.П. СОРКИН

(Костромской государственный технологический университет)

В [1] показано, что натяжение ровницы в наружном витке слоя намотки зависит от величины контактного радиуса r_k , то есть радиуса, который имеет тело намотки в месте контакта его с лапкой рогульки. Значение этого радиуса определяется силой N прижима лапки к телу намотки и его деформационными свойствами. Для заданного радиуса r_n n -го наружного слоя намотки значение радиуса r_k можно найти из выражения

$$r_k = r_n - y, \quad (1)$$

где y – абсолютная радиальная деформация тела намотки от прижима к нему лапки.

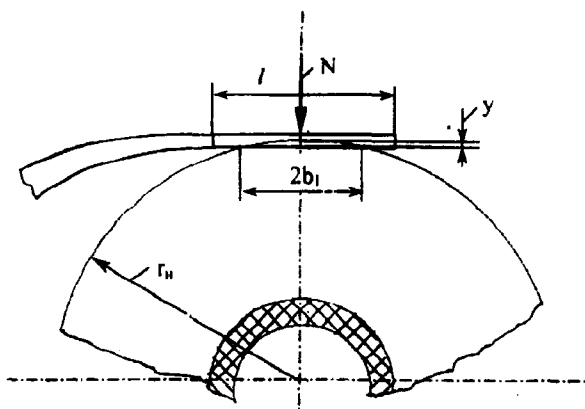


Рис. 1

Определение величины деформации y тела намотки при взаимодействии его с лопаткой лапки осложняет то обстоятельство, что площадь контакта лопатки лапки с телом намотки меняется в зависимости

от радиуса наматывания. Сначала лопатка соприкасается с намоткой частью своей поверхности (рис. 1). По мере увеличения радиуса наматывания поверхность соприкосновения увеличивается и в какой-то момент лопатка начинает взаимодействовать с намоткой, вдавливаясь в нее всей своей площадью. Поэтому величину деформации тела намотки y будем определять двумя методами:

– а) до тех пор, пока длина полоски контакта $2b_1$ (рис. 1) не станет равна длине лапки l – решением задачи теории упругости о соприкосновении двух изотропных тел – цилиндра радиуса r_n и плоскости;

– б) с момента установления равенства $2b_1 = l$ – решением задачи теории упругости о взаимодействии штампа, площадью $S = al$, с цилиндрическим телом радиуса r_n (a – ширина лопатки лапки).

Решение указанных задач проведем при допущении об однородности и изотропности контактирующих тел, линейной зависимости деформации тела намотки от нагрузки. Силы трения в зоне контакта тел также не учитываем.

Для случая а) значение $y_{(a)}$ из геометрических соображений (рис.1) представим в виде

$$y_{(a)} = r_n - \sqrt{r_n^2 - b_1^2}. \quad (2)$$

Разложив в ряд по степеням малого параметра b_1 подкоренное выражение и пренебрегая в разложении малыми четвертого порядка и выше, получим

$$y(a) = b_1^2 / 2r_n$$

Полуширину полосы контакта b_1 найдем из выражения [2]:

$$b_1 = 1,128 \sqrt{N \eta r_n / a} \quad (4)$$

где η – параметр упругости материалов соприкасающихся тел (лопатки лапки и тела намотки):

$$\eta = (1 - \mu_{л}^2) / E_{л} + (1 - \mu_{п}^2) / E_{п} \quad (5)$$

Здесь $E_{п}$ и $\mu_{п}$ – модуль упругости и коэффициент поперечной деформации поверхностных слоев намотки радиуса r_n ; $E_{л}$ и $\mu_{л}$ – модуль упругости и коэффициент Пуассона материала лопатки лапки.

Поскольку модуль упругости материала лапки (сталь) на несколько порядков больше модуля упругости тела намотки паковки $E_{п}$, пренебрежем первым слагаемым правой части уравнения (5), тогда последнее примет вид

$$\eta = (1 - \mu_{п}^2) / E_{п} \quad (6)$$

Подставив в (3) значение b_1 из (4), с учетом (6) будем иметь

$$y(a) = 0,636 N (1 - \mu_{п}^2) / a E_{п} \quad (7)$$

Значение радиуса наматывания r'_n , после достижения которого лопатка лапки будет вдавливать в тело намотки всей поверхностью, определится из (4) при $b_1 = 0,5l$ в виде

$$r'_n = l^2 a E_{п} / 5,088 N (1 - \mu_{п}^2) \quad (8)$$

Для случая б), то есть вдавливания лопатки в тело намотки после достижения им радиуса наматывания r'_n , значение деформации $y_{(б)}$ найдем с помощью выражения [2]:

$$y_{(б)} = 0,318 N r_n (1 - \mu_{п}^2) / a E_{п} \quad (9)$$

Сопоставление результатов расчета по выражениям (7) и (9) деформации у тела намотки под действием силы прижима лапки N с экспериментальными данными, приведенными в [3] (для ровницы из хлопка, одинаковых N , r_n , при $E_{п} = f(r_n)$ по [1] и $\mu = 0,4$), показывает, что отклонение расчетных значений от экспериментальных не превышает 5%, что свидетельствует о правомерности принятых допущений и дает возможность использовать полученные зависимости для расчета приращения натяжения ровницы ΔT в наружном слое намотки, вызванного прижимом лапки.

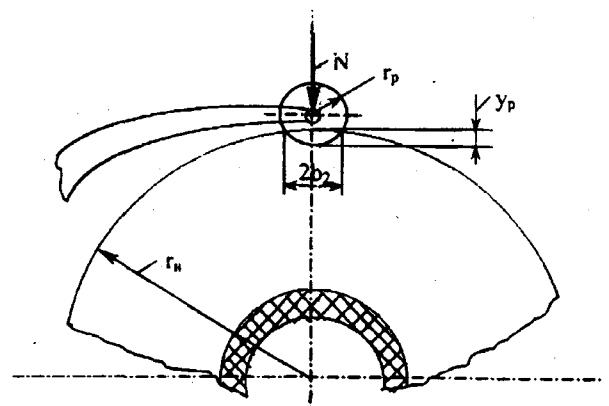


Рис. 2

Для рогульки типа Fransbach, у которой с телом намотки взаимодействует вращающийся ролик радиуса r_p , укрепленный на конце лапки, при определении деформации y_p воспользуемся выражением, полученным для контакта паковки с фрикционным цилиндром [4] при вышеназванных допущениях:

$$y_p = b_2^2 / 2 r_{пр} \quad (10)$$

где b_2 – половина ширины полосы контакта между роликом и телом намотки (рис. 2); $r_{пр}$ – приведенный радиус ролика и тела намотки:

$$r_{\text{пр}} = r_{\text{р}} r_{\text{н}} / (r_{\text{н}} + r_{\text{р}}). \quad (11)$$

Полуширину полосы контакта определим из выражения [3]:

$$b_2 = 1,128 \sqrt{N \eta r_{\text{пр}} / a_1}, \quad (12)$$

где a_1 – ширина ролика.

Поскольку ролик изготавливается из стали, то значение η , так же как и для плоской лапки, можно найти из выражения (6). Тогда после подстановки значения b_2 из (12) в (10) с учетом (6) получим

$$y_{\text{р}} = 0,636 N (1 - \mu_{\text{п}}^2) / a_1 E_{\text{п}}. \quad (13)$$

Рассмотрим соотношение между деформацией $y_{\text{р}}$ тела намотки при использовании лапки с роликом и деформацией, y в случае применения обычной лапки с плоской лопаткой. Так как при обычных условиях заправки ровничной машины лапка начинает вдавливаясь в тело намотки всей поверхностью лишь при радиусе наматывания более 50 мм, то до этого его значения деформацию $y_{(\text{а})}$ будем определять по выражению (7). При радиусе более 50 мм – деформацию $y_{(\text{б})}$ по выражению (9). Таким образом, необходимо найти соотношение $y_{\text{р}} / y_{(\text{а})}$ и $y_{\text{р}} / y_{(\text{б})}$.

При реальных размерах лапки ($a=16$ м, $l=25$ мм), ролика ($a_1=8$ мм) и одинаковых силе прижима лапки N и параметрах наматываемой паковки $\mu_{\text{п}}$ и $E_{\text{п}}$, указанные соотношения примут вид

$$y_{\text{р}} / y_{(\text{а})} = a / a_1 = 2; \quad (14)$$

$$y_{\text{р}} / y_{(\text{б})} = 2a / a_1 r_{\text{н}} = 0,056 / r_{\text{н}}. \quad (15)$$

Из (14) и (15) видно, что деформация тела намотки при применении лапки рогульки с роликом оказывается большей, чем при обычной лапке с плоской лопаткой, во всем диапазоне изменения радиуса наматывания $r_{\text{н}}$, который на современных ровничных машинах составляет от 20 до

90 мм (на отечественных от 20,5 до 75,5 мм). При этом до $r_{\text{н}}=50$ мм соотношение деформаций, вызываемых прижимом лапок как с лопаткой, так и с роликом, остается неизменным, а с ростом радиуса наматывания выше названного значения постепенно уменьшается.

В силу того, что между деформацией тела намотки и контактным радиусом имеется прямая зависимость, а уменьшение последнего сказывается на возрастании дополнительного натяжения ΔT , приобретаемого витком наружного слоя намотки, от чего, в свою очередь, зависит плотность наматывания паковки, то становятся понятными причины повышения плотности намотки ровницы при использовании рогулек, оснащенных лапками с вращающимся роликом, о чем свидетельствуют результаты экспериментов, приведенные в [5].

ВЫВОДЫ

Разработана методика аналитического определения значения контактного радиуса наматывания при взаимодействии лапок рогулек разных типов с телом намотки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Соркин А.П. Нестационарные процессы наматывания ровницы и повышение эффективности крутильно-мотальных механизмов ровничных машин: Дис. ... докт. техн. наук. – Кострома, 1988.
2. Рекач В.Г. Руководство к решению задач по теории упругости. – М.: Высшая школа, 1966.
3. Соркин А.П., Бабаджанов С.Х., Сабитов С.В. Экспериментальное исследование деформации ровничной паковки при взаимодействии с лапкой рогульки. Депонирована в ЦНИИТЭИлегпищемаш 18.11.85. деп. №570 мл-Д85
4. Сухарев В.А., Матюшев И.И. Расчет тел намотки. – М.: Машиностроение, 1982.
5. Hauser Richard. // Melliand Ttextilber – 1961, №4, 42. P.373...374.

Рекомендована кафедрой теоретической механики и сопротивления материалов. Поступила 13.11.00.

ОПТИМИЗИРОВАННЫЙ ГРАФИТОПЛАСТ ДЛЯ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ, РАБОТАЮЩИХ В АГРЕССИВНЫХ ЖИДКОСТЯХ

И.И. КОМИССАРОВ

(Ивановская государственная текстильная академия)

Ротационное высокопроизводительное и качественное формование манекенов одежды из полимеров [1] возможно лишь при наличии разъемных, высокоточных, герметичных металлических формующих устройств. Практика показывает, что изготовление мастер-форм манекенов литьем в землю из силумина связано с техническими трудностями формирования боковых разъемов-стыков, имеющих сложные криволинейные пространственные поверхности, вызванные стремлением избежать поднутрений в конструкциях полуформ. Вместе с тем номенклатура манекенов младшей, средней и старшей возрастных групп составляет около 100 наименований и при их производстве требует адекватного количества тонкостенных формующих с решетками ребер жесткости устройств. Механическая ручная подгонка поверхностей стыков полуформ мастер-формы после получения отливок последних малоэффективна и не дает желаемого результата.

По мнению автора данной работы, проблемой создания высокоточных формующих устройств для ротационного формования манекенов из полимеров можно решать системным подходом:

– 1) с помощью снижения существующей номенклатуры манекенов при полном охвате полотиפורстовочных размеров;

– 2) применяя для изготовления тонкостенных мастер-форм метод интенсивной медной гальванопластики;

– 3) используя медные мастер-формы по назначению и в качестве моделей для

литья в землю из более легкого силумина при тиражировании.

Однако ввиду того, что равномерное и интенсивное перемешивание электролита с целью увеличения плотности катодного тока и интенсификации электрохимического процесса меднения с помощью сжатого воздуха вблизи катодной модели манекена (матрицы) малоэффективно вследствие особенностей замкнутого расположения анодных спрофилированных медных пластин, целесообразно кроме воздушного перемешивания организовать механическое перемешивание электролита в гальванованне высотой до одного метра с помощью двухопорной лопастной мешалки.

В основу разработанной конструкции съемной мешалки положено использование двух опорных подшипников (вкладышей) скольжения, материал которых обладает необходимой ударной прочностью, химической и фрикционной стойкостью.

Цель настоящей работы – разработка оптимизированного по отношению к износу и ударной вязкости состава пресс-материала для подшипников скольжения, работающих в агрессивных серно-кислых электролитах и опорных втулках тканенаправительных роликов красильно-отделочного оборудования. В качестве связующего композиционного материала брали фенолфурфурольно-формальдегидную смолу, обладающую очень высокой химической стойкостью к длительному действию агрессивных сред. Наполнителями для смолы горячего отверждения служили серебряный графит и алюмоборо-

силикатное стекловолокно, хорошая смазываемость которого в момент формования достигалась введением в композицию ортофосфорной кислоты.

Планирование эксперимента при поиске оптимальной износостойкости опытных

образцов графитопластов проводили при исследовании факторов, уровни и интервалы варьирования которых представлены в табл. 1.

Таблица 1

Наименование факторов	Условное обозначение	Уровни варьирования			Интервалы варьирования
		-1	0	+1	
Содержание графита q, %	\tilde{X}_1	20(40)	35(50)	50(60)	15(10)
Содержание стекловолокна d, %	\tilde{X}_2	5	12,5	20	7,5
Время выдержки при температуре прессования τ , мин/мм	\tilde{X}_3	2	3,5	5	1,5

Примечание. В скобках приведены данные, соответствующие новой области поиска параметра оптимизации.

Прессование образцов графитопластов осуществляли при температуре 150...160°C и удельном давлении 80 МПа. Объемный износ образцов, изготовленных на пресс-установке [2], определяли на машине трения 2070 СМТ-1. По окончании обработки результатов эксперимента получено неадекватное уравнение регрессии. Примем за центр нового полнофакторного эксперимента точку вблизи самого низкого значения износа ($q=50\%$; $d=12,5\%$; $\tau=3,5$ мин/мм), изменив тем самым область поиска оптимального решения (табл. 1) и уменьшив интервал варьирования \tilde{X}_1 (содержание графита). Тогда получим следующее адекватное уравнение в натуральном масштабе:

$$\hat{J} = -0,212 + 0,0083q + 0,0019d. \quad (1)$$

Поиск оптимума интенсивности изнашивания проводили методом наискорейшего спуска. В результате установлен из-

носостойкий графитопласт ФГ-1J с содержанием графита 40%, стекловолокна 5,1% и временем выдержки при прессовании $\tau=3,5$ мин на мм толщины образца. При этом интенсивность износа составляет $J=0,129$ мм³/км. Для стандартных образцов разработанного графитопласта средняя ударная вязкость $A=3,0$ кН·м/м².

В процессе обработки результатов эксперимента с образцами $\varnothing 8$ мм (высота 60 мм), испытанными на ударный срез на копре [2], показана неадекватность линейной математической модели. Вследствие этого принято решение при планировании и анализе эксперимента использовать ортогональное планирование второго порядка при исследовании факторов, уровни и интервалы варьирования которых приведены в табл. 2.

Факторы	Уровни варьирования					Интервалы варьирования
	-1,215	-1	0	+1	1,215	
q,%	16,8	20	35	50	53,2	15
d,%	3,39	5	12,5	20	21,6	7,5
τ, мин/мм	16,8	2	3,5	5	5,3	1,5

В результате получено следующее уравнение регрессии в кодированных величинах:

$$Y = 15,611 - 6,394X_1^2 - 2,583X_2^2 - 0,8X_1X_2. \quad (2)$$

Анализ данного уравнения показал, что два фактора, соответствующие содержанию графита и стекловолокна в графитопласте, влияют на критерий оптимизации. С переходом к натуральному масштабу математическая модель получает вид:

$$\hat{R} = -28,938 - 0,028q^2 + 2,047q - 0,046d^2 + 1,395d - 0,007qd. \quad (3)$$

Линейные коэффициенты в (3) одного порядка. Следовательно, полученная модель симметрична относительно всех коэффициентов.

Для поиска оптимума функции R (ударного среза) применим метод крутого

восхождения. При этом в качестве исходной точки возьмем нулевую точку с факторами q=35%; d=12,5%; τ=3,5 мин/мм.

Расчеты показывают, что уменьшение и увеличение переменных факторов по отношению к координатам исходной нулевой точки приводит к снижению параметра оптимизации. Ударная вязкость уменьшается также при поиске ее оптимума за пределами области эксперимента.

Оптимизированный состав (по массе) композиционного ударопрочного графитопласта ФГ-1R, обеспечивающего R=16,5 кН·м/м², следующий: содержание графита q=35%; стекловолокна d=12,5%; смолы фенолфурфурольно-формальдегидной - 52,5%.

Для оптимизированных графитопластов ФГ-1J и ФГ-1R определяли химическую стойкость по набухаемости - образцы в течение 40 суток выдерживались в 10% - ных растворах серной кислоты и щелочи NaOH, а также в воде. Результаты опытов обобщены в табл. 3.

Таблица 3

Жидкая среда	Графитопласт	Плотность, 10 ⁴ Н/м ³	Набухаемость за 40 суток, %, не более
10%-ный раствор H ₂ SO ₄	ФГ-1J	1,71	1
	ФГ-1R	1,69	4
	ДГ-2	1,72	1
10%-ный раствор NaOH	ФГ-1J		3
	ФГ-1R	то же	12
	ДГ-2		1
Вода	ФГ-1J		3
	ФГ-1R	то же	5,2
	ДГ-2		1,5

В табл. 3 приведены данные по графитопласту из пресс-материала ДГ-2, выпускаемого п/я А-3699 на основе фурфурол-диацетоновой смолы для подшипников скольжения – опорных втулок тканенаправительных роликов текстильного красильно-отделочного оборудования, работающих в жидкостях с рН 3...8. Обладая одинаковыми с графитопластом ФГ-1J ударной прочностью и химической стойкостью в кислой среде, этот материал менее технологичен, так как имеет более высокую температуру прессования 250°C.

ВЫВОДЫ

Разработаны оптимизированные составы композиционных графитопластов ФГ-1J и ФГ-1R по отношению

соответственно к износу и ударной вязкости.

На основе экспериментов установлена химическая стойкость графитопластов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Комиссаров И.И. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1996, № 6. С. 85...88.

2. Мелентьев П.В. // Пластические массы. – 1961, № 12. С.39.

Рекомендована кафедрой теоретической механики и сопротивления материалов. Поступила 12.01.01.

УДК 677.21.052

ИССЛЕДОВАНИЕ КОНТАКТНОЙ ПОЛОСКИ ВЫТЯЖНЫХ ПАР С УЧЕТОМ ПЕРЕКОСА ОСЕЙ НАЖИМНОГО ВАЛИКА И ЦИЛИНДРА

Н.К. ДАДАХАНОВ

(Наманганский инженерно-экономический институт)

Основными элементами вытяжного прибора являются вытяжные пары, состоящие из рифленого цилиндра и контактирующего с ним валика. Валик имеет эластичное покрытие, вследствие упругости которого контакт валика с цилиндром осуществляется по полоске, называемой линией зажима.

В целях обеспечения нормального процесса вытягивания ширина контактной полоски по длине контакта должна оставаться постоянной. При нарушении этого условия происходит выработка неравномерной по толщине пряжи по причине непрерывного изменения величины разводки между цилиндрами. В [1, 2] этот вопрос изучен достаточно подробно. Установлено, что пятно контакта нажимного валика с цилиндром за счет прогиба оси втулки на-

жимного валика приобретает форму трапеции. Наиболее же благоприятной для процесса вытягивания является ситуация, когда напряжение поля сил трения равномерно и пятно контакта имеет форму прямоугольника.

Вытяжная пара, состоящая из рифленого цилиндра и нажимного валика, при прижатии последних друг к другу некоторой силой образует в зажиме контактную полоску. В [3] нами предложена новая конструкция нажимного валика вытяжного прибора, где сдвоенные нажимные валики принимают устойчивое положение и распределение нагрузки между ними влияет на контактные полоски.

В связи с вышесказанным в настоящей работе исследуется влияние перекоса осей рифленого цилиндра и нажимного валика

на равномерность пятна контакта вытяжной пары. Эксперименты проводили на специальном стенде [2]. На призму устанавливался гладкий цилиндр. Поскольку в большинстве современных вытяжных приборов (СКФ, ВР-1) нажимной валик на выпускном цилиндре устанавливается с «завалом» вперед на 2 мм, на стенде валик также был установлен с такой же величиной «завала». Устанавливали валик в седелки. Седелки загружались сверху динамометром системы «Токаря». Для создания перекоса оси валика использовали специальное приспособление с винтом, поворачивая который можно регулировать величину перекоса. Нагрузку валика осуществляли поворотами винта, величину нагрузки отсчитывали с помощью показаний индикатора динамометра.

Опыты проводили в трехкратной повторности при нагрузках 60, 120, 180 и 240 Н, угол перекоса α при этом составлял 0, 2° и 4°. Пятно контакта фиксировали с помощью фотопленки Микрат-900Н путем установки ее в зажим вытяжной пары в темноте с последующим засвечиванием пленки фотовспышкой. Зажатый участок пленки давал белый фон, незажатый – темный. Обработку отпечатков выполняли по методике [2]. Каждый нажимной валик условно делили на правую и левую стороны.

По коэффициенту неравномерности контактной полоски нажимного валика при угле, равном 0, 2° и 4°, построены графики зависимостей коэффициента неравномерности C от угла перекоса (рис. 1-а, б; а – правая сторона валика; б – левая) при различных усилиях прижима валика и цилиндра, а также зависимость C от усилия прижима P для левой и правой сторон валика.

Анализ графиков показывает, что с ростом нагрузки и угла перекоса неравномерность контакта возрастает до 20% ($P=240\text{Н}$ и $\alpha=4^\circ$). При угле перекоса, равном 0, при всех значениях нагрузки на валик коэффициент неравномерности ниже, чем при наличии перекоса. Сравнивая графики, можно отметить, что изменение

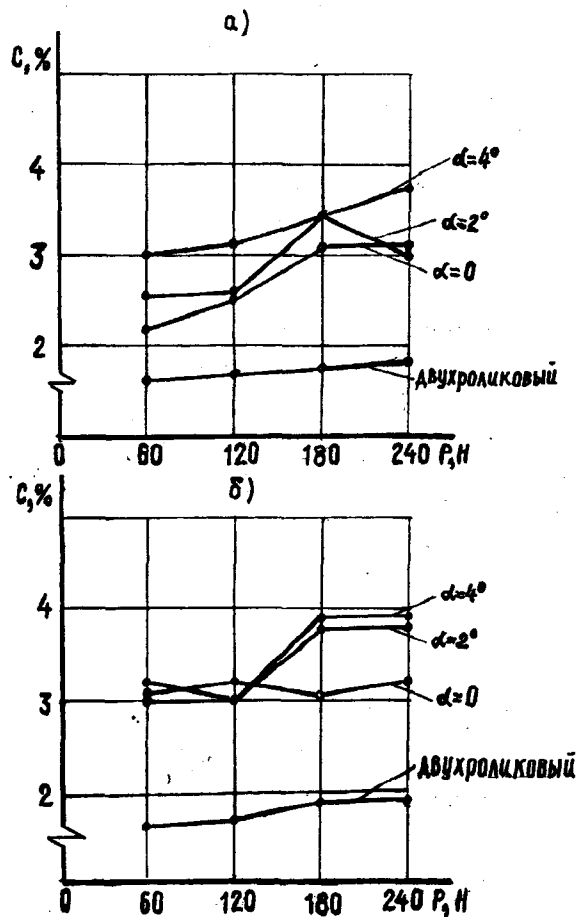


Рис. 1

коэффициента неравномерности в зависимости от угла перекоса просматривается слабее. Это можно объяснить влиянием перекоса в нагрузке. Действительно, в ходе проведения опытов замечено, что при перекашивании оси валика одна сторона пластины седелки – передающая нагрузку непосредственно на ось нажимного валика, отрывается от оси. Следовательно, вся нагрузка передается на ось валика посредством одной пластины, что вызывает перекос при нагрузке на валик и в результате влияет на коэффициент неравномерности контактной полоски.

На рис. 1-а, б изображен график изменения коэффициента неравномерности контактной полоски в зависимости от усилия прижима P валика к цилиндру. Нижняя кривая – для сдвоенного валика.

Из графика следует, что коэффициент неравномерности сдвоенного валика увеличивается всего с 1,6 до 1,75% в случае изменения усилия прижима от 60 до 240 Н при 0° , хотя для обычных валиков он намного выше даже при 0° . Сдвоенный валик не позволяет изменять угол перекося ввиду его устойчивости.

ВЫВОДЫ

В результате исследований контактной полоски вытяжной пары показано, что при перекося осей валика и цилиндра коэффициент неравномерности контактной полоски увеличивается на 10...15%. При использовании новой конструкции нажимного валика (со сдвоенными валиками) ко-

эффициент неравномерности снижается на 40...50%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белов М.Ф. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1964, № 6. С. 46...53.
2. Шукуров М.М., Мусаханов Р.А. Вопросы совершенствования вытяжных приборов машин прядильного производства //ОИ. – УзНИИТИ. Ташкент, 1991.
3. Шукуров М.М. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1997, № 1. С. 120...122.

Рекомендована кафедрой машин и аппаратов текстильных машин. Поступила 06.10.00.

УДК 621.34:62-50

**К АНАЛИЗУ ВЛИЯНИЯ УПРУГИХ СВЯЗЕЙ
В СИСТЕМЕ СТАБИЛИЗАЦИИ НАТЯЖЕНИЯ ТКАНИ**

В.Ф. ГЛАЗУНОВ, В.Т. ФИЛИЧЕВ

(Ивановский государственный энергетический университет)

В процессе промышленной эксплуатации электроприводов отделочных агрегатов текстильной промышленности возникают условия появления периодической пульсирующей нагрузки на рабочих валах. Это связано как с кинематическим возбуждением случайных колебаний отжимных пар [1,2], обусловленным пропуском швов ткани, так и с возможным эксцентриситетом направляющих роликов в зоне обработки, вызывающим периодические колебания измеряемого натяжения.

Как показывает опыт [3], в таких электромеханических системах упругие механические элементы могут существенно влиять и на амплитуду колебаний скорости двигателя, и на величину колебаний его тока якоря.

Необходимость ограничения колебаний скорости определяется технологическими требованиями, а уменьшение колебаний тока якоря снижает возникающий дополнительный нагрев двигателя, улучшает его коммутацию. В связи с этим анализ вынужденных колебаний и способы их устранения в электроприводах машин для обработки ткани имеет важное практическое значение.

Оценку влияния параметров упругих связей на динамические характеристики АСР натяжения материала выполним в системе двухмашинного агрегата (рис.1), представленного рабочими органами технологических машин 1 и 2, кинематически

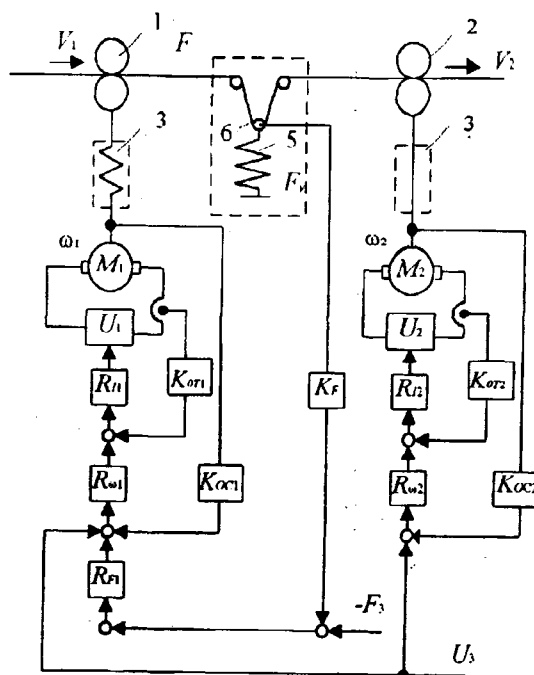


Рис. 1

связанных через упругие клиноременные передачи 3 с валами приводных двигателей M1 и M2. Приводные двигатели получают питание от индивидуальных тиристорных преобразователей U_{1,2}, а система регулирования натяжения материала построена по принципу подчиненного регулирования [4]. Датчик натяжения имеет упругий элемент (пружину) 5 и измерительный ролик 6, а оптимизация контуров тока и скорости выполнена по известным соотношениям без учета упругости кинематических звеньев [4].

Оценим влияние упругости механической передачи в системе регулирования скорости ведомой машины вне системы стабилизации натяжения материала.

Моделирование системы подчиненного регулирования с учетом двухмассовой системы двигатель – упругое звено – рабочий орган выполним в соответствии со структурной схемой (рис.1) для системы двухмашинного агрегата с электродвигателями типа П52 ($P_H=8$ кВт; $U_H=220$ В; $I_H=43,5$ А; $\Omega_H=157$ 1/с; $J_1=0,4$ кг·м²; $J_2=0,4$ кг·м²; $R_B=0,2690$ Ом, $2p=4$), с преобразователями с $k_n=25$, $T_n=0,007$ с и параметрами системы регулирования:

регулятор тока РТ:

$$H_{PT}(s) = \frac{T_{я}s + 1}{T_{я}s}, \quad T_{я}=0,03 \text{ с,}$$

$$T_T=0,15 \text{ с, } k_{OT}=0,115;$$

регулятор скорости РС:

$$H_{PC}(s) = k_{PC} \frac{\tau_1 s + 1}{\tau_1 s},$$

$$k_{PC}=10,6; \tau_1=0,056 \text{ с; } k_{OC}=0,064.$$

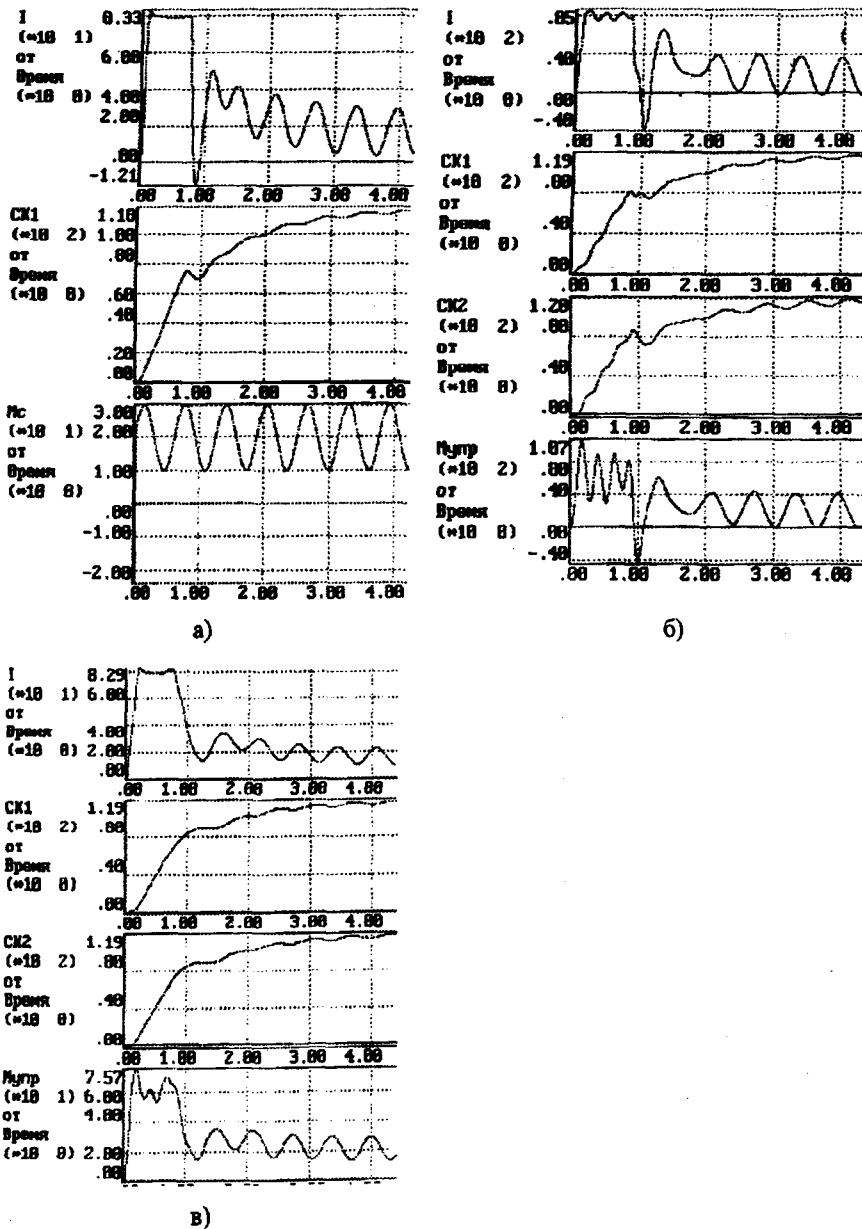


Рис. 2

На рис.2 изображены кривые переходных процессов при пуске в системе с абсолютно жесткой кинематикой (а) и с учетом упругости передачи (б) при наличии пульсаций момента сопротивления, из анализа которых следует, что ременная передача существенно влияет на динамику системы: на 25% увеличивается амплитуда колебаний момента двигателя и на 30% – нагрузка в передаче в квазиустановившемся режиме; увеличились колебания скорости.

В [5] даны рекомендации по коррекции настройки регулятора скорости в системе подчиненного регулирования с двухмассовой упругой системой.

При выборе параметров регулятора скорости в системах с упругой передачей следует оптимизировать электромеханическую связь, то есть достигнуть подавления электроприводом упругих колебаний при возможно большем быстродействии.

Оптимальной настройкой ПИ-регулятора скорости с передаточной функцией в соответствии с [5]

$H_{pc}(s) = k'_{pc} \frac{\tau'_1(s)+1}{\tau_1}$ будет такая, при которой

$$k'_{pc} = \frac{k_{pc}}{k}, \quad \tau'_1 = \frac{4}{\sqrt{q}\Omega_{12}},$$

где k_{pc} – коэффициент усиления регулятора скорости в “жесткой” системе;

$q = \frac{J_1}{J_1 + J_2}$; Ω_{12} – собственная частота упругих колебаний механической системы.

Значение k определяется по номограмме $k=f(q, T_{m1}\Omega_{12})$ [5].

В конкретном (рассматриваемом) случае для $q=0,5$ и $T_{m1}\Omega_{12} = 0,06 \cdot 27,4 = 1,6$; $k=1,6$; $k'_{pc}=6,6$ и

$$H_{pc}(\tau) = \frac{0,2s + 1}{0,03s}.$$

На рис.2-в представлены аналогичные переходные процессы пуска скорректированной системы, показывающие демпфирование момента двигателя и упругого момента.

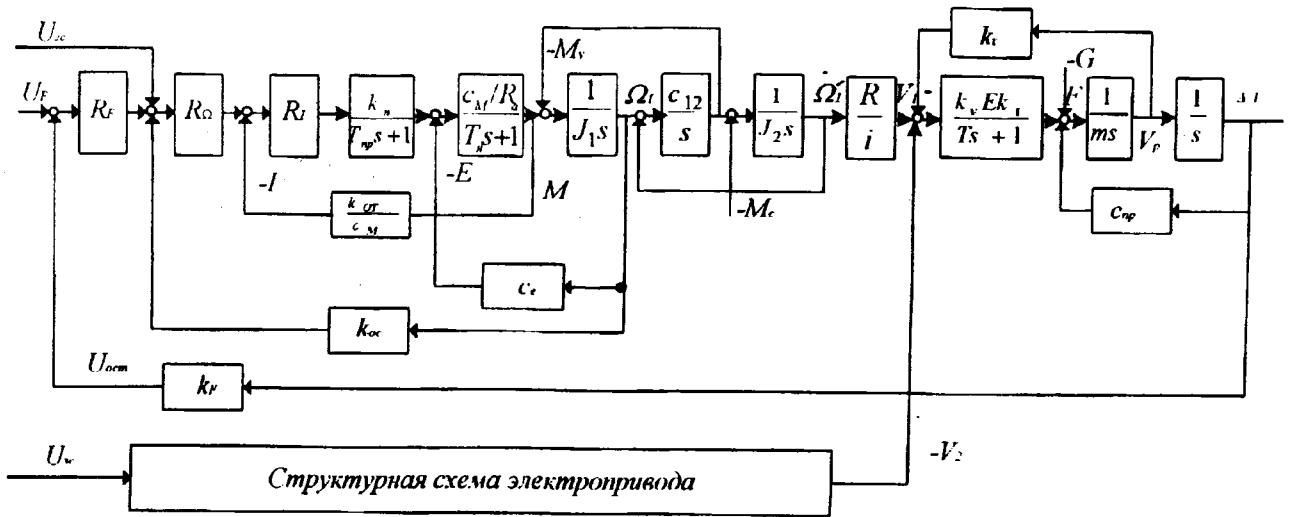


Рис. 3

Исследование переходных процессов в замкнутой по натяжению полотна системе двухмашинного агрегата и анализ влияния пружинного датчика натяжения, являюще-

гося звеном с явно выраженной упругостью, выполнено в соответствии со структурной схемой рис. 3 и системой уравнений:

$$V_1 F \left(s \frac{l}{V_1} + 1 \right) = E_0 (V_2 - V_1 \pm k_r V_p),$$

$$k_r F - C_{np} \Delta l - G = m_p s^2 \Delta l,$$

$$U_{ост} = k_F \Delta l,$$

$$U_{п} = k_{п} [U_{3v} - k_{RT} (U_{3T} - U_{ост})], (1)$$

$$U_{п} = c_e \Omega_1 + \frac{R_a}{c_m} M + \frac{L_a}{c_m} s M,$$

$$M - M_y = J_1 s \Omega_1,$$

$$M_y - M_c = J_2 s \Omega_2,$$

$$s M_y = c_{12} (\Omega_1 - \Omega_2),$$

где $V_{1,2p}$ – линейные скорости материала соответственно на входе и выходе зоны деформации и измерительного ролика, м/с; l – длина ткани в зоне деформации, м; F, E_0 – натяжение полотна и приведенный к его ширине модуль упругости, Н; G – вес неуравновешенных частей датчика, Н; $s = d/dt$; k_r – коэффициент, учитывающий угол охвата ролика движущимся полотном; Δl – линейное перемещение ролика, м; $m_p = 2$ – масса ролика, кг; c_{np} – жесткость пружины, Н/м; k_F, k_{RT} – коэффициенты передачи датчика и регулятора натяжения, $k_F = 0,051, k_{RT} = 0,048$.

На основании приведенной системы уравнений (1) запишем передаточную функцию

$$H_{F_0}(s) = \frac{F_0(s)}{V_1(s) - V_2(s) \pm k_r V_p(s)} = H_{12}(s) H_3(s) = \frac{k_v k_r k_y E_0}{\left(T_T T_y s^3 + T_y s^2 + \left(T_T + \frac{k_r^2 k_v E_0}{c_{np}} \right) s + 1 \right)} \left(\frac{k_{п} k_{RT} 1 / c_e}{T_{M1} \gamma T_{12}^2 s^3 + \gamma T_{12}^2 s^2 + T_{M\Sigma} s + 1} \right), (2)$$

$$\text{где } T_y = \frac{m_p}{c_{np}}; T_T = \frac{l}{V_1}; k_y = \frac{k_F}{c_{np}};$$

$$T_{M1} = \frac{J_1 R}{c_e c_M}; T_{M\Sigma} = \frac{(J_1 + J_2) R}{c_e c_M};$$

$$T_{12} = \sqrt{\frac{c_{12} (J_1 + J_2)}{J_1 J_2}}; \gamma = \frac{J_1 + J_2}{J_1}.$$

Анализируя знаменатель передаточной функции (2) в области реальных параметров датчика, ткани и параметров упругой кинематической системы, представим функцию (2) в виде:

$$H_{F_0}(s) \cong \frac{k_v k_r k_y E_0 k_{п} k_{RT} 1 / c_e}{\left[T_{M1} \gamma T_{12}^2 + \left(T_T + \frac{k_r^2 k_v E_0}{c_{np}} \right) \gamma T_{12}^2 + T_y T_{M\Sigma} + T_T T_y \right] s^3 + \left[\gamma T_{12}^2 + \left(T_T + \frac{k_r^2 k_v E_0}{c_{np}} \right) T_{M\Sigma} + T_y \right] s^2 + \left[T_T + \frac{k_r^2 k_v E_0}{c_{np}} + T_{M\Sigma} \right] s + 1} (3)$$

Рассматривая знаменатель передаточной функции (3) и обозначая коэффициенты при s^3 , s^2 и s соответственно a_3 , a_2 и a_1 , убедимся, что выполняется условие

$$a_1 \gg \frac{a_2}{a_1} - \frac{a_3}{a_1^2},$$

а, значит, знаменатель (3) можно записать следующим образом:

$$H_{F_0}(s) \equiv$$

$$\equiv \frac{k_v k_r k_y E_0 k_n k_R T 1/c_e}{(a_1 s + 1) \left[\frac{a_3 s^2}{a_1} + \left(\frac{a_2}{a_1} - \frac{a_3}{a_1^2} \right) s + 1 \right]}. \quad (4)$$

На логарифмических частотных характеристиках разомкнутой системы имеем соответствующие (4) частоты перегиба

$$\omega_1 = \frac{1}{a_1} = \frac{1}{T_{M\Sigma} + T_T + \frac{k_r^2 k_v E_0}{c_{пр}}};$$

$$\omega_2 = \sqrt{\frac{a_1}{a_3}} = \sqrt{\frac{T_{M\Sigma} + T_T + \frac{k_r^2 k_v E_0}{c_{пр}}}{T_{M1} \gamma T_{12}^2 + \left(T_T + \frac{k_r^2 k_v E_0}{c_{пр}} \right) \gamma T_{12}^2 + T_y T_{M\Sigma} + T_y T_T}}.$$

Для сохранения запаса устойчивости при вариациях параметра E_0 необходимо стабилизировать частоту среза системы [6], обеспечив обратное пропорциональное модулю изменение ω_1 и пропорциональное изменение для ω_2 .

Этого можно добиться при

$$T_{M\Sigma} + T_T < \frac{k_r k_v E_0}{c_{пр}} \quad (5)$$

и высокой частоте собственных колебаний Ω_{12} .

Таким образом, при разработке датчика натяжения в случае представления электропривода ведомой машины двухмассовой упругой системой возможен выбор его параметров, позволяющих получить ми-

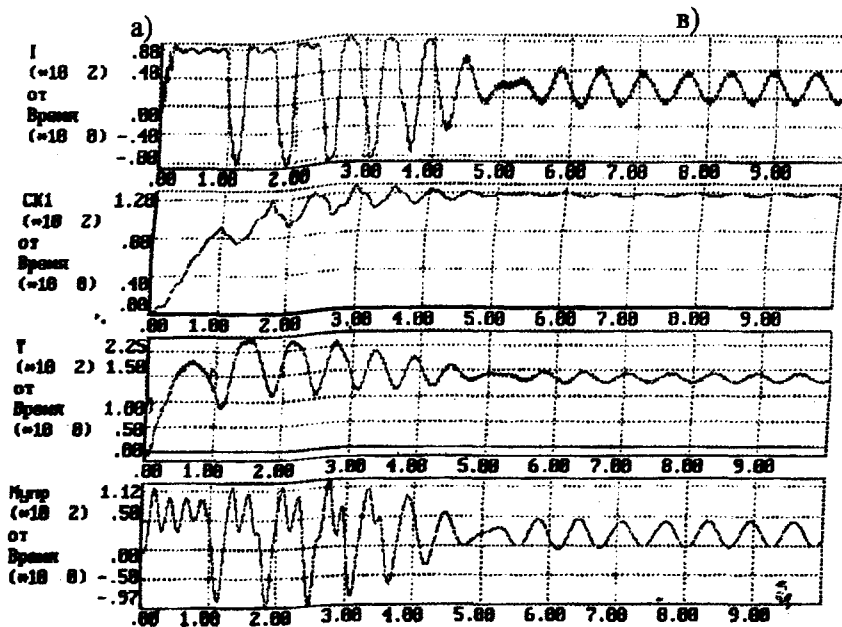
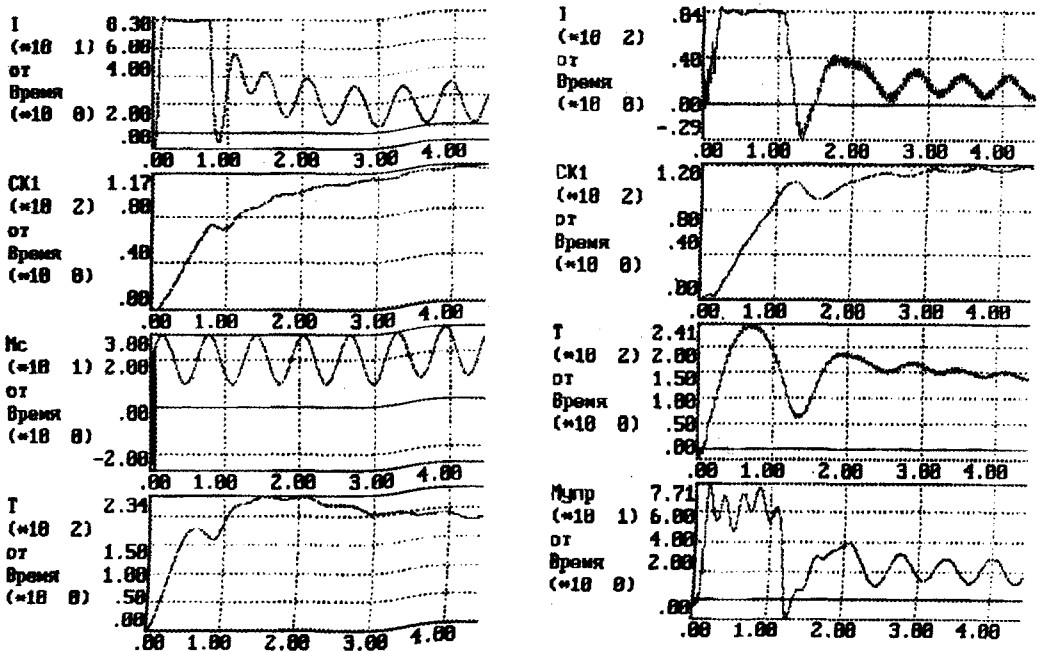
нимальную чувствительность устройства к вариации модуля упругости ткани.

Предварительную количественную оценку степени влияния процессов, происходящих в датчике натяжения и в ткани, определим по известному коэффициенту связи [4]:

$$k_c = \frac{k_r k_v E_0 \Omega_{12}}{c_{пр} \sqrt{1 + T_T^2 \Omega_{12}^2}},$$

где $E_0 = 2 \cdot 10^3$ Н; $k_r = 2$; $c_{пр} = 4 \cdot 10^3$ Н·м; $T_T = 0,5$ с.

Полученное значение $k_c = 0,1$ [3] свидетельствует о незначительном взаимном влиянии процессов в датчике и ткани в конкретном случае.



б)

Рис. 4

На рис.4-б изображены кривые переходных процессов в замкнутой по натяжению системе двухмашинного агрегата при периодическом изменении нагрузки.

Изменения момента двигателя и упругого момента ведомой машины практически не отличаются от значений, которые были в отдельной системе регулирования скорости ведомой машины.

При коррекции регулятора скорости ведомой машины колебания моментов

(рис.4-в) приближаются к значениям в «жесткой» системе (рис.4-а).

При анализе переходных процессов в рассмотренной системе для случая безынерционного датчика натяжения ($m=0$) получены такие же колебания момента двигателя и упругого момента, что подтверждает малую электромеханическую связь процессов в датчике и ткани ($k_c=0,1$) и их влияние на поведение электромеханической системы в целом.

ВЫВОДЫ

1. Синтез систем замкнутых по натяжению при периодической пульсирующей нагрузке на валах рабочих машин необходимо выполнять с учетом упругости звеньев.

2. Использование настройки регулятора скорости с учетом параметров упругой механической системы позволяет уменьшить колебания момента двигателя и упругого момента практически до значений в абсолютно жесткой системе.

3. При коэффициенте электромеханической связи $k_c < 0,1$ допустимо представление датчика натяжения безынерционным звеном. Выбор параметров датчика натяжения, уменьшающих чувствительность устройства к вариации параметров модуля упругости ткани, определяется полученным соотношением (5).

ЛИТЕРАТУРА

1. Бойко С.В. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1996, №5. С.72...75.
2. Кокурин Э.В., Фомин Ю.Г. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1992. № 6. С.101...104.
3. Ключев В.И. Ограничение динамических нагрузок электроприводов. – М.: Энергия, 1971. С. 36...53.
4. Глазунов В.Ф., Литвинский А.Н. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1980. №4. С.60...63.
5. Шестаков В.М. // Электричество. – 1978. № 10. С.50...54.
6. Глазунов В.Ф., Тарарыкин С.В. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1980. №1. С.76...80.

Рекомендована кафедрой электропривода и автоматизации. Поступила 07.12.00.

УДК 677.02

О МОДЕЛИРОВАНИИ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПАКОВОК РУЛОННОГО ТИПА

А.Ю. КУТЬИН, Ю.К. КУТЬИН

(Ивановская государственная текстильная академия,
Ивановский научно-исследовательский институт хлопчатобумажной промышленности)

Воздействие на процесс наматывания длинномерных материалов множества случайных дестабилизирующих факторов приводит к тому, что воспроизводимые в результате этого процесса цилиндрические паковки имеют разную структуру и плотность намотки, неодинаковые текущие и конечные радиусы, длину материала и количество совершенных ими оборотов [1]. Разматывание таких паковок на стойке шлихтовальной машины или навоев на двухполотенных ткацких станках сопровождается значительными экономическими потерями [2].

Очевидно, чтобы эффективно управлять процессом наматывания длинномерных материалов, нужно его описать и определить параметры, подлежащие регулированию.

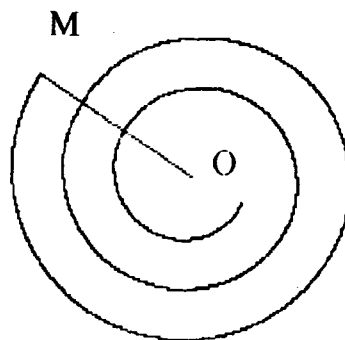


Рис. 1

Рассмотрим простую плоскую модель, когда движение точки наматывания материала относительно паковки можно описать линией, образованной одновременно равномерным движением точки М по лучу

ОМ и равномерным вращением указанного луча вокруг центра О (рис. 1). Геометрическое место точек, образованных такой линией, известное как спираль Архимеда, описывается уравнениями:

$$\rho = Vt + \rho_0, \quad (1)$$

$$\rho = \frac{V}{\omega} \theta + \rho_0, \quad (2)$$

где ρ – текущий радиус катушки; V – скорость перемещения точки наматывания по лучу ОМ, t – время вращения паковки ($t = \theta/\omega$); θ – угол, на который повернулась паковка за время наматывания материала ($\theta = 2\pi n$); n – количество оборотов паковки; ω – угловая скорость паковки; $V/\omega = \text{const}$ – параметр спирали ($a = V/\omega = d\rho/d\theta$) или иначе – скорость перемещения точки наматывания по ее полярному радиусу (по лучу ОМ) в полярных координатах; ρ_0 – радиус основания паковки.

На основании формулы (2) известным методом спрямления спирали получим выражение для определения длины наматываемого материала [3]:

$$L = \frac{a\theta^2}{2} + \rho_0\theta = 2\pi n(\pi na + \rho_0) = \frac{\rho^2 - \rho_0^2}{2a}. \quad (3)$$

С учетом (3) средняя объемная плотность катушки $\gamma_{\text{ср}}$ определяется с помощью выражений

$$\gamma_{\text{ср}} = \frac{mL}{\pi N(\rho^2 - \rho_0^2)}, \quad (4)$$

$$\gamma_{\text{ср}} = \frac{b}{2a}, \quad (5)$$

где m – масса единицы длины материала; N – раскладка фланцев основания паковки; $b = m/\pi N$.

При описании процесса формирования партионных сновальных паковок $m = MT$, где M – число нитей в заправке; T – линейная плотность пряжи.

Анализ выражений (2..4) позволяет сделать следующие выводы. Во-первых, эти выражения связывают в единое целое основные технологические параметры и по существу являются моделью формирования цилиндрической паковки с заданной структурой без изменения плотности катушки и без смещения витков при ее формировании [1]. Во-вторых, системы управления, предназначенные для формирования тождественных паковок, должны поддерживать фактический радиус катушки равным теоретическому. Точное воспроизведение зависимости (2) обеспечивает тождественность паковок по радиусам, по длине материала и по плотности катушки. И третий вывод: формирование паковок в соответствии с заданной моделью позволяет воздействовать на катушку с переменным усилием, адекватно действующим случайным факторам. Например, при случайном увеличении линейной плотности пряжи в сновании усилие автоматически увеличивается, а при уменьшении – ослабляется. Последнее очень важно с точки зрения формирования качественного ткацкого навоя [2].

В то же время, выражение (2) применительно к описанию катушки можно использовать лишь в качестве аппроксимирующей функции, так как существующие сновальные и шлихтовальные машины работают при постоянной линейной скорости наматываемого материала ($v = \omega\rho = \text{const}$). С увеличением радиуса угловая скорость падает, следовательно, для сохранения параметра a постоянным необходимо снижать скорость V по тому же закону, что и угловую ω , а значит, увеличивать усилие прижима укатывающего органа к телу катушки. Иными словами, когда параметр $a = d\rho/d\theta = \text{const}$, а его изменение

$\chi = d^2\rho/d\theta^2 = 0$, усилие прижима укатывающего органа к телу намотки с ростом угла поворота паковки θ увеличивается. Такой режим работы практически неосуществим, поскольку возможность увеличивать усилие прижима ограничена возможностями двигателя, вращающего паковку.

Вследствие этого рассматриваемая модель используется только для описания достаточно тонкого по толщине слоя, а чтобы описать с ее помощью формирование всей паковки в целом, намотка разбивается на ряд равных по толщине слоев, в каждом из которых величины скорости a и плотности постоянны, но от слоя к слою изменяются. Такой подход является достаточно универсальным, так как позволяет описать любой закон наматывания длинномерного материала на паковку. В частности, именно на этой основе был создан алгоритм управления формированием идентичных сновальных паковок на модернизированной машине СП-140. Воспроизведение идентичных паковок позволило в шлихтовании все валы на стойке шлихтовальной машины разматывать с равными значениями угловой скорости и тем самым резко сократить отходы мягкой пряжи, а также решить задачу выравнивания натяжения групп нитей по ширине полотна ткацкого навоя.

Сделанные теоретические выводы и практические результаты подтверждаются работами [1,2,4,5].

Учитывая информацию об изменении χ параметра a , рассмотрим более сложную модель, когда

$$\chi = \frac{d^2\rho(\theta)}{d\theta^2} = \text{const} > 0. \quad (6)$$

Проинтегрировав выражение (6), выразим скорость точки наматывания (в полярных координатах), следующим образом:

$$a = a_n + \chi\theta, \quad (7)$$

где a_n – начальная скорость перемещения точки наматывания по ее полярному радиусу (в полярных координатах).

Рассчитаем значение χ по формуле

$$\chi = (a_k - a_n)/\theta_k, \quad (8)$$

где θ_k – значение угла поворота паковки при завершении процесса ее формирования; a_k – конечная скорость перемещения точки наматывания по ее полярному радиусу (в полярных координатах).

Интегрирование выражения (7) позволяет получить зависимости радиуса и длины намотки от угла поворота паковки [3]:

$$\rho = \int a d\theta = a_n\theta + \frac{\chi\theta^2}{2} + \rho_0, \quad (9)$$

$$L = \frac{a_n\theta^2}{2} + \frac{\chi\theta^3}{6} + \rho_0\theta. \quad (10)$$

При увеличении угла поворота θ текущий радиус возрастает по параболической зависимости (9) и расстояние между витками спирали при возрастании θ увеличивается. Если количество оборотов, совершенных паковкой ($\theta = 2\pi n$), использовать как аргумент и учесть (5), то выражения (9) и (10) можно записать иначе:

$$\rho = \pi n \left(\frac{b}{\gamma_n} + 2\chi\pi n \right) + \rho_0, \quad (11)$$

$$L = \pi n \left(\frac{4\chi\pi^2 n^2}{3} + \frac{b\pi n}{\gamma_n} + 2\rho_0 \right), \quad (12)$$

где γ_H – плотность начального слоя
намотки.

Величину χ также можно представить
иначе:

$$\chi = \frac{b(1/\gamma_K - 1/\gamma_H)}{4\pi n_K}, \quad (13)$$

где γ_K – плотность последнего слоя
намотки; n_K – количество оборотов
паковки при завершении процесса ее
формирования.

Плотность намотки определяется с
помощью формулы (4). Причем
зависимость $\gamma_{cp}(n)$ имеет практически
линейный характер. Таким образом, как и
в предыдущем случае, очевидна
существенная зависимость структуры
намотки, ее геометрических параметров и
размеров от скорости a перемещения точки
наматывания (в полярных координатах).

Рассмотрим третий вариант движения
точки наматывания, когда изменение χ
параметра a обратно пропорционально
углу поворота паковки θ :

$$\chi = \frac{d^2 \varrho(\theta)}{d\theta^2} = \frac{c}{\theta} > 0, \quad (14)$$

где c – константа и $1 \leq \theta \leq \theta_K$.

В данном случае скорость точки
наматывания (в полярных координатах)
при возрастании θ будет увеличиваться по
логарифмической зависимости:

$$a = a_H + c \ln \theta. \quad (15)$$

Соответственно изменятся выражения
для радиуса и длины намотки:

$$\varrho = a_H \theta + c \theta (\ln \theta - 1) + \varrho_0, \quad (16)$$

$$L = \frac{\theta^2}{2} (a_H + c \ln \theta - 1,5c) + \varrho_0 \theta, \quad (17)$$

где $c = (a_K - a_H) / \ln \theta_K$.

При увеличении угла поворота θ
возрастание радиуса замедляется (16), то
есть расстояние между витками спирали
при возрастании θ уменьшается. Если
использовать как аргумент количество
оборотов n , совершенных паковкой, то (16)
и (17) можно представить в виде

$$\varrho = \pi n \left[\frac{b}{\gamma_H} + 2c (\ln(2\pi n) - 1) \right] + \varrho_0, \quad (18)$$

$$L = 2\pi^2 n^2 \left[\frac{b}{2\gamma_H} + c \ln(2\pi n) - 1,5c \right] + 2\pi n \varrho_0. \quad (19)$$

Плотность намотки определяется по
формуле (4). Зависимость $\gamma_{cp}(n)$ имеет
нелинейный характер и соответствует
традиционному варианту формирования
паковок с фиксированным усилием
прижима укатывающего органа к намотке
[1].

Три представленных варианта описания
движения точки наматывания можно
интерпретировать следующим образом.
Если $a = \text{const}$, то сила со стороны
укатывающего органа уравновешивается
силой реакции со стороны намотки и
вследствие этого точка наматывания
равномерно перемещается по полярному
радиусу. Расстояние между витками
спирали остается постоянным и плотность
намотки не меняет своего значения. Когда
 $a = a_H + \chi \theta$, то сила реакции со стороны
намотки больше, чем сила со стороны
укатывающего органа и их
равнодействующая постоянна. В том
случае, когда $a = a_H + c \ln \theta$, сила реакции
со стороны намотки больше, чем сила со
стороны укатывающего органа, но с
ростом n она уменьшается по причине
происходящих внутри намотки процессов:
возрастающего давления вышележащих
слоев намотки на нижележащие,
релаксации напряжения в слоях намотки и

изменения их положения в результате действия сил сжатия и упругости. Это означает, что с ростом n внутри катушки происходит смещение витков относительно геометрического центра паковки [4].

Как упоминалось ранее, на базе первого из вариантов описания движения точки наматывания создан алгоритм управления, использующийся для формирования тождественных сновальных паковок на модернизированных машинах СП-140 в производственных предприятиях ООО «Тезинка» (г. Шуя Ивановской обл.) и ЗАО «Истомкинская прядильно-ткацкая фабрика» (г. Ногинск Московской обл.) [2]. Привлекательность других представленных здесь моделей обусловлена, в первую очередь, тем, что их параметры достаточно легко определяются на основе исходных данных формируемых паковок. Вместе с тем перспективы их дальнейшего использования будут выяснены с помощью быстродействующего программируемого контроллера, для которого на основе этих моделей создаются алгоритмы управления формированием паковок. Сочетание моделирования и микропроцессорного управления существенно ускорит исследовательские работы в области новой технологии формирования тождественных паковок с оптимальными параметрами, характеризующими напряженную структуру катушки.

ВЫВОДЫ

Проектирование катушки длинномерных материалов заключается, прежде всего, в выборе характера изменения

скорости перемещения точки наматывания по полярному радиусу. Выбранная зависимость определяет структуру катушки, включая ее геометрические параметры и размеры.

Тождественности формируемых паковок можно достигать с помощью активного отвода укатывающего органа от тела катушки. Достаточно фактический радиус катушки поддерживать равным теоретическому. В этом случае воздействие на катушку происходит с переменным усилием, адекватно действующим случайным факторам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кутьин А.Ю. Малоотходная технология формирования ткацкого навола на основе получения идентичных сновальных паковок : Дис. ... канд. техн. наук. – Иваново, 1997.
2. Кутьин А.Ю., Кутьин Ю.К. // Текстильная промышленность. – 1999, № 11. С.29...31.
3. Зайцев В.П. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1970, № 3. С.56...61.
4. Кутьин А.Ю., Маховер В.Л. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1998, № 3. С.40...44.
5. Кутьин Ю.К. и др. // Текстильная промышленность. – 1998, № 4. С.35...36.

Рекомендована кафедрой прикладной математики и информационных технологий. Поступила 25.01.01.

УДК 677.017.622:[677.017.56:536.21]

**МЕТОД РАСЧЕТА ВОЗДУХОПРОНИЦАЕМОСТИ ТКАНЕЙ
В ОКРЕСТНОСТИ ПЕРЕДНЕЙ КРИТИЧЕСКОЙ ТОЧКИ
В УСЛОВИЯХ ОБДУВА (ВЕТРА)***И.П. КОРНЮХИН, И.В. ПЯТЕНКОВ*

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

Настоящая статья посвящена исследованию воздухопроницаемости тканей и пакетов тканей в условиях обдува (ветра). Ранее поставлены задачи исследования [1], определены значения продольной и поперечной составляющих коэффициента проницаемости [2]. Найдены и теоретически обоснованы поля давлений в окрестности передней критической точки, а также получены значения скоростей фильтрации воздуха через ткань в режимах обдува, когда под образцом ткани существует избыточное давление, и в режиме обдува с прососом, когда давление под тканью равно атмосферному [3]. Показано также, что в широком диапазоне изменения скоростей набегающего потока наблюдается линейный характер зависимости между скоростью фильтрации и перепадом давления на ткани [3].

В работе предлагаются два метода расчета воздухопроницаемости тканей в окрестности критической точки: первый – упрощенный – основан на учете только поперечной фильтрации воздуха через ткань, второй – строгий – учитывает фильтрацию как в поперечном, так и в продольном направлениях.

Рассмотрим первый из этих методов. Возможность его использования обосновывается следующими оценками порядка

величин. Для установки, описанной в [2,3], на основе данных, полученных в [3], отношение составляющих градиента давления $\text{grad } p$ в продольном и поперечном направлениях по порядку величины равно 10^{-2} ; отношение продольной и поперечной составляющих вектора $k \text{ grad } p$ (k – коэффициент проницаемости по Дарси), характеризующих продольную и поперечную составляющие скорости по порядку величины, равно 0,5. Таким образом, в окрестности критической точки преобладает фильтрация в поперечном направлении.

Для расчета используются найденное в [3] поле давлений над образцом $p(r, w_\infty)$ (r – текущее значение радиуса, отсчитываемое от центра образца; w_∞ – скорость набегающего потока воздуха) и величина давления под образцом p_0 (в режиме обдува с прососом $p_0=0$), которые позволяют найти зависимость $\Delta p(r, w_\infty)$. Помимо этого к расчету привлекалась полученная в [2] при прососе воздуха через образец зависимость скорости фильтрации от перепада давления $w(\Delta p)$. Эти данные позволили найти поле локальных скоростей фильтрации $w(r)$, а среднюю скорость фильтрации определить как среднеинтегральную:

$$\bar{w} = \frac{1}{\pi R^2} \int_0^R w(r) 2\pi r dr, \quad (1)$$

где R – радиус образца.

Заметим, что упрощенный метод расчета воздухопроницаемости, основанный на использовании уравнения (1), можно применять для окрестности критической точки и при нелинейном характере зависимости $w(\Delta p)$. Однако вдали от критической точки, где поперечная и продольная составляющие градиента давления становятся соизмеримыми, использовать уравнение (1) оснований нет.

Рассмотрим второй (строгий) метод расчета, учитывающий обе составляющие скорости фильтрации. Благодаря линейному характеру зависимости $w(\Delta p)$ составляющие скорости фильтрации можно представить на основе закона Дарси:

$$w_r = -\frac{k_r}{\mu} \frac{\partial p}{\partial r}, \quad w_z = -\frac{k_z}{\mu} \frac{\partial p}{\partial z}, \quad (2)$$

где индексы r и z относятся соответственно к радиальным (продольным) и поперечным составляющим скорости фильтрации и коэффициента проницаемости; μ – динамическая вязкость воздуха.

Используя уравнение неразрывности в цилиндрической системе координат

$$\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r w_r) + \frac{\partial}{\partial z} w_z = 0, \quad (3)$$

с учетом (2) получим уравнение Лапласа относительно поля давлений внутри ткани, рассматриваемой в качестве анизотропной среды:

$$\frac{k_r}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial p}{\partial r} \right) + k_z \frac{\partial^2 p}{\partial z^2} = 0. \quad (4)$$

При решении (4) использованы следующие граничные условия (ГУ):

$$p|_{z=0} = p_0, \quad p|_{z=\delta} = p_\delta(r), \quad p|_{r=0} < \infty,$$

$$p|_{r=R} = p_0 + (p_\delta(R) - p_0) \frac{z}{\delta}. \quad (5)$$

Первое из них описывает постоянное давление под тканью, второе – найденное в [3], поле давлений над тканью, третье характеризует ограниченность величины давления в центре образца (в передней критической точке) и четвертое – линейность поля давления на окружности, по которой крепился образец в экспериментах.

Поставленную задачу удобнее решать относительно безразмерного перепада давлений:

$$\Pi = \frac{p - p_0}{p_m - p_0},$$

где p_m – максимальное давление в системе в передней критической точке при набегающем потоке на непроницаемый образец.

В связи с введенным определением уравнение (4) и ГУ (5) преобразуются к виду

$$\frac{\partial^2 \Pi}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial \Pi}{\partial r} + \gamma^2 \frac{\partial^2 \Pi}{\partial z^2} = 0, \quad (6)$$

$$\Pi|_{z=0} = 0, \quad \Pi|_{z=\delta} = \Pi_\delta(r),$$

$$\Pi|_{r=0} < \infty, \quad \Pi|_{r=R} = \Pi_\delta(R) \frac{z}{\delta}, \quad (7)$$

где величина $\gamma^2 = k_z/k_r$.

Задача (6), (7) решается методом разделения переменных, для чего искомую функцию представляют в виде произведения функций от каждой из переменных:

$$\Pi(r, z) = X(r)Z(z), \quad (8)$$

в результате чего (6) распадается на два независимых уравнения

$$\frac{\partial^2 X}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial X}{\partial r} + \vartheta^2 X = 0,$$

$$\frac{\partial^2 Z}{\partial z^2} - \vartheta^2 \gamma^2 Z = 0, \quad (9)$$

где через ϑ обозначены собственные числа задачи.

При $\vartheta = 0$ решение первого из уравнений (9) имеет вид

$$X_0 = c_1 \ln r + c_2 \quad (10)$$

и в силу ограниченности в нуле (третье из ГУ (7)) константа $c_1 = 0$. При $\vartheta \neq 0$ ограниченным в нуле решением этого уравнения являются функции Бесселя первого рода нулевого порядка [4]:

$$X_n = b_n J_0\left(\vartheta_n \frac{r}{R}\right), \quad (11)$$

где b_n – константы, а ϑ_n – собственные числа задачи, являющиеся корнями уравнения $J_0(\vartheta) = 0$, значения которых приведены в [5].

Решение второго из уравнений (9) при $\vartheta = 0$ линейно по z и фактически совпадает с последним из ГУ (7):

$$Z_0 = \Pi_\delta(R) \frac{z}{\delta}, \quad (12)$$

а при $\vartheta \neq 0$ с учетом первого из граничных условий (7) оно имеет вид

$$Z_n = d_n \operatorname{sh}\left(\vartheta_n \gamma \frac{z}{R}\right). \quad (13)$$

В соответствии с (8) и найденными в (10...13) функциями X , Z общее решение уравнения (6) можно представить в виде бесконечного ряда:

$$\Pi = \Pi_\delta(R) + \sum_{n=1}^{\infty} a_n \operatorname{sh}\left(\vartheta_n \gamma \frac{z}{R}\right) J_0\left(\vartheta_n \frac{r}{R}\right). \quad (14)$$

Получение частного решения задачи, связанное с необходимостью определения коэффициентов ряда (14), требует привлечения второго из ГУ (7). При $z = \delta$ функция Π в уравнении (14) определяет поле давлений на поверхности ткани со стороны набегающего потока воздуха и должна совпадать с функцией $\Pi_\delta(r)$ из (7). Как отмечалось выше, эта последняя функция получена ранее в [3].

Таким образом,

$$\Pi_\delta(r) = \Pi_\delta(R) + \sum_{n=1}^{\infty} a_n \operatorname{sh}\left(\vartheta_n \gamma \frac{\delta}{R}\right) J_0\left(\vartheta_n \frac{r}{R}\right).$$

Эта формула представляет собой разложение известной функции в бесконечный ряд по системе нормированных на отрезке $0 \leq r \leq R$ с весом r/R функций Бесселя. Процедура определения коэффициентов a_n такого разложения известна [6]. Домножая обе части этой формулы на $r J_0(\vartheta_n r/R)/R$ и интегрируя в пределах от 0 до R , найдем значения коэффициентов a_n в виде

$$a_n = \frac{2 \int_0^R (\Pi_\delta(r) - \Pi_\delta(R)) \frac{r}{R} J_0\left(\vartheta_n \frac{r}{R}\right) dr}{R \operatorname{sh}\left(\vartheta_n \gamma \frac{\delta}{R}\right) J_1^2(\vartheta_n)}, \quad (15)$$

где $J_1(\vartheta)$ – функция Бесселя первого рода первого порядка.

При расчете значений a_n применительно к режиму обдува, когда избыточное давление под образцом $p_0 \neq 0$, интегрирование в (15) производилось численно методом Симпсона. В режиме обдува с прососом при $p_0 = 0$ согласно результатам, полученным в [3], разность безразмерных давлений в (15) можно представить уравнением параболы в форме

$$\Pi_{\delta}(r) - \Pi_{\delta}(R) = 1 - c \frac{r^2}{R^2},$$

где c – константа.

В этом случае интегрирование можно выполнить аналитически (интегральные формулы для функций Бесселя, например, в [7]) с привлечением интегрирования по частям, что дает

$$a_n = \frac{2[J_1(\vartheta_n) - c(J_1(\vartheta_n) - 2J_2(\vartheta_n))]}{\text{sh}\left(\vartheta_n \gamma \frac{\delta}{R}\right) J_1(\vartheta_n)}, \quad (16)$$

где $J_2(\vartheta)$ – функция Бесселя второго порядка.

$$w_z(r) = -\frac{k_z}{\mu} \left[(p_{\delta}(R) - p_0) \frac{1}{\delta} + (p_m - p_0) \frac{\gamma}{R} \sum_{n=1}^{\infty} a_n \vartheta_n J_0\left(\vartheta_n \frac{r}{R}\right) \right].$$

Знак минус в этой формуле связан с тем, что ось z направлена навстречу потоку воздуха.

$$\bar{w} = \frac{k_z}{\mu} \left[\frac{p_{\delta}(R) - p_0}{\delta} + 2(p_m - p_0) \frac{\gamma}{R} \sum_{n=1}^{\infty} a_n J_1(\vartheta_n) \right]. \quad (17)$$

Как и следовало ожидать, в соответствии с предпосылками, на которых базируется метод, скорость фильтрации линейно зависит от перепада давления. Для экспе-

Таким образом, (14) совместно с определениями (15) и (16) коэффициентов ряда позволяет найти поле давлений внутри образца как функцию радиальной и аксиальной координат. Теперь по второй из формул (2) с учетом приведенного выше определения Π нетрудно найти поле аксиальной составляющей скорости в образце $w_z(r, z)$. Вычисление этой функции при $z=0$, то есть на нижней поверхности образца, дает значения локальной скорости фильтрации как функции радиуса:

Воспользовавшись определением (1), найдем среднюю величину скорости фильтрации:

риментальной проверки результатов теоретического анализа использовали опытные данные из [3].

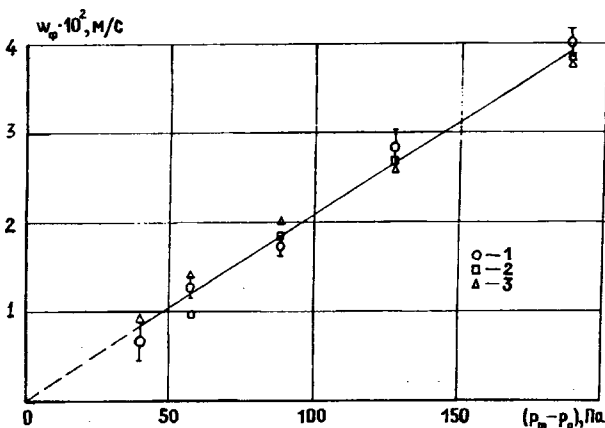


Рис. 1

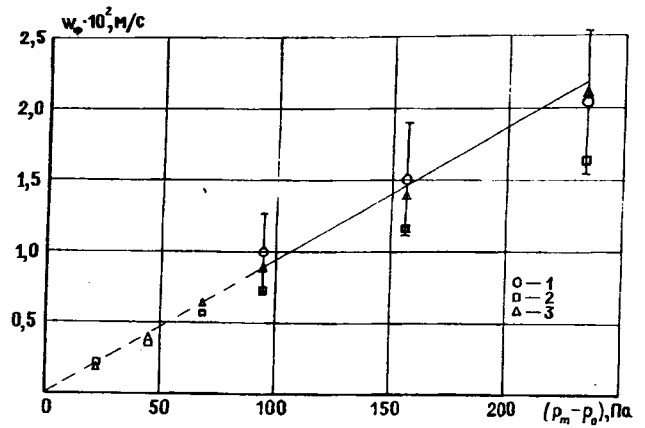


Рис. 2

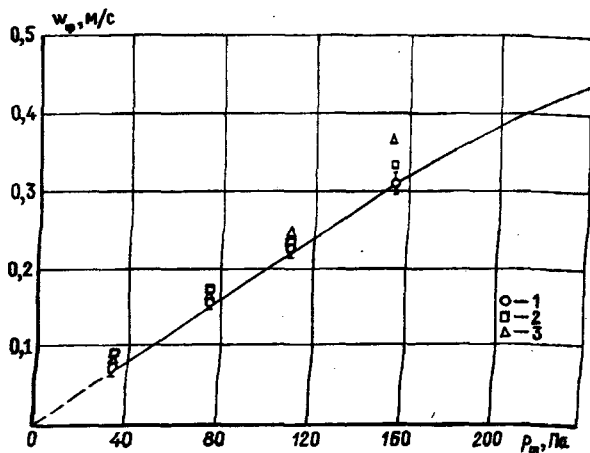


Рис. 3

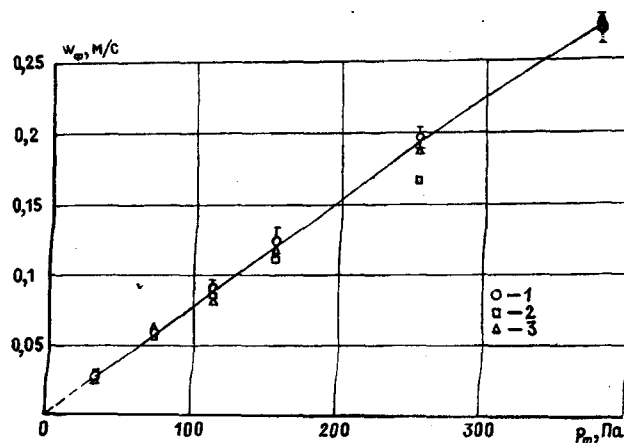


Рис. 4

Сопоставление предложенных методов расчета с экспериментом проведено на графиках, представленных на рис. 1...4, для двух тканей арт. 206 (рис. 1 и 3) и арт. 3303 (рис. 2 и 4) в двух описанных выше режимах обдува (рис. 1 и 2) и обдува с прососом (рис. 3 и 4). На этих графиках точки 1 – экспериментальные; 2 – точки, найденные по первому, приближенному методу, не учитывающему продольной фильтрации; 3 – точки, рассчитанные по второму методу, основанному на линейной теории фильтрации. Вертикальными отрезками представлена статистическая погрешность экспериментальных данных, определенная с 95%-ной доверительной вероятностью.

В режимах обдува для обеих тканей – менее плотной арт. 206 и более плотной арт. 3303 – в пределах погрешности эксперимента наблюдается линейная зависимость скорости фильтрации от перепада давления. В режиме обдува с прососом, при избыточном давлении под тканью $p_0=0$, линейный характер теоретической зависимости (17) согласуется с экспериментом при избыточных давлениях (скоростных напорах) в передней критической точке, равных примерно 180 Па для менее плотной и 350 Па для более плотной ткани. Эти значения скоростного напора соответствуют скоростям набегающего потока около 16 и 23 м/с. Как указывалось в [3], в пакетах тканей скоростной напор будет перераспределяться между отдельными слоями, так что на каждом слое будет

“срабатываться” меньший скоростной напор. Таким образом, при рассмотрении фильтрации воздуха в пакетах линейный подход можно распространить и на область больших скоростей набегающего потока.

Для ткани арт. 3303 в обоих режимах приближенный метод расчета дает несколько заниженные, хотя в режиме обдува и лежащие в пределах погрешности, значения скорости фильтрации, что, по-видимому, связано с пренебрежением продольной фильтрацией. Это позволяет использовать приближенный метод лишь для относительно мало плотных тканей в окрестности передней критической точки. В то же время подход, основанный на линейной теории фильтрации, может использоваться для описания фильтрации воздуха через отдельные ткани и ткани, входящие в состав пакета в широком диапазоне скоростей набегающего потока воздуха.

ВЫВОДЫ

Получена согласующаяся с экспериментом по воздухопроницаемости тканей в условиях обдува (ветра) теоретическая модель, основанная на линейной теории фильтрации и учитывающая как поперечную, так и продольную составляющие скорости фильтрации. Показана возможность использования этого подхода для описания фильтрации воздуха через отдельные тка-

ни и ткани в пакетах в широком диапазоне скоростей набегающего потока воздуха.

ЛИТЕРАТУРА

1. Корнюхин И.П. // Вестник МГТА. – М.: МГТА, 1995.
2. Корнюхин И.П., Пятенков И.В. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1998, №5. С.106...109.
3. Корнюхин И.П., Пятенков И.В., Марюшин Л.А. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1999, №6. С.122...125.

4. Камке Э. Справочник по обыкновенным дифференциальным уравнениям. – М.: Наука, 1971.
5. Справочник по специальным функциям / Под ред. М. Абрамовица, И. Стиган. – М.: Наука, 1979.
6. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики. – М.: Наука, 1972.
7. Бейтмен Г., Эрдейи А. Высшие трансцендентные функции. Т.2. – М.: Наука, 1974.

Рекомендована кафедрой промышленной теплоэнергетики. Поступила 01.02.01.

УДК 697.922

РАСЧЕТ АКУСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОМЫШЛЕННОГО ПЫЛЕСОСА ДЛЯ ТКАЦКОГО ПРОИЗВОДСТВА

О.С. КОЧЕТОВ

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

Актуальность настоящей работы была обусловлена необходимостью проведения работ по снижению виброакустической активности пылеуловителя Т-1 на Рижском заводе текстильного оборудования (РЗТО, 1991г.), при эксплуатации которого наблюдалось превышение уровней шума, регламентированных ГОСТ 12.1.003–83 [1, 2].

Разработана методика расчета и создана конструкция [3] аэродинамического глушителя шума комбинированного типа, который состоит из звукопоглощающих элементов, расширительной камеры и резонансных полостей, причем активная часть глушителя (звукопоглощающие элементы облицовки камеры) входит составной частью в реактивную, образуя камерный глушитель, параллельно с которым работает резонансный глушитель, расположенный в его корпусе.

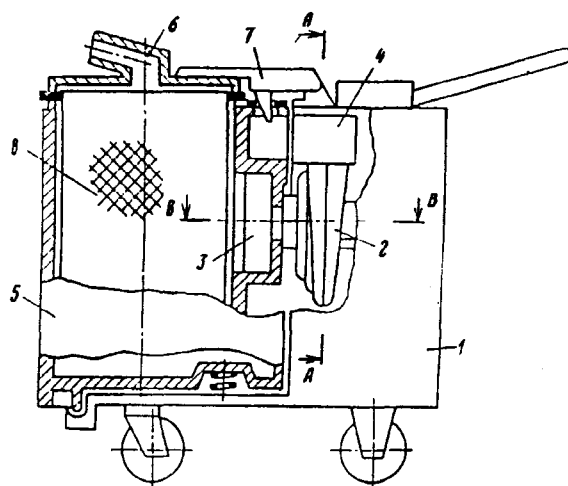


Рис. 1

На рис.1 изображен общий вид промышленного пылесоса Т-1, содержащего корпус 1, побудитель 2 тяги с входным 3 и выходным 4 патрубками, пылесборник 5 с крышкой 6 и механизм 7 фиксации пылесборника в корпусе. Фильтрующий элемент 8 расположен внутри пылесборника 5.

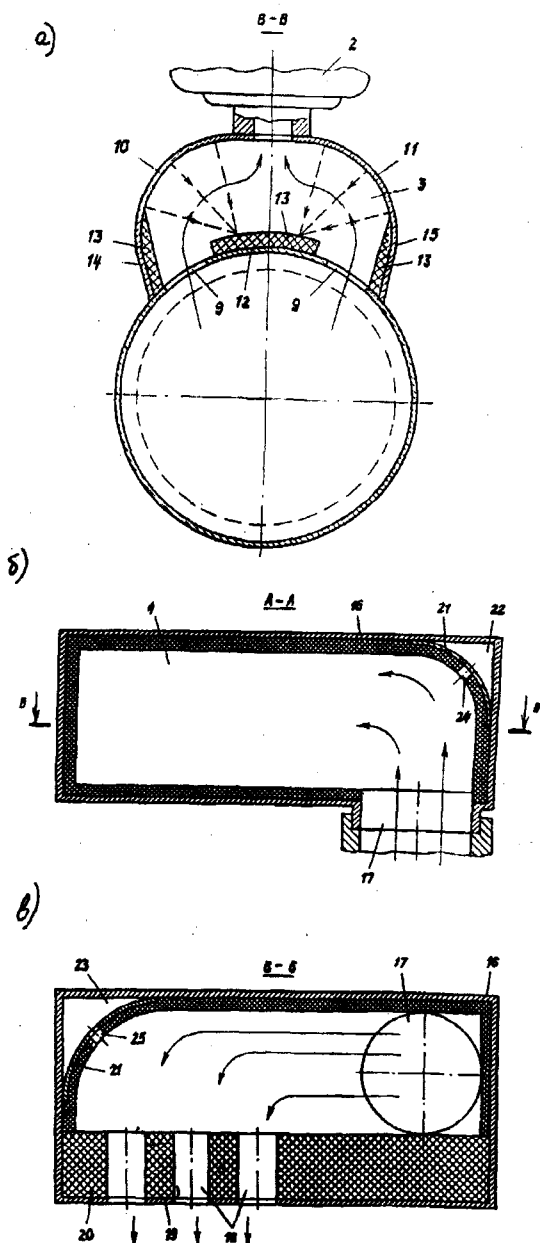


Рис. 2

На рис. 2-а, б, в показаны конструкции входного и выходного глушителей шума пылесоса: а – на входе побудителя тяги; б – на выходе (фронтальный разрез); в – на выходе (поперечный разрез). Входной патрубок 3, являющийся комбинированным глушителем шума на входе, жестко связан с пылесборником 5 с охватом окон 9. Боковые поверхности 10 и 11 входного патрубка (рис.2-а) выполнены изогнутыми и имеют форму кривых, фокус которых

находится на перемычке 12, разделяющей окна 9. Последняя облицована звукопоглощающим материалом 13, причем прилегающие к изогнутым поверхностям плоскости 14 и 15 также обработаны звукопоглотителем 13. Выходной патрубок 4, являющийся комбинированным глушителем шума на выходе, содержит корпус 16 коробчатой формы (рис.2-б, в) с отверстиями. Отверстие 17 – входное и соединено с побудителем тяги 2. Другие отверстия 18 являются выходными и лежат в плоскости 19 (обработанной звукопоглотителем 20 и перпендикулярной плоскости расположения отверстия 17). Отверстия 18 сообщаются с атмосферой.

По ходу потока воздуха в углах корпуса 16 установлены экраны 21, фокус которых лежит в плоскости 19 выходных отверстий 18, выполненных в звукопоглотителе 20. Полости 22 и 23, образованные экранами 21 и корпусом 16 – резонирующие и соединены с полостью камеры глушителя отверстиями 24 и 25, которые являются горловинами соответствующих резонаторов Гельмгольца.

Входной патрубок служит реактивным камерным глушителем шума, настроенным на частоту среза 400 Гц, ибо треть-октавный анализ уровней звукового давления (УЗД) пылесоса Т-1 в т. № 2 (на расстоянии 1 м от входного патрубка) со снятым шлангом для насадок пылесоса показал наличие максимума в спектре со среднегеометрической частотой 500 Гц. Такая настройка позволит глушителю пропускать звук ниже граничной частоты 400 Гц, препятствуя распространению колебаний звуковых волн, частота которых выше граничной. Следует отметить, что экраны 21 в выходном патрубке и изогнутые боковые поверхности 10 и 11 во входном фокусируют звуковые волны соответственно на звукопоглощающие поверхности 20 и 12, где происходят необратимые потери звуковой энергии в результате диссипации ее в порах звукопоглотителя, в диапазоне частот порядка 2000...8000 Гц, что дополнительно увеличивает эффективность шумоглушения.

Рассмотрим расчет и настройку глушителя шума на выходе побудителя тяги. Подсчитаем частоту лопастного шума от побудителя тяги (центробежного вентилятора) на частоте вращения $f = nz/60 = (11200 \cdot 12)/60 = 2240$ Гц, где n – число оборотов диска в минуту; z – число лопаток на диске.

Поскольку необходимо снизить шум в широкополосном спектре частот с 400 до 2240 Гц и выше, глушитель шума выполнен комбинированным (состоящим из звукопоглощающих элементов, расширительной камеры и резонансных полостей). Рассчитаем камерный глушитель шума, внутренние поверхности которого имеют звукопоглощающую облицовку. В диапазоне высоких частот, когда размеры камеры в несколько раз превышают длины волн, звуковое поле в ней приобретает диффузный характер. Условие диффузности звука в объеме выражается неравенством

$$f > \frac{c}{\sqrt[3]{V_k}}, \quad (1)$$

где $c = 340$ м/с – скорость звука в воздухе; $V_k = L_k B_k H_k = 0,42 \cdot 0,12 \cdot 0,146 = 7,4 \cdot 10^{-3}$ – объем камеры в м³.

Тогда для нашего случая частота, с которой начинается диффузность звука в камере, определится так:

$$f > \frac{340}{\sqrt[3]{7,4 \cdot 10^{-3}}} = 1789,5 \text{ Гц.}$$

Для диапазона частот 1789,5...8000 Гц потери звуковой мощности в камере глушителя со звукопоглощающей облицовкой из пенополиуретана будут иметь вид:

$$\Delta L = 10 \lg \left(1 + \frac{\alpha_k S_k}{F_0} \right), \quad (2)$$

где S_k , α_k – площадь внутренних поверхностей камеры и коэффициент их звукопоглощения; F_0 – площадь выходного отверстия в камере.

В нашем случае выходное отверстие представлено восемью отверстиями 18 диаметром $d_0 = 44$ мм, а входное – одним отверстием $d_{вх} = 92$ мм. Тогда $F_0 = 0,012$ м²; $F_{вх} = 6,6 \cdot 10^{-3}$ м²; $S_k = 0,24$ м². Подсчитаем потери звуковой мощности для полос со среднегеометрическими частотами 2000 Гц ($\alpha_k = 0,85$); 4000 Гц ($\alpha_k = 0,8$); 8000 Гц ($\alpha_k = 0,75$):

$$\begin{aligned} \Delta L_{2000} &= 10 \lg \left(1 + \frac{\alpha_k S_k}{F_0} \right) = \\ &= 10 \lg \left(1 + \frac{0,85 \cdot 0,24}{0,012} \right) = 12,5 \text{ дБ;} \end{aligned}$$

$$\Delta L_{4000} = 12,3 \text{ дБ}; \quad \Delta L_{8000} = 12 \text{ дБ.}$$

Таким образом, установлено, что эффективность камерного глушителя в диапазоне высоких частот 2000...8000 Гц, когда звуковое поле в объеме камеры приобретает диффузный характер, составляет 12...12,5 дБ.

Для снижения шума в низкочастотной области 250...1000 Гц служит реактивная часть камерного глушителя шума, который пропускает звук ниже граничной частоты $f_{гр}$ (для нашего случая выберем $f_{гр} = 295$ Гц), препятствуя распространению колебаний звуковых волн (их частота превышает граничную). Обычно в таких расчетах выбирают граничную частоту пропускания шума, а затем рассчитывают объем камеры глушителя шума исходя из габаритных размеров пылесоса:

$$V_k = \frac{c^2 S}{4\pi^2 l_{тп} f_{гр}^2}, \quad (3)$$

где c – скорость звука в воздухе (340 м/с);
 $S = \pi d_{\text{вх}}^2 / 4$ – площадь проходного сечения
 трубопровода; $d_{\text{вх}}$ – диаметр трубопрово-
 да, соединяющего вентилятор с глушителем;
 $l_{\text{тр}}$ – длина участков трубопрово-
 да соответственно до и после камеры, м:

$$V_k = \frac{c^2 S}{4\pi^2 l_{\text{тр}} f_{\text{гр}}^2} =$$

$$= \frac{340^2 \cdot 6,6 \cdot 10^{-3}}{4 \cdot 3,14^2 \cdot 0,03 \cdot 295^2} = 7,4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3.$$

Расчетная эффективность камерного
 глушителя шума для нашего случая оказа-
 лась небольшой (всего 2 дБ). Это связано с
 тем, что степень расширения $m = 2,65$
 очень незначительна, однако увеличить ее
 реально не позволяют габаритные разме-
 ры, отведенные под глушитель шума в пы-
 лесосе.

Для решения задачи повышения эф-
 фективности глушителя шума рассмотрим
 схему встроенного резонансного реактив-
 ного глушителя, включающего полости 22
 и 23, образованные экранами 21 и корпу-
 сом 16 (они резонирующие и соединены с
 полостью камеры глушителя отверстиями
 24 и 25, служащими горловинами соответ-
 ствующих резонаторов Гельмгольца). Фи-
 зический эффект работы такого глушителя
 основан на том, что при резонансном сов-
 падении собственной и возбуждающей
 частот амплитуда скорости колебаний воз-
 духа в горле резонатора (– это отверстия
 24 и 25) резко возрастает, вызывая значи-
 тельные (при наличии трения) потери
 энергии падающей звуковой волны (эф-
 фект резонатора Гельмгольца).

Максимальное поглощение энергии для
 одиночного резонатора наблюдается на
 резонансной частоте:

$$f_p = \frac{c}{2\pi} \sqrt{\frac{K_p}{V_p}}, \quad (4)$$

где K_p – проводимость отверстий, со-
 единяющих трубопровод с резонаторной
 камерой объемом V_p (м^3):

$$K_p = \frac{S_p}{l_p + 0,8d_p}, \quad (5)$$

где $S_p = \pi d_p^2 / 4 = 3,14 \cdot 0,005^2 / 4 = 3,9 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$ –
 площадь проходного сечения отверстия
 горла резонатора диаметром d_p , м^2 ; l_p –
 глубина отверстия, м.

Задаввшись резонансной частотой
 $f_p = 2240$ Гц (для настройки резонансной
 части глушителя на частоту "лопастного"
 импульсного шума вентилятора) и пара-
 метрами горловины резонатора (проводи-
 мостью отверстий $K_p = 0,28 \text{ м}$), определим
 величину объема V_p резонаторной поло-
 сти согласно габаритным размерам глуши-
 теля:

$$V_p = \frac{c^2 K_p}{4\pi^2 f_p^2} =$$

$$= \frac{340^2 \cdot 0,28}{4 \cdot 3,14^2 \cdot 2240^2} = 1,64 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3.$$

Эффективность резонатора на частоте
 2200 Гц равна 14,1 дБ; на частоте 2300 Гц
 – 11,3 дБ, а уже на частоте 2000 Гц она
 уменьшается до 2,2 дБ. Следовательно, в
 системах глушения шума вентиляционных
 систем их наиболее целесообразно приме-
 нять только в случаях, когда необходимо
 добиться снижения стабильной по частоте
 интенсивной тональной составляющей,
 какой в нашем случае является состав-
 ляющая лопастного шума, равная 2240 Гц.

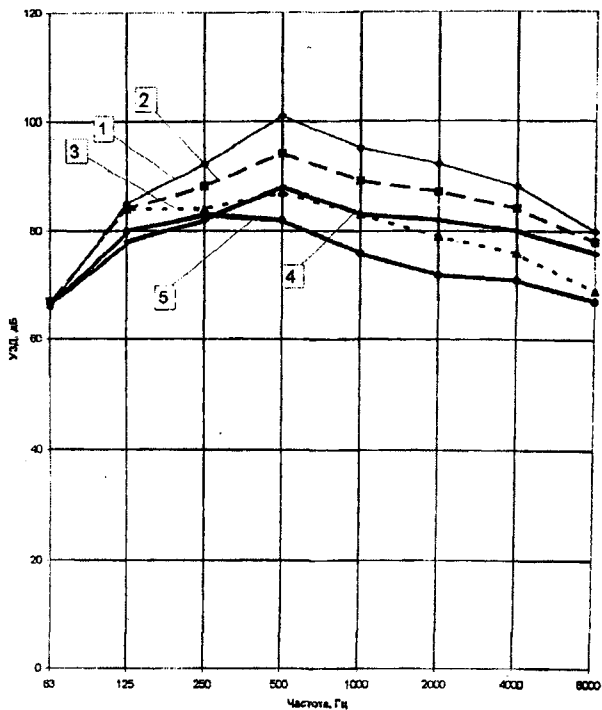


Рис. 3

В экспериментальном цехе РЗТО проведены испытания различных схем аэродинамических глушителей шума в т. № 2 (на расстоянии 1 м от входного сопла). Из представленных на рис.3 результатов, где кривая 1 – т. №2 (без шланга на входе и без глушителя на выходе); кривая 2 – т. №2

(шланг и глушитель на выходе без резонансных полостей и звукопоглощающей облицовки камеры); кривая 3– т. №2 (шланг и глушитель на выходе без резонансных полостей, но с облицовкой камеры ЗПМ); кривая 4 – т. №2 (без шланга, но с глушителем на выходе); кривая 5– т. №2 (шланг и глушитель на выходе с резонансными полостями и с облицовкой камеры ЗПМ), можно заключить, что снижение шума реактивным однокамерным глушителем шума имеет место в низкочастотной области начиная с 250 Гц, то есть выбор для расчета $f_{гр} = 295$ Гц явился обоснованным. Эффективность в этом случае в диапазоне частот 250...1000 Гц (кривые 1 и 2) составила 4...7 Гц. Увеличение эффективности по сравнению с расчетной (2 дБ на частоте 500 Гц) можно объяснить наличием в глушителе поворота потока на 90°, что вызвало увеличение потерь звуковой мощности. Облицовка камеры глушителя звукопоглощающим материалом (ЗПМ) позволила снизить уровни звукового давления в диапазоне частот 2000...8000 Гц (кривая 3) на 8...9 дБ (расчетная эффективность в этом диапазоне составляет 12...12,5 дБ).

Пылесос Т-1

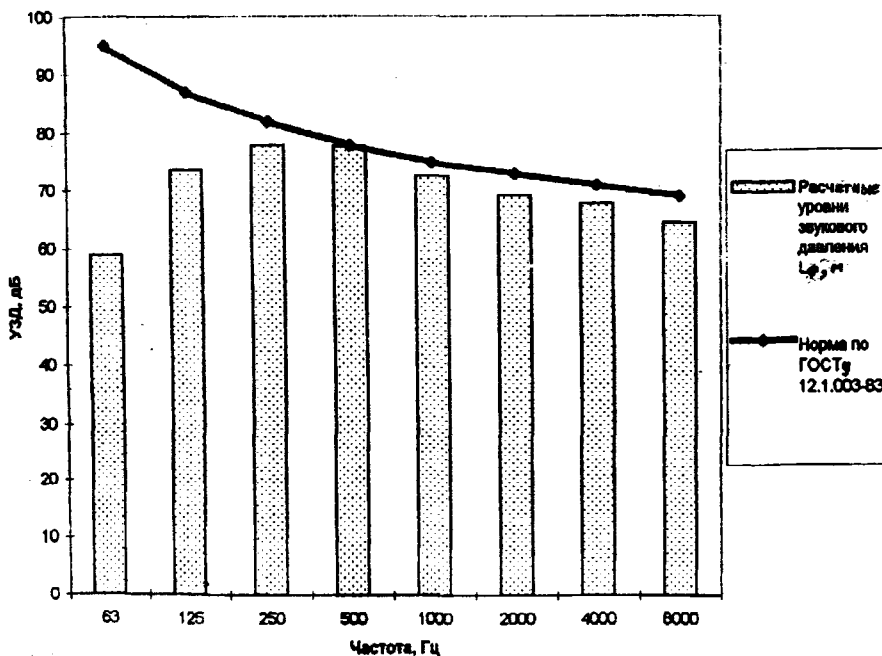


Рис. 4

Эффективность облицовки камерного глушителя, полученная экспериментальным путем, оказалась ниже расчетной на 3...4 дБ по той причине, что расчетная формула для определения теоретической эффективности справедлива для соосного расположения входного и выходного отверстий одного диаметра. В нашем случае имеет место поворот потока на 90° , а выходной патрубок представлен 8 отверстиями диаметром 44 мм. Эффективность резонансной части глушителя составила на частоте 2000 Гц – 7 дБ (кривая 5), а на частоте 4000 Гц – 5 дБ (для настройки резонансной части глушителя выбрана частота $f_p = 2240$ Гц, равная частоте "лопастного" импульсного шума вентилятора, что совпадает с расчетными данными).

Следует отметить, что эффективность снижения шума шлангом для насадок составляет в полосе частот 500...8000 Гц 7...10 дБ и объясняется его работой как активного глушителя большой длины (кривые 4 и 5). Таким образом, общая эффективность комбинированного глушителя шума на выходе в полосе частот 250...8000 Гц равняется 13...20 дБ, а уровни звукового давления при работе с пылесосом Т-1, оснащенным глушителями шума на входе и выходе побудителя тяги, при скорости 11200 об/мин не превышают санитарно-гигиенических норм (рис.4).

ВЫВОДЫ

1. Разработана методика расчета и создана конструкция аэродинамического

глушителя шума комбинированного типа, то есть состоящего из звукопоглощающих элементов, расширительной камеры и резонансных полостей, причем активная часть глушителя (звукопоглощающие элементы облицовки камеры) входит составной частью в реактивную, образуя камерный глушитель, параллельно с которым работает резонансный глушитель, расположенный в его корпусе.

2. Результаты проведенных испытаний подтвердили основные положения методики и выбранных расчетных схем и показали, что общая эффективность комбинированного глушителя шума на выходе составляет в полосе частот 250...8000 Гц 13...20 дБ, а уровни звукового давления при работе с пылесосом Т-1, оснащенным глушителями шума на входе и выходе побудителя тяги, при скорости 11200 об/мин не превышают санитарно-гигиенических норм.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 12.1.003–83.ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. – М. : Госстандарт, 1984.
2. ОСТ 27-72-218–85. ССБТ. Оборудование для легкой промышленности и производства химволокн. Методы определения характеристик. – М.: ВНИИЛтекмаш, 1985.
3. А.с. СССР № 1567184. Пылесос/Семов А.Д., Кочетов О.С., Церлюк М.Б. – Оpubл. 1990. Бюл. №20.

Рекомендована кафедрой процессов и аппаратов химической технологии и безопасности жизнедеятельности. Поступила 14.03.00.

УДК 677.021.1

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ШТАПЕЛИРОВАНИЯ РАЗРЫВОМ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЕРЕХОДНОГО РЕЖИМА

К.Б. АЛЕКСАНДРОВ, П.А. СЕВОСТЬЯНОВ

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

Процесс штапелирования жгута химических элементарных нитей методом разрыва к настоящему времени детально исследован с помощью теоретических и экспериментальных методов как отечественными, так и зарубежными учеными (обобщенные результаты исследований изложены в [1]). Однако в отличие от стационарных условий протекания этого процесса переходные и нестационарные режимы аналитическим исследованиям поддаются гораздо труднее, поэтому изучены в меньшей степени. В этих целях построена и использована компьютерная имитационная модель процесса штапелирования разрывом жгута элементарных нитей [2].

В модели имеются следующие обозначения: R – разводка; v_1 – скорость питающей пары; v_2 – скорость выпускной пары; E – вытяжка; l_1 – часть длины волокна, выступающая за линию зажима выпускной пары; l_2 – часть длины волокна, выступающая в зону разрыва; l_3 – длина элементарной нити, выступающей в зону вытягивания из зажима питающей пары; l_4 – величина расхождения концов элементарной нити после ее разрыва; L – длина волокна, равная сумме двух отрезков l_1 и l_2 , E_0 – величина предварительной деформации нити; E_p – разрывное удлинение; C_v – коэффициент вариации E_p ; T_p – время разрыва; d – координата точки разрыва в сече-

нии вытяжного поля; N – число элементарных нитей в жгуте; Δt – интервал времени, через который фиксируется число получаемых волокон.

Для определения времени разрыва и длины волокна воспользуемся соотношениями из [1]:

$$T_p = \frac{R}{V_2} \text{Ln} \frac{(1 + E_0)(1 + E_p)(E(1 + E_0) - 1)}{E(1 + E_0) - E_p - 1};$$

$$l_1 = R(1 - r + \frac{r}{aE}) \text{Ln} \frac{(aE - 1)(1 + \epsilon_p)}{aE - 1 - \epsilon_p} +$$

$$+ R \frac{r\epsilon_p}{1 + \epsilon_p}; \tag{1}$$

$$l_2 = \frac{R - \xi}{1 + E_p} (1 + E_p(1 - r));$$

$$L = l_1 + l_2; \quad l_3 = \frac{d}{1 + E_p} [1 + E_p(1 - r)];$$

$$l_4 = R - l_2 - l_3.$$

Эти соотношения использованы в алгоритме моделирования, который включает следующие шаги.

1. Вызов процедуры ввода исходных данных: $v_1, v_2, R, \varepsilon_0, \varepsilon_p, \sigma\varepsilon_p, r$, а также N – числа волокон в жгуте; Δt – интервала времени, через который производится замер числа волокон в сечении X штапелированной ленты (X – координата относительно выпускной пары, в которой производится подсчет числа волокон в сечении. Координата X вычисляется с учетом скорости выпускной пары $X = v_2 \Delta t$, но может быть изменена как в большую, так и в меньшую сторону).

2. Вызов процедуры выбора закона распределения точек разрыва и его параметров. В модели могут быть использованы следующие законы распределения: равномерное, нормальное, треугольное усеченное экспоненциальное.

3. Вызов процедуры построения координатных осей: ось ординат – число волокон в сечении ленты; ось абсцисс – временная шкала, на которой отмечается число секунд от начала моделирования (момента заправки штапелирующей машины).

4. Бесконечный цикл. Время моделирования заранее не ограничивается, что позволяет наблюдать процесс штапелирования во времени сколь угодно долго, приближая тем самым моделирование к реальному процессу. Достигается такая возможность благодаря тому, что через определенные моменты времени происходит перезапись результатов эксперимента в файлы базы данных для хранения и использования в последующих исследованиях.

4.1. Цикл по числу волокон в жгуте $j=1, \dots, N$: для каждого из N волокон:

а) генерация координаты точки разрыва d в соответствии с выбранным законом распределения;

б) генерация ε_{pi} – величины разрывного удлинения для i -го волокна (ε_{pi} – случайная величина, распределенная по закону Вейбулла с параметрами $\varepsilon_p, \sigma\varepsilon_p$);

с) вычисление аргумента логарифма, входящего в формулу расчета l_1 . Если значение аргумента меньше нуля, то переход к п. а), иначе вычисляются величины l_1, l_2, l_3, l_4 по формулам (1);

д) формирование массивов: P_j – координат передних концов волокон, образовавшихся в результате разрыва элементарных нитей; PZ_j – координат задних концов волокон; Z_j – координат передних концов нитей в зоне разрыва вытяжного прибора.

е) имитация движения каждого из полученных волокон из выпускной пары:

$$f) P_j = P_j + V_2 \Delta t, Z_j = Z_j + V_1 \Delta t,$$

$$PZ_j = PZ_j - V_2 \Delta t;$$

г) если выполняются условия: $PZ_j \geq -(\frac{V_2}{\Delta t})$ и $P_j \geq \frac{V_2}{\Delta t}$, то волокно находится в сечении X . Если выполняется условие $PZ_j < -(\frac{V_2}{\Delta t})$, то волокно покинуло зону вытяжки.

h) сохранение в массиве NI_j количества волокон в сечении X . По этим значениям строится кривая изменения толщины ленты во времени при заданных параметрах вытяжного устройства. Значения из массива NI_j переносятся в файлы базы данных, тем самым массив освобождается для продолжения моделирования.

4.2. Проверка количества точек, в которых подсчитано число волокон в сечении ленты. Если количество точек равно максимальному значению, которое можно отобразить на экране, то вызывается процедура построения кривой изменения толщины ленты и фиксируются значения ординат кривой.

5. Завершение бесконечного цикла (одного прогона модели).

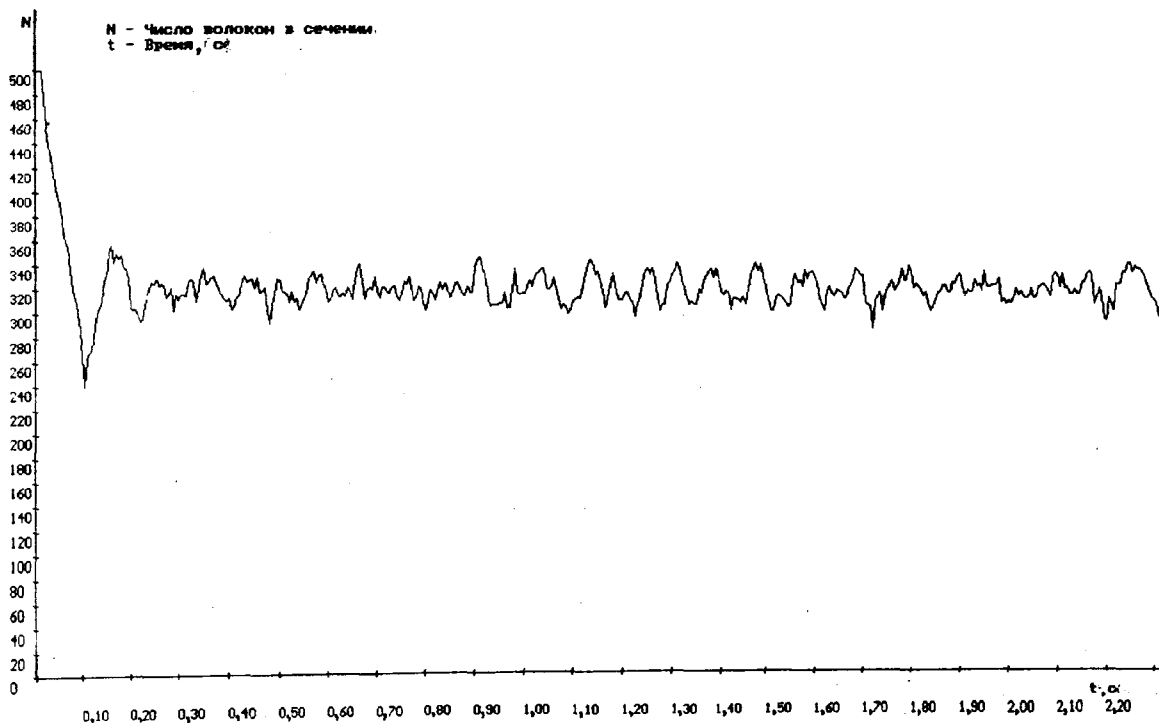


Рис. 1

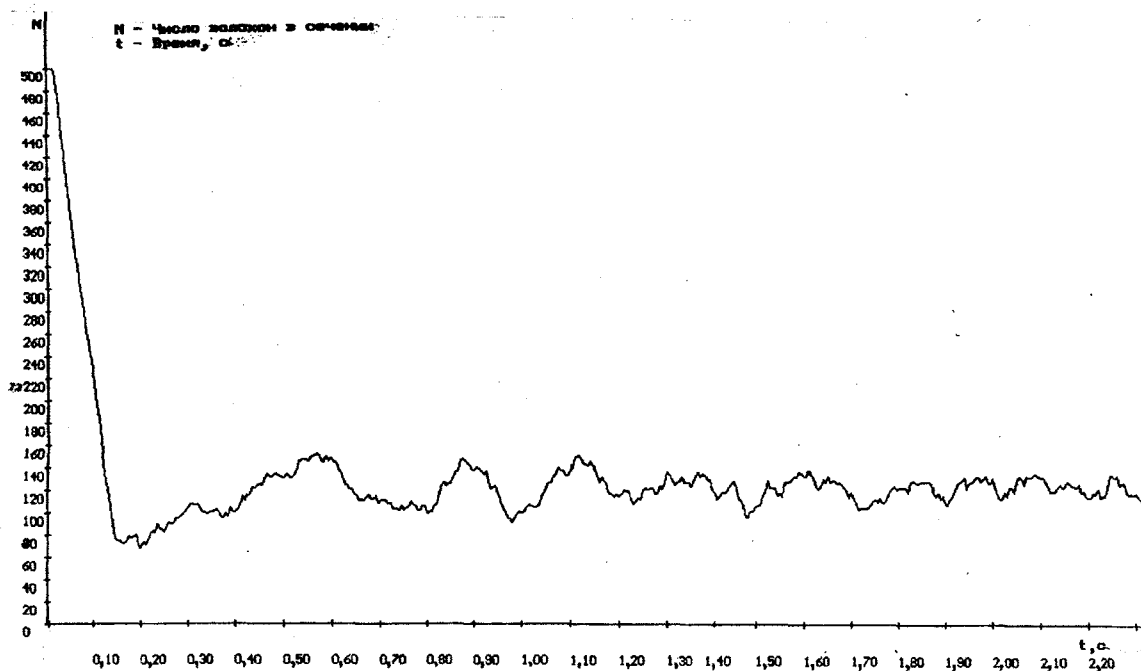


Рис. 2

На рис. 1 и 2 изображены кривые изменения толщины формируемой ленты штапельных волокон по числу волокон в сечении в переходном режиме (от момента на-

чала работы машины) при одинаковых входных параметрах $V_1 = 20$ м/мин; $R=125$; $E_p=2\%$; $N = 500$; $\Delta t = 0,1$ с, но при

разных скоростях выпуска: $V_2 = 83$ м/мин (рис. 1) и $V_2 = 160$ м/мин (рис. 2).

Из рис. 1 и 2 видно, что при увеличении вытяжки равномерность получаемой

ленты уменьшается, возникает периодическая составляющая и частота ее увеличивается.

Таблица 1

v_1 , м/мин	v_2 , м/мин	R, мм	ε_0 , %	ε_p , %	σ_{ep} , %	r, %	N
60	120	200	0	12	5	0	500

Для изучения влияния ряда факторов на характер переходного режима с моделью проведены однофакторные эксперименты. Значения постоянных параметров модели в этих экспериментах приведены в табл. 1. Во всех экспериментах в качестве

характеристик переходного процесса использовали такие общепринятые показатели, как длительность процесса T, степень колеблемости δ_k и предельное значение числа волокон в сечении Y_∞ .

Таблица 2

E	v_1	Y_∞	δ_k , %	T, с	A_0	A_1	A_2
1.5	80	320	38.52	0,2	180	100	60
1.8	67	270	31.15	0.35	230	130	48
2.0	60	250	28.89	0.4	250	150	40
2.7	45	190	27.10	0.4	310	185	40
5.0	24	110	10.92	0.8	390	110	5

В первом эксперименте варьировалась величина вытяжки за счет изменения скорости питания. Полученные результаты представлены в табл. 2, где кроме перечисленных показателей показаны значения амплитуд A_0 , A_1 , A_2 первых трех полуволи переходного процесса.

Из табл. 2 следует, что степень колеблемости при всех значениях E значительно

меньше 100%, что говорит о быстром затухании колебательного процесса, причем степень колеблемости убывает при увеличении вытяжки. При этом время переходного процесса T увеличивается прямо пропорционально увеличению вытяжки в зоне разрыва.

Таблица 3

R, мм	N (m,σ)	Y_∞	δ_k , %	T, с	A_0	A_1	A_2
70	N(35,17)	240	36.47	0,25	260	200	65
100	N(50,25)	240	30.62	0.30	260	170	45
150	N(75,37)	240	29.89	0,55	260	160	45
200	N(100,50)	240	28.66	0,65	260	140	45

Во втором эксперименте исследовали влияние разводки между питающей и выпускной парами разрывного устройства на характеристики переходного процесса. При этом распределение точек разрыва моделировалось по нормальному закону распределения $N(m, \sigma)$, параметры которого изменялись в соответствии с разводкой.

Условия и результаты эксперимента приведены в табл. 3, из которой можно

сделать выводы аналогичные результатам первого эксперимента, а именно: степень колеблемости процесса убывает при увеличении разводки, время же переходного процесса увеличивается, но не так сильно, как в случае изменения вытяжки в зоне разрыва.

Таблица 4

$r, \%$	Y_{∞}	$\delta_k, \%$	T, c	A_0	A_1	A_2
5	240	29,85	0,40	260	140	50
15	240	28,82	0,40	260	143	45
30	235	28,58	0,30	265	145	45
45	235	29,24	0,25	265	156	45
60	230	30,17	0,25	270	160	50
75	230	29,13	0,25	270	160	45
90	220	28,97	0,20	280	150	50
100	220	28,73	0,20	280	165	45

В третьем эксперименте изучали зависимость характеристик переходного процесса от доли упругой деформации r , которая варьировалась в соответствии со значениями, приведенными в табл. 4. Диапазон ее изменения обусловлен тем, что разные волокна имеют сильно отличающиеся физико-механические свойства. Приведенные в табл. 4 результаты эксперимента по-

казывают, что изменение доли упругой деформации даже в таком широком диапазоне практически не влияет на степень колеблемости и наблюдаются быстро затухающие колебания. При этом время переходного процесса в отличие от степени колеблемости заметно уменьшается с увеличением доли упругой деформации.

Таблица 5

Распределение	Y_{∞}	$\delta_k, \%$	T, c	A_0	A_1	A_2
$N(R/2,0)$	250	66,67		250	250	250
$N(R/2,R/10)$	250	65,33	3	250	250	240
$N(R/2,3 R/10)$	250	32,95	0,3	110	40	25
$N(R/2,5 R/10)$	250	41,85	0,5	90	50	35
$Un(0, R)$	250	23,33	0,5	250	75	30
$\frac{2\xi}{R^2}$	250	66,67		250	250	250
$\frac{2}{R} \left(1 - \frac{\xi}{R}\right)$	250	66,67		250	250	250

В четвертом эксперименте варьировали распределение точек разрыва. Исследуемые варианты законов распределения точек разрыва и полученные результаты показаны в табл. 5, из которой следует, что минимальная степень колеблемости устанавливается в случае равновероятного разрыва волокон между питающей и выпускной парами разрывного устройства. Однако при этом время переходного процесса больше, чем в случае закона распределения вида $\sim N(R/2; 3R/10)$. В случае распределения точек разрыва по закону $N(R/2; 3R/10)$ устанавливается наименьшее время переходного процесса и небольшая, по сравнению с другими законами распределения, степень колеблемости. Если разрыв всех волокон происходит в одной точке, то есть распределение имеет нулевую дисперсию $N(R/2; 0)$ или очень локализовано, то степень колеблемости высока и время переходного процесса бесконечно.

ВЫВОДЫ

Для изучения переходных режимов процесса штапелирования разрывом в разрывном приборе предложена компьютер-

ная имитационная модель процесса, учитывающая кинематику движения элементарных нитей и штапельных волокон, изменение длины волокон при разрыве, закон распределения точек разрыва, динамику движения волокон. Эксперименты с моделью показали зависимость вида переходного режима и его особенностей (длительности, колеблемости) от параметров разрывного устройства и условий штапелирования: вытяжки, разводки, закона распределения точек разрыва, разрывного удлинения нитей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Михайлов Б.С. Штапелирование жгута способом разрыва. – М.: Легпромбытиздат, 1993.
2. Севостьянов А.Г., Севостьянов П.А. Моделирование технологических процессов (в текстильной промышленности): Учебник для вузов. – М.: Легпромбытиздат, 1984.

Рекомендована кафедрой информационных технологий и вычислительной техники. Поступила 01.12.00.

УДК 681.3:512.64

КОМПЬЮТЕРНОЕ РЕШЕНИЕ УРАВНЕНИЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ВАЛКОВОЕ УСТРОЙСТВО – ТЕКСТИЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ

Е.Н. КАЛИНИН

(Ивановская государственная текстильная академия)

Ранее в [1...3] нами рассматривалась механическая цепь, состоящая из двухплюсников и описывающая процесс взаимодействия валкового устройства с текстильным материалом. В настоящей работе предлагается решение задачи, связанной с определением динамических параметров

системы, позволяющее на основе компьютерного эксперимента осуществлять поиск рационального соотношения динамических свойств конструкции устройства, а также исследовать устойчивость колебательной системы.

$$\begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} & 1 & 0 \\ b_{21} & b_{22} & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \bar{k}_{b1} \\ \bar{k}_{b2} \\ \bar{k}_{c1} \\ \bar{k}_{c2} \end{pmatrix} =$$

$$= \begin{pmatrix} -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & -1 & -1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & -1 & -1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ \hline 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \bar{k}_2 \\ \bar{k}_4 \\ \bar{k}_5 \\ \bar{k}_1 \\ \bar{k}_3 \\ \bar{k}_6 \\ \bar{k}_7 \\ \bar{k}_8 \\ \bar{k}_9 \\ \bar{k}_{10} \\ \bar{k}_{11} \\ \bar{k}_{12} \\ \bar{k}_{13} \\ \bar{k}_{14} \\ \bar{k}_{16} \\ \bar{k}_{17} \\ \bar{k}_{18} \\ \bar{k}_{19} \\ \bar{k}_{15} \end{pmatrix} = 0, \quad (2)$$

где \bar{k}_{b1} – матрица-столбец задаваемых кинематических, а \bar{k}_{c2} – матрица-столбец задаваемых силовых переменных, представленных в форме преобразований Лапласа.

Уравнения пассивных двухполюсников цепи запишем как

$$\begin{pmatrix} \bar{F}_{b2} \\ \bar{F}_{c1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} D_{b2} & 0 \\ 0 & D_{c1} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \bar{k}_{b2} \\ \bar{k}_{c1} \end{pmatrix}, \quad (3)$$

где D_{b2} , D_{c1} – подматрицы, выражающие прямые динамические параметры двухполюсников цепи D_i , соответствующие операторным передаточным функциям элементарных двухполюсников.

Из уравнений основных контуров (1) определим \bar{k}_{ec} как функцию переменных \bar{k}_{eb1} и \bar{k}_{eb2} :

$$\begin{pmatrix} \bar{k}_{b2} \\ \bar{k}_{c1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -b_{11} & -b_{12} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \bar{k}_{b1} \\ \bar{k}_{b2} \end{pmatrix}. \quad (4)$$

Подставив (3) в уравнения (1) и применив уравнения связей кинематических переменных (4), получим уравнения системы

$$\begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix} \bar{F}_{b1} + \begin{pmatrix} 0 & q_{11} \\ 1 & q_{21} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} D_{b2} & 0 \\ 0 & D_{c1} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ q_{11}^T & q_{21}^T \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \bar{k}_{b1} \\ \bar{k}_{b2} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} q_{12} \\ q_{22} \end{pmatrix} \bar{F}_{c2} = 0, \quad (5)$$

где $\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ q_{11}^T & q_{21}^T \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \bar{k}_{b1} \\ \bar{k}_{b2} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \bar{k}_{b2} \\ \bar{k}_{c1} \end{pmatrix}$, что следует из первой строки уравнений основных контуров [1] и выражения (4).
где

$$D_{\Sigma} = D_{b2} + q_{21} D_{c1} q_{21}^T =$$

$$= \begin{pmatrix} D_1 + D_{12} + D_{13} + D_{17} + D_{18} + D_{19} & D_{17} + D_{18} + D_{19} & -D_{19} \\ D_{17} + D_{18} + D_{19} & D_3 + D_{14} + D_{16} + D_{17} + D_{18} + D_{19} & -D_{19} \\ -D_{19} & -D_{19} & D_6 + D_{19} \end{pmatrix}. \quad (7)$$

После соответствующих преобразований уравнений (6) кинематические переменные системы определяются как

$$\bar{k}_{b2} = \begin{pmatrix} \bar{k}_1 \\ \bar{k}_3 \\ \bar{k}_6 \end{pmatrix} = - \begin{pmatrix} D_1 + D_{12} + D_{13} + D_{17} + D_{18} + D_{19} & D_{17} + D_{18} + D_{19} & -D_{19} \\ D_{17} + D_{18} + D_{19} & D_3 + D_{14} + D_{16} + D_{17} + D_{18} + D_{19} & -D_{19} \\ -D_{19} & -D_{19} & D_6 + D_{19} \end{pmatrix}^{-1} \cdot \begin{pmatrix} \bar{k}_4(D_{17} + D_{18} - D_{19}) + \bar{k}_5(D_{17} + D_{18} - D_{19}) \\ \bar{k}_4(D_{17} + D_{18} - D_{19}) + \bar{k}_5(D_{17} + D_{18} - D_{19}) \\ D_{19}\bar{k}_4 + D_{19}\bar{k}_5 + \bar{F}_{15} \end{pmatrix}. \quad (8)$$

Остальные кинематические переменные находятся из подматриц k_{c1} и k_{c2} ,

выражаемых из уравнений контуров [1] в векторной форме:

$$\begin{aligned} \bar{k}_{c1} &= [\bar{k}_7 \bar{k}_8 \bar{k}_9 \bar{k}_{10} \bar{k}_{11} \bar{k}_{12} \bar{k}_{13} \bar{k}_{14} \bar{k}_{16} \bar{k}_{17} \bar{k}_{18} \bar{k}_{19}] = -b_{11} \bar{k}_{b1} - b_{12} \bar{k}_{b2} = \\ &= [\bar{k}_2 - \bar{k}_2 + \bar{k}_4 \bar{k}_2 + \bar{k}_4 \bar{k}_4 \bar{k}_5 \bar{k}_1 \bar{k}_1 \bar{k}_3 \bar{k}_3 \bar{k}_4 + \bar{k}_5 + \bar{k}_1 + \bar{k}_3 \bar{k}_4 + \bar{k}_5 + \bar{k}_1 + \bar{k}_3 - \\ &\quad - \bar{k}_4 - \bar{k}_5 - \bar{k}_1 - \bar{k}_3 + \bar{k}_6], \end{aligned} \quad (9)$$

$$\bar{k}_{c2} = \bar{k}_{15} = -b_{21} \bar{k}_{b1} - b_{22} \bar{k}_{b2} = - \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \bar{k}_2 \\ \bar{k}_4 \\ \bar{k}_5 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 0 & 0 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \bar{k}_1 \\ \bar{k}_3 \\ \bar{k}_6 \end{pmatrix} = \bar{k}_6. \quad (10)$$

Кинематические переменные $\bar{k}_1, \bar{k}_3, \bar{k}_6$ определим, используя общее решение системы [4] и полученные подматрицы цепи D_{b2} , и D_{c1} :

$$\bar{k}_{b2} = \begin{pmatrix} \bar{k}_1 \\ \bar{k}_3 \\ \bar{k}_6 \end{pmatrix} =$$

$$= -D_{\Sigma}^{-1} (q_{21} D_{c1} q_{11}^T \bar{k}_{b1} + q_{22} \bar{F}_{c2}), \quad (6)$$

Силловые переменные, входящие в \bar{F}_{b2} и \bar{F}_{c1} , представленные в форме векто-

ров, определяются из уравнений двухплюсников (3):

$$\bar{F}_{b2} = \begin{pmatrix} \bar{F}_1 \\ \bar{F}_3 \\ \bar{F}_6 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} D_1 & 0 & 0 \\ 0 & D_3 & 0 \\ 0 & 0 & D_6 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \bar{k}_1 \\ \bar{k}_3 \\ \bar{k}_6 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} D_1 \bar{k}_1 \\ D_3 \bar{k}_3 \\ D_6 \bar{k}_6 \end{pmatrix}, \quad (11)$$

$$\bar{F}_{c1} = [\bar{F}_7 \quad \bar{F}_8 \quad \bar{F}_9 \quad \bar{F}_{10} \quad \bar{F}_{11} \quad \bar{F}_{12} \quad \bar{F}_{13} \quad \bar{F}_{14} \quad \bar{F}_{16} \quad \bar{F}_{17} \quad \bar{F}_{18} \quad \bar{F}_{19}] =$$

$$= [D_7 \bar{k}_7 \quad D_8 \bar{k}_8 \quad D_9 \bar{k}_9 \quad D_{10} \bar{k}_{10} \quad D_{11} \bar{k}_{11} \quad D_{12} \bar{k}_{12} \quad D_{13} \bar{k}_{13} \quad D_{14} \bar{k}_{14} \quad D_{16} \bar{k}_{16} \quad D_{17} \bar{k}_{17} \quad D_{18} \bar{k}_{18} \quad D_{19} \bar{k}_{19}]. \quad (12)$$

Силловые переменные, входящие в подматрицу \bar{F}_{b1} , определяются из системы (5) в виде

$$\bar{F}_{b1} = \begin{pmatrix} \bar{F}_2 \\ \bar{F}_4 \\ \bar{F}_5 \end{pmatrix} = -q_{11} D_{c1} \bar{k}_{c1} - q_{12} \bar{F}_{c2} =$$

$$= \begin{pmatrix} -D_7 \bar{k}_7 + D_8 \bar{k}_8 - D_9 \bar{k}_9 \\ -D_8 \bar{k}_8 - D_9 \bar{k}_9 - D_{10} \bar{k}_{10} - D_{17} \bar{k}_{17} - D_{18} \bar{k}_{18} - D_{19} \bar{k}_{19} \\ -D_{11} \bar{k}_{11} - D_{17} \bar{k}_{17} - D_{18} \bar{k}_{18} - D_{19} \bar{k}_{19} \end{pmatrix}. \quad (13)$$

Кинематические переменные узлов цепи определяются из уравнений связи [1]:

$$\begin{pmatrix} \bar{k}_b \\ \bar{k}_c \\ \bar{k}_d \\ \bar{k}_e \\ \bar{k}_f \\ \bar{k}_g \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -\bar{k}_1 \\ -\bar{k}_2 \\ \bar{k}_2 - \bar{k}_3 \\ \bar{k}_3 - \bar{k}_4 \\ \bar{k}_4 - \bar{k}_5 \\ -\bar{k}_6 \end{pmatrix}. \quad (14)$$

Все аналитические преобразования выполнены с использованием пакета расширения Symbolic Math Toolbox [5].

ВЫВОДЫ

Установлена взаимосвязь в форме матричных уравнений между элементами динамической цепи валковое устройство – текстильный материал, обладающей пятью степенями свободы, позволяющая вести количественный и качественный анализ

динамических свойств системы при решении исследовательских и конструкторских задач, например, в процессе создания новой техники.

ЛИТЕРАТУРА

1. Калинин Е.Н. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2001, № 1. С.102...106.
2. Калинин Е.Н. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2000, № 5.
3. Калинин Е.Н. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2000, № 6. С.91...93.
4. Кёниг Г., Блекуэлл В. Теория электромеханических систем / Пер. с англ. – М.-Л.: Энергия, 1965.
5. Мартынов Н.Н., Иванов П.П. Matlab 5.x. Вычисления, визуализация, программирование. – М.: КУДИЦ-ОБРАЗ, 2000.

Рекомендована кафедрой теплотехники. Поступила 25.12.00.

УДК 677.025

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ УСТОЙЧИВОГО К РАСПУСКАЕМОСТИ
ОСНОВОВЯЗАННОГО СЕТЕПОЛОТНА ИЗ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ НИТЕЙ**

Л.А.КУДРЯВИН, В.А.ЗАВАРУЕВ, А.Г.ТУБОЛУШКИНА

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

В качестве основного элемента конструкций самораскладывающихся параболических антенн используются трикотажные металлические полотна различных структур и свойств. Традиционно применяется основовязанный трикотаж филейных переплетений [1, 2], в частности, сукно – сукно, которое трудно распускается в свободном (ненапряженном) состоянии и достаточно легко распускается в условиях эксплуатации : основовязанные полотна натягиваются на несущие конструкции радиоантенн, поэтому неустойчивость к распускаемости при локальном повреждении поверхности металлического сетеизделия является существенным недостатком.

Задача исследования заключалась в следующем: разработать такую основовязанную структуру, которая удовлетворяла бы эксплуатационным требованиям, не изменяя при этом внешний вид макроструктуры трикотажа.

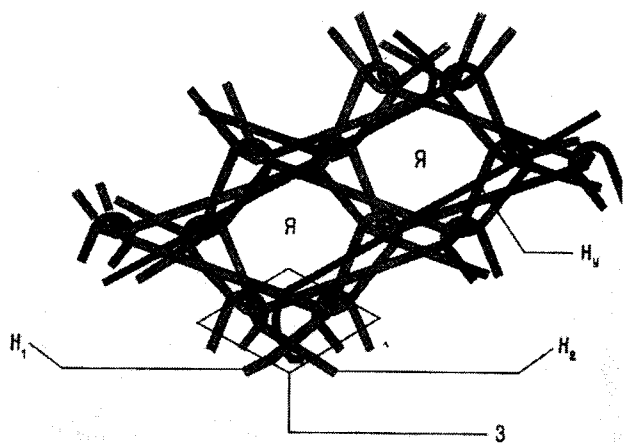


Рис. 1

Такое переплетение представлено на рис. 1. Петельная структура основовязанного трикотажа филейно - уточного переплетения выполнена в виде сетчатой поверхности с ромбовидными ячейками Я и имеет характеристики, необходимые для создания нераспускаемого сетеполотна.

Приняты следующие обозначения : H_1 и H_2 – металлические нити грунта соответственно первой и второй гребенок; H_3 – уточная нить, связанная по раппорту; 3 – малораспускаемый «замок», образующийся в области изменения направления прокладывания уточной нити.

Отражательная сетчатая поверхность антенны разработанной структуры изготовлена из металлических (стальных) мононитей диаметром 50 мкм в два сложения на основовязальной рашель-машине.

Для экспериментального исследования образец филейно-уточного сетеполотна подвергали двухосному растяжению при одновременном повреждении остова грунтовой петли.

Двухосное нагружение образцов металлического трикотажа проводили на установке, позволяющей менять величину нагрузки в двух направлениях одновременно. При этом образцы сетеполотна помещались на неподвижную поверхность, имеющую жесткое крепление к штативу, и закреплялись в подвижных зажимах. Нагружение получал квадратный образец металлического трикотажа размером 100 см²

вдоль петельных столбиков силой P_1 и вдоль петельных рядов силой P_2 , где $P_2 = 2 P_1$.

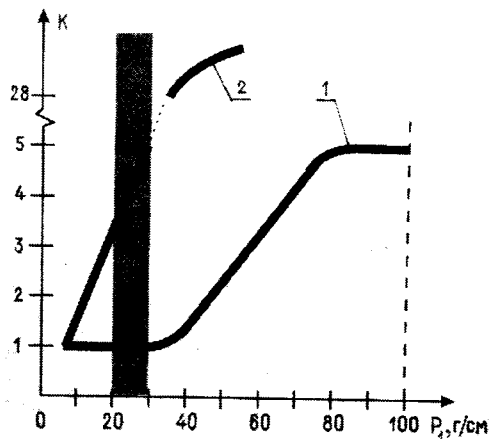


Рис. 2

С помощью проектора ЧП-2 и измерительных инструментов получены данные, изображенные в виде зависимости распускаемости металлического сетеполотна от нагрузки (рис. 2, где K – количество распустившихся петель в столбике, рассчитанное из отношения $K = L / B$ (L – длина распустившегося участка сетеполотна при заданной нагрузке; B – высота петельного столбика филейно-уточного переплетения); P_1 – прилагаемая нагрузка, г/см; кривая 1 – переплетение сукно – сукно + уток; 2 – переплетение сукно – сукно).

Установлена закономерность: при повреждении филейно - уточного переплетения в условиях двухосного растяжения (нагрузка с течением времени увеличивается до разрыва) максимальное число распустившихся петель в столбике равно 5. В зоне рабочих напряжений (20,0 ... 30,0 г/см) сетеполотна антенны локальные повреждения поверхности являются минимальными, в то время как переплетение сукно – сукно, традиционно используемое в радиоотражающих установках, получает значительные повреждения в зоне рабочих нагрузок.

Исследования степени распускаемости филейно - уточного трикотажа из металлической микропроволоки при повреждении

уточной нити в условиях двухосного растяжения показали, что деструкция утка в любой точке разработанного переплетения не оказывает существенного влияния на способность распускаться.

ВЫВОДЫ

1. Разработано металлическое сетеполотно филейно-уточного переплетения, используемое в качестве основного элемента конструкций самораскладывающихся параболических антенн, отличающееся устойчивостью к распускаемости при локальном повреждении поверхности трикотажа.

2. Установлено, что в зоне рабочих напряжений сетеполотна антенны локальные повреждения поверхности разработанной основовязаной структуры минимальны в отличие от традиционно применяемого переплетения из металлических мононитей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Vorbrugg H. // Technische TextilienKettengewirkt. – № 2, 1987. S. 43 ... 46.
2. Entfaltbare Weltraum - Netzantennen // Textilinformationen Kettenwirk-Praxis. – № 3, 1989. S. 42 ... 45.

Рекомендована кафедрой технологии трикотажного производства. Поступила 28.09.00.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ МАШИНЫ ДЛЯ РЕГЕНЕРАЦИИ ОТХОДОВ ПРЯДИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Е. В. ТЕПЛОВ, Н. Ф. ВАСЕНЕВ, Д. А. БРЮХАНОВ

(Ивановская государственная текстильная академия)

В настоящее время все большее внимание уделяется решению задачи по использованию отходов прядельного производства с целью снижения себестоимости текстильной продукции.

Данная статья посвящена оптимизации работы модернизированной машины для регенерации волокна, разработанной в студенческом конструкторско-исследовательском бюро (СКИБ) ИГТА и изготов-

ленной на Фурмановском литейно-механическом заводе.

В ходе предварительных исследований модернизированной машины использовали отход №3 (орешек и пух трепальный). По окончании эксперимента получены результаты, свидетельствующие, что отход № 3 очищается от жестких примесей, сора, битых семян (табл. 1) и эффективность очистки составляет 30,7 %.

Таблица 1

Метод определения	Засоренность волокна, %	
	исходного	очищенного
Ручной разбор	21,70	15,04
На приборах:		
ПЗС	16,97	5,72
АХМ	36,05	27,63
ПЗС и АХМ	50,58	34,54

После проведения модернизации данной машины в качестве исходного волокна брали отход № 5 (орешек и пух трепальный), отход № 7 (орешек и пух чесальный) и отход № 11 (шляпочный очес). Засоренность исходного материала определяли ручным разбором согласно ГОСТ 5159 – 78. Отходы хлопчатобумаж-

ные, а также на приборах ПЗС и АХМ. Сумма пороков, определенная ручным разбором, составила: отход №5 – 50,93%, отход №7 – 3,785%, отход №11 – 16,56%. Засоренность отходов на приборах ПЗС и АХМ представлена в табл. 2.

Таблица 2

Метод определения	Отходы, %		
	№5	№7	№11
На приборах:			
ПЗС	27	6,5	21,82
АХМ	42	36,45	40,20
ПЗС и АХМ	61,54	44,88	57,22

Для определения оптимальных значений технологических параметров работы модернизированной машины с целью регенерации отходов использовали ротатбельный центральный композиционный план [1]. Факторы и уровни варьирования приведены в табл. 3.

Таблица 3

Факторы	Уровни варьирования				
	-1,414	-1	0	1	1,414
X1, мин ⁻⁴	700	800	1050	1300	1400
X2, мин ⁻⁴	750	800	1320	1240	1300

В качестве факторов, оказывающих существенное влияние на очистку отходов, принимались X1 – частота вращения колючего барабана; X2 – частота вращения пильчатого барабана, а в качестве параметров оптимизации: Y1 – засоренность регенерированного волокна, Y2 – штапельная длина волокна.

Матрица планирования и результаты эксперимента показаны в табл. 4.

Таблица 4

№п/п	X1	X2	Отходы					
			№5		№7		№11	
			Y1	Y2	Y1	Y2	Y1	Y2
1	+	+	41,00	28,60	26,05	31,10	31,65	28,40
2	-	+	35,35	28,50	14,65	30,00	17,50	28,20
3	+	-	29,50	26,00	10,00	27,00	19,50	25,90
4	-	-	32,00	25,90	12,00	26,90	30,65	25,80
5	-1,414	0	36,00	28,00	7,50	29,50	10,90	26,80
6	+1,44	0	38,65	28,40	10,15	29,80	14,50	27,00
7	0	-1,414	35,65	24,90	19,25	27,00	18,65	25,70
8	0	+1,41	26,35	28,60	12,35	30,20	12,50	28,50
9	0	0	37,65	28,50	8,34	29,60	12,67	26,90
10	0	0	37,65	28,40	9,34	29,70	14,15	26,90
11	0	0	38,65	28,30	11,00	29,70	14,34	26,70
12	0	0	38,15	28,40	12,17	29,90	14,00	26,80
13	0	0	38,34	28,40	13,34	29,60	13,14	26,90

В результате реализации опытов и статистической обработки эксперимента на ЭВМ по программе МНК получены регрессионные математические модели параметров Y1 и Y2, адекватные с 95 % доверительной вероятностью.

Отход № 5:

$$Y1 = 38,088 + 0,862X1 + 0,213X2 - 0,306(X1)^2 + 2,037X1X2 - 3,47(X2)^2,$$

$$Y2 = 28,4 + 0,096X1 + 1,304X2 - 0,156(X1)^2 - 0,88(X2)^2;$$

Отход № 7:

$$Y1 = 10,838 - 1,644X1 + 1,118X2 - 0,166(X1)^2 + 3,35X1X2 + 3,23(X2)^2,$$

$$Y_2 = 29,7 + 0,078X_1 + 1,341X_2 - \\ -0,181(X_1)^2 - 0,706(X_2)^2;$$

Отход № 11:

$$Y_1 = 13,665 + 1,011X_1 - 1,212X_2 + \\ +2,19(X_1)^2 + 6,325X_1X_2 + 6,628(X_2)^2, \\ Y_2 = 26,84 + 0,073X_1 + 1,108X_2 + \\ +0,049(X_1)^2 + 0,025X_1X_2 + 0,149(X_2)^2.$$

Для наглядного представления о геометрическом образе изучаемых функций построены поверхности отклика. Кроме того, с целью определения оптимальных значений параметров работы модернизированной машины проведена экспертная оценка параметров оптимизации с получением обобщенной функции желательности. Основываясь на этой функции и на анализе поверхностей откликов по каждому виду отхода, самые хорошие результаты получены при следующих частотах вращения: X_1 – частота вращения колко-

вого барабана 1300 об/мин; X_2 – частота вращения пильчатого барабана 1240 об/мин.

Эффективность очистки составила: отход № 5 – 66,6 %; отход № 7 – 58,05 %; отход № 11 – 55,31 %.

ВЫВОДЫ

Получены оптимальные значения параметров работы машины для регенерации отходов прядильного производства, в результате чего эффективность очистки отходов по сравнению с ранее проведенными исследованиями увеличилась на 31 % и составила 61,7%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Севостьянов А. Г. Методы и средства исследования механико-технологических процессов текстильной промышленности. – М.: Легкая индустрия, 1980.

Рекомендована кафедрой прядения. Поступила 20.12.00.

УДК 677.02

СОДЕРЖАНИЕ И ЗНАЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ МИСИ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ИНЖЕНЕРОВ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ «ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕКСТИЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ»

А.Г. СЕВОСТЬЯНОВ

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

Вся творческая деятельность инженера на производстве, в научном или учебном вузе направлена на:

– эксплуатацию оборудования в оптимальном режиме с целью получения текстильных изделий высокого качества при наибольшей производительности и эффективном использовании сырья;

– создание новых технологий, машин, агрегатов, производящих текстильные материалы (изделия) с вышеназванными целями;

– создание новых структур текстильных изделий с использованием натурального и химического сырья, обеспечивающих требования красивой и износостойкой одежды и технических изделий;

– создание высокопроизводительных и эффективных средств исследования сырья и текстильных изделий, и технологических процессов.

Для решения поставленных задач будущий инженер должен получить доста-

точную математическую подготовку с целью:

– построения математической модели процесса или строения изделия теоретическими или экспериментальными методами (то есть обладать знаниями методов математического моделирования и оптимизации);

– анализа математической модели для выделения важнейших факторов, определяющих режим работы объекта или структуры изделий;

– оптимизации объекта (технической системы);

– прогнозирования характеристик изделия;

– использования ЭВМ при решении указанных выше задач.

Для достижения указанных целей в учебные планы включены следующие дисциплины: «Методы и средства исследования механико-технологических процессов (МИСИ)», «Моделирование технологических процессов (МТП)», «Оптимизация технологических процессов (ОТП)». Содержание этих дисциплин и последовательность их изучения тесно взаимосвязаны.

Раскроем содержание первой дисциплины, поскольку часто оно сводится к изложению методов математического планирования эксперимента. Это следующие разделы.

1. Изучение методов получения математической модели объекта при проведении экспериментальных и теоретических научно-исследовательских работ (НИР).

2. Изучение средств (приборов, устройств) для измерения характеристик волокон, продуктов прядения и текстильных изделий.

3. Изучение экспериментальных методов оптимизации технологических процессов.

В 1-м разделе дисциплины раскрываются этапы НИР и их содержание, сущность математической модели, дается классификация математических моделей, классификация экспериментов, раскрывается сущность одноуровневых экспериментов с дискретной и непрерывной информацией, двух- и многоуровневый эксперименты для получения линейной и нелинейной однофакторной модели, ПФЭ, ДФЭ, трехуровневые и пятиуровневые эксперименты, графоаналитические методы исследования полиномиальных моделей второго порядка. Излагаются методы теоретического исследования технологических процессов с оценкой их интенсивности и эффективности.

Во 2-м разделе излагаются описание и методика использования имеющихся средств исследования технологических процессов.

В 3-м разделе дается описание методов экспериментальной оптимизации процессов и специальных экспериментов.

По данной дисциплине написаны учебное пособие и учебник «МИСИТП» (А.Г. Севостьянов), а также лабораторный практикум по МИСИТП. Следует отметить, что для повышения уровня усвоения дисциплины необходимо в новых учебных планах предусмотреть увеличение числа часов в неделю до четырех (по два часа лекций и лабораторных работ).

Рекомендована кафедрой механической технологии волокнистых материалов. Поступила 05.02.01.

СОДЕРЖАНИЕ

Экономика и организация производства

<i>Ульянова О.Б.</i> Современные проблемы предприятий текстильной промышленности	3
<i>Малютина Е.А.</i> О методах определения оптимального размера оборотных средств предприятий текстильной промышленности.	7

Текстильное материаловедение

<i>Ефимова О.Г., Виноградова Н.В., Гусев Б.Н.</i> Ранжирование показателей надежности текстильных материалов	10
<i>Радченко О.В., Фролов В.Д., Веселов В.В.</i> Теоретическое описание процесса уплотнения поверхности пряжи в вьюрковом механизме	13
<i>Пехташева Е.Л.</i> Влияние микроорганизмов на структуру тонкого мериносового волокна	18
<i>Мухтасимов Ф.Н., Жуманиязов К., Тураев Х.А.</i> Поведение двухкомпонентного упруго-вязкопластического композита при его нагружении	20
<i>Изгородин А.К., Семикин А.П.</i> Структурная обусловленность некоторых технологических и потребительских свойств волокнистых материалов	23

Первичная обработка. Сырье

<i>Латшин А.Б., Пашин Е.Л.</i> Влияние разворота слоя на пригодность стеблей к трепанию	33
<i>Корабельников Р.В., Мирахмедов Д.Ю.</i> Совершенствование бункерных и шахтных питателей текстильных машин	36

Прядение

<i>Палочкин С.В.</i> Влияние параметров формирования обвитой льняной ровницы на ее пригодность к переработке на прядильной машине	39
<i>Осьмин Н.А., Зиновьев Т.В., Мельников В.В., Зиновьев В.П.</i> Метод расчета объемной плотности и диаметра аппаратной шерстяной пряжи	45
<i>Павлюченко Е.В., Капитанов А.Ф.</i> Исследование взаимосвязей между характеристиками мупшек	50
<i>Басаева Е.В., Иванов С.М., Зарубин В.М.</i> Экспериментальное исследование сжатия чесальной ленты	53

Ткачество

<i>Николаев С.Д.</i> Анализ причинно-следственных связей в сновании на основе бинарной причинно-следственной теории информации	57
<i>Лустгартен Н.В., Боровикова Л.Ю., Лаучинская М.Н.</i> Анализ изменения прочности льняной основной пряжи по глубине заправки ткацкого станка	59
<i>Воронин С.Ю., Жуков А.Л., Быкадоров В.Р.</i> Основной регулятор ткацкого станка	62
<i>Васильева Е.Г., Ерохин Ю.Ф., Сокерин Н.М., Карева Т.Ю.</i> Усовершенствование кулачкового зевообразовательного механизма на бесчелночном ткацком станке	66

Отделка

- Комарова Н.Р., Мельников Б.Н., Леднева И.А., Смирнова С.В.* Влияние различных ПАВ на технологические свойства шерстьсодержащих волокнистых материалов 69
- Мензелинцева Н.В., Желтобрюхов В.Ф., Новаков И.А., Желтобрюхов Е.В.* Иониты на базе модифицированных полиамидных волокон для улавливания аэрозолей солей 73

Технология нетканых материалов

- Кахраманов Ф.Р., Роньжин В.И.* Кинематика деформируемой волокнистой среды при обработке колковыми рабочими органами 77
- Балаев Э.Ф., Ларионов В.А., Шмелев С.А., Ясинский Ф.Н.* Выделение сорных частиц из плотных воздушно-волокнистых потоков 80

Трикотажное производство

- Зиновьева В.А., Павлова И.В., Тузова И.С.* О классификации трикотажных переплетений 84
- Воробьева Е.А., Кудрявин Л.А., Андреев А.Ф.* Разработка метода автоматизированного проектирования основовязаного разрезного плюшевого трикотажа 89

Текстильные машины и аппараты

- Железняков А.С., Чанышев А.И., Веретено В.А.* О расчете параметров провисания ткани с учетом несимметричности точек ее подвеса 92
- Кузнецов В.А., Подъячев А.В.* Расчет конструктивных параметров валов шлихтовальной секции усиленного отжима 96
- Соркин А.П.* К вопросу определения контактного радиуса наматывания при взаимодействии различных типов лапок рогулек с телом намотки 98
- Комиссаров И.И.* Оптимизированный графитопласт для подшипников скольжения, работающих в агрессивных жидкостях 101
- Дадаханов Н.К.* Исследование контактной полоски вытяжных пар с учетом перекоса осей нажимного валика и цилиндра 104

Автоматизация технологических процессов

- Глазунов В.Ф., Филчев В.Т.* К анализу влияния упругих связей в системе стабилизации натяжения ткани 107
- Кутьин А.Ю., Кутьин Ю.К.* О моделировании процесса формирования цилиндрических паковок рулонного типа 113

Экология и промтеплоэнергетика

- Корнюхин И.П., Пятенков И.В.* Метод расчета воздухопроницаемости тканей в окрестности передней критической точки в условиях обдува (ветра) 118
- Кочетов О.С.* Расчет акустических характеристик промышленного пылесоса для ткацкого производства 123

Информационные технологии

- Александров К.Б., Севостьянов П.А.* Влияние параметров процесса штапелирования разрывом на характеристики переходного режима 129
- Калинин Е.Н.* Компьютерное решение уравнений динамической системы валковое устройство – текстильный материал 134

Обмен опытом, критика и библиография, краткие сообщения

- Кудрявин Л.А., Заваруев В.А., Туболушкина А.Г.* Проектирование устойчивого к распускаемости основовязаного сетеполотна из металлических нитей 139

<i>Теплов Е.В., Васенев Н.Ф., Брюханов Д.А.</i> Определение оптимальных значений технологических параметров работы машины для регенерации отходов прядильного производства	141
<i>Севостьянов А.Г.</i> Содержание и значение дисциплины МИСИ при подготовке инженеров по специальности “Технология и проектирование текстильных изделий”	143