

Министерство образования и науки Российской Федерации

ВЕСТНИК

КОСТРОМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Рецензируемый периодический научный журнал

№ 9

Кострома
2004

Вестник Костромского государственного технологического университета: Рецензируемый периодический научный журнал. — Кострома: КГТУ, 2004. — № 9. — 116 с.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Проф. В.Н.Кротов (главный редактор),
проф. Р.В.Корабельников (зам. главного редактора),
проф. П.Н.Рудовский (ответственный секретарь),

проф. А.Б. Брут-Бруляко, проф. В.А. Гусев, проф. О.В. Гримальский,
к.т.н. А.Г. Ивлев, проф. Г.К. Кузнецов, к.т.н. М.В. Киселева, А.В. Анохова,
проф. М.Г. Левин, проф. Н.В. Лустгартен, проф. Е.Л. Пашин,
к.т.н. В.А. Садов, проф. В.С. Сажин, к.т.н. В.Б. Симонов, проф. А.П. Соркин,
проф. Н.А. Смирнова, к.т.н. А.А. Титунин, проф. Ю.Б. Федоров

ISBN 5-8285-0189-5

**© Костромской государственной
технологической университет, 2004**

Развитие международных связей в Костромском государственном технологическом университете

Все, кто знаком с концепцией развития КГТУ, должны обратить внимание на постановку задач международного сотрудничества. Задачи эти в определенной мере не новы. В конечном итоге для вуза важно признание его диплома. Выход на «конвертируемый» диплом каждый вуз осуществляет самостоятельно на основе его собственных международных связей, накопления его собственного потенциала. В силу объективных причин наш вуз лишь недавно начал развивать эти связи. Также сравнительно недавно вузы получили в этом вопросе большую самостоятельность.

«Открытие» города позволило университету развивать деятельность по установлению контактов с различными странами дальнего зарубежья.

С 1991 года завязались первые долгосрочные связи с Великобританией. В течение 4 лет были осуществлены два успешных проекта, которые финансировались фондом «Нью Хау» Британского Совета. С помощью наших коллег из Дарлингтонского технологического колледжа был создан «Бизнес-центр», который в настоящее время преобразован в региональный Учебно-деловой центр, ведущий в нашем регионе центр по подготовке и переподготовке кадров, в основном, для сферы малого и среднего бизнеса. Второй проект позволил подготовить группу преподавателей (Соколов Л.А., Мамон Н.В., Королева Н.Е.), которые прошли курс обучения в Великобритании с вручением сертификата международного образца, который позволяет вести подготовку менеджеров среднего звена с регистрацией и вручением сертификатов через Британский Совет по тренингу и образованию. Обучение может вестись при этом как на русском, так и на английском языках. Программа носит сугубо прикладной характер, является универсальной для всех видов производственной деятельности и услуг, построена на оригинальной методике преподавания. Четыре года сотрудничества привели к необходимости введения на конкурсной основе должности координатора по вопросам подготовки кадров и развития коммерческих связей между регионами Костромы и Дарлингтона (М. Киселев). Это лишь одно из направлений, с которого начиналась международная деятельность в университете.

С конца 1995 года университет стал принимать на обучение иностранных граждан. Первыми были четверо ребят из Турции. А два года назад наш университет окончил первый иностранец из Турции — Седат Атасевен. Получив диплом КГТУ по специальности «Социально-культурный сервис и туризм», он работает в совместном предприятии в Москве. Через турецких студентов наш вуз уже 7 лет сотрудничает с некоммерческой организацией Международным образовательным фондом «Толеранс». Эта организация открыла первый в России российско-турецкий культурный центр на базе нашего университета, помогла в ремонте и оснащении этого центра. Связи с фондом «Толеранс» успешно продолжаются, 4 года ведется преподавание у нас в вузе турецкого языка преподава-

телем г-ном Генишем, который сочетает работу с учебой у нас в аспирантуре. Лучшие российские студенты проходят стажировки в туристических фирмах Турции. Семь наших студентов успешно сдали экзамен на знание турецкого языка и имеют международные сертификаты.

С 1995 года подписан договор о сотрудничестве между КГТУ и Центром обучения и повышения квалификации Кострома/Северный Рейн-Вестфалия (ЦОПК). Сотрудничество это очень многогранное. В основе договора — совершенствование образовательной деятельности университета, более полное использование оборудования, уникальных лабораторий ЦОПК, развитие контактов между немецкой и российской сторонами путем стажировки преподавателей, обучения студентов, проведения учебно-методических семинаров, обмена методической литературой и программными продуктами.

За эти годы более 25 студентов, в основном механического и юридического факультетов, прошли стажировки и обучение продолжительностью от 2 месяцев до 2 лет. Студенты-механики проходят стажировки в различных фирмах земли Северный Рейн-Вестфалия, выполняют и защищают дипломные проекты, некоторые обучаются на стипендии общества Карла Дуйсберга. Особенно плодотворные контакты завязались с Южновестфальской высшей технической школой, а также с Ремесленными палатами в г. Хагене и г. Мюнстере. В последние 2 года ведется работа по развитию связей с крупнейшим в Германии Аахенским техническим университетом. Все эти годы координатором связей с Германией является доцент Садов В.А., который в настоящее время находится в годичной научной стажировке в Аахенском техническом университете. Немецкие коллеги действительно хотят сотрудничать. А опыт высокоразвитой страны для нас бесценен во многих областях. В 2003—2004 годах университет совместно с ЦОПК и Мюнстерской ремесленной палатой участвует в Тасис-проекте «Мастер-менеджер». Студенты и преподаватели университета принимают участие в образовательной программе ДААД (Немецкая служба академических обменов). В сентябре 2000 года в Костроме был проведен международный семинар по туризму с участием представителей университета Гельзенкирхен (Германия).

Большая роль в динамичном развитии связей с Германией принадлежит немецким коллегам, которые за это время удостоены высокого звания «Почетный профессор КГТУ». Это Х. Штоббе — консультант-координатор Госканцелярии земли Северный Рейн-Вестфалия, П. Меттен — управляющий директор Госканцелярии земли Северный Рейн-Вестфалия, М. Тойспер — ректор Южно-вестфальской Высшей технической школы, М. Мойк — декан факультета машиностроения Южно-вестфальской Высшей технической школы.

В последнее время мир особенно пристально наблюдает за Китаем и китайской экономикой. Это и понятно, Китай — самая крупная динамично развивающаяся страна в мире.

Наш университет проявил инициативу по установлению побратимских связей с г.Санфань провинции Хубей и Костромской области. В результате взаимного обмена делегациями подписано несколько договоров, в том числе между КГТУ и Санфаньским техническим университетом. В настоящее время граждане Китая составляют большинство иностранных студентов КГТУ (см. табл. 1).

Таблица 1

Количество иностранных граждан, обучающихся в КГТУ

	1998/ 1999	1999/ 2000	2000/ 2001	2001/ 2002	2002/ 2003	2003/ 2004
Подгот. отд.	5	21	47	48	40	31
1 курс		1	5	3	14	6
2 курс	3			2	4	11
3 курс		3	1	1	4	5
4 курс			4	1	5	4
5 курс				2		5
Стажеры			1			
Аспиранты					1	1
ИТОГО	8	25	58	57	68	63
Афганистан		1				
Вьетнам			1	2	6	5
Германия			1			
Камерун	5	2	1	1		
Китай		20	51	50	60	55
Судан	1					
Турция	2	2	4	4	2	2
Франция						1

Наряду с турецким языком в КГТУ предоставляется возможность изучать и китайский язык. Сотрудничество с Китаем является приоритетным направлением в международных связях нашего университета. КНР — это тот конкурент, которого внимательно изучают и опасаются во всем мире. России также необходимо уделять Китаю самое пристальное внимание по нескольким причинам. Во-первых, эта страна является нашим естественным партнером и по местоположению, и по взаимодополняемости ресурсов. Во-вторых, это гигантский рынок, где могут найти место наши товары и технологии. В-третьих, мы не только партнеры, но и конкуренты на мировом рынке. И, наконец, Китай становится мощным экспортером капитала. Экономика этой страны уже не умещает внутренний инвестиционный капитал. И китайцы готовы инвестировать его в российский бизнес. В этом плане нам интересны любые взаимоотношения, которые полезны в данный момент или будут полезны в будущем.

Продолжается плодотворное сотрудничество с институтом Св. Кристофа (г.Масеб, Франция). Подписанный договор в области образования даст возможность ежегодно 3—6 нашим студентам проходить стажировки по специальности в туристических фирмах Франции.

Студенты КГТУ регулярно принимают участие в работе Лондонского Международного научного форума. Практика участия в этом Форуме существует уже несколько лет и вызывает большой интерес у студентов. В своих научных докладах студенты высказывают мнение по важным проблемам современного образования и вопросам экологии. С 1997 года в работе форума приняли участие в общей сложности 8 студентов.

Два студента университета проходят полный курс обучения в Словакии (г. Братислава), в Словацком техническом университете на механическом факультете и на факультете электроники и информатики.

Президентский стипендиат КГТУ С. Исаев прошел курс обучения в престижном университете США по программе Региональных наук.

Преподаватели и студенты КГТУ участвуют в конкурсных программах американского правительства «Бизнес в России» и проходят стажировки в различных компаниях США.

И студенты, и преподаватели приняли участие в группах обучения по курсу «Основы предпринимательской деятельности в сфере бизнеса» в рамках международной программы АЙТЕК в Индии.

Университет активно принимает участие в многочисленных международных выставках, конференциях, семинарах в Германии, Великобритании, США, Италии, Турции, Польше, Индии, Финляндии, Чехии, Швейцарии и других странах.

Развитие международных обменов между студентами требует хорошего знания иностранного языка. Поэтому университет проводит различные курсы подготовки по английскому, немецкому, а также в некоторой степени «экзотическим» для нашего региона языкам — турецкому и китайскому. В течение года в КГТУ работал волонтер из организации Восточно-европейское партнерство (ЕЕР), который преподавал деловой английский, бизнес-дисциплины и консультировал преподавателей в УДЦ. Университет приглашал эксперта организации ВЕСО (Британский корпус экспертов) по вопросам подготовки заявок в многочисленные международные фонды.

Как видно, партнеров у университета много. И будет еще больше. Многие отношения закреплены договорами, в которых мы стараемся учитывать пожелания обеих сторон. Международную связь мы расцениваем как важнейший инструмент развития вуза, его науки. Много на этом пути встречается проблем, но опыт международного сотрудничества уже позволяет их решать. Активное участие в международных проектах различной направленности повышает авторитет университета, это касается прежде всего абитуриентов, которые размышляют над выбором места учебы, а также тех, кто решает проблему трудоустройства или повышения квалификации. Большинство наших студентов-участников международного обмена очень успешно строят потом свою карьеру. Работают в представительствах зарубежных фирм, на совместных предприятиях и т.п. Наличие у университета широких международных контактов способствует также получению выгодных заказов и стимулирует платежеспособность потребителя нашей «продукции».

КГТУ открыт для международного сотрудничества и готов к расширению связей с зарубежными вузами и исследовательскими центрами.

Проректор по международным связям
и дополнительному образованию

Калашик В.П.

Начальник международного отдела

Шулятьева М.Н.

ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ТЕКСТИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

УДК 677.12.017.7

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РАЗМЕРА ГРАДАЦИИ КРИТЕРИЕВ КАЧЕСТВА ПРИ СТАНДАРТИЗАЦИИ ЛЬНЯНОЙ ТРЕСТЫ

А.Е.Виноградова, Е.Л.Пашиш

Костромской государственный технологический университет,
Всероссийский НИИ по переработке лубяных культур

С использованием теории вероятности обоснован размер градации сорто-номерного ряда при определении качества льняной тресты, обеспечивающий минимальную вероятность оценки одной и той же партии тресты разными номерами. Для стимулирования производителя в повышении качества льняной тресты с использованием теории Тагучи предложены элементы дифференциации по стоимости тресты внутри каждого предложенного номера.

Практика стандартизации в льноводстве позволяет заключить, что, какими бы совершенными ни были методы оценки качества соломы и тресты льна, точность конечного результата оценки во многом зависит от неоднородности их физико-механических и технологических свойств.

Действующие в настоящее время государственные стандарты на льняную тресту основаны на применении сорто-номерных рядов, величина градации которых не изменялась на протяжении последних 45...50 лет. В связи с внедрением в производство механизированных технологий уборки льна и повсеместным получением стланцевой тресты неоднородность её свойств значительно возросла. На практике стали возникать случаи, когда одна и та же партия сырья получает оценку разными номерами. Такая ситуация, по нашему мнению, может возникнуть в том случае, если фактический разброс по интегральному показателю качества (сумма баллов)

больше величины его градации по действующему стандарту.

Для исключения таких ситуаций появилась необходимость приведения в соответствие стандартной градации интегрального показателя качества его фактическому разбросу.

Для решения этой задачи были использованы трехгодичные данные по оценке качества льняной тресты по ГОСТ 2975 – 73 «Треста льняная» [1]. Общее количество партий равно 263. Весь ассортимент партий льняной тресты был сгруппирован по номерам. Результаты представлены в таблице 1.

Для определения фактического разброса показателей качества (баллов) для каждого признака определяли максимальные и минимальные значения, при этом значения других признаков принимали с учетом корреляционной связи между ними. В итоге для каждого номера была определена максимально возможная разница показателей качества.

Таблица 1

Разброс свойств льняной тресты по таблице 1 в ГОСТ 2975 – 73

Класс по номерам	Количество партий, шт.	Разброс значений по свойствам тресты (максимум/минимум)						
		Горстевая длина, см	Содержание волокна, %	Разрывная нагрузка, Н	Пригодность тресты	Номер эталона по цвету волокна	Отделяемость	Диаметр стеблей, мм
0,5	8	100/81,08	28/15	0,68/0,22	0,88/0,51	3/2	7,9/5,8	2,3/1,6
0,75	25	95,6/55,33	28,3/17,8	1,63/0,4	0,89/0,48	3/1	8,7/3,42	2,56/1,49
1	31	114,13/73,1	29/16,8	2,18/0,51	0,9/0,49	3/1	9,95/3	2,52/1,2
1,25	48	108,1/72,73	32/16,5	2,76/0,98	0,89/0,54	3/1	8,1/2	2,35/1,1
1,5	42	107/72,14	35,2/23,7	3,3/0,98	1,8/0,63	3/1	8/2	2,54/1,1
1,75	36	109,09/73,64	34,9/23,6	3,19/1,23	1,8/0,64	3/1	8,22/1,5	2,68/1,1
2	29	101,69/78,26	39,5/25	3,43/1,46	0,92/0,62	3/1	8,2/2	2,5/1,1
2,5	23	100/83,08	37,3/27,5	3,1/1,81	0,87/0,69	3/2	8,1/4,4	2,73/1,3

Сравнение полученных данных с интервалами изменения показателей качества по действующему ГОСТ позволило заключить о существовании значительной вероятности оценки качества одной и той же партий льняной тресты разными номерами. Установлено, что интервал варьирования показателей качества, который существует на практике, значительно превышает интервал варьирования нормированных показателей. Величина отношений упомянутых интервалов колеблется от 3 и более.

Для выбора величины градации критериев качества использовали методы теории вероятности, а именно — алгоритм определения максимальной вероятности попадания случайной величины x в интервал от a до $(a \pm \Delta N)$ [2]. Максимум вероятности в этом случае будет определяться из условия:

$$(\alpha - \mu_x) \cdot e^{-\frac{(\alpha - \mu_x)^2}{2\sigma_N^2}} - [(\alpha + \Delta N) - \mu_x] \cdot e^{-\frac{[(\alpha + \Delta N) - \mu_x]^2}{2\sigma_N^2}} = 0, \quad (1)$$

где μ_x — математическое ожидание величины x ;
 σ_N — среднее квадратическое отклонение суммы баллов.

Решая уравнение (1) относительно ΔN , получим:

$$\Delta N = 1/y - a / \sqrt{2\sigma_N^2}, \quad (2)$$

$$y = \frac{[(\alpha + \Delta N) - \mu_x]}{\sqrt{2\sigma_N^2}}; \quad a = \frac{\alpha - \mu_x}{\sqrt{2\sigma_N^2}}.$$

Из уравнения (2) следует подтверждение выказанной выше необходимости соответствия величины градации ΔN уровню реального разброса σ_N . Для определения значения σ_N для каждого класса по номеру использовали ранее определенные значения максимально возможных разниц показателей качества (см. табл. 1 и таблицу № 2 ГОСТ 2975 – 73). Допуская, что изменение показателей качества подчиняется нормальному закону распределения, воспользуемся правилом «трех сигм» для расчета σ_N . В итоге была получена зависимость σ_N от номера льняной тресты. Ее вид представлен на рисунке 1.

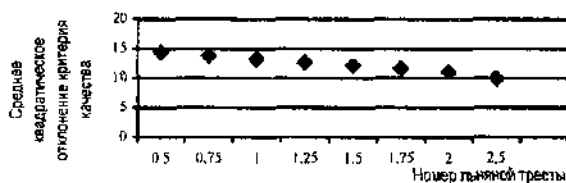


Рис. 1. Зависимость среднего квадратического отклонения от номера льняной тресты

Используя метод итерации и величину σ_N , рассчитали, что ΔN в зависимости от уровня качества сырья находится в пределах 0,44...0,3, причем наибольшее значение ΔN соответствует худшей по качеству тресте, а наименьшее — лучшей.

Из полученных данных следует, что существующая градация требует изменения. В частности, размеры сорто-номерного ряда должны быть укрупнены, а разница показателей качества (баллов) между соседними номерами должна уменьшаться по мере их роста. С учётом этого был предложен новый сорто-номерной ряд для льняной тресты: 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3 и более, то есть всего 6 градаций взамен 11.

Однако, несмотря на очевидные преимущества укрупненной градации, одновременно было установлено, что ее использование может снизить заинтересованность в повышении качества сырья в пределах одного номера. Указанный недостаток можно устранить при введении внутри каждого сорто-номерного интервала дополнительной дифференциации по уровню качества. На наш взгляд, разработка такого условия будет стимулировать производителя льнопродукции постоянно заботиться о повышении ее качества независимо от расположения критерия оценки по отношению к границам сорто-номерного интервала.

Эту задачу решали на основе использования теории функций потерь качества, предложенной Г. Тагути [3, 4]. Сущность прикладных методов, основанных на этой теории, заключается в том, что отклонение критерия качества от оптимального значения должно оцениваться количественно. Количественная оценка упомянутых потерь имеет математическое выражение, полученное путем преобразования ряда Тейлора:

$$L(b) = k(b - m)^2, \quad (3)$$

где $L(b)$ — количественная оценка потерь;

k — коэффициент, учитывающий потери при отклонении фактического значения от оптимального;
 b, m — фактическое и оптимальное значения качества соответственно.

При $b = m$ величина потерь $L(b)$ равна нулю, то есть потери минимальные. При $b - m = \Delta \rightarrow \max$ эти потери максимальные, и их величина определяется как $L = k \Delta^2$.

Применительно к нашей задаче использование упомянутых методов Тагути целесообразно при расчете фактической ценности в стоимостном выражении льнотресты в пределах одного номерного интервала. Ее величину предложено рассчитывать по формуле:

$$Ц_{\text{ф}} = k_2 (Ц_i - k_1(Q_{\text{ф}} - Q_i)^2), \quad (4)$$

где C_{if} — фактическая стоимость партии льнотресты i -го номера;

C_i — цена i -го номера тресты;

k — коэффициент потерь для i -го номера тресты;

k_2 — коэффициент уровня цены, обеспечивающий равенство сумм выплат за сланное сырье при новой и старой градации;

$Q_{ф}$ — фактический критерий качества тресты;

Q_i — нормированный критерий качества тресты.

Были рассчитаны коэффициенты потерь качества для разработанной укрупненной градации номерного ряда льняной тресты (количество номерных интервалов равно 6). Оказалось, что для № 0,5, то есть худшего номера, применительно к действующим ценам величина k равна 1,57; для №1 — 2,18; для №1,5 — 2,48; для №2 — 3,6; для №2,5 — 4,69; для №3 и более — 6,94.

Полученные коэффициенты позволили рассчитать функции потерь качества для нового номерного ряда. При применении на практике разработанной системы градации, по нашему мнению, произойдет уменьшение количества спорных ситуаций, основанных на оценке одной и той же партии льна разными номерами. Кроме того, новая градация в большей степени будет стимулировать производителя в улучшении качества льнопродукции за счет введения

дифференцированных выплат при ее реализации на перерабатывающих предприятиях (рис. 2).

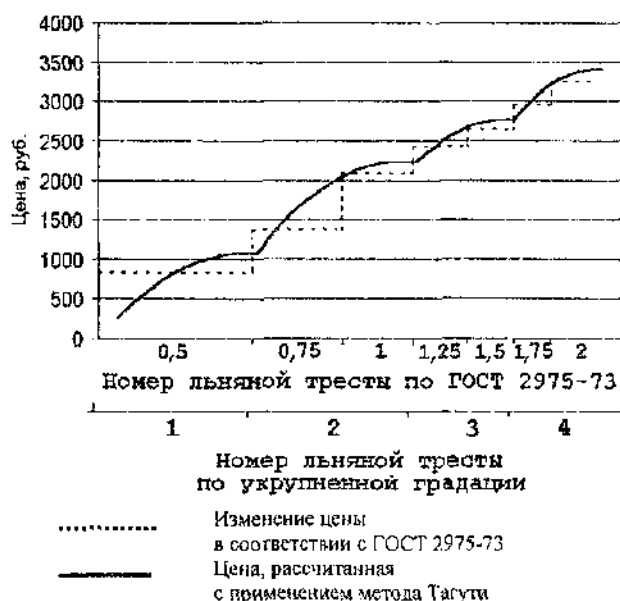


Рис. 2. Изменение относительной цены за льняную тресту при разных номерных рядах

Литература

- ГОСТ 2975 – 73. Треста льняная. — М.: Изд-во стандартов, 1973. — 17 с.
- Вентцель Е.Л. Теория вероятностей. — М.: Гл. ред. физ.-мат. лит-ры, 1964. — 576 с.
- Кирюхин С.М., Сальникова Е.А. Использование методов Тагути для оценки показателей качества текстильных материалов //ИВУЗ. Технология текстильной промышленности. — 1994. — №2. — С. 7—10.
- Taqushi G. Quality engineering in Japan //Commun. Statist - Theor Mech. V.14. — 1985. — N11. — P. 2785—2801.

A.Ye. Vinogradova, Ye.L Pashin

PERFECTION OF QUALITY CRITERION GRADATION SYSTEM DURING ROUGH FLAX STANDARDIZATION

УДК 677.051.

ТЕОРЕТИКО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МОДЕЛИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЫХОДА ДЛИННОГО ВОЛОКНА ПРИ ТРЕПАНИИ

Э.В.Новиков, Р.В.Корабельников

В статье представлены рассуждения по нахождению теоретико-экспериментальных моделей выхода длинного волокна в зависимости от скорости перемещения сырья в трепальной машине и частоты вращения трепальных барабанов. Найдены эмпирические коэффициенты для моделей, описывающих процесс трепания в агрегате АЛС-1.

Выход длинного льняного волокна является одной из основных характеристик предприятий ПОЛВ, поэтому повышение значений этой характеристики является актуальной задачей. Выход зависит от качества тресты, хода процесса мятья и трепания. Заключительным процессом производства

длинного волокна является трепание. Необходимо иметь математические модели, связывающие выход длинного волокна со скоростью транспортирования материала, частотой вращения трепальных барабанов и содержание волокнистых веществ в стеблях.

Работы ученых КГТУ, ВНИИЛК и других [1—5] посвящены нахождению таких моделей, в некоторых работах получены регрессионные модели. По нашему мнению, необходимо находить теоретико-экспериментальные модели нелинейного характера. В работе [1] предложена нелинейная модель выхода длинного волокна в зависимости от скорости рабочей кромки и числа воздействий на волокно, однако в модели не принимается во внимание масса волокна перед обработкой, содержание волокна в стеблях тресты (масса волокна трепанием). Этот недостаток учтен в работе [2], однако в ней нет связи выхода длинного волокна с параметрами обработки.

Задача настоящей работы состоит в нахождении функции выхода длинного волокна (B) от содержания волокна в стеблях после процесса мятья (B_0) (выход длинного волокна после процесса мятья), частоты вращения рабочих органов (n) и скорости перемещения обрабатываемого материала (V), то есть

$$B = f(B_0, n, V). \quad (1)$$

Построим функции в следующем виде:

$$\frac{dB}{dV} = f(Z_V), \quad (2)$$

$$\frac{dB}{dn} = f(Z_n), \quad (3)$$

где Z_V — интенсивность обработки волокна при постоянной частоте вращения трепальных барабанов и различных скоростях перемещения материала.

Z_n — интенсивность обработки волокна при постоянной скорости перемещения материала и различных частотах вращения трепальных барабанов.

Правую часть зависимостей (2) и (3) представим в виде степенных функций, которые позволяют аппроксимировать как нелинейные зависимости при $\kappa_1 \neq 1$, и $\kappa_2 \neq 1$, так и линейные при $\kappa_1 = 1$, $\kappa_2 = 1$, то есть

$$\frac{dB}{dV} = \partial_1 \cdot (Z_V)^{\kappa_1}, \quad (4)$$

$$\frac{dB}{dn} = \partial_2 \cdot (Z_n)^{\kappa_2}, \quad (5)$$

где ∂_1 , ∂_2 и κ_1 , κ_2 — эмпирические коэффициенты, учитывающие свойства обрабатываемого материала и особенности обработки.

С учетом Z_V и Z_n , которые были найдены нами в работе [6], (4) и (5), примут вид:

$$\frac{dB}{dV} = \partial_1 \cdot (Z_{0V} + A_1 \cdot n^{m_1} \cdot V)^{\kappa_1}; \quad (6)$$

$$\frac{dB}{dn} = \partial_2 \cdot (A_2 \cdot V^{m_2} \cdot n)^{\kappa_2}, \quad (7)$$

где A_1 , A_2 и m_1 , m_2 — эмпирические коэффициенты учитывающие свойства обрабатываемого материала и особенности обработки, которые были найдены в работе [6];

Z_{0V} — начальная интенсивность изменения массовой доли костры в волокне (при скорости перемещения материала, равной 0, и известной частоте вращения трепальных барабанов).

Из (6) и (7) следует:

$$dB = \partial_1 \cdot (Z_{0V} + A_1 \cdot n^{m_1} \cdot V)^{\kappa_1} \cdot dV, \quad (8)$$

$$dB = \partial_2 \cdot A_2^{\kappa_2} \cdot V^{m_2 \cdot \kappa_2} \cdot n^{\kappa_2} \cdot dn, \quad (9)$$

При допущении $Z_{0V} = 0$, интегрируя (8) и (9) получим:

при $n = \text{const}$

$$B_V = \partial_1 \cdot A_1^{\kappa_1} \cdot n^{m_1 \kappa_1} \cdot \frac{V^{\kappa_1 + 1}}{\kappa_1 + 1} + C_1, \quad (10)$$

при $V = \text{const}$

$$B_n = \partial_2 \cdot A_2^{\kappa_2} \cdot V^{m_2 \cdot \kappa_2} \cdot \frac{n^{\kappa_2 + 1}}{\kappa_2 + 1} + C_2, \quad (11)$$

При $C_1 = B_{0V}$ для (10) и $n = 0$, $B_n = B_{0n}$, $C_2 = B_{0n}$ — для (11) получим:

$$B_V = \partial_1 \cdot A_1^{\kappa_1} \cdot n^{m_1 \kappa_1} \cdot \frac{V^{\kappa_1 + 1}}{\kappa_1 + 1} + B_{0V}, \quad (12)$$

$$B_n = \partial_2 \cdot A_2^{\kappa_2} \cdot V^{m_2 \cdot \kappa_2} \cdot \frac{n^{\kappa_2 + 1}}{\kappa_2 + 1} + B_{0n}, \quad (13)$$

где B_{0V} и B_{0n} — выход длинного волокна при постоянных начальных значениях скорости транспортирования материала и частоты вращения трепальных барабанов соответственно.

Так как в (12) и (13) ∂_1 и ∂_2 — постоянные в каждом из выражений, то обозначим их через коэффициенты M_1 и M_2 , то есть $M_1 = \partial_1 \cdot A_1^{\kappa_1} \cdot n^{m_1 \kappa_1}$; $M_2 = \partial_2 \cdot A_2^{\kappa_2} \cdot V^{m_2 \cdot \kappa_2}$. Тогда

окончательный вид зависимости (12) и (13) примут вид:

$$B_V = M_1 \cdot \frac{V^{\kappa_1+1}}{\kappa_1+1} + B_{0V}, \quad (14)$$

$$B_n = M_2 \cdot \frac{n^{\kappa_2+1}}{\kappa_2+1} + B_{0n}. \quad (15)$$

Используя экспериментальные данные [7], найдены эмпирические коэффициенты для зависимостей (14) и (15), которые представлены в таблицах 1 и 2.

Например:

Таблица 1

n, мин ⁻¹	V, м/мин	Коэффициенты для (14)		
		M ₁	κ ₁	R ²
<i>Треста перележалая (слабая)</i>				
300	12	- 0,052	- 0,991	-
	20			
	36			
350	12	96,78	- 1,86	0,89
	20			
	36			
400	12	- 0,0926	- 0,991	-
	20			
	36			
<i>Треста нормальной вылежки</i>				
300	12	- 26,60	- 1,660	0,99
	20			
	36			
350	12	- 0,014	- 0,998	-
	20			
	36			
400	12	- 0,024	- 0,997	-
	20			
	36			

R² — коэффициент детерминации.

Выводы

1. Получены теоретико-экспериментальные модели для расчета выхода длинного льняного волокна при трепании в зависимости от скорости транспортирования материала и частоты вращения трепальных барабанов.

- для обработки перележалой тресты в трепальной машине агрегата АЛС-1, в зоне 1 [7] при n=300 мин⁻¹ и скорости перемещения обрабатываемого материала V=12...36 м/мин выход длинного трепаного волокна при обработке на мяльно-трепальном агрегате рассчитывается по следующей зависимости:

$$B_V = B_{0V} - 0,052 \cdot \frac{V^{0,009}}{0,009};$$

- для обработки перележалой тресты, в зоне 1 при V=12 м/мин, n=300...400 мин⁻¹ выход длинного трепаного волокна можно определить по зависимости:

$$B_n = B_{0n} - 0,000358 \cdot \frac{n^{1,438}}{1,438}.$$

Таблица 2

V, м/мин	n, мин ⁻¹	Коэффициенты для (15)		
		M ₂	κ ₂	R ²
<i>Треста перележалая (слабая)</i>				
12	300	- 0,00358	0,438	0,95
	350			
	400			
20	300	- 0,00229	0,489	0,89
	350			
	400			
36	300	- 0,00000	1,966	0,95
	350			
	400			
<i>Треста нормальной вылежки</i>				
12	300	- 0,000430	0,823	0,99
	350			
	400			
20	300	- 0,000096	1,039	0,99
	350			
	400			
36	300	- 0,000584	0,620	0,98
	350			
	400			

2. По экспериментальным данным для агрегата АЛС-1 определены эмпирические коэффициенты для полученных уравнений.
3. Полученные уравнения могут быть использованы для других трепальных машин, в каждом конкретном случае коэффициенты определяются экспериментально.

Литература

1. Сулов Н.Н. Исследование процесса трепания льна: Дис. ... докт. техн. наук. — Кострома, 1961.
2. Левитский И.Н. Новое в обескостривании лубоволокнистых материалов: Монография. Т. 1. — Кострома, 1994.
3. Сорокин Н.К., Харитова А.А., Полторацких А.Н. О степени влияния некоторых факторов мятья и трепания на результаты механической обработки льняной стланцевой тресты // ИВУЗ. ТТП. — 1977. — №1.
4. Пашин Е.Л. Зависимость эффективности трепания льна от его свойств и режимов работы трепальной машины // ИВУЗ ТТП. — 1998. — №1.

5. Щечкин В.В. Совершенствование процесса мятя и трепания при обработке тресты на льнозаводах: Дис. ... канд. техн. наук. — Кострома, 1982.
6. Корабельников Р.В., Новиков Э.В. Теоретико-экспериментальные модели для расчета интенсивности изменения массовой доли костры в длинном волокне при трепании // ИВУЗ ТГП. — 2004. — №4.
7. Новиков Э.В. Обоснование параметров и характеристик малогабаритной трепальной машины: Дис. ... канд. техн. наук. — Кострома, 1998.

A.V. Novikov, R.V. Korabelnikov

THEORETICAL-EXPERIMENTAL MODELS FOR LONG-FIBRE DEFINITION DURING SCUTCHING

УДК.677.024

АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ НАСТРОЙКИ ТКАЦКОГО СТАНКА ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ БД

М.В. Исаева*

При создании САПР технологических режимов ткачества одной из задач является проектирование базы данных параметров ткацкого станка на основе анализа характеристик этих параметров по диапазону и шагу варьирования. На первом этапе все параметры ткацкого станка разделены на две группы: конструктивно-постоянные и переменнo-настроечные.

Формирование базы данных конструктивно-постоянных параметров настройки ткацких станков разных типов (СТБ-180, СТБ-220, СТБ-250, СТБ-330, СТБУ) проведено с использованием технической и нормативной литературы [1--5].

Переменно-настроечные параметры необходимы для проектирования в процессе машинных экспериментов множества допустимых технологических режимов, выбора рационального среди них или оптимизации. Поэтому для каждого из них на основе технической литературы, пассивных и активных экспериментов на льнокомбинатах БКЛМ, им. И.Д. Зворыкина и в лаборатории кафедры ткачества университета определены диапазон изменения и оптимальный шаг.

Активные эксперименты проводились по классическому и факторному (план Коно) планам при измерении натяжения основы, перемещения скала и ремиз с помощью программно-аппаратного комплекса (ПАК-2 – МФ2).

Среди всех переменнo-настроечных параметров дополнительных исследований шага варьирования потребовали следующие параметры: уровень опоры ткани относительно бруса батана и уровень ламельного прибора относительно грудницы, положение хомута на трехплечем рычаге зверообразовательного механизма, момент заступа, расстояние от оси крепления фигурного рычага до положения пружины основного регулятора.

Суть всех экспериментов сводилась к получению математических зависимостей натяжения нитей основы от искомого параметра, по которым из заданного условия несущественности изменения натяжения (или деформации основы) определялся оптимальный шаг варьирования.

Зависимость (1) натяжения основы при прибое от уровней опоры ткани и ламельного прибора получена по результатам эксперимента, проведенного по плану Коно при условиях, представленных в табл.1.

$$F_{pr} = 36,75 - 0,86 \cdot x_1 + 0,63 \cdot x_2 - 2,75 \cdot x_1 \cdot x_2 - 2,76 \cdot x_1^2 + 8,14 \cdot x_2^2 \quad (1)$$

Дисперсия воспроизводимости после статистической обработки (табл. 2) составила 123,61; критерий Кохрена — 0,22; дисперсия адекватности — 401,22. Проверка полученной зависимости на адекватность показала, что полученная модель адекватна ($F_{расч.} = 3,25 < F_{табл.} = 3,89$ [3; 9; 0,95] [6]).

Таблица 1

Название фактора	Обозначение	Нулевой уровень	Шаг варьирования
Уровень опоры ткани (x1), мм	Уоп	47	5
Уровень ламельного прибора (x2), мм	Улам	16,5	1,5

Таблица 2

№ опыта	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ср. арифметическое натяжения нитей	36,75	38,0	44,75	38,25	42,5	32,25	44,75	35,75	42,5
Дисперсия ошибки среднего	22,25	66	51,58	81,58	16	5,58	14,89	11,25	32,25

* Работа выполнена под руководством д.т.н. проф. Н.В. Лустгартен

При переходе от кодированных к натуральным значениям факторов получено уравнение (2), по которому построены графики, представленные на рис. 1.

$$F_{pr} = -217,285 + 10,75 \cdot Y_{op} + 0,618 \cdot Y_1 - 0,033 \cdot Y_{op} \cdot Y_1 - 0,11 \cdot Y_{op}^2 + 0,0299 \cdot Y_1^2 \quad (2)$$

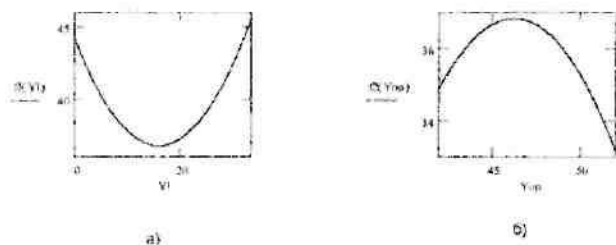


Рис. 1. Зависимость натяжения в приборе от уровня ламельного прибора и уровня опоры ткани
а) при $Y_{op}=47$ мм,
б) при $Y_1=16,5$ мм

Для определения шага варьирования произвольным образом выбраны точки на той ветви графиков натяжения основы, где производная по модулю больше (более «крутой» ветви). По заданным значениям выходного параметра при допустимом изменении натяжения в пределах $\pm 5\%$ по формуле (2) найдены соответствующие интервалы изменения уровня ламельного прибора и уровня опоры ткани (табл.3).

Таблица 3

Наименование исследуемого параметра	Интервал изменения натяжения, сН/нить	Интервал изменения исследуемого параметра, мм
Уровень ламельного прибора	$\pm 1,1$	$\pm 1,3$
Уровень опоры ткани	$\pm 0,86$	$\pm 0,8$

Таким образом, шаг, с которым целесообразно менять значения уровня ламельного прибора и уровня опоры ткани, составил 1 мм.

Как известно, параметры настройки зевового механизма определяют величину деформации и натяжения основы за полный цикл образования раппорта ткани. В частности, деформация зависит от высоты, глубины (l_1) и выноса (l_2) зева, а также от положения ремизного прибора по высоте относительно опоры ткани, т.е. от параметров конструктивно-заправочной линии. При этом высота зева, т.е. размах ремиз, зависит от положения хомута на трехплечем рычаге, который рекомендуется устанавливать так, чтобы между концом рычага и верхней частью хомута выдерживалось расстояние

$B=20\text{—}40$ мм. По результатам эксперимента, в котором изменялось значение B и записывались размах ремизной рамы (h) и угол раскрытия зева (α), получены математические зависимости:

$$\alpha(B) = 32,009 - 0,197 \cdot B, \quad (3)$$

$$h(B) = 76,303 - 0,368 \cdot B. \quad (4)$$

Шаг, с которым следует перемещать хомут по рычагу, определен по степени изменения деформации основы Δl при зевобразовании, рассчитанной как

$$\Delta l = \frac{h^2}{8} \cdot \left(\frac{1}{l_1} + \frac{1}{l_2} \right). \quad (5)$$

Результаты расчета деформации нитей основы при $l_1=144$ мм, $l_2=220$ мм показывают, что несущественное различие Δl — в пределах 5% — соответствует шагу изменения положения хомута на трехплечем рычаге не более 5 мм.

Диапазон изменения момента заступа (Mz) по данным [7], а также из опыта работы текстильных предприятий составляет $350^\circ\text{—}30^\circ$. Для определения оптимального шага варьирования этого параметра проведен эксперимент, где для каждого уровня фактора проводилось 10 измерений натяжения основы в 2 и 3 ремизы при длине единичной реализации, соответствующей четырем оборотам главного вала. Так как в наибольшей степени величина момента заступа влияет на значение натяжения основы в приборе (F_{pr}), а также на приращение натяжения в приборе ($\Delta F_{pr} = F_{pr} - F_{n.pr.}$), то математические модели найдены для этих величин по эквивалентной ремизе (среднее значение из натяжения нитей основы, пробранных в 2 и 3 ремизы). После статистической обработки получены следующие модели:

натяжение основы при приборе:

для нитей нижней ветви зева

$$F_{pr}^n = 123,97 + 0,282 \cdot Mz + 0,032 \cdot Mz^2; \quad (6)$$

для нитей верхней ветви зева

$$F_{pr}^b = 105,93 + 0,181 \cdot Mz - 0,015 \cdot Mz^2; \quad (7)$$

приращение натяжения при приборе:

для нитей нижней ветви зева

$$\Delta F_{pr}^n = 20,18 + 0,352 \cdot Mz; \quad (8)$$

для нитей верхней ветви зева

$$\Delta F_{pr}^b = 22,003 + 0,233 \cdot Mz - 0,011 \cdot Mz^2. \quad (9)$$

Результаты оценки адекватности моделей (табл.4.) позволяют перейти к определению опти-

мального шага изменения момента заступа. Для этого аналогично изложенному выше выбраны точки более «крутой» ветви графиков натяжения основы. При заданных значениях выходного параметра по

(6)—(9) найдены интервалы изменения момента заступа (табл.5.), среднее значение которых составило три градуса угла поворота главного вала.

Таблица 4

Модель	Дисперсия		Критерий Фишера	
	воспроизводимости	адекватности	расчетный	табличный
(6)	240,2	13,1	0,05	9,01
(7)	262,7	10,02	0,2	9,01
(8)	12,02	16,8	1,4	9,01
(9)	20,8	20,2	0,97	9,01

Таблица 5

Обозначение выходного параметра	Интервал изменения натяжения, сН/нить	Интервал изменения момента заступа, град.
F^{pr}	± 3	± 3
F^{br}	$\pm 2,5$	$\pm 4,5$
ΔF^r	$\pm 0,62$	± 2
ΔF^b	$\pm 0,5$	± 2

Известно, что величину заправочного натяжения можно изменять установкой ролика относительно профильного диска основного регулятора и перемещением крепления пружины по фигурному (зубчатому) рычагу, причем последний вариант наиболее часто используется для плавной регулировки натяжения. Кроме того, расстояние от оси крепления фигурного рычага до положения пружины на нём (номер зуба Z) входит во все уравнения, используемые для расчета заправочного натяжения основы.

По результатам измерения расстояния от оси фигурного рычага до каждого зуба получена математическая зависимость:

$$Rp = 88 + (Z - 1) \cdot 10. \quad (10)$$

Однако, при перемещении пружины по фигурному рычагу изменяется не только плечо действия пружины, но и ее деформация. Деформация пружины определена по длине пружины в недеформированном состоянии $L_0 = 155$ мм и фактической длине пружины

L_1 при её перемещении с 1 по 19 зуб с шагом 2 зуба. Зависимость ΔL от номера зуба с корреляционным отношением, равным 0,99, описывается как

$$\Delta L = 26,335 + 5,333 \cdot Z - 0,068 \cdot Z^2. \quad (11)$$

При перемещении пружины по фигурному рычагу с шагом 2 зуба приращение деформации составляет в среднем 13,4%. При шаге в 1 зуб приращение деформации в среднем составляет 6,6%, поэтому для повышения точности вычислений в качестве шага варьирования в базу данных параметров настройки ткацкого станка следует взять минимально возможный шаг — 1 зуб, который соответствует приращению расстояния от оси фигурного рычага до зуба — 10 мм.

Таким образом, проведен анализ параметров настройки ткацкого станка для проектирования БД, которая в дальнейшем может использоваться для проведения машинных экспериментов по выбору оптимального технологического режима ткачества.

Литература

1. Хлопчаткачество: Справочник / Т.П. Букаев и др. — М.: Легпромбытиздат, 1997.
2. Льняоткачество: Справочник / Р.Д. Дружинина и др. — М.: Легпромбытиздат, 1995.
3. Шерстоткачество: Справочник / С.И. Разумовский и др. — М.: Легпромбытиздат, 1998.
4. Переработка химических волокон и нитей: Справочник / Под общей редакцией Б.А. Маркова, Н.Ф. Сурниной. — М.: Легпромбытиздат, 1989.
5. Рекламные проспекты Новосибирского завода «Сибтекмаш».
6. Тихомиров В.Б. Планирование и анализ эксперимента (при проведении исследований в легкой и текстильной промышленности). — М.: Легкая индустрия, 1974.
7. Степанов Г.В. Станки СТБ: Устройство и наладка. — М.: Легкая индустрия, 1985.

M.V. Isaeva

ANALYSIS OF LOOM REGULATION PARAMETERS FOR BD PROJECT

УДК 677.021

МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОРИЕНТИРОВАННЫХ ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ СЖАТИИ

В.И. Жуков, Н.С. Кузнецова, В.В. Иванецкий

Экспериментально исследованы механические свойства волокнистых материалов из параллелизованных волокон при сжатии в поперечном направлении. Получено математическое описание диаграммы напряжений, которое обобщено и может применяться как для параллелизованных, так и для неориентированных волокон.

На различных переходах preparatory производства текстильной промышленности волокна образуют некоторые совокупности, называемые полупродуктами или полуфабрикатами. Для льняного производства это кипа, горсть, слой неориентированных волокон, лента, ровница и пряжа. В любом случае речь идет о некотором волокнистом материале с различной пространственной ориентацией отдельных волокон. Изменение свойств перерабатываемых полупродуктов (структуры и линейной плотности) осуществляется в машинах технологических переходов, в основном, при механических воздействиях рабочих органов с соответствующим волокнистым материалом. К сожалению, до настоящего времени большинство расчетов технологических машин текстильной промышленности производится без анализа и учета напряженного состояния волокнистого материала в процессе обработки. Причиной такого положения является недостаток знаний о механических свойствах волокнистых материалов.

Целью данной работы является развитие математического описания механических свойств волокнистых материалов при сжатии, что обеспечит выполнение корректных математических расчетов для определения результатов, ожидаемых от технологических операций. Для описания механических свойств материалов используются механические характеристики, дающие представление о взаимосвязях деформаций и сил, вызывающих данные деформации.

Для математического описания процесса сжатия не ориентированных в пространстве волокон — волокнистых материалов в массе разрабатывается теория [1], в основу которой положено описание процесса деформации порции волокнистого материала при помощи диаграммы напряжений. Она показывает зависимость величины напряжения σ от величины относительной деформации ϵ . Данная зависимость с достаточно высокой степенью точности (величина корреляционного отношения $\eta=0,988\dots 0,998$) описывается функцией

$$\sigma(\epsilon) = K \frac{\epsilon}{(\alpha - \epsilon)^\alpha} \quad (1)$$

В данном выражении параметр α характеризует асимптотический уровень относительной де-

формации, к которому стремится график диаграммы напряжений при напряжении, стремящемся к бесконечности (рис.1). Анализ выражения (1) указывает на то, что: 1. Величина K является константой, характеризующей механические свойства исследуемой порции волокнистого материала.

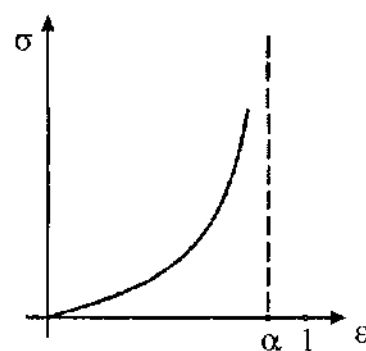


Рис. 1.
Диаграмма напряжений порции неориентированных волокон

2. Функциональная зависимость напряжения σ от величины относительной деформации ϵ характеризуется параметром α , названным предельной деформацией. Вид такой функциональной зависимости определяется изменением внутренней структуры деформируемой порции волокнистого материала, механизм нарастания напряжения более подробно рассмотрен в [1].

Логично предположить, что для математического описания деформационных свойств волокнистых материалов, образованных из параллелизованных волокон (горсть волокон, лента), можно также использовать диаграмму напряжений с функцией, подобной (1). Однако следует иметь в виду, что при сжатии параллелизованных волокон изменение структуры может происходить по другим закономерностям.

Для экспериментального исследования процесса сжатия параллелизованных волокнистых материалов разработан и изготовлен лабораторный стенд (схема рис.2), позволяющий выполнять нагружение испытуемого образца постоянной силой F и одновременное измерение величины его абсолютной деформации ϵ в направлении действия силы.

На основании 1 смонтированы шесть стоек 2 в два ряда с расстоянием между рядами $b=50$ мм. Пространство на основании между стойками образует площадку для укладки порций волокнистого

материала. На средних стойках (увеличенной высоты) смонтирована опорная пластина 3, закрепленная на стойках при помощи гаек 4. В отверстии опорной пластины закреплен индикатор 5 часового типа, обеспечивающий измерение линейных размеров до 10 мм с точностью 0,01 мм. В конструкцию индикатора внесены некоторые изменения — для исключения силового воздействия с его стороны на испытуемый материал в индикаторе удалена возвратная пружина. К верхней части подвижного штока 6 индикатора прикреплена грузовая платформа 7, предназначенная для размещения грузов 8. Усилие от груза через шток передается на пластину 9, обеспечивающую равномерное распределение силы по всей площади испытуемой порции волокнистого материала 10. Длина пластины соответствует длине испытуемой порции $L=100$ мм, ширина 50 мм. Ширина испытуемой порции волокнистого материала ограничивается шестью стойками, выполненными из полированных стальных стержней. Поэтому силами трения о боковые поверхности можно пренебречь вследствие их ничтожно малой величины. Данное значение ширины принято примерно равным ширине ленты на первых переходах preparatory production.

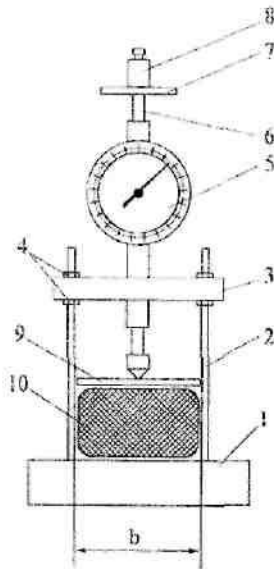


Рис. 2. Схема стенда для определения параметров порции волокнистого материала при сжатии

Исследованиям подвергались подготовленные порции волокнистых материалов, образованные из параллелизованных волокон трепаного льна №10, чесаного льна №14, льняного очеса №6 и джута кондиционной влажности. Массы порций подбирались таким образом, чтобы при свободном размещении внутри измерительного стенда до начала процесса нагружения их вертикальный размер был бы меньше предельно допустимого для данной конст-

рукции стенда. Нагружение производилось по плану активного классического эксперимента за счет создания усилия сжатия массой груза (с учетом массы пластины 9), увеличивающейся от 5,7 до 3000 г на 24 уровнях, что соответствует созданию напряжения, достигающего до ≈ 6000 Па.

В результате математической обработки полученных данных было установлено с высокой степенью адекватности (корреляционное отношение $\eta=0,994\dots 0,997$), что для математического описания диаграммы напряжений можно использовать функцию вида:

$$\sigma(\varepsilon) = K \frac{\varepsilon^n}{(\alpha - \varepsilon)\alpha} \quad (2)$$

При сравнении с функцией (1) данная функция отличается тем, что в числителе величина относительной деформации имеет степень n . Наилучшие результаты аппроксимации получены со значениями показателя степени n для исследованных видов волокон (табл.1).

Как видно из таблицы, применение функции (2) обеспечивает лучшую аппроксимацию опытных данных (величина корреляционного отношения составляет $\eta_2=0,994799\dots 0,997549$), что в среднем выше на $\Delta\eta = \eta_2 - \eta_1 = 0,0139618$.

В заключении можно сделать вывод о том, что функция (2) аппроксимации диаграммы напряжений носит более общий характер, т.к. её можно использовать как для описания диаграммы напряжений неориентированных волокон, используя $n=1$, так и для параллелизованных волокон, используя соответствующие значения n из таблицы. В качестве замечания можно отметить, что показатель степени n для параллелизованных волокон можно округлить до $n=2$, что хотя несколько и снизит точность аппроксимации (величина корреляционного отношения составит величину не менее 0,98), но позволит упростить математические вычисления.

Выводы

1. Экспериментально исследованы механические свойства параллелизованных волокнистых материалов при сжатии в поперечном направлении.
2. Получено математическое описание диаграммы напряжений параллелизованных волокон при сжатии.
3. Полученная функция, описывающая диаграмму напряжений параллелизованных волокон при сжатии, имеет универсальный характер. Для описания неориентированных волокон следует использовать показатель степени в числителе $n=1$, а для параллелизованных волокон $n \approx 2$, или более точное значение из приведенной таблицы.

Таблица 1

Параметры функции аппроксимации (1 и 2) для параллелизованных волокон различных видов

Вид волокон	Масса порции, м, г	Функция аппроксимации			Функция аппроксимации				
		$K_1 \frac{\varepsilon}{(\alpha_1 - \varepsilon)^{\alpha_1}}$			$K_2 \frac{\varepsilon^n}{(\alpha_2 - \varepsilon)^{\alpha_2}}$				
		$K_1, Н$	α_1	η_1	$K_2, Н$	α_2	n	η_2	$\Delta\eta$
Чесаный лен №14	6.70	445.63	0.750	0.984329	822.37	0.758	2.2	0.997242	+0.012913
Джут	5.60	546.65	0.697	0.975886	1123.0	0.708	2.1	0.994799	+0.018913
Льняной очес №6	2.51	339.5	0.853	0.986643	578.78	0.843	2.3	0.997549	+0.010906
Трепан-лен №10	5.36	445.75	0.779	0.982889	775.25	0.789	2.1	0.996004	+0.013115

Литература

1. Жуков В.И. Развитие теории и технологии бункерного питания волокном текстильных машин льняной промышленности. Дис. ... докт. техн. наук. — Кострома: КГТУ, 2001.

V.I.Zhukov, N.S.Kuznetsova, V.V.Ivanitskey

MECHANICAL PROPERTIES OF ORIENTED FIBROUS MATERIALS DURING COMPRESSION

УДК 677.021

ВЛИЯНИЕ УГЛА НАКЛОНА БИЛЬНОЙ ПЛАНКИ НА НАТЯЖЕНИЕ ВОЛОКНИСТОЙ ЛЕНТЫ В ПРОЦЕССЕ МОДИФИКАЦИИ

С.Н.Разин

В устройстве для модификации льняного волокна [1], вид сверху на которое показан на рис.1, волокнистая лента 1 подвергается двухсторонней обработке с помощью бильных планок 2.

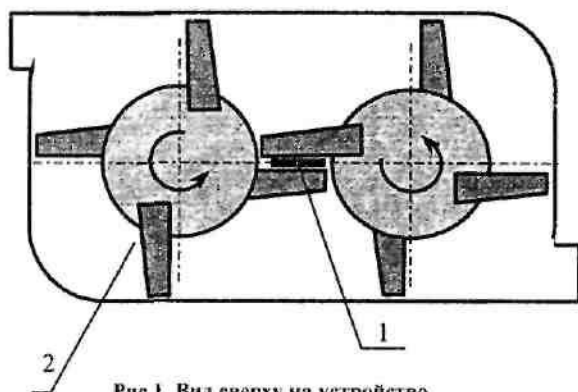


Рис.1. Вид сверху на устройство для модификации льняного волокна

Наиболее интенсивно бильные планки воздействуют на ленту на этапе захлестывания, протекающем от момента начала взаимодействия ленты с билом до момента, когда лента входит в соприкосновение с нижней плоскостью бильной планки. В работе [2] показано, что учет вращательного движения бильных планок оказывает незначительное влияние на процесс захлестывания, и поэтому при

исследовании этого процесса можно воспользоваться уравнением, описывающим взаимодействие волокнистой ленты с поступательно движущимся биллом. Расчетная схема процесса захлестывания представлена на рис.2. Если массу ленты считать сосредоточенной на оси ее симметрии (то есть рассматривать ленту как нить), то положение захлестываемого участка можно описать угловой координатой φ , которая при горизонтальном расположении бильной планки и начальном вертикальном расположении ленты может изменяться от 0 до $\pi/2$.

Дифференциальное уравнение, описывающее движение участка ОА, неоднородной по линейной плотности ленты в этом случае, имеет вид [3]:

$$\ddot{\varphi} + \frac{J_z}{J_z} \dot{\varphi} + \frac{mgl_c}{J_z} \sin \varphi = 0, \quad (1)$$

где J_z, \dot{J}_z — момент инерции участка ОА ленты относительно оси, перпендикулярной рисунку и проходящей через точку О, а также его производная по времени;

m — масса участка ОА;

g — ускорение свободного падения;

l_c — расстояние от центра масс (точка С) участка ОА до точки контакта ленты с биллом (точка О).

Данное уравнение получено при следующих допущениях: изгибная жесткость ленты равна 0, участок OA при своем движении сохраняет прямо-

линейную форму, сопротивление воздуха отсутствует, била имеет нулевую толщину.

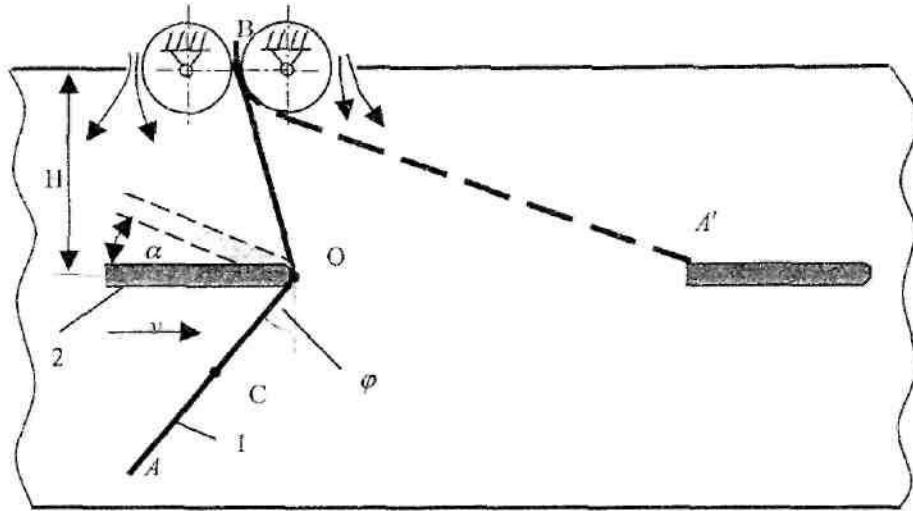


Рис. 2. Расчетная схема взаимодействия ленты с бильной планкой

Численное решение уравнения (1) позволяет найти закон изменения угла поворота φ в зависимости от времени, зная который, можно определить общее натяжение ленты в сечении ее набегания на кромку била по формуле [3]:

$$T = T_1 + T_2 = m(l_c \cdot \dot{\varphi}^2 - \ddot{l}_c). \quad (2)$$

Здесь первое слагаемое — T_1 соответствует центробежной силе инерции, возникающей из-за вращения ленты вокруг кромки била, а второе — T_2 соответствует силе инерции, возникающей из-за ускоренного скольжения ленты по кромке била. Вклад каждого из слагаемых в силу натяжения можно наблюдать на рис. 3.

Как показывают расчеты по формулам (1) и (2), сила натяжения достигает максимального значения в момент окончания процесса захлестывания, то есть в момент, когда участок OA входит в соприкосновение с нижней плоскостью бильной планки.

Закон изменения силы натяжения неоднородной по линейной плотности ленты, представленный на рис. 2, получен при следующих данных:

$$\begin{aligned} \varphi_0 &= 0; \quad \dot{\varphi}_0 = v/(L - H); \\ L &= 0.06 \text{ м}; \quad H = 0.035 \text{ м}; \quad v = 70 \text{ м/с}. \end{aligned}$$

Здесь L — общая длина обрабатываемой ленты (ВОА), H — расстояние, показанное на рисунке 1, v — скорость движения била. Расчет проводился для неоднородной ленты, когда ее линейная плотность изменялась по закону:

$$\gamma = \gamma_0(L - s)/L,$$

где $\gamma_0 = 0,012 \text{ кг/м}$ — линейная плотность ленты в сечении зажима (т.В);

s — расстояние от сечения зажима до текущего сечения ленты.

Численное решение уравнения (1) показывает, что с увеличением скорости движения била или линейной плотности ленты, а также с уменьшением расстояния H максимальная сила натяжения возрастает.

Имеется еще одна возможность изменения максимального значения силы натяжения. Увеличения силы натяжения ленты можно добиться, расположив била под некоторым углом к горизонтальной плоскости, как показано штриховой линией на рис. 2. При этом возрастание максимальной силы натяжения происходит как за счет увеличения силы натяжения в сечении набегания (из-за увеличения времени захлестывания), так и за счет увеличения силы натяжения в сечении сбегания с кромки била (за счет увеличения угла обхвата). Будем считать угол α показанный на рис. 2, положительным. В этом случае зависимость максимальной силы натяжения ленты в сечении ее набегания на кромку била от угла наклона била имеет вид, представленный на рис. 4. Этим же рисунком отмечены результаты расчетов по формулам (1), (2), а сплошной линией — график аппроксимирующей функции вида:

$$T = a_0 + a_1 \cdot \alpha - a_2 \cdot \alpha^2,$$

где коэффициенты $a_1 = 33,212 \text{ н}$, $a_2 = 33,345 \text{ н}$, $a_0 = 11$ получены методом наименьших квадратов.

Выводы

1. Угол наклона бильной планки к горизонту оказывает значительное влияние на силу натяжения ленты.

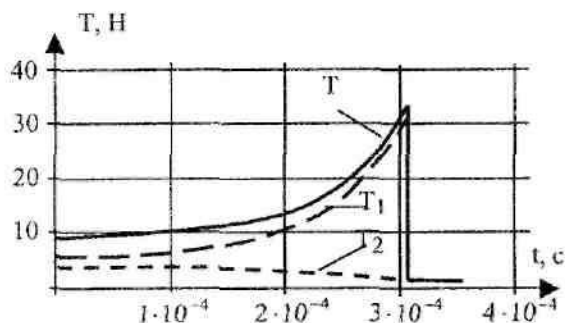


Рис.3. График зависимости от времени силы натяжения ленты в сечении набегания на кромку била
 T — общая сила натяжения,
 T₁ — составляющая силы натяжения от захлестывания участка OA,
 T₂ — составляющая силы натяжения от проскальзывания ленты по кромке била.

2. Изменяя угол наклона бильной планки в пределах от 0 до $\pm 18^\circ$, можно добиться изменения силы натяжения в сечении набегания ленты на кромку била до 30 %.

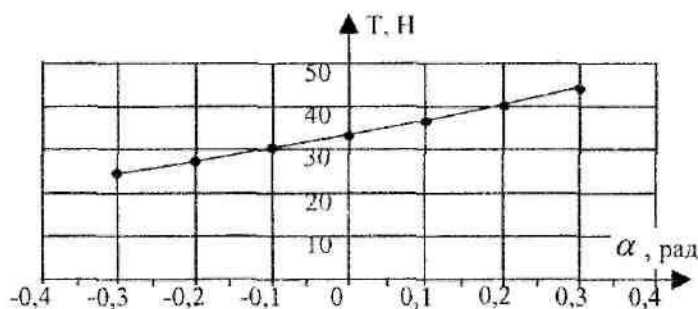


Рис. 4. График зависимости силы натяжения ленты в сечении набегания от угла наклона бильной планки

Литература

1. Разин С.Н., Пашин Е.Л. Устройство для штапельирования льняного волокна в ленте: Патент на изобретение №2178022. Оpubл. 10.01.2002. Бюл. № 1.
2. Разин С.Н. Уравнения движения волокна, взаимодействующего с вращающимся билом // ИВУЗ Технология текстильной промышленности. — 2003. — №2.
3. Разин С.Н. Влияние неоднородности волокнистой ленты на процесс захлестывания // Вестник КГТУ. — Кострома, 2003. — №7.

S.N.Razin

INFLUENCE OF INCLINATION ANGLE OF BLADED BEATER UPON FIBROUS RIBBON DURING MODIFICATION PROCESS

УДК 677.024.8.01

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СТАТИЧЕСКОГО НАГРУЖЕНИЯ СОСТАВЛЯЮЩИХ УПРУГОЙ СИСТЕМЫ ЗАПРАВКИ ТКАЦКОГО СТАНКА ПОСЛЕ ЕГО ОСТАНОВА НА ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ОПУШКИ ТКАНИ

В.А. Тягунов, А.Н. Ступников, Е.Б. Плаксин, С.В. Беляева

Изложены результаты исследований величин и характера перемещения опушки ткани на ткацком станке при нагружении – разгрузке основы и ткани, которые происходят при выполнении рабочих приемов во время обслуживания ткацких станков.

Исследование смещения опушки ткани после останова ткацкого станка не теряет актуальности для решения прикладной задачи – устранения пусковой полосы при последующем пуске станка, а также для получения достоверных сведений о влияющих физических величинах и их размерах, позволяющих моделировать этот процесс.

Ранее предпринималась попытка экспериментальных исследований и машинного моделирования процесса смещения опушки ткани на ткацком станке СТБ 2 – 175 при выработке ткани из полиэфир-вискозных и других нитей. Экспериментальные исследования выполнялись с применением оригинальных методик и приборной базы и показали, что

опушка ткани в условиях эксперимента смещалась преимущественно в сторону скала. При этом отмечалось значительное число влияющих на процесс смещения опушки ткани факторов, в том числе и технологических, которые трудно учесть в предлагаемой модели [1].

Для определения характера смещения опушки ткани после останова станка при выполнении ткацком рабочих приемов за счет воздействия на заправку со стороны основных нитей или ткани был проведен эксперимент.

Станок СТБ 2 –175, вырабатывающий полулльняную ткань арт. 05273 (линейная плотность основы $T_0 = 29$ текс (хлопок), линейная плотность

утка $T_u = 56$ текс (лен); плотность ткани по основе $P_o = 210$ нит/10 см; плотность ткани по утку $P_u = 150$ нит/10 см.; переплетение полотняное; заправочное натяжение $F_n = 12$ с Н/нить) был оснащен датчиком смещения опушки ткани, в качестве преобразователя перемещения чувствительного элемента в котором использовался синус – косинусный вращающийся трансформатор типа ВТ-2,5 класса точности 0,05, включенный в режиме линейного вращающегося трансформатора для измерения малых перемещений в пределах $\pm 1,0$ мм. [2]. В качестве отсчетного устройства применен цифровой вольтметр типа М-832 с ценой деления 0,01 В. Перед началом эксперимента с помощью тарировочного устройства проверялась линейность выходной характеристики датчика.

Непосредственно перед проведением опыта датчик настраивался на определенную величину выходного напряжения в пределах линейности выходной характеристики, и это позволяло контролировать смещение опушки ткани в сторону скала или грудницы без смены знака показаний измерительной системы.

Эксперимент проводился по двум вариантам:

1 вариант – последовательное нагружение ткани с последующим разгрузением.

2 вариант – последовательное нагружение основных нитей с последующим разгрузением.

Нагружение осуществлялось с помощью разновесов, которые закреплялись на специальной пластмассовой площадке размером 35×150 мм, устанавливаемой на ткань в зоне «опушка ткани – грудница» и на основные нити в зоне «ремизы – ламели».

Местом установки площадки выбрана средняя зона по ширине заправки станка, в которой установлен и датчик смещения опушки ткани. Как отмечалось [1], это зона наибольших изменений натяжения нитей основы и величины стрелы прогиба опушки ткани по ширине заправки.

Эксперимент в разных повторностях выполнялся по следующей методике. Станок включался в работу, а после наработки 0,8 – 1,2 м. ткани отключался по команде оператора.

Практически мгновенно и автоматически чувствительный элемент (щуп) датчика смещения опушки ткани входил в контакт с опушкой ткани, и начинался процесс измерения. Через короткие промежутки времени, равные нескольким секундам, происходило дискретное нагружение и последующее разгрузение площадки. Величина нагрузки на ткань изменялась от 0 до 2000 г, а основы в пределах от 0 до 1200 г с уровнем дискретности в 200 г. Нагружение основных нитей на большую величину не представлялось возможным.

В каждом варианте нагружения было выполнено по три повторности, а данные усреднены.

Результаты эксперимента представлены на рис. 1 и 2.

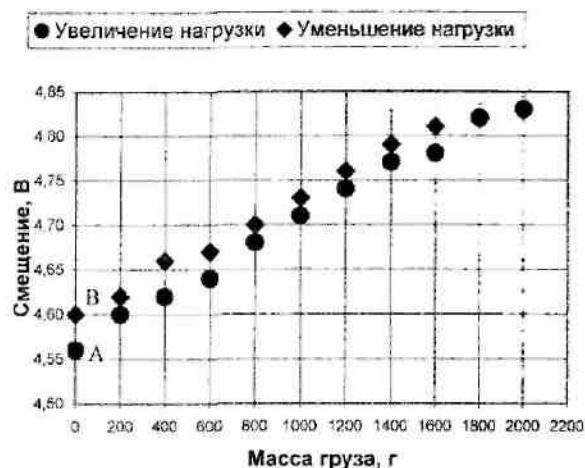


Рис. 1. Смещение опушки ткани при нагружении и разгрузении ткани



Рис. 2. Смещение опушки ткани при нагружении и разгрузении основы

Следует отметить, что первоначальное значение (точка А) и конечное значение (точка В) положения опушки ткани в обоих вариантах не совпадают. Это можно объяснить наличием релаксационных процессов, происходящих в упругой системе заправки, и вязкоупругими свойствами системы.

При нагружении основы разница в начальном и конечном значениях положения опушки ткани наблюдается больше, чем при нагружении системы заправки со стороны ткани. Это можно объяснить тем, что релаксационные процессы в нитях основы более заметны, так как основные нити по сравнению с тканью получают большие деформации при одинаковом изменении нагрузки, и даже большее по величине нагружение ткани в эксперименте вызывает меньшее смещение опушки ткани. Это объясняется также и тем, что жесткость ткани, ее упругие характеристики, их нелинейность существенно отличаются от аналогичных характеристик нитей основы. Здесь это играет определенную роль, также как и различие в длинах нитей основы и ткани в упругой системе заправки ткацкого станка.

Применив тарифовочный коэффициент $KU=3,571$ В/мм, полученный в результате тарифовки измерительной установки, как это было показано в [3], были получены следующие результаты: смещение опушки ткани при нагружении ткани составило 0,087 мм, остаточное смещение — 0,011 мм; смещение опушки ткани при нагружении основы составило 0,115 мм, остаточное смещение — 0,011 мм.

Следует отметить, что при выработке ткани из натуральных волокон, в связи с относительно большой толщиной уточной пряжи, полученные значения смещения опушки ткани являются незначительными, визуально не наблюдаются и, таким образом, не оказывают существенного влияния на образование пусковых полос.

При выработке ткани из шелка и других искусственных и синтетических нитей, имеющих ма-

лую линейную плотность, смещения опушки ткани на данную величину существенны и приведут к образованию пусковых полос.

Выводы

1. В процессе экспериментального дискретного нагружения – разгрузки заправки ткацкого станка, имитирующего действия ткача, со стороны ткани или основных нитей, установлено, что происходит смещение опушки ткани от исходного положения.
2. Характер смещения опушки в процессе нагружения и последующего разгрузки носит гистерезисный вид, результатом которого является наличие остаточного смещения относительно исходного состояния при снятии нагрузки.
3. Величина смещения опушки ткани при нагружении основных нитей и ткани различны.

Литература

1. Плаксин Е.Б. Явление смещения опушки ткани при выстое станка и датчик для контроля ее положения. Дис. ... канд. техн. наук. — Кострома: КГТУ, 2000.
2. Плаксин Е.Б. Датчик смещения опушки ткани // Вестник КГТУ. — 2001. — № 3.
3. Плаксин Е.Б., Тягунов В.А., Ступников А.Н. Установка для исследования смещения опушки ткани на ткацком станке // ИВУЗ. ТТП. — 2000. — №5.

V.A. Tyagunov, A.N. Stupnikov, E.B. Plaksin, S.V. Belyaeva

RESEARCH STATISTIC LOADING OF LOOM ELASTIC SYSTEM SETTING UPON FABRIC FLUFF TRANSFERENCE

УДК 677-487.5.023.275:65.011.56

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОРОКОВ ВНЕШНЕГО ВИДА НА НИТИ

И.В.Землякова, А.С.Краснов

Внешний вид ткани играет решающую роль при формировании спроса, поскольку потребитель в первую очередь обращает внимание на внешнее оформление. Внешний вид и оформление ткани определяются художественно-эстетическими показателями, отсутствием или наличием пороков внешнего вида. Порядок определения сорта тканей с учетом пороков внешнего вида регламентирован в специальных стандартах. Отечественные текстильные предприятия вырабатывают большие объемы тканей на внешний рынок. Зачастую требования к качеству тканей у зарубежных заказчиков расходятся с требованиями ГОСТов, причем, прежде всего, по порокам внешнего вида. Например, по льняным тканям требования по утолщениям, слетам, близнам и т.д. у зарубежных заказчиков более жесткие, чем требования ГОСТ 357-75.

Значительная часть пороков внешнего вида ткани связана с дефектами на нити (сырьевые пороки). Нить имеет различные пороки внешнего вида,

которые переходят в ткань, ухудшают её качество, негативно влияют на процесс выработки ткани.

Ткань, не соответствующая по порокам требованиям заказчика, подвергается повторной отделке, чистке, штопке, и предприятие несет убытки.

Из опыта предприятий некоторые пороки (например, шишки) не допускаются в ткани, а другие (например, утолщения) не снижают качества ткани в случае, если они распределены равномерно.

Возникает необходимость математически описать распределение пороков внешнего вида на нити, чтобы в дальнейшем использовать созданную модель для прогнозирования распределения пороков внешнего вида по ткани.

В случае, если ткань по порокам не отвечает требованиям заказчика, то выдвигаются требования по степени очистки нити.

Математическая модель строится на основании анализа сканированного изображения пряжи. Методика получения изображения и его обработки

заключается в следующем. Первоначально производится сканирование пряжи, намотанной аппаратом МОК на доску контрастного цвета, затем полученное изображение проходит фильтрацию по алгоритму [1]. Далее анализируется отфильтрованное изображение, определяется его размер, количество нитей и общая длина, средняя толщина нити. На основании анализа производится поиск, распознавание и классификация пороков внешнего вида пряжи: узлов, утонений, утолщений, их подсчет. В итоге программным комплексом делается вывод о классе чистоты анализируемой пряжи.

Следующим этапом обработки является определение численных значений длин интервалов между пороками каждого вида. Каждый рассматриваемый порок внешнего вида распределен по всей длине нити случайным образом. Он разбивает всю нить на интервалы, где под j -ым интервалом понимаем расстояние между серединами дефектов с порядковыми номерами j и $(j+1)$. Таким образом, получаем случайную последовательность, аргументом которой является номер интервала. Процесс получения паковки нити можно рассматривать как опыт, а фактические длины интервалов как реализацию случайной последовательности. Будем обозначать случайную последовательность длин интервалов между дефектами одного вида через $P_j = P[j]$, а реализацию через $p_j = p[j]$, где j — порядковый номер интервала. В случае нескольких реализаций будем отмечать номер опыта $p_1[j], p_2[j], \dots, p_n[j]$.

После этого можно определить характеристики случайной последовательности. Математическое ожидание случайной последовательности — это последовательность чисел, представляющих собой математические ожидания соответствующих членов случайной последовательности $m_j = M[P_j]$. А корреляционная функция случайной последовательности представляет собой корреляционный момент двух произвольно выбранных членов случайной последовательности, рассматриваемый как функция этих членов [2]:

$$K(j, l) = M[(P[j] - m_j) \cdot (P[l] - m_l)] = M[P_j^0 \cdot P_l^0], \quad (1)$$

При $j=l$ корреляционная функция обращается в дисперсию случайной последовательности:

$$K(j, j) = D_j. \quad (2)$$

При исследовании n паковок нити, на каждой из которых получено m длин интервалов между серединами рассматриваемого дефекта нити, будет получено n реализаций случайной последовательности $P[j]$ по m значений в каждой:

$$p_1[j], p_2[j], \dots, p_n[j], j = 1, 2, \dots, m. \quad (3)$$

Тогда оценки для математических ожиданий можно найти по формуле:

$$\tilde{m}_j = \frac{\sum_{i=1}^n p_i[j]}{n}; \quad j=1, \dots, m, \quad (4)$$

соответственно для дисперсий:

$$\tilde{D}_j = \frac{\sum_{i=1}^n [p_i[j] - \tilde{m}_j]^2}{n-1} \quad (5)$$

и для корреляционных моментов:

$$\tilde{K}(j, l) = \frac{\sum_{i=1}^n [p_i[j] - \tilde{m}_j] \cdot [p_i[l] - \tilde{m}_l]}{n-1}. \quad (6)$$

В результате получим ряд значений $\tilde{m}_1, \tilde{m}_2, \dots, \tilde{m}_m$ и $\tilde{D}_1, \tilde{D}_2, \dots, \tilde{D}_m$.

Функция $\tilde{K}(j, l)$ изображается в прямоугольной сетке точек.

Последним этапом является аппроксимация найденных рядов значений математических ожиданий, дисперсий, корреляционных моментов. В результате аппроксимации получаем функции $\tilde{m}_p(j), \tilde{D}_p(j), \tilde{K}_p(j, l)$.

Приведенные аналитические функции являются моделью расположения пороков внешнего вида нити. Используя эту модель и сведения о структуре ткани и некоторых заправочных параметрах ткацкого станка, можно рассчитать вероятное расположение соответствующих пороков на ткани.

Литература

1. Краснов А.С. Разработка метода фильтрации изображения при анализе пороков внешнего вида пряжи // Вестник КГТУ. — 2003. — №7.
2. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. — М: Наука, 1964.

I.V.Zemlyakova, A.S.Krasnov

MODELLING OF SURFACE DEFECT DISTRIBUTION ON THREAD

УДК 677.072.9

ПОЛУЧЕНИЕ КРУЧЕНОЙ ВЫЮРКОВОЙ ПРЯЖИ ИЗ ЛЬНЯНЫХ ВОЛОКОН САМОКРУТОЧНЫМ СПОСОБОМ

Л.С. Ильин, С.Е. Проталинский, А.С. Лопаткин

Рассматриваются экспериментальные исследования самокруточного способа получения льняной пряжи из бескруточной выюрковой пряжи мокрым способом прядения на стенде самокруточной прядильной машины.

К наиболее распространенным новым способам получения пряжи относят выюрковые способы, когда продукт упрочняется за счет ложного кручения с помощью выюрков. Среди них для льна используют так называемый бескруточный способ мокрого прядения и самокруточный способ. При всех положительных сторонах первого способа (высокая скорость выпуска, получение готовой ткацкой паковки, простота устройства и т.д.) имеется существенный недостаток – пониженная прочность бескруточной пряжи в связи с недостатком фиксированной крутки. Самокруточный способ позволяет получать пряжу с круткой, как составляющий ее стренг, так и самой готовой пряжи.

Ранее проведенные опыты осуществить самокруточное прядение льняных волокон мокрым способом не дали положительных результатов из-за сложности и длительности обслуживания машины при устранении обрыва слабой некрученной мокрой пряжи одновременно в двух параллельных крутильных камерах. В настоящее время самокруточная прядильная машина для льняных волокон применяется пока только для получения армированной пряжи сухим способом.

В КГТУ предложен способ получения крученой выюрковой пряжи мокрым прядением самокруточным способом кручения. Сущность процесса заключается в том, что две нити готовой бескруточной пряжи получают раздельное циклическое кручение с последующим их соединением и самоскручиванием. Именно отсутствие действительной крутки позволяет выюрковой пряже принимать периодически меняющуюся крутку при самокруточном кручении. В этом случае некрученная пряжа выступает в роли вышедших из вытяжного прибора волокнистых прядей при самокруточном прядении. Способ самоскручивания готовой выюрковой пряжи привлекателен тем, что он осуществляется с высокой скоростью и с небольшим натяжением скручиваемых нитей. Последнее особенно важно, учитывая пониженную прочность бескруточной льняной пряжи.

Поскольку льняная выюрковая пряжа обладает сравнительно высокой жесткостью, для реализации способа была реконструирована самокруточная прядильная машина для льняных волокон ПСК-225-ЛЮ, обладающая наиболее мощным аэродинамическим крутильным устройством (АКУ). Технологическая схема стенда показана на рис.1. Выюрковая

пряжа 2 сматывается с паковок 1, полученных на выюрковой прядильной машине, и через направляющие ролики 3, уплотнитель 4 поступает в питающую пару 5, роль которой выполняет вытяжная пара прядильной СК-машины. Далее подаваемые две нити скручиваются в АКУ 6, и тянущей парой 7 готовая крученая пряжа 8 подается в мотальный механизм 9, где наматывается на паковку 10. Для подачи отдельных нитей в зону питания были использованы пневмопроводы, которые в прядильном варианте машины служат для проброса и транспортирования стержневых нитей при выработке армированной пряжи. Пневмопроводы, кроме того, выполняли функцию натяжителей, благодаря чему нити подавались в распрямленном состоянии, без петель и гофр, практически с равным натяжением.

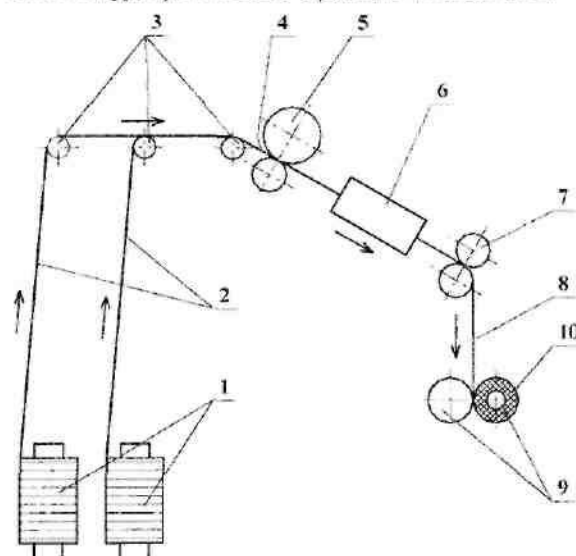


Рис. 1. Технологическая схема экспериментального стенда

Для получения крученой пряжи использовалась чистольняная выюрковая пряжа мокрым прядением линейной плотностью 46 текс со средней прочностью на разрыв 380 сН. В опытах определялся характер изменения прочности крученой пряжи в зависимости от основных параметров, влияющих на процесс самоскручивания: опережение подачи бескруточной пряжи питающей парой относительно тянущей (так называемый “нагон”), давление сжатого воздуха, подаваемого в АКУ, и сдвиг крутки в скручиваемых нитях по фазе.

В предыдущих исследованиях (1) отмечалось, что наибольшее влияние оказывает величина "нагона", поскольку вихревые крутильные камеры очень чувствительны к изменению натяжения прядей в зоне кручения, и неправильно выбранная величина "нагона" может ухудшить процесс и снизить прочность пряжи.

Из графических зависимостей, полученных в проведенных опытах (рис.2), следует, что наибольшая удельная прочность крученой пряжи $T=46 \times 2$ текс получена при нагоне в пределах $3,88\% - 5,21\%$. Снижение прочности при меньших значениях "нагона" можно объяснить большой натянутостью нитей в зоне кручения. Количество кручения уменьшается, т.к. камеры исчерпывают свои возможности крутить, и вихри воздуха просто обтекают сильно натянутую нить, не придавая ей дополнительных кручений. Это предположение подтверждается и величиной крутки – она здесь наименьшая. Спад прочности при увеличении нагона более $5-6\%$ вызван уже снижением натяжения скручиваемых нитей, когда несмотря на все увеличивающуюся крутку, необходимого уплотнения нитей в пряже не происходит. Возникает явление неодновременного разрыва скрученных составляющих, и результирующая прочность падает. Абсолютная средняя прочность составила 750 сН. Такой уровень прочности достаточен для дальнейшей переработки пряжи.

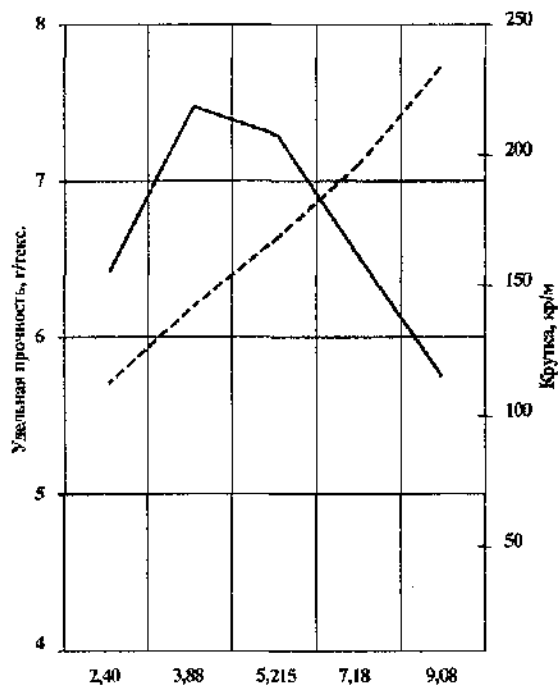


Рис. 2. Влияние нагона на прочность и крутку крученой пряжи

Самокруточная пряжа имеет крутку, как между прядями, так и в самих прядях. В зонах смены

На рис. 3 показано изменение прочности крученой пряжи в зависимости от давления воздуха в крутильных камерах. Наблюдаемое снижение прочности, очевидно, вызвано особенностью происходящих деформаций бескруточной пряжи при взаимодействии с крутящим воздушным потоком. В отличие от процесса кручения волокнистых составляющих при формировании пряжи в процессе самокруточного прядения, когда увеличение скорости воздушного потока при росте давления ведет к увеличению прочности пряжи в результате сближения за счет крутки разведенных в мычке волокон, увеличение давления в камерах при скручивании выорковой пряжи приводит к интенсивному разбиванию склеенных льняных волокон и к ослаблению одиночных нитей. Незначительное колебание крутки, практически ее неизменяемость, объясняется доминирующим влиянием на нее "нагона", величина которого в опытах с давлением воздуха в камерах оставалась постоянной. Таким образом, давление в диапазоне $0,1-0,12$ МПа является достаточным для скручивания выорковой пряжи. Такой уровень давления снижает затраты на сжатый воздух и улучшает условия труда, т.к. с увеличением скорости истечения воздуха из камер увеличивается уровень звука выходящего воздуха, особенно в диапазоне высоких частот.

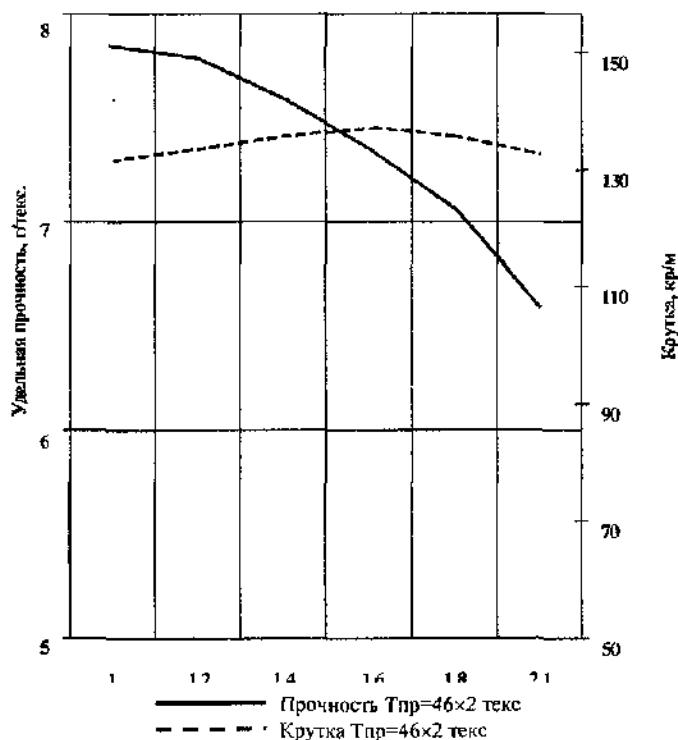


Рис. 3. Влияние давления воздуха в крутильных камерах на прочность и крутку крученой пряжи

направления крутки возникают нескрученные участки, так называемые участки с нулевой круткой.

Так как в "нулевых" участках связь между волокнами минимальна, то на этих участках чаще всего и происходит разрыв пряжи, и они являются основной причиной пониженной прочности СК-пряжи.

Для ослабления влияния "нулевых" участков на прочность пряжи применяется смещение таких участков в соединяемых прядях относительно друг друга по длине крученой пряжи. В опытах с вьюрковой пряжей смещение достигалось за счет изменения синхронности работы крутильных камер, благодаря чему некрученые участки готовой пряжи оказываются в местах, где две отдельные нити имеют равные и противоположные крутки. Таким образом, некрученая зона каждой стренги усиливается круткой сложения или самокруткой, а участки нулевой крутки в готовой пряже усиливаются крутками

отдельных стренг. Смещение кругок характеризуется параметром, называемым "углом сдвига фаз". Его изменение на машине предусмотрено в пределах от 0 до 60°. Наилучшие результаты были получены при угле 30°. Такое значение угла сдвига фаз дало лучшую прочность и в других исследованиях самокруточного способа прядения. Очевидно, при угле сдвига фаз 30° возникают наилучшие условия для упрочнения нулевых зон, т.е. именно при таком их расположении между собой они выдерживают большее разрывное усилие.

В результате проведения исследований были выработаны образцы крученой вьюрковой пряжи в два сложения самокруточным способом кручения, который по своим свойствам соответствует свойствам пряжи, используемой в трикотажных изделиях.

Литература

1. Мовшович П.М. Самокруточное прядение. — М.: Легкая промышленность и бытовое обслуживание, 1985.

L.S.Ilyin, S.E.Protalinsky, A.S.Lopatkin

STROLL TUBE TWISTED YARN PRODUCTION FROM FLAX FIBRES BY SELFTWISTED METHOD

УДК677.11.064.1

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЗАПРАВОЧНОГО НАТЯЖЕНИЯ ОСНОВЫ НА ПОРЯДОК ФАЗЫ СТРОЕНИЯ ТКАНИ

Г.Г.Сокова*

Статья посвящена исследованию структуры льносодержащей ткани методом компьютерной фотограмметрии; исследовались образцы ткани, выработанные при разных заправочном натяжении, плотности ткани, линейной плотности уточной пряжи. Оценивались высоты волн нитей основы и утка, порядок фазы строения, уработка основных нитей в ткани.

Целью данной работы являлся анализ и оценка изменения структуры ткани и, в частности, порядка фазы строения при варьировании заправочного натяжения основы на ткацком станке. Полученные данные предполагается в дальнейшем использовать для развития теории и практики проектирования льносодержащих тканей.

В ходе лабораторных исследований использованы опытные образцы полутьняной ткани, выработанные с разными линейной плотностью льняной уточной пряжи (T_u), плотностью ткани по утку (P_u), заправочным натяжением основы (F). Образцы ткани произведены в условиях ткацкой лаборатории Костромского государственного технологического университета на станке СТБ2-180, заправленном хлопчатобумажной основой линейной плотностью 29 текс с плотностью ткани по основе 200 н/10 см. Изменение заправочного натяжения основных нитей на ткацком станке осуществлялось перестановкой пружины по фигурному рычагу относительно исходного

положения (Z) на один зуб вверх ($Z+1$) и вниз ($Z-1$). Условия эксперимента представлены в табл. 1.

Контроль над натяжением основы и автоматизированная обработка результатов измерений осуществлялись программно-аппаратным комплексом (ПАК-2) с приложенным к нему пакетом прикладных программ.

Для набора статистического материала при измерении натяжения нити проведено три серии экспериментов. В каждой серии исследовали одни и те же основные нити. Объем выборки — 12 нитей, определенный по правилу 6- Σ , обеспечил получение отклонения среднего арифметического значения статистического натяжения основы в заступе (F) менее 5%.

Кроме того, при проведении эксперимента измерялась уработка основных нитей в ткани. Для этого на основных нитях в зоне контроля натяжения на расстоянии 200 мм друг от друга делались метки. Полученные длины измерялись в ткани на ткацком станке (в зоне опушка ткани — грудница), и рассчитывались значения уработки основных нитей, которые представлены в табл. 2.

Для исследования порядка фазы строения использовался метод компьютерной фотограмметрии [1].

* Работа выполнена в рамках госбюджетной научно-исследовательской работы

Таблица 1

Условия эксперимента

Номер варианта	Параметры заправки станка				
	№	Ty, текс	Py, н/10 см	Z	F, сН/нить
1		30	15	Z	54
2		56	15	Z	52
3		46	15	Z	51
4		46	15	Z-1	35
5		46	15	Z+1	66
6		46	9	Z	61
7		46	19	Z	53

Таблица 2

Результаты лабораторных исследований

Номер варианта	Структурные параметры ткани											ПФС	Уработка основы на станке ао, %
	Размер поперечника нити, мм				Коэффициенты смятия				Высота волны, мм				
	d _{ог}	d _{от}	d _{ур}	d _{ув}	η _{ог}	η _{от}	η _{ур}	η _{ув}	h _о	h _у			
I	1	0,23	0,18	0,24	0,18	1,09	0,91	1,14	0,86	0,28	0,13	6,40	-
	3	0,23	0,19	0,30	0,22	1,09	0,91	1,15	0,85	0,33	0,14	6,58	8,6
	2	0,23	0,19	0,33	0,25	1,09	0,91	1,13	0,87	0,34	0,15	6,60	8,7
II	6	0,22	0,20	0,28	0,24	1,05	0,95	1,08	0,92	0,27	0,19	5,60	3,04
	3	0,23	0,19	0,30	0,22	1,09	0,91	1,15	0,85	0,33	0,14	6,58	8,6
	7	0,24	0,18	0,30	0,22	1,14	0,86	1,15	0,85	0,35	0,11	7,10	10,6
III	4	0,22	0,20	0,32	0,20	1,05	0,95	1,22	0,78	0,34	0,13	6,72	8,4
	3	0,23	0,19	0,30	0,22	1,09	0,91	1,15	0,85	0,33	0,14	6,58	8,6
	5	0,24	0,18	0,32	0,20	1,14	0,86	1,22	0,78	0,26	0,20	5,56	4,8

Варианты образцов ткани (табл.2) объединены в три группы в зависимости от измененного параметра. Например, в группе I варианты распределены по увеличению линейной плотности уточной пряжи, во II – по увеличению плотности ткани по утку, в III группе – по мере увеличения заправочного натяжения.

В I группе образцов тканей увеличение линейной плотности уточной пряжи с 30 до 56 текс привело к увеличению высоты волны основы (h_о) на 17,6 %, h_у на 13,3 %. Увеличение уработки нитей основы составило лишь 1,2%. В итоге порядок фазы строения (ПФС) увеличился на 3%.

Изменения структурных параметров ткани в образцах II группы, обусловленные увеличением плотности ткани по утку, более существенны: чем больше разница плотности ткани, тем значительней изменения в структуре ткани. С ростом числа уточных нитей на единицу длины ткани в 2 раза отмечается увеличение горизонтальных размеров поперечников нитей в среднем на 7%, высот волн основы на 22,8%, заметно снижение высот волн утка на 42%. Увеличивается степень смятия нитей основы и утка в ткани в среднем на 7%. Существенно изменяется порядок фазы строения, отмечается переход структуры ткани в другую фазу строения. Выявленные

изменения в структуре ткани подтверждаются ростом уработки основных нитей.

В III группе увеличение заправочного натяжения основы привело к уменьшению высоты волны изгиба основных нитей на 23,5%, при этом h_у увеличивается на 35%, следствием этого явилось снижение значения порядка фазы строения на 17% и уменьшение уработки основы от 8,4 % до 4,8%.

Аналогичным образом исследовали структуру образцов чистольняной ткани (T_о=T_у=50 текс, P_о=150 н/10 см, P_у=170 н/10 см), выработанной в условиях ткацкого производства ОАО «Льнопром им. И.Д. Зворыкина» на ткацком станке СТБ2-180. Результаты эксперимента приведены в табл.3.

С увеличением заправочного натяжения основы на 29 % высота волны изгиба основных нитей уменьшается на 8,8%, h_у — на 18,2 %, и, как следствие этого, снижение ПФС на 8%. Незначительные изменения коэффициентов смятия и высот волн нитей объясняются большей жесткостью льняных нитей по сравнению с хлопчатобумажными.

Выводы

1. Изменение линейной плотности пряжи на 26 текс и менее несущественно сказывается на структуре ткани.
2. Увеличение числа нитей на единицу длины ткани и рост заправочного натяжения основы суще-

ственно изменяет порядок фазы строения, отмечается переход ткани в другую фазу строения.

3. Параметры строения чистольняной ткани при варьировании заправочного натяжения основы

из-за большей жесткости льняной пряжи изменились меньше, чем в полульняной ткани.

Таблица 3

Результаты производственного эксперимента

№ обр.	Z	F, с1/нить	Структурные параметры ткани										ПФС	a _b , %
			Размеры поперечника нити, мм				Коэффициент смятия				Высота волны, мм			
			d _{ог}	d _{от}	d _{уг}	d _{ва}	η _{ог}	η _{ов}	η _{уг}	η _{ув}	h _н	h _г		
2л	Z-1	60	0,31	0,23	0,31	0,23	1,14	0,86	1,13	0,87	0,3	0,18	6,2	11,09
1л	Z	66	0,31	0,23	0,31	0,23	1,14	0,86	1,13	0,87	0,34	0,18	6,2	11,1
3л	Z+1	93	0,31	0,23	0,31	0,23	1,15	0,85	1,14	0,86	0,31	0,22	5,7	9,3

Литература

- Сокова Г.Г., Лустгартен Н.В. Методика построения профиля нити в ткани // Текстильная промышленность. — М., 1999. — №5

G.G.Sokova

RESEARCH OF PARAMETER INFLUENCE OF LOOM ADJUSTMENT UPON PHASE STRUCTURE ORDER CHANGE

УДК 677.024

ОБОБЩЕННАЯ МОДЕЛЬ НАТЯЖЕНИЯ НИТИ, НАМАТЫВАЮЩЕЙСЯ НА СНОВАЛЬНЫЙ ВАЛ

А.Б. Брут-Бруляко, Х.Ш. Кешишян

Многочисленные эксперименты по определению натяжения нитей на сновальной машине показали наличие неравномерности натяжения их по ширине заправки машины [1, 2, 3, 4]. Эта неравномерность натяжения основных нитей обуславливается влиянием большого количества факторов. Прежде всего, натяжение нити, сматываемой с бобины, не остается постоянным, т.к. по мере уменьшения диаметра бобины оно увеличивается. Влияние натяжных приборов для нитей, сматываемых с различных бобин, может быть различным.

Бобины в шпулярнике расположены в нескольких горизонтальных и вертикальных рядах. Это означает, что различные нити имеют участки разной длины от бобины до сигнального рядка и проходят различное количество направляющих гребенок. Другим фактором, обуславливающим неравномерность натяжения одновременно снующихся нитей, является различная высота расположения бобин по отношению к направляющему берду. Нити с верхних и нижних рядов бобин имеют большие углы перегиба в направляющем берде, за счет чего натяжение нитей различно. При движении нитей через направляющее бердо и зигзагообразный рядок нити имеют различный перегиб, а следовательно, и разное натяжение.

Так как положение бобины в шпулярнике влияет на величину натяжения нити, то можно оценить величину натяжения с учетом геометрии заправки с целью возможного прогнозирования натяжения при переработке различных пряж.

Для вывода обобщенной модели натяжения льняной нити, наматываемой на сновальный вал, предположим, что все нити, сматываемые с бобины в шпулярнике, после натяжных приборов имеют одинаковое натяжение.

Для оценки натяжения нити по зонам заправки сновальной машины воспользуемся схемой заправки пряжи на партионной сновальной машине модели СП (рис. 1).

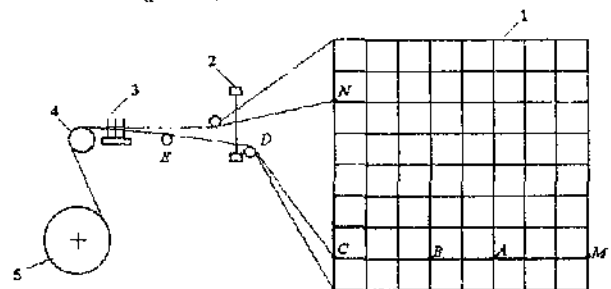


Рис. 1. Технологическая схема заправки льняной пряжи на партионной машине

Нить сматывается с бобины М, расположенной в последнем ряду шпулярника 1, проходит направляющие гребенки в точках А и В. Далее нить проходит через сигнальный рядок в точке С и направляется в бердо 2. После вертикального берда 2 нить проходит между двумя направляющими прутками в зоне Е, проходит зигзагообразный рядок 3 и огибает мерильный валик 4, который вращается за счет трения о движущуюся нить. После мерильного валика 4 нить наматывается на сновальный вал 5. Источником движения нити является вращение сновального вала.

Пользуясь методикой Е. Д. Ефремова [1, 2], определим натяжение нити после направляющей гребенки в точке А шпулярника:

$$F_1 = F \cdot \exp(f_1 \cdot \alpha_1), \quad (1)$$

где F — натяжение нити после натяжного прибора в точке М, сН;

f_1 — коэффициент трения нити о фарфоровую гребенку;

α_1 — угол обхвата нитью гребенки, рад.

Натяжение нити после второй направляющей гребенки в точке В составит

$$F_2 = F_1 \cdot \exp(f_1 \cdot \alpha_2), \quad (2)$$

где α_2 — угол обхвата нитью гребенки, рад.

В сигнальном рядке в точке С нить проходит сначала через направляющую гребенку, и натяжение нити составляет:

$$F_3 = F_2 \cdot \exp(f_1 \cdot \beta_1), \quad (3)$$

где β_1 — угол обхвата гребенки нитью, рад.

Затем нить огибает металлический сигнальный крючок, и натяжение составляет:

$$F_4 = F_3 \cdot \exp(f_2 \cdot \varphi), \quad (4)$$

где φ — угол обхвата сигнального крючка нитью, рад;

f_2 — коэффициент трения о металл.

Далее нить огибает вторую направляющую гребенку, и натяжение нити составляет:

$$F_5 = F_4 \cdot \exp(f_1 \cdot \beta_2), \quad (5)$$

где β_2 — угол обхвата гребенки нитью, рад.

После сигнального рядка нить в точке D огибает направляющий стеклянный пруток, и натяжение составляет:

$$F_6 = F_5 \cdot \exp(f_1 \cdot \beta_3), \quad (6)$$

где f_1 — коэффициент трения о сигнальный пруток, величина которого равна коэффициенту трения о фарфор;

β_3 — угол обхвата прутка нитью, рад.

Далее нить проходит между металлическими зубьями вертикального берда 2, и натяжение будет

$$F_7 = F_6 \cdot \exp(f_2 \cdot \gamma_1), \quad (7)$$

где f_2 — коэффициент трения нити о металл;

γ_1 — угол обхвата зуба берда нитью, рад.

Затем нить огибает нижний стальной направляющий пруток в зоне Е, и натяжение составляет

$$F_8 = F_7 \cdot \exp(f_2 \cdot \gamma_2), \quad (8)$$

После направляющего прутка нить проходит между металлическими зубьями зигзагообразного рядка 4, и натяжение будет

$$F_9 = F_8 \cdot \exp(f_2 \cdot \gamma_3), \quad (9)$$

где γ_3 — угол обхвата зуба нитью, рад.

После подстановки всех предшествующих уравнений в уравнение (9) получим в развернутой форме натяжение нити перед мерильным валиком 4:

$$F_9 = F \cdot \exp[f_1(\alpha_1 + \alpha_2 + \beta_1 + \beta_2 + \beta_3)] \times \exp[f_2(\varphi + \gamma_1 + \gamma_2 + \gamma_3)]. \quad (10)$$

Мерильный валик вращается снующимися нитями основы, и он создает дополнительное торможение основных нитей. В установленном режиме торможение натяжения основной нити можно определить по формуле:

$$T = G \cdot f \cdot r / R \cdot m_c, \quad (11)$$

где G — вес мерильного валика, г;

f — коэффициент трения в опорах валика;

r — радиус цапфы мерильного валика, м;

R — наружный радиус мерильного валика, м;

m_c — количество нитей в ставке.

Натяжение нити перед сновальным валом 5 для нити, сматываемой с бобины М, составляет:

$$F_{10} = F \cdot \exp[f_1(\alpha_1 + \alpha_2 + \beta_1 + \beta_2 + \beta_3)] \times \exp[f_2(\varphi + \gamma_1 + \gamma_2 + \gamma_3)] - G \cdot f \cdot r / R \cdot m_c. \quad (12)$$

Натяжение нити перед сновальным валом 5, сматываемой с бобины N, расположенной в передней части шпулярника, будет отличаться от натяжения нити, сматываемой с бобины М.

Нить с бобины N не проходит направляющих гребенок в точках А и В и не соприкасается с на-

правляющим прутом в точке D. Исключив углы соприкосновения в этих точках, натяжение перед сновальным валом 5 у нити с бобины N будет:

$$F_{10} = F \cdot \exp[f_1(\beta_1 + \beta_3)] \times \exp[f_2(\varphi + \gamma_1 + \gamma_2 + \gamma_3)] + G \cdot f \cdot r / R \cdot m_c. \quad (13)$$

Таким образом, зная путь движения любой нити по зонам шпулярики и сновальной машины, можно рассчитать натяжение нитей перед сновальным валом.

Воспользуемся параметрами заправки льняной пряжи на сновальных машинах СП-180-4 льнообъединения им. И.Д. Зворыкина и рассчитаем натяжение для льняной пряжи 50 текс.

При сматывании пряжи с бобины в точке M примем следующие исходные данные:

$F=13,2$ сН; $\alpha_1=10^\circ$; $\alpha_2=10^\circ$; $\beta_1=35^\circ$; $\beta_2=0$; $\beta_3=10^\circ$; $\varphi=45^\circ$; $\gamma_1=15^\circ$; $\gamma_2=15^\circ$; $\gamma_3=5^\circ$; $G=32,8$ кг; $f_1=0,19$; $f_2=0,2$; $f=0,01$; $r=17,5$ мм; $R=50,3$ мм; $m_c=431$.

Натяжение нити, сматываемой с бобины M, в зоне перед сновальным валом в результате расчета по формуле (2) составляет $F_m = 25,34$ сН.

Расчетная величина натяжения нити, которая сматывается с бобины M, близка по величине с натяжением нитей, сматываемых с дальних бобин для

пряжи 50 текс, определенным экспериментально. Следовательно, обобщенная модель натяжения нити, наматывающейся на сновальный вал, отражает реальную картину возможных усилий в нити перед сновальным валом.

При сматывании пряжи с бобины в точке N примем следующие исходные данные:

$F=13,2$ сН; $\beta_1=35^\circ$; $\beta_3=10^\circ$; $\varphi=45^\circ$; $\gamma_1=15^\circ$; $\gamma_2=20^\circ$; $\gamma_3=5^\circ$; $G=32,8$ кг; $f_1=0,19$; $f_2=0,2$; $f=0,01$; $r=17,5$ мм; $R=50,3$ мм; $m_c=431$.

В результате расчета натяжения перед сновальным валом по формуле (13) оно составляет $F_N = 23,9$ сН. Полученная величина натяжения для нити, которая сматывается с бобины N, близка по величине с натяжением для нитей в середине полотна снования [4]. Различие в натяжении нитей, сматываемых с бобин M и N, оценивалось в эксперименте по дисперсиям.

Выводы

1. Получена математическая модель снующейся нити, которая позволяет рассчитать натяжение любой нити перед сновальным валом.
2. Проведенные расчеты натяжения льняной пряжи, с учетом геометрии заправки на сновальной машине, по полученной формуле показывают близость к экспериментальным данным [4].

Литература

1. Ефремов Е.Д., Кислякова А.М., Попова Г.К. Технологический процесс снования пряжи в текстильном производстве. — Ярославль, 1977.
2. Ефремов Е.Д., Попова Г.К. Экспериментальное определение неравномерности натяжения нитей основы при наматывании на сновальный валик // ИВУЗ. Технология текстильной промышленности. — 1970. — № 4.
3. Дружинина Р.Д. Изыскание условий выравнивания натяжения льняных нитей в процессе снования // Дис. ... канд. техн. наук. — Кострома: КТИ, 1973.
4. Брут-Бруляко А.Б., Изменение натяжения льняной пряжи при сновании // Вестник КГТУ. — Кострома: КГТУ, 2003. — № 7.
5. Брут-Бруляко А.Б., Ступников А.Н. Льноткачество. Теория и технология процесса снования нитей. — Кострома: КГТУ, 1999.

А.В.Брут-Бруляко, Н.Ш.Кешишян

GENERALIZED MODEL OF THREAD TENSION WINDING UP ON BEAM ROLL ROVING

УДК 677.11.027.262

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОТБЕЛИВАНИЯ ЛЬНЯНОЙ РОВНИЦЫ

А.Г.Ивлев, Ю.М.Протасов, Т.И.Назарова

Разработан новый технологический режим беления льняного волокна по бесхлоритному способу. Исследованы свойства стабилизированных отбеливающих растворов и их взаимодействие с льняным волокном, что позволило обосновать выбор технологических параметров для обработки льняных материалов.

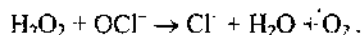
Проведены исследования, целью которых была разработка технологии беления льняной ровницы гипохлоритно-перекисным способом, обеспечи-

вающим получение результатов, близких к тем, которые достигаются при хлоритном белении.

Отбелке подвергалась чисто льняная ровница № 1 под пряжу 33 текс (№30) в беленом виде.

Беление проводили однованным двухстадийным и двухванными способами. В первом случае исключается промежуточная промывка, и отбелка основана на совместном использовании пероксида водорода и гипохлорита натрия.

При взаимодействии пероксида водорода и гипохлорита натрия выделяется молекулярный кислород в активной форме (синглетный кислород):



Синглетный кислород по химической характеристике аналогичен молекулярному, но его реакционная способность значительно выше [1].

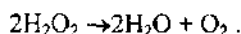
Качественные показатели отбеленной ровницы оценивались по сохранности целлюлозы льняного волокна, определяемой по удельной вязкости 0,1 %-ных медно-аммиачных растворов целлюлозы, а также по показателю белизны. Полученные данные представлены в табл. 1.

Таблица 1

Физико-химические параметры отбеленной ровницы

Технологический режим, №п/п	Белизна, %	Удельная вязкость
1	2	3
1	82,5	2,20
2	80,5	2,01
3	80,7	2,04
4	85,7	1,07
5	80,5	1,22
6	77,5	1,38

Как следует из таблицы 1, для ровницы, отбеленной однованным способом (режимы 4,5,6), наблюдали существенное снижение удельной вязкости до значений 1,1—1,4 при достаточно высокой степени белизны 77,5—85,7%. Потерю прочности целлюлозного волокна можно объяснить нежелательной побочной реакцией разложения пероксида водорода в щелочной среде:



Образующийся молекулярный кислород лишен отбеливающего действия и окисляет целлюлозу. Кроме того, как указывалось выше, при этом образуется синглетный кислород, но время жизни синглетного кислорода в водных растворах очень мало (10^{-8} — 10^{-9} мин), поэтому процесс рекомендуется проводить в присутствии стабилизаторов [2,3,4].

Роль стабилизаторов в этих условиях очень велика. С одной стороны, он должен выступать как активатор процесса распада пероксида водорода с

образованием пергидроксиона HO_2^- , исключая образование молекулярного кислорода, с другой стороны, повысить стабильность синглетного кислорода.

Нами было исследовано стабилизирующее действие следующих соединений: щавелевой и винной кислот, этиленгликоля, мочевины, гидроортофосфата натрия.

Изучена кинетика разложения щелочных растворов пероксида водорода в присутствии гипохлорита натрия и различных стабилизаторов.

Исследование кинетики разложения пероксида водорода проводили в условиях запаривания при 100°C . Содержание активного кислорода в растворе в зависимости от типа стабилизатора и времени обработки определяли иодометрическим методом [5]. Характеристические константы скорости разложения пероксида водорода рассчитывали по тангенсу угла наклона полулогарифмических анаморфоз зависимости $\log C_t/C_0$ от t , где C_0 — начальная концентрация пероксида водорода, C_t — количество разложившегося пероксида водорода через определенный промежуток времени.

Таблица 2

Характеристические константы скорости разложения пероксида водорода

№ п/п	Стабилизирующие добавки, г/л	Константа скорости разложения пероксида водорода $K \cdot 10^{-4} (\text{с}^{-1})$ при температуре 100°C
1	Без стабилизатора	5,30
2	Гидроортофосфат натрия - 2	5,70
3	Мочевина - 3	6,72
4	Этиленгликоль - 2	2,17
5	Винная кислота - 2	3,24
6	Щавелевая кислота - 2	2,41

Сравнение кинетических характеристик процесса разложения пероксида водорода (таблица 2) показывает, что наибольшей стабильностью отличаются перекисные составы, содержащие в качестве стабилизирующих добавок этиленгликоль 2 г/л, щавелевую кислоту 2 г/л и винную кислоту 2 г/л. Вместе с тем, выше степень белизны у образцов, отбеленных в присутствии мочевины и гидроортофосфата натрия.

Изучено влияние этих стабилизирующих добавок на качество отбеленной ровницы (таблица 3).

Анализируя таблицу 3, отмечаем, что использование мочевины (5г/л) в качестве стабилизатора при белении льняной ровницы позволяет сократить продолжительность запаривания почти вдвое, получив при этом ровницу с высокими физико-механическими показателями: удельной вязкостью 1,92—2,1 и степенью белизны 80%.

Таблица 3
Физико-технические показатели отбеленной ровницы

Стабилизирующие добавки, г/л	Время, мин	Белизна, %	Удельная вязкость
Мочевина – 5	5	58	2,43
	10	70	2,36
	15	78	2,30
	30	79	2,17
	45	80	1,92
	60	81	1,63
Гидроортофосфат натрия – 2	5	56	2,42
	10	64	2,27
	15	73	2,13
	30	77	1,90
	45	81	1,74
	60	81	1,56

На основании проведенных исследований можно рекомендовать технологический режим гипохлоритно - перекисного белия льняной ровницы, способный успешно заменить хлоритно - перекисный способ и получить продукцию, отвечающую нормативным требованиям.

Выводы

1. Разработан новый технологический режим белия льняной ровницы.
2. В качестве стабилизатора гипохлоритно - перекисного раствора рекомендована мочевина.
3. Новый технологический режим бесхлоритного белия льняной ровницы по сравнению с типовым позволяет смягчить режимы обработки по температурным и временным показателям.

Литература

1. Отделка хлопчатобумажных тканей: Справочник / Под редакцией д.т.н., проф. Б.Н.Мельникова. — Иваново, 2003. — С.133.
2. Сафонов В.В. Облагораживание текстильных материалов. — М.: Легпромбытиздат, 1991.
3. Лебедева В.И. Новые отбеливающие препараты и способы белия текстильных материалов. — М.: ЦНИИТЭИлегпром, 1984. — Вып.6.
4. Экспресс-информ. Зарубежный опыт / ЦНИИТЭИлегпром. — М., 1986. — Вып.2. — С. 24—27.
5. Шибашова С.Ю., Лебедева В.И., Липатова Т.Б. Новые окислительно-восстановительные препараты для подготовки целлюлозных текстильных материалов: Межвуз. сб.науч.тр. — 1989. — С. 60.

A.G.Ivlev, Ju.M.Protasov, T.I.Nazarova
IMPROVEMENT OF FLAX BLEACHING TECHNOLOGY

Подпишитесь!

Подписку на «Вестник Костромского государственного технологического университета» в России и странах Европы можно оформить через фирму «МК-ПЕРИОДИКА», Россия, 129110, Москва, ул. Гиляровского, 39.

Тел.: (095) 284-50-08, 281-91-37, 281-33-22, 281-93-45,

факс: (095) 281-37-98

E-mail: info@periodicals.ru

Подписной

10543

индекс

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

УДК 677.01

ОЦЕНКА ДЕФОРМАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПО КРИВЫМ РАЗРЫВА

Н.В.Лустгартен, В.Р.Крутикова

Предложен метод расчета параметров уравнений взаимосвязи напряжения и деформации нити.

Важность получения информации о деформационных характеристиках текстильных материалов очевидна, поскольку они необходимы не только для прогнозирования поведения материала в процессе эксплуатации, но и для расчёта технологических усилий, возникающих при выработке нитей, тканей, трикотажа и т.д. При этом следует отметить, что при эксплуатации текстильные материалы испытывают полный цикл воздействий: нагружение (деформирование) – разгрузка – отдых, а при их выработке, как правило, отдых исключен.

Для исследования и оценки деформационных свойств разрабатываются новые методы измерения, требующие в ряде случаев значительных материальных затрат, в то время как информация, получаемая на существующих испытательных машинах, полностью не используется. Например, на современных разрывных машинах можно осуществить процесс деформирования и записать кривую $P-\lambda$ текстильной нити при скорости движения нижнего зажима в диапазоне, соответствующем скоростям деформирования нити в реальных процессах ее переработки.

Известно, что взаимосвязь напряжений и деформаций в текстильном материале может быть смоделирована с помощью механических моделей Гука, Ньютона, Кельвина-Фойгта, Максвелла, Алфрея, Эйринга и др. В качестве примера рассмотрим двухэлементную модель Кельвина-Фойгта, дающую уравнение взаимосвязи:

$$\sigma = \varepsilon \cdot E + \eta \cdot \dot{\varepsilon}, \quad (1)$$

где E — модуль упругости;

η — модуль вязкости.

Разделим почленно на $\dot{\varepsilon} \neq 0$ и обозначим

$$x_1 = \varepsilon_1 / \dot{\varepsilon}, \quad y_1 = \sigma_1 / \dot{\varepsilon}, \quad (2)$$

где ε_1 и σ_1 — соответственно значения относительной деформации и напряжения по кривой разрыва.

Тогда выражение (1) примет вид линейного уравнения:

$$y_1 = \eta + E \cdot x_1, \quad (3)$$

постоянные коэффициенты E и η которого легко определяются.

Аналогично можно рассчитать коэффициенты жесткости C и вязкости h из уравнения Кельвина-Фойгта для взаимосвязи нагрузки и абсолютной деформации нити:

$$P = C \cdot \lambda + h \cdot \dot{\lambda}. \quad (4)$$

При

$$x_i = \lambda_i / \dot{\lambda}, \quad y_i = P_i / \dot{\lambda} \quad (5)$$

уравнение (4) будет иметь вид:

$$y_i = h + C \cdot x_i. \quad (6)$$

С другой стороны, механико-математические модели текстильных материалов, связывающие деформацию растяжения, напряжение и деформационные характеристики, могут быть сведены к некоторой общей структуре, использующей информацию с любого участка кривой $P-\lambda$ в качестве исходных данных для вычисления модулей упругости и вязкости текстильного материала. В табл.1 представлены основные модели текстильного материала и варианты их преобразования, позволяющие применять методы линейной аппроксимации для последующего вычисления коэффициентов уравнения и определения деформационных характеристик материала.

Таким образом, для определения исходных параметров необходимо сформировать векторы x_i , y_i , которые могут быть получены по следующему алгоритму.

Кривую разрыва можно представить таблично заданной функцией $P_i=f(\lambda_i)$, где P_i — нагрузка на нить, сН; $i = 1, 2, \dots, n$; λ_i — абсолютная деформация нити, мм. Параметры нити, подвергающейся разрыву:

- напряжение в нити, сН/мм²

$$\sigma = P_i / S_i \tag{7}$$

- площадь сечения нити, мм²

$$S_i = 0,25 \cdot \pi \cdot d_i^2 \cdot K, \tag{8}$$

где K — коэффициент формы сечения нити,

- диаметр нити, мм

$$d_i = d_H \sqrt{\frac{1}{1 + \varepsilon_i}}, \tag{9}$$

где d_H — диаметр нити в свободном состоянии, мм,

- относительная деформация нити

$$\varepsilon_i = \lambda_i / L, \tag{10}$$

где L — зажимная длина нити, мм,

- скорость изменения абсолютной деформации нити при фиксированном времени разрыва t_p на механических разрывных машинах (равна скорости движения нижнего зажима), мм/с

$$\dot{\lambda} = \lambda_p / t_p, \tag{11}$$

- скорость изменения относительной деформации нити, с⁻¹

$$\dot{\varepsilon} = \frac{\lambda_p}{L \cdot t_p}. \tag{12}$$

Адекватность механико-математических моделей, используемых для описания взаимосвязи напряжение-деформация, оценивалась по относительному отклонению расчетного графика $P - \lambda$ от экспериментального. Например, для хлопчатобумажной пряжи линейной плотности 29 текс наименьшее отклонение около 3 % дают модели Эйринга и стандартного вязкоупругого тела, наибольшее (90 %) — модель Максвелла (рис.1).

По кривым разрыва, полученным на механической разрывной машине ЗТ-10 для хлопчатобумажной и льняной пряжи и полиэфирной нити, рассчитаны модули упругости и вязкости и коэффициенты жесткости и вязкости.

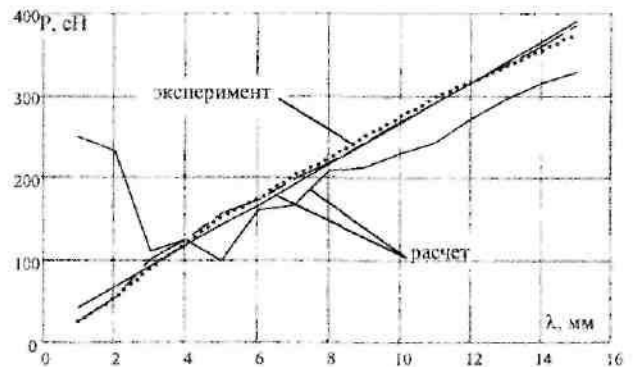


Рис.1. Зависимость нагрузки от деформации при разрыве хлопчатобумажной пряжи 29 текс

Результаты расчетов, представленные в табл.2, приведены к метровому отрезку нити, s — дисперсия соответствующего параметра.

Таблица 1

Механико-математическая модель	Обозначение переменных			Вид уравнения регрессии	Показатели деформационных свойств
	y_i	x_i			
		$x1_i$	$x2_i$		
Кельвина-Фойгта $\sigma = E\varepsilon + \eta \dot{\varepsilon}$	$\sigma_i / \dot{\varepsilon}$	$\varepsilon_i / \dot{\varepsilon}$	–	$y_i = a + ax1_i$	$E = b$ $\eta = a$
Максвелла $\sigma = \eta \dot{\varepsilon} - \frac{\eta}{E} \ddot{\sigma}$	$\sigma_i / \dot{\varepsilon}$	–	$\dot{\sigma}_i / \dot{\varepsilon}$	$y_i = a + bx2_i$	$E = -a / b$ $\eta = a$
Стандартная $\sigma = \frac{E_1 \eta_2}{E_1 + 2} \cdot \dot{\varepsilon} + \frac{E_1 E_2}{E_1 + E_2} \cdot \varepsilon - \frac{\eta_2}{E_1 + E_2} \cdot \ddot{\sigma}$	$\sigma_i / \dot{\varepsilon}$	$\varepsilon_i / \dot{\varepsilon}$	$\dot{\sigma}_i / \dot{\varepsilon}$	$y_i = a + bx1_i + cx2_i$	$E_1 = -a / c$ $E_2 = ab / (a + bc)$ $\eta_2 = a - abc / (a + bc)$
Эйринга $\sigma = \frac{\eta_2 (E_1 + E_2)}{E_2} \cdot \dot{\varepsilon} + E_1 \cdot \varepsilon - \frac{\eta_2}{E_2} \ddot{\sigma}$	$\sigma_i / \dot{\varepsilon}$	$\varepsilon_i / \dot{\varepsilon}$	$\dot{\sigma}_i / \dot{\varepsilon}$	$y_i = a + bx1_i + cx2_i$	$E_1 = b$ $E_2 = -(a + bc) / c$ $\eta_2 = a + bc$

Таблица 2

Вид и линейная плотность нитей	Модули				Коэффициенты			
	упругости, сН/мм ²		вязкости, сН·с/мм ²		жесткости, сН/мм		вязкости, сН·с/мм	
	E·10 ⁵	s	η·10 ⁴	s	C	s	h	s
Хлопок, 29 текс	1,9	0,3	10,03	5,2	13,6	2,3	7,5	3,7
Лен, 33 текс	7,9	1,1	4,7	1,8	58,2	8,1	3,8	1,4
Лен, 46 текс	6,1	0,7	4,7	2,8	62,7	7,0	5,3	2,9
Лен, 86 текс	5,2	1,1	5,4	1,4	100,9	20,4	11,5	2,4
НШэф, 27,7×3 текс	2,6	0,04	1,1	0,8	72,4	1,3	8,5	2,1

Вывод

Предложен метод оценки деформационных характеристик текстильных материалов по кривым разрыва

с использованием линейной аппроксимации для различных вариантов преобразованных механико-математических моделей.

N.V. Lustgarten, V.R. Krutikova
TEXTILE MATERIAL DEFORMATION CHARACTERISTICS ESTIMATE
ACCORDING BREAK CURVE

УДК 687.03.004.12:681.5

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЖЕСТКОСТИ
И УПРУГОСТИ МАТЕРИАЛОВ И ПАКЕТОВ МАТЕРИАЛОВ

В.В.Литшин, Н.А.Смирнова, Д.А.Козловский

Предложено автоматизированное устройство для определения жесткости и упругости при изгибе материалов и пакетов материалов для одежды. Устройство, в отличие от прибора ПЖУ-12М, позволяет определить зависимость жесткости материала от величины изгиба и времени, работу, затрачиваемую на изгиб, и оценить формоустойчивость материалов.

Для определения жесткости и упругости материалов для одежды на кафедрах автоматизации и микропроцессорной техники (АМТ) и технологии и материаловедения швейного производства (ТМШП) разработано автоматизированное устройство.

Существующий прибор ПЖУ-12М предполагает определение двух характеристик: условной жесткости P , как нагрузки, необходимой для прогиба согнутого в кольцо образца на $1/3$ диаметра, и упругости U , определяемой как отношение величины распрямления образца после снятия нагрузки к величине прогиба, заданной при определении жесткости [1,2]. Основу прибора составляют технические весы, левая чаша которых имеет нажимную площадку для передачи нагрузки на пробу, закрепленную на съемной площадке. Из бункера на эту чашу весов с помощью электродвигателя и переключателя ручного управления через трубку-штуцер падают металлические шарики. Шарики падают до тех пор, пока образец не прогнется на $1/3$ своего диаметра. По массе шариков определяют величину условной жесткости образца с погрешностью не более 0,1 сН.

Однако, определяемый на ПЖУ-12М показатель условной жесткости недостаточно информативен, так как не позволяет оценить изменение жесткости образца в процессе изгиба, и прибор предназна-

значен для испытания материалов, обладающих значительной жесткостью.

Предлагаемое автоматизированное устройство для определения жесткости и упругости материалов при изгибе (ИУ) (рис.1) имеет самостоятельное конструктивное оформление.

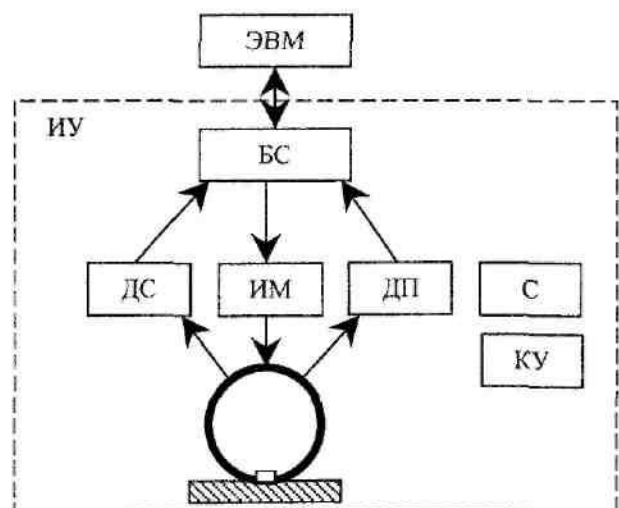


Рис.1. Структура измерительной системы

Устройство содержит: датчик силы (ДС), преобразующий действующую со стороны образца силу сопротивления внешней изгибающей силе в электрический сигнал; датчик перемещения (ДП), измеряющий перемещение верхней точки образца относительно съемной площадки (см. рис. 2); исполнительный механизм (ИМ) на базе привода с шаговым электродвигателем для создания поступательного движения столика; световую сигнализацию (С) и кнопки управления (КУ). Блок сопряжения (БС) содержит средства синхронизации процессов во времени, преобразования и усиления сигналов и организации взаимодействия ЭВМ с блоками устройства.

Упругим элементом датчика силы является консольная балка, на которую наклеены тензорезисторы [3, 4]. К балке жестко крепится нажимная площадка (рис.2). Такая конструкция не содержит трущихся узлов и не создает зоны нечувствительности датчика, обусловленной собственной массой нажимной площадки. Жесткость балки такова, что отношение стрелы прогиба балки к нагрузке не превышает 0,01 мм/сН, поэтому перекося нажимной площадки при прогибе балки незначительный, а величина стрелы прогиба включается в погрешность измерения деформации образца.



Рис.2. Конструкция датчика силы

Функции датчика перемещения в устройстве выполняет программно-аппаратная система подсчета шагов поворота ротора шагового электродвигателя. Подсчитанное число шагов и знание структуры привода позволяют определить линейное перемещение столика. Момент касания образцом нажимной площадки определяется автоматически с помощью контактного преобразователя или в случае ворсистого материала — соответствующей кнопкой управления вручную.

Равномерное перемещение столика избавляет устройство от тех недостатков, которые были свойственны ПЖУ-12М: ударный характер и дискретность увеличения нагрузки на образец вследствие падения шариков. В предлагаемом устройстве существенно снижена неровность и колебания нажимной площадки в процессе эксперимента.

Методика получения показателей следующая. Проба выбранной формы, например, прямоугольной,

из ткани, трикотажных полотен или других материалов механически закрепляют прижимной пластиной на съемной площадке, которую размещают на столике. Столик перемещается по направлению к нажимной площадке, пока деформация образца не достигнет 1/3 его высоты. В процессе изгиба определяют: через заданные интервалы времени значение силы сопротивления образца внешней изгибающей силе, измеряемое с помощью датчика силы, время с момента приложения изгибающей силы и значение прогиба образца, определяемое с использованием данных от датчика перемещения. Значение силы сопротивления образца изгибающему усилию, полученное с помощью датчика силы, выраженное в сН, равно значению жесткости испытываемого материала. Для определения условной упругости, как и на стандартном приборе [1], определяют величину распрямления образца после снятия изгибающего усилия.

Жесткость испытываемого материала характеризуется условной жесткостью, определенной по значению силы сопротивления образца, соответствующему прогибу, равному 1/3 высоты. Например, для искусственной кожи и драпа на предлагаемом устройстве были получены значения $P_{искожа} = 11,2 \text{ сН}$, $P_{драп} = 11,1 \text{ сН}$, а на ПЖУ-12М — $P_{искожа} = 11,1 \text{ сН}$, $P_{драп} = 11,1 \text{ сН}$. Как видим, расхождение в результатах невелики, но предлагаемое устройство позволяет в одном процессе измерения дополнительно получить следующие зависимости: $P(\tau)$ — отражает процесс изменения величины жесткости во времени; зависимость $P(\ell)$ показывает изменение жесткости P в процессе увеличения прогиба ℓ (рис.3) и позволяет определить работу [5], затрачиваемую на изгиб ($A_{искожа} = 64,7 \text{ Дж}$, $A_{драп} = 56,0 \text{ Дж}$). Работа при изгибе определяется программно одним из приближенных методов интегрирования (метод трапеций, метод Симпсона) по всем аргументам полученной таблицы зависимости $P(\ell)$. Условная упругость Y согласно стандартному способу [2] определяется выражением:

$$Y = \frac{S_0 - S_1}{S_0} \cdot 100,$$

где S_0 — величина прогиба, равная 1/3 высоты образца, мм;

S_1 — величина прогиба образца после распрямления, мм.

Значения упругости для искусственной кожи и драпа на предлагаемом устройстве $Y_{искожа} = 87\%$, $Y_{драп} = 80\%$, а на ПЖУ-12М — $Y_{искожа} = 87\%$, $Y_{драп} = 81\%$.

Полученные при испытании характеристики расширяют технологические возможности и могут быть использованы для прогнозирования формоустойчивости швейных изделий и научно обоснованного конфекционирования материалов для высококачественных швейных изделий.

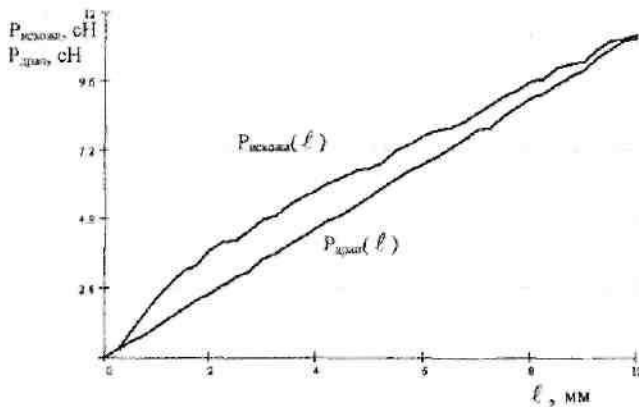


Рис.3. Зависимости $P_{искожа}(l)$ и $P_{драп}(l)$ искусственной кожи и драпа

Предлагаемое устройство позволяет имитировать процесс деформирования (изгиба) материалов при выполнении технологических операций изготовления одежды и ее эксплуатации, т.к. в устройстве предусмотрена возможность выбора скоростей изгиба образцов из допустимого диапазона, и оно дает возможность оценить не только результат изгиба образца, но и кинетику жесткости при изгибе.

Преимуществом предложенного устройства является приближение условий испытаний к условиям изготовления и эксплуатации одежды, расширение технологических возможностей и информативности получаемых характеристик, повышение объективности результатов и снижение затрат времени на испытание при удобстве и простоте проведения эксперимента.

Литература

- ГОСТ 8977-74. Кожа искусственная и пленочные материалы. Методы определения жесткости и упругости. — М.: Издательство стандартов, 1974.
- Бузов Б.А. и др. Материаловедение швейного производства. — М.: Легпромиздат, 1986. — С. 124, 177—178.
- Вакс Е.Э. Измерение натяжения нитей. — М.: Легкая индустрия, 1966.
- Буканов Е.Г. Тензорезисторные датчики силы для автоматизации процессов взвешивания, дозирования и испытания материалов. — М.: Информприбор, 1987.
- Бузов Б.А., Алыменкова Н.Д., Петропавловский Д.Г. Практикум по материаловедению швейного производства. — М.: Академия, 2003. — С. 141—144.

V.V.Lapshin, N.A.Smirnova, D.A.Kozlovsky

AUTOMATIC DEVICE FOR MATERIAL HARDNESS AND ELASTACITY FOR CLOTHS

УДК 667.022.6.017.045

АППРОКСИМАЦИЯ РЕШЕНИЙ В МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА СКРУЧИВАНИЯ ДВУХ НИТЕЙ

Е.С.Хомяков, А.К.Наумов

Получена аппроксимация временных «срезов» зависимостей коэффициентов укрутки каждой из двух скручиваемых нитей от приложенных натяжений (через коэффициент деформации при различных соотношениях скоростей подачи и выпуска) в системе канонических уравнений Севостьянова при некоторых допущениях параметров, моделирующих текстильный продукт.

Известно [1], что прочность и удлинение кручёной нити характеризуют её качество и величину обрывности на последующих технологических переходах. Скручиваемые компоненты нити могут иметь неодинаковую свободную длину как при различных линейных плотностях, так и при разных натяжениях, что приводит к образованию обвивочной структуры и, как следствие, к снижению качественных показателей получаемой кручёной нити.

Для теоретического исследования влияния определяющих параметров в математической модели процесса скручивания двух нитей примем следующие допущения:

- деформации растяжения скручиваемых нитей упругие, то есть подчиняющиеся закону Гука;

- скручиваемые нити имеют постоянные по длине линейные плотности и крутки;
- приложенные к осям нитей натяжения сохраняются по длине;
- укруткой от дополнительного докручивания или раскручивания составляющих при скручивании нитей пренебрегаем и учитываем только укрутку по оси кручёной нити, то есть вследствие винтообразного положения осей составляющих;
- свободной длиной каждого компонента скручиваемой нити считаем длину оси винтообразной составляющей, а длиной зоны скручивания – расстояние от крутильного органа до выпускной пары.

Тогда [1] уравнение баланса свободной длины для i -той компоненты скручиваемой нити ($i=1,2$) в рассматриваемой зоне:

$$\frac{V_{1i}}{1 + \varepsilon_{1i}} - \frac{V_{2i}}{(1 + \varepsilon_{2i})K_{yi}} = d \left(\frac{L}{(1 + \varepsilon_{2i})K_{yi}} \right) / dt, \quad (1)$$

где V_{1i}, V_{2i} — скорости соответственно подачи и выпуска, i -той компоненты нити в зоне скручивания L ;

$\varepsilon_{1i}, \varepsilon_{2i}$ — относительные деформации входящей и выходящей i -той компоненты нити;

K_{yi} — коэффициент укрутки i -той компоненты нити.

Упрощенная схема процесса скручивания двух нитей показана на рис. 1.

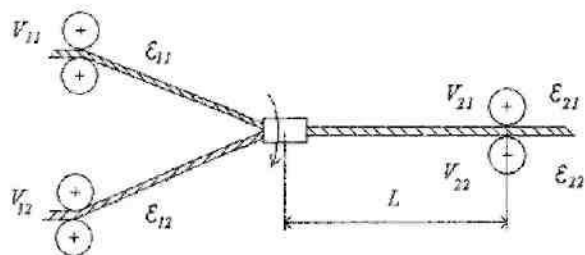


Рис.1. Схема скручивания двух нитей

Систему нелинейных неоднородных дифференциальных уравнений первого порядка ($i=1,2$) при заданных допущениях можно свести [2] к системе канонических уравнений Севостьянова.

$$\dot{K}_{yi} = \frac{K_{yi}}{1 + \varepsilon_i + \frac{2\varepsilon_i}{1 - K_{yi}^2}} \cdot \left(\frac{1 + \varepsilon_i}{a_{2i}} - \frac{(1 + \varepsilon_i)^2 K_{yi}}{a_{1i}} - \frac{\varepsilon_i \dot{F}_i}{F_i} \right), \quad (2)$$

где $a_{1i} = \frac{L}{V_{1i}}$; $a_{2i} = \frac{L}{V_{2i}}$; $i = 1,2$; $\varepsilon_{1i} = 0$; $\varepsilon_{2i} = \varepsilon_i$.

Система (2) получена при допущении $\varepsilon_{1i} = 0$, то есть считаем, что компоненты скручиваемой нити поступают в зону кручения недеформированными.

Несмотря на неоспоримое преимущество системы канонических уравнений (2) по отношению к системе, полученной в работе [1] для анализа влияния определяющих параметров на процесс скручивания двух нитей (например, при постоянной величине натяжения $F_i = const$, производная $\dot{F}_i = 0$, а значит, в переходный период коэффициент укрутки не зависит от величины силы натяжения F_i , что под-

тверждается моделированием на АВМ [1] с изменением F_i от 0,1 Н до 0,25 Н с шагом 0,05 Н), точное аналитическое решение системы (2) для функций коэффициентов укрутки $K_{yi} = K_{yi}(t)$ наталкивается на практически непреодолимые математические трудности и не представляется возможным.

Решая систему (2) относительно времени t , считая $F_i = const$, при заданных начальных условиях $K_{yi}(t=0) = K_{yi}^0$, разделяя переменные и интегрируя, получим (опуская индекс $i=1,2$ для каждой компоненты нити):

$$t(\varepsilon, K_y) = a_2 \left(\frac{1 + 3\varepsilon}{1 + \varepsilon} \ln \left| \frac{K_y^0}{K_y} \right| + \frac{a_1 \varepsilon}{(1 + \varepsilon)(a_2(1 + \varepsilon) - a_1)} \ln \left| \frac{K_y^0 - 1}{K_y - 1} \right| - \frac{a_1 \varepsilon}{(1 + \varepsilon)(a_2(1 + \varepsilon) + a_1)} \ln \left| \frac{K_y^0 + 1}{K_y + 1} \right| - \frac{a_2^2 - a_1^2 + a_2^2 \varepsilon(4 + 3\varepsilon)}{a_2^2(1 + \varepsilon)^2 - a_1^2} \ln \left| \frac{K_y^0 - \frac{a_1}{a_2(1 + \varepsilon)}}{K_y - \frac{a_1}{a_2(1 + \varepsilon)}} \right| \right) \quad (3)$$

Качественное исследование изменения определяющих параметров в данной математической модели процесса скручивания двух нитей можно провести с помощью аппроксимации логарифмических функций в уравнении (3) полиномами второй степени, которая дает достаточно точное приближение. Однако при этом получаются очень громоздкие выражения.

Поэтому в данной работе приведем линейную зависимость для коэффициента укрутки (4), имеющую более простой вид:

$$K_y = K_y^0 - t \frac{(1 + \varepsilon)(a_2(1 + \varepsilon) + a_1)}{2a_2(a_2(1 + \varepsilon)(1 + 3\varepsilon) + a_1(1 + 2\varepsilon))}, \quad (4)$$

которая представляет интерес как для экспериментальных, так и для дальнейших теоретических исследований.

Литература

1. Севостьянов А.Г. Математическое моделирование и исследование процесса скручивания двух нитей. // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. — 1994. — №5. — С. 21—24.
2. Наумов А.К., Землякова И.В., Хомяков Е.С., Потапова Т.С. Вывод системы канонических уравнений Севостьянова в математической модели процесса скручивания двух нитей // Вестник КГТУ. — Кострома, 2002. — №5. — С. 17—19.

E.S.Khomyakov, A.K.Naumov

DECISION APPROXIMATION IN MATHEMATIC MODEL OF DOUBLE TWISTED THREAD PROCESSING

УДК 677.014

СИСТЕМА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗРУШЕНИЯ НИТИ ПРИ НЕРЕГУЛЯРНОМ НАГРУЖЕНИИ

Т.А.Кузина, А.П.Болотный

Рассматривается метод инструментального определения разрушения нити при нагружении в условиях работы ее в основе ткацкого станка. Дана схема системы для определения разрушений, и показана ее техническая реализация

В современных условиях развития текстильного производства и науки необходимо изучение напряженно-деформированного состояния текстильных нитей и их разрушение при нерегулярных нагружениях, например основных нитей на ткацком станке. В условиях воздействия рабочего механизма ткацкого станка нить получает деформационное растяжение, которое в большинстве случаев не является регулярным. Определить потерю прочности нитей от таких деформаций на ткацком станке невозможно из-за их дополнительных повреждений при взаимодействии с рабочими органами.

Проведение экспериментальных исследований на модели процесса при нерегулярных нагружениях нити невозможно, т.к. отсутствуют специальные измерительные системы. Поэтому для получения данных о разрушении нити на ткацком станке от ее деформации применяют метод, в котором на пульсаторах или имитаторах деформации проводят циклические нагружения нити. Затем нить испытывают на разрывной машине, находя при этом разрывную нагрузку и разрывное удлинение [1, 2]. Такие испытания не дают полной картины разрушения нити из-за ее релаксации при установке на разрывную машину.

Таким образом, необходимо создать измерительную систему, при помощи которой возможно проведение эксперимента и снятие всех необходимых показаний на одной установке.

Нами для достижения этой цели предлагается измерительная система, совмещающая эти два этапа (нерегулярное нагружение и испытание на прочность). Центральным звеном является электропривод с шаговым двигателем. Структурная схема разработанной измерительной системы представлена на рис. 1.



Рис.1. Структурная схема

На ЭВМ загружается программа, позволяющая воспроизводить нерегулярные нагружения посредством шагового двигателя. Сигналы с ЭВМ поступают на устройство коммутации, где определяется, в какую сторону будет производиться вращение вала шагового двигателя и какую деформацию будет обеспечивать это вращение. Затем сигналы поступают на обмотки шагового двигателя 2, и его вал поворачивается на заданный угол. При повороте вала шагового двигателя 2 меняется натяжение нити 3, что измеряется при помощи тензометрической балочки 4 с полумостовой схемой включения тензорезисторов 1. Снятые данные через усилитель передаются на аналого-цифровой преобразователь (АЦП), а затем записываются в массив оперативной памяти ЭВМ и магнитный носитель, откуда далее можно производить их обработку.

Исходя из предлагаемой структуры, разработана конструктивно-технологическая схема установки, представленная на рис. 2.

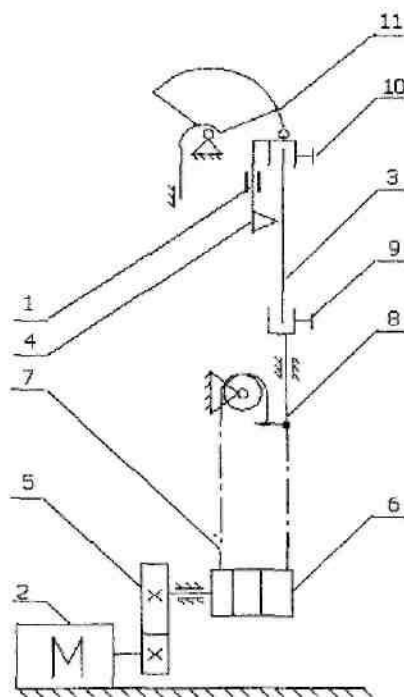


Рис.2. Схема установки

Нить 3 закрепляется в верхний (пассивный) и нижний (активный) зажимы (соответственно 9 и 10). Верхний зажим крепится на конце сектора 11, кото-

рый позволяет изменять длину образца нити, подвергаемой испытанию. На секторе 11 крепится верхний зажим 10 и тензометрическая измерительная балочка 4. Нижний зажим крепится на направляющей 8, которая приводится в движение от шагового двигателя 2 через редуктор 5 и гибкую связь 7 (рис. 2).

Последовательность действий при проведении испытания такова. После включения питания электронный блок управления приводит вал шагового электродвигателя 2 в движение. По заданию ЭВМ устанавливается требуемое расстояние между зажимами: верхним 10 и нижним 9.

Нить 3 закрепляется в зажимы. Установка готова к проведению испытания. По командам от ЭВМ, подаваемым через устройство коммутации на обмотки шагового электродвигателя 2, барабан 6 перемещает нижний зажим 9 посредством гибкой связи 7 от нулевого положения и устанавливает начальное натяжение нити. В установке впервые применен, по сравнению с разрывными машинами, контактный способ определения натяжения нити посредством тензометрического упругого элемента 4 с тензометрическими датчиками 1. Натяжение снимается с помощью датчика 1, расположенного на упругой балочке 4, которая деформируется в зависимости от длины нити. После установки начального натяжения нити начинается процесс ее нерегулярного нагружения, заложенный в программе, и измеряется ее натяжение.

Шаговый электродвигатель управляется через электронный блок командами от ЭВМ. Управляющая программа формирует требуемый режим испытания: режим заданного деформирования, режим заданного нагружения или иной режим, имитирующий нагружение на ткацком станке или другой машине. Для обеспечения режима заданного деформирования шаговый электродвигатель получает сигналы с постоянной периодичностью, т.е. деформация регистрируется ЭВМ во времени.

При режиме заданного нагружения периодичность сигналов к электродвигателю корректируется ЭВМ (программно) в зависимости от измеренного натяжения. Благодаря применению привода с шаговым двигателем возможно получение произвольного режима нагружения. Возможна пауза во время проведения эксперимента или возвращение к заданному нагружению или деформации путем обратного вращения вала двигателя. Такие циклы могут повторяться или изменяться в соответствии с заданной программой испытаний.

После программы нерегулярного нагружения или деформации нити система позволяет произвести испытание на разрыв и получить данные изменения прочности нити от нерегулярного нагружения. Такие условия проведения эксперимента могут полностью моделировать процессы нагружения нити в текстильных машинах и определять степень ее разрушения.

Литература

1. Голубков В.С., Пирогов К.М., Смушкович Б.Л. Испытательные машины в текстильном материаловедении. — М.: Легпромиздат, 1988.
2. Испытательная техника: Справочник: В 2 т. / Под ред. Клюева В.В. — М.: Машиностроение, 1982.

T.A. Kuzina, A.P. Bolotney

SYSTEM FOR REOLOGICAL PROPERTY DEFINITION AND THREAD DAMAGE DURING IRREGULAR LOADING

УДК 677.074.:677.017.2.17.

ВЛИЯНИЕ НАТЯЖЕНИЯ НИТЕЙ ОСНОВЫ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ПРОЦЕССА ОСЫПАЕМОСТИ¹

В.А. Бурова, О.В. Нестерова

Статья посвящена оценке влияния заправочного натяжения нитей основы на изменение уработки нитей основы и утка и устойчивость ткани к осыпавости в суровом и беленом виде.

До настоящего времени исследование процесса осыпавости проводилось только на тканях, прошедших заключительную отделку, что вполне оправдано, поскольку именно в таком виде они используются для производства одежды. Среди основных факторов, определяющих устойчивость ткани к

осыпавости, обычно выделялись общеизвестные характеристики — переплетение, плотность, волоконистый состав [1,2]. Однако, структурные параметры, зависящие от условий ткачества и отделки ткани, не рассматривались.

Известно, что изменение натяжения нитей в процессе ткачества влияет на структурные характеристики ткани и ее свойства, а уровень натяжения

¹ Работа выполнена под руководством проф. Н.В. Лустгартен

определяется видом и типом станка. Применительно к наиболее распространенному сейчас станку типа СТБ режим ткачества включает в себя перечень параметров: скорость, заправочное натяжение, момент заступа, параметры зева и др., среди которых наиболее значимым является заправочное натяжение основы [3]. Оно оказывает существенное влияние на такие параметры ткани, как уработка основы и утка, которые определяются также плотностью и переплетением ткани, диаметром и жесткостью нитей на изгиб.

Для изучения влияния натяжения основных нитей на структуру проведен эксперимент по выработке на станке СТБ-175 полульняной ткани полотняного переплетения ($P_o=206$ н/дм, $P_y=190$ н/дм, $T_o=29$ текс, $T_y=56$ текс). Образцы ткани получены при различных величинах заправочного натяжения, изменение которого осуществлялось перестановкой пружины по фигурному рычагу относительно исходного положения (Z_n) вверх и вниз на 1...2 зуба (Z_n-1 , Z_n-2 , Z_n+1 , Z_n+2). Дальнейшее увеличение или уменьшение натяжения приводило либо к значительному повышению обрывности, либо к ослаблению нитей основы и ложным срабатываниям основонаблюдателя.

Контроль натяжения (табл.1) осуществлялся в статическом застухе с помощью механического прибора — типа ТОНГ в центральной и краевых зонах ткани. В каждом опыте натяжение измерялось 10 раз, что обеспечивало ошибку среднего арифметического не более 5%.

Таблица 1

Номер опыта	Условия эксперимента	Натяжение основных нитей, сН		
		по повторам		среднее
		1	2	
1	Z_n-2	13,4	13,4	13,4
2	Z_n-1	13,63	13,63	13,63
3	Z	14,6	14,73	14,67
4	Z_n+1	15,93	14,98	15,46
5	Z_n+2	17	17	17

При проведении эксперимента определялась уработка нитей в ткани на ткацком станке в зоне опушка ткани — грудница. Показания уработки измерялись непосредственно на станке сразу после снятия ткани со станка и после недельной отлежки. Уработка утка рассчитывалась по ширине ткани и ширине заправки (170 см). После отлежки ткань прошла отбелку в условиях ООО "Льнообъединения им. И.Д. Зворыкина". Характер изменения уработки основы и утка на различных стадиях эксперимента представлен на рис.1.

При увеличении натяжения уработка основных нитей уменьшается на всех стадиях измерения. Максимальное изменение уработки относится к эта-

пу, когда измерения проводились на станке: 9,4...12,8 %. Изменение уработки, измеренной непосредственно после снятия со станка, также значительно. После недельной отлежки ткань приходит в равновесное состояние, и изменения уработки меньше: 14,6...17,7%. Отбелка тканей значительно снижает величину общей уработки основы, поскольку в процессе отделки происходит притяжка ткани. При этом влияние натяжения оказывается незначительным, различие в значениях уработки сглаживается: 8,2...8,8%. Это объясняется прямой пропорциональной зависимостью технологической притяжки от уработки основы при одном режиме соотношения скоростей на входе и выходе сушильно-ширильной машины.

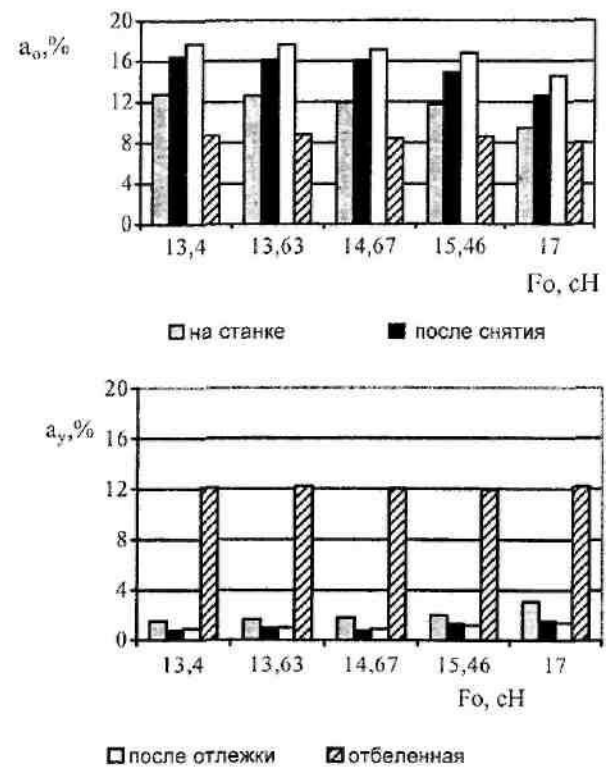


Рис.1. Диаграммы уработки нитей основы (a_o) и утка (a_y) в зависимости от натяжения основы (F_o)

Повышение натяжения основных нитей приводит к росту уработки утка, при этом величина уработки утка на станке больше, чем её значения после снятия со станка и недельной отлежки, что связано с увеличением ширины ткани. Данное явление можно объяснить высокой жесткостью нитей утка, стремящихся распрямиться и легко преодолевающих сопротивление более мягких хлопчатобумажных нитей основы. Значительное увеличение уработки уточных нитей после отбелки вызвано усадкой ткани в процессе отделки, что приводит к

значительному уплотнению ее по основе. При этом уработка утка после отбелики ткани, выработанной при различных натяжениях, мало различается. В результате отделки уработка основы и утка в готовой ткани составила соответственно 8...8,8% и 11,9...12,2%.

Таким образом, изменение заправочного натяжения основы в диапазоне 13,4...17 сН оказывает существенное влияние на уработку основы и утка в суровой ткани. Отделка тканей компенсирует эти различия за счет технологической притяжки и усадки ткани, и влияние заправочного натяжения основы в готовой ткани не проявляется.

Возникает вопрос, может ли изменение заправочного натяжения основы, влияющее на величину уработки, повлиять на устойчивость тканей к осыпаемости. Для этого на этих же образцах проведено исследование осыпаемости по методике [4,5]. Достоверность измерений обеспечена объемом испытаний, составившим 15 проб по каждому из вариантов. Средние значения осыпаемости ткани, представленные длиной бахромы (l_b), показаны на рис.2.



Рис.2. Диаграмма зависимости устойчивости ткани к осыпаемости (l_b) от натяжения основных нитей (F_0)

Для определения значимости различий величины осыпаемости у образцов тканей, выработанных при различных натяжениях основы, проведена сравнительная оценка средних значений данного показателя по критерию Стьюдента, т.к. $t_p=2,048$, то натяжение существенно влияет на изменение величины осыпаемости ткани в суровом виде $t_p>2,048$ и не оказывает влияния на осыпаемость ткани после отбелики $t_p<2,048$. Снижение показателя осыпаемости объясняется тем, что вследствие комплексного воздействия на ткань ряда технологических факторов процесса отделки (температура, давление и влага) возрастает площадь контакта между нитями, и в результате их сплющивания повышается сцепляемость волокон. Для оценки взаимосвязи осыпаемости суровой ткани с уработкой нитей найдены зависимости, которые описываются уравнениями:

$$l_{b_o} = 20,6 - 0,6a_o; \quad (1)$$

$$l_{b_y} = 0,32a_o - 1,98. \quad (2)$$

Адекватность моделей проверена по критерию Фишера ($F_{расч}=4,15$ и $5,76$ соответственно для (1) и (2) больше $F_{табл}=3,45$).

Вывод

Установлено, что при изменении заправочного натяжения нитей в процессе ткачества происходит изменение уработки нитей в суровой ткани, что оказывает влияние на изменение устойчивости тканей к осыпаемости. После отбелики разница между уработками нитей в образцах ткани, вызванная изменением натяжения, сглаживается, и в итоге устойчивость к осыпаемости у отбеленной ткани существенно не различается.

Литература

1. Рыжникова А.М. Влияние некоторых параметров ткани на величину осыпаемости ее срезов // Швейная промышленность. — 1965. — №6. — С.17—20.
2. Андреева Н.В., Дуковская И.И., Гинзбург Н.Л. Рациональная структура льнолавсановых и льнохлопковых тканей // Текстильная промышленность. — 1986. — №7. — С.39.
3. Лустгартен Н.В. Разработка методов оптимизации и стабилизации технологического режима процессов образования ткани. Дис. ... д.т.н. — Кострома: КГТУ, 1983. — 380 с.
4. Бутова В.А. Методика определения осыпаемости ткани // Вестник КГТУ. — 2002. — №5. — С.51—54.
5. Прибор для определения осыпаемости тканей / Бутова В.А., Лустгартен Н.В., Бутова В.А.: Свидетельство на полезную модель № 29378 от 24.05.2003 г., бюл. №13.

V.A. Burova, O.V. Nesterova

WARP TENSION INFLUENCE UPON STREWTY PROCESS INTENSIVITY

ТЕКСТИЛЬНЫЕ МАШИНЫ И АППАРАТЫ

УДК 677.021

ВЛИЯНИЕ ТРЕНИЯ ШТАПЕЛИРУЮЩЕГО ДИСКА НА КОНТАКТНЫЕ НАПРЯЖЕНИЯ И НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЛОКОН ПО ДЛИНЕ ПРИ ШТАПЕЛИРОВАНИИ РАЗРЫВОМ²

А.Р.Корабельников, М.А.Чернышев

В статье рассмотрен вопрос о влиянии трения штапелирующего диска на контактные напряжения и на разброс получаемого короткоштапельного волокна. Вращающийся диск взаимодействует с волокном, значительно уменьшая неравномерность получаемого штапеля по длине.

В новой установке для получения короткоштапельного волокна из ленты, сформированной из отходов трепания льна, применен принцип разрыва волокон поперечной сосредоточенной силой со стороны рабочего органа, например, гладкого диска [1], [2], [3].

Штапелирующая установка из двух основных узлов: зажимного (транспортирующего) устройства и вала с разволокняющими органами. Зажимное (транспортирующее) устройство представляет собой питающий вал с кольцевыми пазами, образующими тумбочки, к которым подпружиненными клавишными рычагами прижимается волокно в ленте. Разволокняющий орган входит между рычагами в кольцевые пазы питающего вала и воздействует на волокно. Разрушающее ленту усилие прикладывается поперек волокон ленты зажатой между тумбочками питающего вала и прижимными рычагами. Разволокняющие рабочие органы могут быть в виде гладких дисков, зубчатых дисков или в виде колков.

Ранее нами показано [3], что контролируемость разрыва волокон во многом зависит от зазора между соседними рычагами (длины волокна свободной от зоны зажима).

Рассмотрим особенности процесса штапелирования гладкими дисками.

При штапелировании волокна с использованием гладких дисков к волокну прикладываются изгибающие и растягивающие усилия, кроме того, при вращении диска наблюдается активное трение волокна о вращающийся диск. Как показали проведенные нами экспериментальные исследования, вращение гладкого диска оказывает значительное влияние на равномерность штапельного состава получаемого волокна. Эксперименты проводились согласно методике, изложенной нами в работе [3], причем сравнивались результаты при подаче волокна на диски по двум вариантам: с вращающимися дисками, т.е. при наличии трения между кромкой диска и волокнами, и с неподвижными дисками

(случай, когда отсутствует активное трение). Зазор между зажимами составлял $2l=30$ мм.

На рис. 1 показана диаграмма распределения и штапельная диаграмма для длины волокна, полученного при неподвижных дисках, а на рис 2 — при вращающихся дисках. Из диаграмм видно, что неравномерность длины получаемого волокна во втором случае значительно меньше, чем при неподвижных дисках.

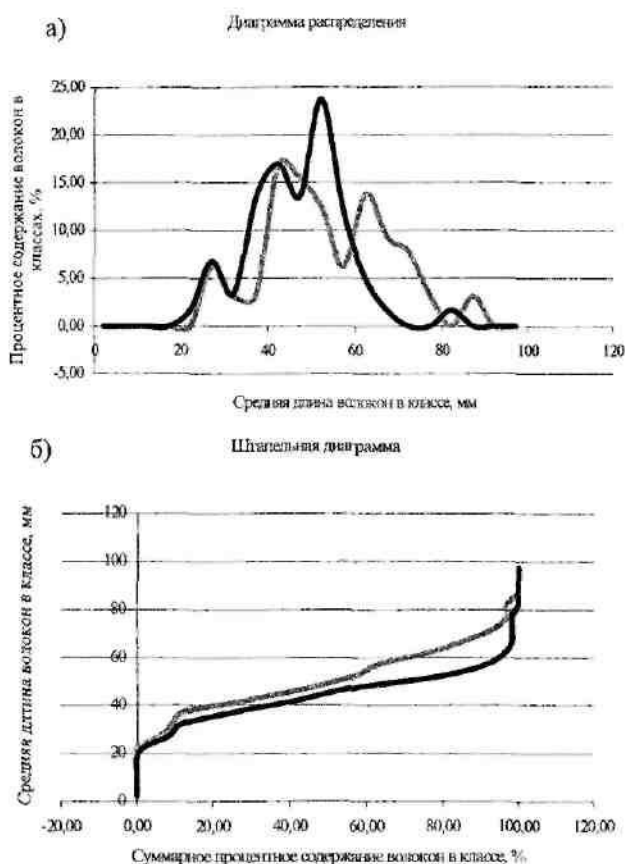


Рис. 1. Диаграмма распределения (а) и штапельная диаграмма (б) для волокна, полученного при неподвижном разволокняющем диске (кривая серого цвета — волокно, полученное на левой тумбочке, черного — на правой)

² Работа выполнена при поддержке гранта Минобразования 2003г. и при участии проф. Р.В. Корабельникова

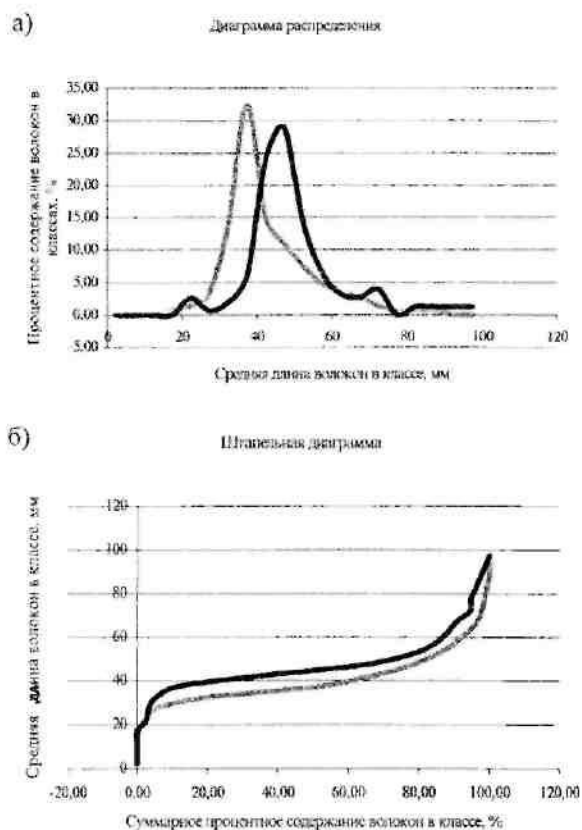


Рис. 2. Диаграмма распределения (а) и штапельная диаграмма (б) для волокна, полученного при вращающемся разволокняющем диске (кривая серого цвета – волокно, полученное на левой тумбочке, черного – на правой)

Влияние трения на контактные напряжения в хлопковом волокне обстоятельно рассмотрено Бурнашевым Р.З. [4]. Согласно его исследованиям, при наличии трения максимум эквивалентного напряжения смещается к поверхности трущихся тел, и оно тем больше, чем больше коэффициент трения μ . Касательные напряжения в центре пятна контакта волокна с поверхностью диска можно определить из выражения:

$$\tau = \mu q_0, \tag{1}$$

где q_0 — максимальное давление в зоне контакта волокна с дисками;

μ — коэффициент трения.

В случае трения поперек волокон главные напряжения в волокне составляют [4]

$$\sigma_1 = \mu q_0; \tag{2}$$

$$\sigma_2 = -\mu q_0; \tag{3}$$

$$\sigma_3 = -2 q_0 \nu_a, \tag{4}$$

где ν_a — коэффициент Пуассона для волокна.

Согласно третьей теории прочности (теория наибольших касательных напряжений) эквивалентное напряжение будет

$$\sigma_3 = \sigma_1 - \sigma_3 = 2\tau. \tag{5}$$

При переходе от объемного к одноосному напряженному состоянию эквивалентное напряжение согласно [4] будет

$$\sigma_3^I = q_0(1 - 2\nu_a); \tag{6}$$

$$\sigma_3^{III} = 2\mu q_0, \tag{7}$$

где σ_3^I , σ_3^{III} — эквивалентные напряжения без трения и при трении поперек волокон.

Если сравнивать эквивалентные напряжения при наличии трения и без трения через их отношение

$$k = \frac{\sigma_3^{III}}{\sigma_3^I} = \frac{2\mu}{(1 - 2\nu_a)}, \tag{8}$$

то легко видеть, что, чем больше коэффициент трения, тем больше контактные напряжения при трении отличаются от случая, когда между волокном и диском нет трения скольжения. Так, например, если принять $\mu=0,3$; $\nu_a=0,4$, то $k=3$, т.е. напряжения в волокне при наличии трения скольжения в три раза больше, чем без него. Повышение напряжения в зоне контакта диска с волокном приводит к разрушению большего числа волокон ленты именно в этой зоне.

Таким образом, показано, что в случае штапелирования подвижным диском больший процент волокна разрушается в зоне контакта волокна с диском, в результате чего получаемое волокно имеет меньший разброс по длине. Можно сказать, что вращение диска является одним из основных факторов, оказывающих влияние на равномерность длины получаемого волокна, поэтому при дальнейших исследованиях в этой области и при проектировании подобных установок необходимо учитывать скорость вращения гладкого разволокняющего органа.

Литература

1. Устройство для штапелирования льняного волокна / Коробельников А.Р., Коробельников Р.В., Пашин Е.Л. Патент RU 2167226 от 03.04.2000.

2. Устройство для штапелирования льняного волокна / Корабельников Р.В., Ширяев А.В., Корабельников А.Р. Патент RU 2178021 от 31.07.2000.
3. А.Р. Корабельников, М.А. Чернышев. Распределение длины штапеля льняного волокна, получаемого методом разрыва на новой установке // Сб. научных трудов молодых ученых. КГТУ. Выпуск 4. — Кострома, 2003. — С. 273—279.
4. Бурнашев Р.З. Теоретические основы технологии очистки хлопка-сырца: Дис. ... д.т.н. — Ташкент, 1983.

R.V.Korabelnikov, M.A.Chernyshov

ABOUT EFFECT OF STAPLING DISK FRICTION UPON FIBRE DISTRIBUTION ALONG LENGTH DURING BREAKAGE STAPLING

УДК 677.058

ПОВЫШЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ КУЛАЧКОВОГО ПРИВОДА РЕМИЗНОГО ДВИЖЕНИЯ СТАНКОВ СТБ

В.В.Данилов

Измерения показали, что точность эксцентриков ремизного движения станков СТБ весьма низкая, что приводит к значительному увеличению зазоров в приводе ремизных рам. Предложен метод повышения точности эксцентриков путем круглого копирного шлифования в ремонтный размер.

Известно [1], что 75—90% обрывов основы происходит в зоне зевообразования. Одной из причин обрывов является нарушение установленного закона движения ремизных рам, управляющих нитями основы. Закон движения заложен в профиле эксцентриков ремизного движения 1 (рис. 1), представляющих из себя два жестко соединенных кулачка с геометрическим замыканием 2 и 3, которые передают движение через каточки 4 рычагу 5 и далее через систему рычагов на ремизные рамы 6. Для обеспечения нормальной работоспособности этого механизма зазоры в кулачковом приводе и в цилиндрических шарнирах передающих рычагов должны быть минимальными. Их увеличение выше установленных значений приводит к ударам и рывкам ремизных рам, снижает долговечность привода и повышает обрывность.

Для определения основных причин нарушения работоспособности привода ремизного движения нами произведены замеры зазоров у станков СТБ в ООО «Льнообъединение им. И.Д. Зворыкина» (рис. 1). С помощью индикаторной стойки измерялся зазор (свободный ход) рычага 5 — S_1 , затем он пересчитывался на зазор в кулачковом приводе — S , а также суммарный зазор (свободный ход) ремизной рамы S_2 .

Для дальнейших расчетов принималось соотношение:

$$S_2 = S_1 + S_3, \quad (1)$$

где S_2 — суммарный зазор (свободный ход) ремизной рамы, мм;

S_1 — зазор в кулачковом приводе, измеренный на конце рычага 5, м;

S_3 — суммарный зазор в цилиндрических шарнирах рычагов привода ремизной рамы, м;

S — зазор между эксцентриком 1 и каточками 4 рычага 5, мм.

Замеры производились для двух групп станков, имеющих срок службы 12 и 24 года соответственно. На них были установлены по 4 ремизных рамы, приводимых в движение двухподъемными эксцентриками 1/1 + 1/1. Результаты замеров (даются средние значения) приведены в таблице 1. В ней приведены также значения неравномерности зазора S для одного станка из четырех кулачковых приводов:

$$S = S_{\max} - S_{\min}, \quad (2)$$

где S_{\max} и S_{\min} — соответственно разница максимального и минимального зазора из четырех кулачковых приводов у одного станка, а также определена доля в % зазора в кулачковом приводе S_1 от суммарного зазора S_2 .

Из таблицы видно, что доля кулачкового привода в общей неточности механизма составляет 28%. Следует отметить большую величину неравномерности зазора S в коробке ремизного движения, что свидетельствует о низкой точности эксцентриков ремизного движения. Увеличения значений всех показателей у станков с большим сроком службы объясняется общим износом элементов механизма.

Если ремонт цилиндрических шарниров рычагов привода ремизного движения может производиться в условиях предприятия путем замены соответствующих втулок, осей и т.п. и не создает принципиальных трудностей, то восстановление точности соосных кулачков с геометрическим замыканием, какими являются эксцентрики ремизного движения, несравненно более сложен и требует специального оборудования и технологий, которыми текстильные предприятия не располагают.

Таблица 1

Средние значения зазоров в приводе ремизного движения

Показатели группа станков СТБ	\bar{S}	\bar{S}_1	\bar{S}_2	\bar{S}_3	$\Delta \bar{S} = \bar{S}_{max} - \bar{S}_{min}$	$\bar{S}_1/\bar{S}_2 \times 100\%$
Группа стыков №1 (срок сл. 12 лет)	0,32	0,86	3,46	2,6	0,39	28
Группа стыков №2 (срок сл. 24 г.)	0,62	1,68	6,43	4,66	0,63	28

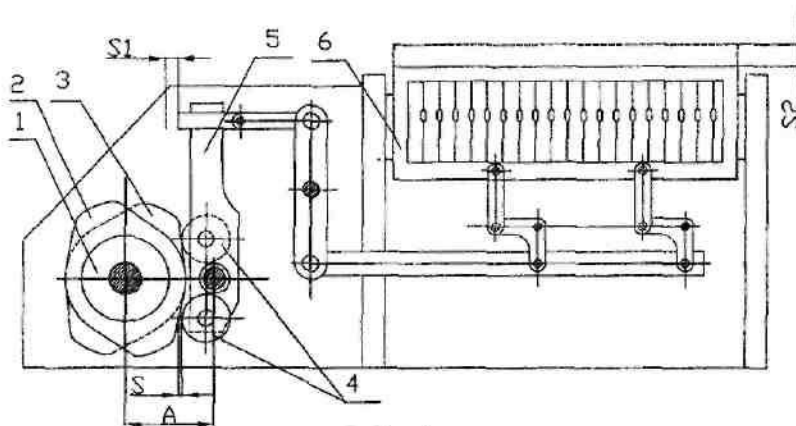


Рис. 1.

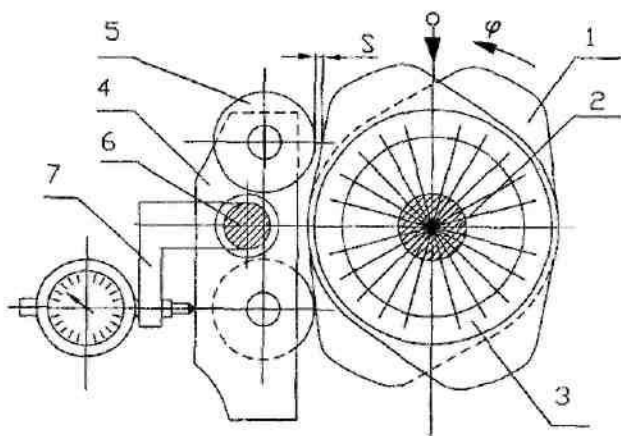


Рис. 2.

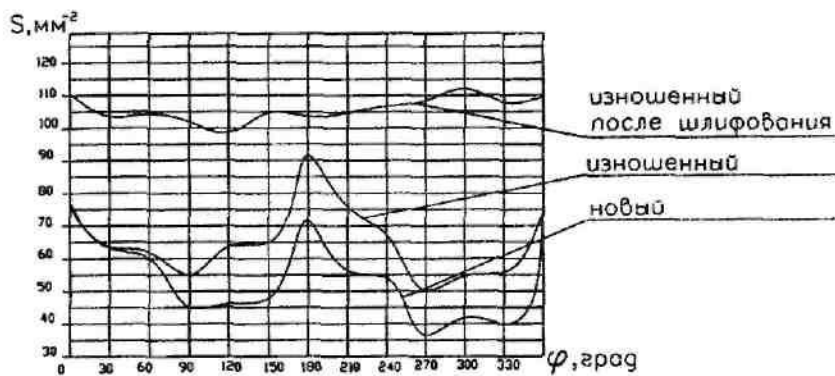


Рис. 3.

Следующим этапом работы было исследование точности эксцентриков ремизного движения в лабораторных условиях на специальном мерительном приспособлении (рис. 2). Эксцентрик 1 с угловой шкалой 2 мог поворачиваться вокруг неподвижной оси 3. Рычаг 4 с каточками 5, взятый из ремизной коробки, устанавливается на неподвижную ось 6, на которой крепится индикаторная стойка 7 для измерения зазора S с точностью 0,01 мм. Приспособление позволяет измерять зазор S за полный оборот эксцентрика. Всего было промерено 30 эксцентриков, как новых, так и бывших в эксплуатации. На рис. 3 показаны характерные графики $S-\varphi$ для нового и изношенного эксцентрика. Неточность профиля δS определялась как разность максимального и минимального значений зазоров S за один оборот эксцентрика. Результаты измерений не выявили существенных различий точности новых и изношенных эксцентриков, графики $S-\varphi$ показывают характерную кривую с двумя впадинами в районе 90° и 270° и двумя выступами на $0(360^\circ)$ и 180° . Средняя величина неточности профиля δS составила 0,36 мм, что более чем в 3 раза превышает установленное значение – 0,1 мм. Эта величина хорошо согласуется с величиной неравномерности зазора S , замеренной на работающем оборудовании (табл. 1). Эта большая величина неточности δS изготовления эксцентриков не позволяет устанавливать меньшие и более равномерные значения зазоров в кулачковом приводе ремизной коробки, т.к. межцентровое расстояние A в ней является регулируемым.

Для снижения неточности δS эксцентриков ремизного движения нами предложена технология ремонта, использованная ранее для кулачковых валиков батанных коробок [2]. Эксцентрики обрабатывались путем круглого копирного шлифования рабочих поверхностей по специально изготовленному эталону (копиру) на специализированном копишно-шлифовальном станке. Величина снимаемого припуска составила до 0,25 мм, что не превышает глубины цементованного слоя, установленного в размере 0,3—0,8 мм. Средняя величина δS неточности эксцентриков после шлифования снизилась более чем в 2 раза и составила 0,145 мм. На рис. 3 показаны значения S у эксцентриков до и после шлифования. Для обеспечения минимального и равномерного зазора в кулачковом приводе целесообразно производить подбор эксцентриков по размерным группам для установки в одну коробку ремизного движения, так как эксцентрики и рычаги с каточками устанавливаются на две общие оси, межцентровое расстояние A между которыми может регулироваться (рис. 1).

В настоящее время партия эксцентриков, отремонтированных и подобранных по размерным группам, передана для проведения производственных испытаний на станках СТБ. Разрабатывается также методика оценки размеров эксцентриков без применения специальных мерительных приспособлений, подобных показанному на рис. 2, которая позволит подбирать эксцентрики в размерные группы в производственных условиях с помощью универсального мерительного инструмента.

Литература

1. Труевцев Н.Н. и др. Технология и оборудование текстильного производства. — М.: Легкая индустрия, 1975.
2. В.В.Данилов. Восстановление работоспособности кулачковых валиков батанных коробок станков СТБ // Вестник КГТУ. — Кострома: КГТУ, 2003. — №7. — С.58—59.

V.V.Danilov

EFFICIENT CAPACITY INCREASE OF CAM DRIVE OF STB-LOOM SHAFT MOTION

УДК 678.052

ВЛИЯНИЕ ТОЧНОСТИ РАЗМЕРОВ ЛАПКИ РОГУЛЬКИ НА СТАБИЛЬНОСТЬ ЕЕ СИЛЫ ПРИЖИМА К ТЕЛУ НАМОТКИ

П. С. Балабаев, А. П. Соркин

Погрешности изготовления лапки приводят к отклонению ее инерционных характеристик от расчетных, что, в свою очередь, вызывает разброс силы прижима в партии рогуллек. Для определения влияния на силу прижима лапки погрешностей ее размеров была разработана параметрическая модель лапки. Показано, что существующие допуски на изготовление лапки рогульки приводят к значительному разбросу ее силы прижима. Для повышения стабильности силы прижима необходимо ужесточить требования к точности изготовления лапок.

Сила прижима лапки рогульки к ровнице, намотанной на катушку, является важным технологическим параметром процесса намотки. Экспериментально [1] обнаружен значительный разброс силы прижима лапок в партии однотипных рогуллек. Со-

гласно предложенной модели процесса наматывания [2], значительное отклонение силы прижима лапки от установленного расчетом оптимального значения может приводить к появлению скрытой вытяжки или даже обрыву ровницы. Сила прижима лапки

рогульки к телу намотки определяется, в первую очередь, инерционными силами, действующими на лапку при вращении рогульки [1,3]. Погрешности изготовления лапки приводят к отклонению ее инерционных характеристик от расчетных, что, в свою очередь, вызывает разброс силы прижима.

Сила прижима лапки P определяется из рассмотрения ее равновесия под действием как инерционных сил F_H , так и технологических усилий (см. рис.1). Из всех технологических усилий наибольшее влияние на силу прижима оказывают сила трения лапки о ровницу на катушке $F_{TP} = \mu \cdot P$ и сила натяжения ровницы F_H при сходе в намотку.

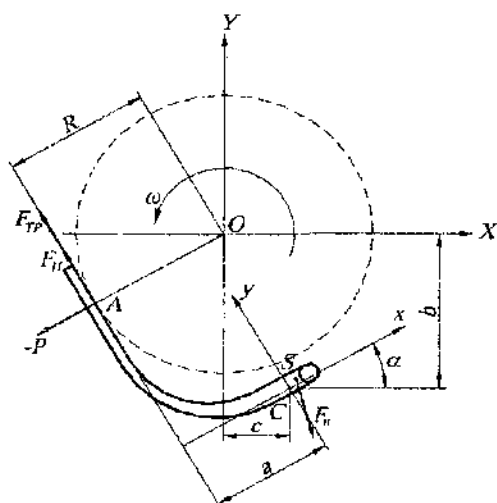


Рис. 1. Схема сил, действующих на лапку

O — ось вращения рогульки и катушки;
 S — ось поворота лапки; S — центр масс лапки;
 A — условная точка контакта лапки с телом намотки

В результате силу прижима лапки к паковке можно определить из выражения:

$$P = \frac{aF_H + \omega^2(\sin\alpha(cS_x - bS_y) + \cos\alpha(cS_y - bS_x))}{(b\cos\alpha + c\sin\alpha - a\mu)}, \quad (1)$$

где $\alpha = \arcsin\left(\frac{R-a}{\sqrt{b^2+c^2}}\right) + \arcsin\left(\frac{c}{\sqrt{b^2+c^2}}\right)$ — угол

- поворота лапки;
- a — расстояние по нормали от оси вращения лапки до лопатки лапки;
- b, c — параметры, определяющие смещение оси вращения лапки относительно оси вращения рогульки;
- S_x, S_y — статические моменты инерции массы лапки относительно ее оси вращения в системе координат x, y ,
- ω — угловая скорость вращения рогульки.

Рассмотрим в качестве примера лапку рогульки РИ-140. Для автоматизированного определения ее инерционных характеристик S_x, S_y и размера a была создана параметрическая модель лапки, реализованная нами на встроенном в пакет трехмерного моделирования «КОМПАС 3D» языке макрокоманд. Получив в «КОМПАС 3D» значения инерционных характеристик, дальнейшие вычисления силы прижима (1) проводили в пакте «MathCAD».

Оценим влияние погрешностей изготовления стержня лапки на разброс силы прижима. В разработанной параметрической модели стержень лапки задается следующими размерами: $d_1, d_2, d_3, a_1, a_2, a_3, h_1, h_2, R_1, R_2, \beta_1, \beta_2$ (см. рис.2).

Очевидно, что разброс фактических значений данных размеров приведет к изменению инерционных характеристик лапки, что найдет отражение в отклонении ее силы прижима от расчетного значения. В первом приближении отклонение ΔP_H силы прижима при пустой катушке может быть представлено следующим образом:

$$\begin{aligned} \Delta P_H = & \frac{\partial P_H}{\partial d_1} \Delta d_1 + \frac{\partial P_H}{\partial d_2} \Delta d_2 + \frac{\partial P_H}{\partial d_3} \Delta d_3 + \\ & + \frac{\partial P_H}{\partial a_1} \Delta a_1 + \frac{\partial P_H}{\partial a_2} \Delta a_2 + \frac{\partial P_H}{\partial a_3} \Delta a_3 + \\ & + \frac{\partial P_H}{\partial h_1} \Delta h_1 + \frac{\partial P_H}{\partial h_2} \Delta h_2 + \frac{\partial P_H}{\partial R_1} \Delta R_1 + \\ & + \frac{\partial P_H}{\partial R_2} \Delta R_2 + \frac{\partial P_H}{\partial \beta_1} \Delta \beta_1 + \frac{\partial P_H}{\partial \beta_2} \Delta \beta_2, \end{aligned} \quad (2)$$

где $\Delta d_1 \dots \Delta \beta_2$ — отклонения размеров,

$\frac{\partial P_H}{\partial d_1} \dots \frac{\partial P_H}{\partial \beta_2}$ — коэффициенты их влияния, ко-

торые можно вычислить через конечные разности. Например, $\frac{\partial P_H}{\partial d_1}$ вычисляется следующим образом:

$$\frac{\partial P_H}{\partial d_1} = \frac{P_H(d_1 + \Delta d_1) - P_H(d_1)}{\Delta d_1}. \quad (3)$$

Остальные выражения получаются аналогично.

Отклонение силы прижима от расчетного значения при полной катушке ΔP_K вычисляется аналогично (2).

В качестве примера в таблице 1 приведены результаты расчетов по формулам (3) для стандартной лапки рогульки РИ-140. Кроме того, в таблице приведены значения относительной погрешности силы прижима от вариации значения каждого из рассматриваемых параметров. Для размера d_1 эта величина определяется в виде

$$\gamma_{H,d_1} = \frac{\left| \frac{\partial P_H}{\partial d_1} \right| \Delta d_1}{P_H} \quad (4)$$

где Δd_1 — существующий допуск на диаметр d_1 .

Анализируя результаты расчетов, можно заключить, что существующие допуски на размеры лапки рогульки приводят к значительному (более 20%) разбросу ее силы прижима в партии рогулек. Это обстоятельство требует ужесточения допусков

на размеры лапки при ее изготовлении. С другой стороны, как видно из таблицы, влияние допусков разных размеров на нестабильность силы прижима не одинакова. В рассмотренном примере наибольший вклад вносят размеры $a_3, d_1, d_3, R_1, \beta_1, \beta_2$, именно их допуски необходимо уменьшить в первую очередь. В данном простом примере с целью упрощения не рассмотрены размеры лопатки и колец лапки.

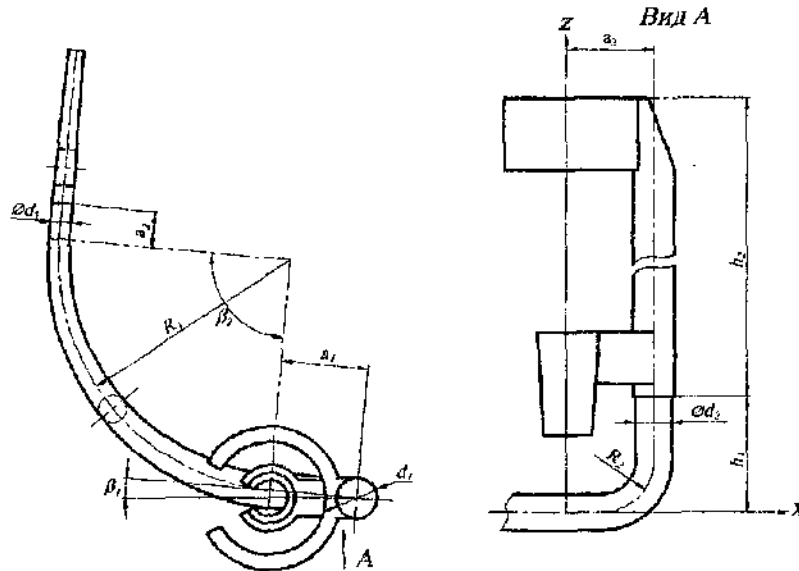


Рис. 2. Размеры стержня лапки в параметрической модели

Таблица 1

параметр	d_1	d_2	d_3	a_1	a_2	a_3	h_1	h_2	R_1	R_2	β_1	β_2	Σ
$\partial P_H / \partial$	6,41	0,14	-1,49	-0,10	0,00	2,34	0,10	0,13	-0,02	-0,05	0,21	0,08	
$\partial P_K / \partial$	6,38	-0,33	-2,58	-0,11	-0,19	2,33	0,10	0,13	-0,31	-0,05	-0,28	-0,33	
Δ	0,1	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,5	0,1	0,1	0,5	0,5	0,5	
$\gamma_H, \%$	2,6	0,2	1,2	0,1	0,0	2,8	0,2	0,5	0,1	0,1	0,4	0,2	8,4
$\gamma_K, \%$	4,9	0,8	4,0	0,3	0,3	5,4	0,4	1,0	2,4	0,2	1,1	1,3	21,9

Вывод: использование параметрической модели лапки при автоматизированном определении ее инерционных характеристик позволяет не только проводить расчет силы прижима лапки к намотке,

но и определять степень влияния погрешности изготовления элементов лапки на нестабильность ее силы прижима и обоснованно подходить к назначению допусков на размеры.

Литература

1. Бабаджанов С.Х. Разработка и исследование конструкций рогулек и закона регулирования частоты их вращения с целью повышения производительности ровничных машин: Дис. ... к.т.н. — 1986. — 198с.
2. Соркин А.П. Нестационарные процессы наматывания ровницы и повышение эффективности крутильно-мотальных механизмов ровничных машин: Дис. ... д.т.н. — 1988. — 400с.
3. Эфрос Л.Е. Механика и конструктивные расчеты ровничных машин. — М.: Машиностроение, 1967. — 199с.

P. S. Balabaev, A. P. Sorkin

DIMENSION ACCURACY INFLUENCE OF FLYER LEG UPON ITS CLAMP STRENGTH STABILITY

УДК 677.06.620.17

ВЛИЯНИЕ ВЯЗКИХ СВОЙСТВ СИСТЕМЫ НА ЕЕ УПРУГИЕ КОЛЕБАНИЯ

В.В. Фарукиши, С.Н. Титов, Г.К. Кузнецов

На основе принятой гипотезы о законе изменения коэффициента вязкого сопротивления, при котором вязкая компонента реакции действует только при прямом движении колебательной системы (при восстановлении она отсутствует), рассмотрено влияние вязких свойств системы на ее упругие колебания.

Рабочие органы текстильных машин взаимодействуют с волокнистыми продуктами различных видов: волокно в массе, горсти волокна, пряжа и ровница, нить, ткань. При данном взаимодействии деформироваться могут и обрабатываемый материал, и сам рабочий орган машины. Продукт может испытывать деформации растяжения, сжатия (смятия), кручения. Чаще всего текстильный материал практически не оказывает сопротивления изгибу. Элементы машин под действием технологических нагрузок преимущественно получают деформации сжатия (например, эластичные покрытия нажимных валков прядильных и ровничных машин, покрытия валов отделочного оборудования). В общем случае деформации бывают упругими, эластическими (вязкими) и пластическими. При стационарных (многократных) воздействиях пластической частью деформации полагаем возможным пренебречь и рассматривать текстильный продукт и материал рабочих органов машин как упруговязкие, релаксирующие.

При деформации упруговязких тел имеет место явление гистерезиса [1, 2, 3], которое проявляется в том, что контактная сила при деформировании тела больше, чем при восстановлении его формы (при условии сохранения контакта взаимодействующих тел). Данные процессы позволяют объяснить возникновение сопротивления перекатыванию катка по упруговязкому основанию и сдвиг эпюры нормальных напряжений на площадке контакта с основанием [4]. Причиной гистерезисных явлений при деформировании упруговязких тел является внутреннее трение в материалах [5, 6, 7], которое вносит особенности в рассмотрение взаимодействия тел, в частности периодических, что, по-видимому, требует своего исследования и учета при дальнейших изучениях контактных процессов.

Влияние гистерезисных явлений на колебательный процесс рассмотрено в [5, 6]. Вязкая компонента реакции при этом анализе действует как при прямом, так и при обратном движении, хотя и различается по величине. Нам представляется, что при обратном движении вязкая компонента реакции должна отсутствовать, то есть быть равной нулю. Данная гипотеза основывается на том, что в соответствии со своей природой сила вязкого сопротивления всегда направлена в сторону, противоположную скорости деформации. Здесь же имеет место не деформация, а восстановление формы. Описанные в

статье аналитические исследования проведены применительно к системам, находящимся в сфере интересов авторов.

Рассмотрим систему, состоящую из двух валков, между которыми прокатывается текстильный материал. И покрытие, и продукт могут обладать упруговязкими свойствами. Подобные схемы наблюдаются в вытяжных механизмах прядильных и ровничных машин, в механизмах фрикционного наматывания, в машинах отделочного производства [8]. В данных механизмах при их эксплуатации возникают вибрации. В устройстве для экспериментального определения упруговязких свойств материалов [9] вибрации возбуждаются искусственно.

В соответствии с предлагаемой гипотезой при деформировании материала, происходящем по гармоническому закону, сила упругости будет действовать в течение всего цикла (пропорционально деформации), а вязкая компонента только при сжатии образца (пропорционально скорости). Если деформация будет изменяться по синусоидальному закону, то скорость и вязкое сопротивление — по неполной косинусоиде (рис. 1). Здесь T — период колебаний.

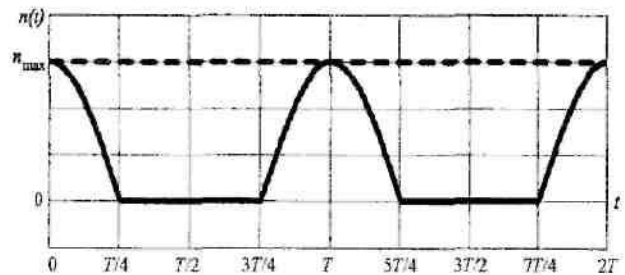


Рис. 1. Закон изменения коэффициента вязкого сопротивления

Математическое выражение для описания вынужденных колебаний при таком действии вязкого сопротивления будет иметь вид:

$$\ddot{X} + 2 \cdot n(t) \cdot \dot{X} + k^2 \cdot X = h \cdot \sin(\omega \cdot t), \quad (1)$$

где X — обобщенная координата (м),

k — частота собственных колебаний системы (c^{-1}),

ω — частота возмущающего воздействия (c^{-1}),

h — амплитуда возмущающего воздействия (Н),

t — время (с).

$n(t)$ — переменный коэффициент вязкого сопротивления, который определяется согласно принятой гипотезе следующей функциональной зависимостью:

$$n(t) = \begin{cases} n_{\max} \cdot \cos(\omega \cdot t), & \text{при нагружении} \\ 0, & \text{при разгрузении} \end{cases}$$

где n_{\max} — амплитудное значение коэффициента вязкого сопротивления.

При затухающих колебаниях правая часть уравнения (1) равна нулю.

В работе проведен компьютерный эксперимент, задачей которого являлась проверка влияния принятой гипотезы на колебательный процесс. Па-

раметры (масса, частота собственных колебаний системы, амплитуда возмущающей силы) модели, составленной на основании уравнения (1), имели единичные значения. Амплитудное значение коэффициента вязкого сопротивления принимаем $n_{\max} = 0.5 \text{ с}^{-1}$. Результаты, полученные при исследовании, приведены в виде графиков на рис. 2 (вынужденные колебания до резонанса на частоте $\omega = 0.4 \text{ с}^{-1}$) и рис. 3 (вынужденные колебания после резонанса на частоте $\omega = 1.4 \text{ с}^{-1}$). При этом кривые 1 построены при переменном значении вязкого сопротивления $n(t)$, согласно принятой гипотезе, кривые 2 — при постоянном значении вязкого сопротивления n_{\max} , кривые 3 — без учета вязкого сопротивления.

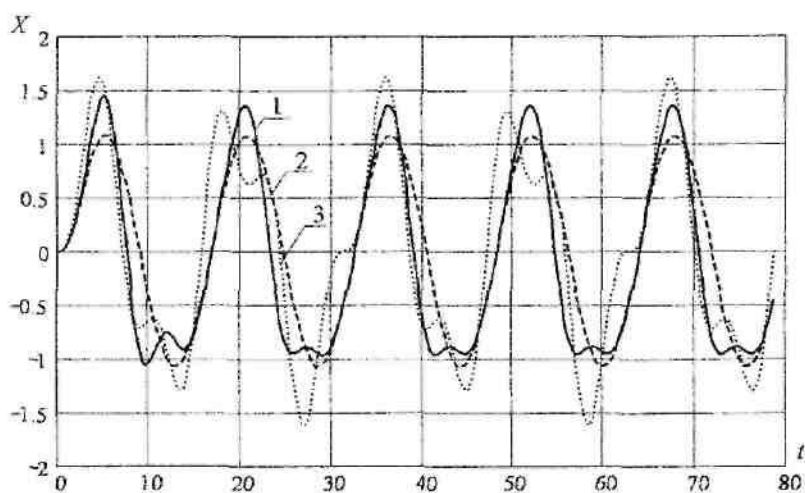


Рис. 2. Вынужденные колебания с частотой $\omega = 0.4 \text{ с}^{-1}$

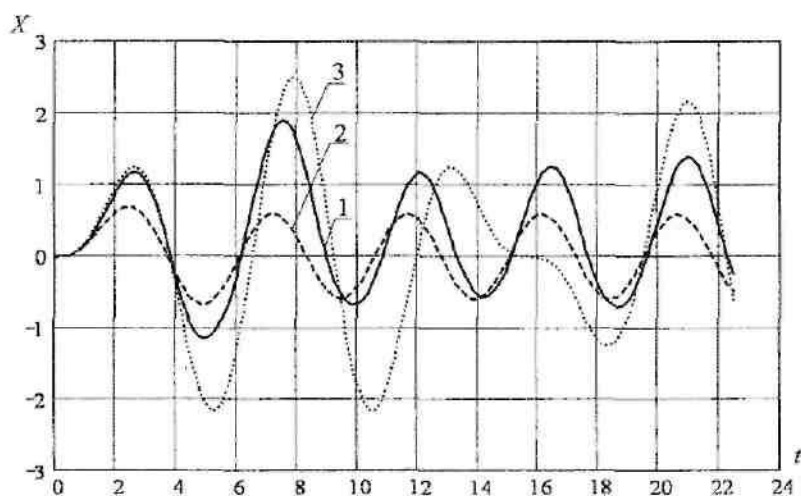


Рис. 3. Вынужденные колебания с частотой $\omega = 1.4 \text{ с}^{-1}$

На рис. 4 представлен фазовый портрет вынужденных колебаний системы на частоте $\omega = 2 \text{ с}^{-1}$ с амплитудным значением коэффициента вязкого

сопротивления $n_{\max} = 0.1 \text{ с}^{-1}$. Как видно из графиков, закон изменения коэффициента вязкого сопротивления оказывает значительное влияние на коле-

бательный процесс, а фазовый портрет демонстрирует наличие смещения положения динамического равновесия по отношению к статическому и возможность возникновения устойчивых колебаний с двумя чередующимися амплитудами, что свидетельствует об активном влиянии вязкой компоненты на субгармонические собственные частоты.

Выводы

1. Рассмотренное в статье явление требует серьезного исследования и анализа как аналитическими, так и экспериментальными методами.
2. Учет изучаемого явления при проектировании механизмов текстильных машин позволяет более точно оценивать влияние свойств обрабатываемого материала и элементов оборудования на динамику рабочих органов, что приведет к повышению эффективности технологического процесса.

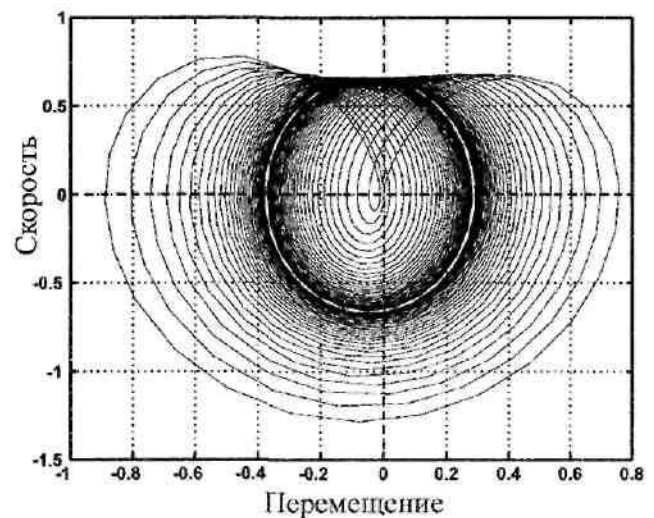


Рис. 4. Фазовый портрет колебаний при $n_{\max} = 0.1 \text{ с}^{-1}$ на частоте $\omega = 2 \text{ с}^{-1}$

Литература

1. Хайкин С.Э. Физические основы механики. — М.: Физматгиз, 1962.
2. Резниковский М.М., Лукомская А.Н. Механические испытания резины и каучука. — М.: Химия, 1968.
3. Потураев В.Н., Дырда В.И. Резиновые детали машин. — М.: Машиностроение, 1971.
4. Ишлинский А.Ю. Механика, идеи, задачи, приложения. — М.: Наука, 1985.
5. Пановко Я.Г. Основы прикладной теории упругих колебаний. — М.: Машиностроение, 1967.
6. Пановко Я.Г. Внутреннее трение при упругих колебаниях. — М.: Физматгиз, 1960.
7. Тимошенко С.П., Янг Д.Х., Уивер У. Колебания в инженерном деле. — М.: Машиностроение, 1985.
8. Машиностроение. В 40 т. Том IV—13. Машини и агрегаты текстильной и легкой промышленности: Энциклопедия. — М.: Машиностроение, 1997.
9. Фарукшин В.В., Титов С.Н., Кузнецов Г.К. Методы экспериментального определения упруговязких характеристик механико-технологических систем текстильных машин // ИВУЗ ТТП. — 2003. — № 3.

V.V. Faroukshin, S.N. Titov, G.K. Kuznetsov

INFLUENCE OF MECHANICAL SYSTEM TOUGH PROPERTIES UPON ITS ELASTIC VIBRATIONS

УДК 677.05.052.73

АНАЛИЗ ИЗНАШИВАНИЯ ТОРМОЗНЫХ ДИСКОВ ШНГП

Г.К. Букалов, Д.А. Хмелев

Выделим на нитеконтактирующей поверхности тормозного диска кольцевую зону шириной $dS \rightarrow 0$ и отстоящую на расстояние R от оси диска (см. рис. 1).

Длина кольцевой зоны меняется от F_1 в области наибольшего диаметра нитеконтактирующей поверхности диска до F_2 в области наименьшего диаметра нитеконтактирующей поверхности тормозного диска в соответствии с зависимостью:

$$F_1 = 2\pi R_1; \quad F_2 = 2\pi R_2,$$

где R_1 — наибольший радиус нитеконтактирующей поверхности диска;

R_2 — наименьший радиус нитеконтактирующей поверхности диска.

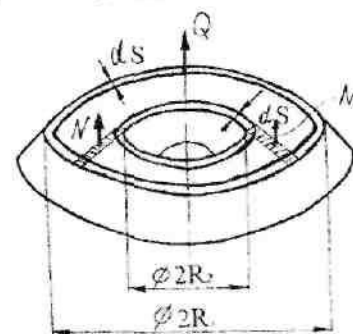


Рис. 1. Схема к расчету износоустойчивости тормозных дисков

Полагаем, что при плоской нитеконтактирующей поверхности погонное давление распределяется примерно равномерно по поверхности контакта (см. рис. 2). Вращение дисков происходит за счет движения нити. Известно, что изнашивание нитеконтактирующей поверхности дисков происходит неравномерно. Большой износ возникает в области меньшего диаметра нитеконтактирующей поверхности. Полагаем, что износ от трения дисков друг об друга мал, и им пренебрегаем.

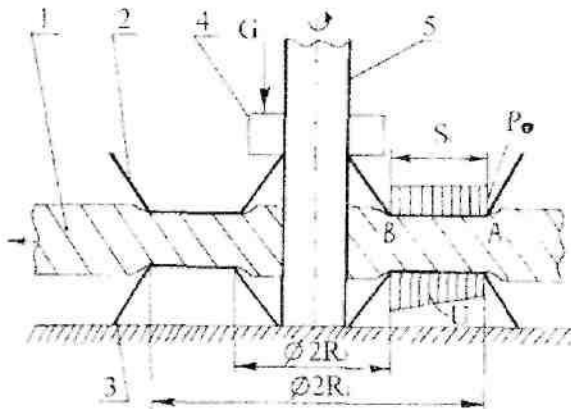


Рис.2. Схема к расчету износа диска ШИП стандартной конструкции:

1 — нить, 2 — верхний диск, 3 — нижний диск, 4 — груз, 5 — стоек

Полагаем, что нить находится в плоскости тормозных дисков (см. рис. 2). Давление нити на поверхность тормозного диска определится формулой:

$$p = \frac{Z}{2\pi R \cdot dS}, \quad (1)$$

где Z — нормальная нагрузка.

Объемный износ в точке, расположенной на расстоянии R от оси вращения дисков, определится следующей зависимостью:

$$dU = k \cdot p \cdot V \cdot dt = k \cdot V \cdot dt \cdot \frac{Z}{2\pi R \cdot dS}, \quad (2)$$

где p — нормальное давление нити на поверхность диска;

k — коэффициент износа;

V — скорость движения нити;

t — время.

Скорость изнашивания кольцевой зоны тормозного диска шириной dS получим, используя формулу (2):

$$J = \frac{dU \cdot dS}{dt} = \frac{kVZ}{2\pi R}. \quad (3)$$

Необходимо отметить, что (3) достаточно верно отражает зависимость скорости изнашивания от других параметров только при $R > d$, где d — диаметр нити.

Распределение погонного давления по длине контакта нити и диска зависит от нагрузки на верхний диск со стороны грузовых шайб, формы и расположения дисков. Погонное давление по длине контакта нити с диском полагаем постоянным. N — равнодействующая распределенной силы нормального давления нити, см. рис. 1.

Заменяем действие непрерывно распределенной силы реакции нити ее равнодействующей:

$$N = P_0 \cdot S_0, \quad (4)$$

где P_0 — среднее погонное давление по длине контакта нити с диском. Для упрощения полагаем постоянным.

На расстоянии S_M от т. В расположена точка приложения равнодействующей распределенных сил, следовательно, точка приложения равнодействующей лежит на расстоянии R_M от оси стояка.

$$R_M = R_2 + S_M = \frac{R_1 + R_2}{2}. \quad (5)$$

Зная общую нагрузку на диски G , можно определить суммарную силу давления на нить всех инерционных элементов. Для этого составим уравнение проекции сил на ось Y и уравнение моментов сил трения, действующих на верхний диск, учитывая при этом, что он опирается на нить в 2-х зонах:

$$2N + Q = G, \quad (6)$$

где Q — сила, действующая со стороны верхнего диска на нижний диск в точке контактов дисков, см. рис. 1.

Уравнение моментов относительно оси вращения следующее:

$$Q\mu_1 R_1 - 2N\mu_2 R_M = 0, \quad (7)$$

где μ_1 — коэффициент трения диска о диск;

μ_2 — коэффициент трения диска о нить.

Решаем совместно (6) и (7), получаем выражение для силы нормального давления диска на нить:

$$N = \frac{G\mu_1 R_1}{2 \cdot (\mu_1 R_1 + \mu_2 R_M)}.$$

Для определения зависимости износа от нагрузки на диски G и других параметров решим относительно P_0 уравнение (4) и, учитывая, что $S_0 = (R_1 - R_2)$ и (5), получим:

$$P_0 = \frac{G\mu_1 R_1}{[2\mu_1 \cdot R_1 + \mu_2 (R_1 + R_2)](R_2 - R_1)} = const.$$

Полученное выражение подставляем в (3) и, учитывая, что $Z = N$, получаем:

$$J = \frac{kVG\mu_1 R_1}{2\pi R[2\mu_1 \cdot R_1 + \mu_2 \cdot (R_1 + R_2)](R_2 - R_1)}$$

G.K.Bukalov, D.A.Hmelyov
ANALYSIS OF SHNGP BRAKE DISK WEAR

УДК 677.05.001.57.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВАЛА С РЕГУЛИРУЕМЫМ ПРОГИБОМ

В.А. Мартышенко, А.Р. Митленер

Валковые механизмы с валами классической конструкции накладывают ограничения на ширину полотна при требуемой неравномерности давления в жале и величине самого давления. Создание валковых механизмов, в которых один из валов может изменять свой прогиб, — новый шаг отечественного текстильного машиностроения. Вал с регулируемым прогибом состоит из массивного неподвижного сердечника и податливой рубашки (оболочки), между которыми размещаются гидравлические или пневматические устройства, осуществляющие перемещение рубашки относительно сердечника. За счет перемещения создается давление в жале валов. За рубежом такое оборудование уже нашло свое применение там, где необходимо обеспечить производство полотна большой ширины, с максимальным давлением обработки, при почти нулевой неравномерности этого давления по ширине полотна.

Отличительной особенностью моделирования таких валов является наличие тонкостенной, податливой оболочки. Эту оболочку уже нельзя рассматривать как стержневой элемент, то есть нельзя не учитывать деформации в окружном направлении, как это делалось с рубашками валов классических конструкций в работах [1,2]. Массивный сердечник, напротив, отлично описывается моделью, состоящей из набора стержней.

На основании анализа существующих конструкций валов с регулируемым прогибом была предложена обобщенная, универсальная для данного класса валов модель. Модель представляет собой сложную в конструктивном отношении систему, состоящую из сердечника и оболочечной рубашки, которые рассчитываются отдельно, разными методами, зная силы взаимодействия между этими элементами. Сердечник рассчитывается по известной модели [1] как набор стержневых элементов.

Вывод

Из последнего уравнения видно, что величина скорости износа тормозного диска связана с нагрузкой на тормозной диск прямо пропорциональной зависимостью, а с расстоянием до оси вращения диска обратно пропорциональной.

Оболочечная рубашка моделируется набором оболочечных элементов постоянной жесткости по длине. Рубашка подвержена действию статических, распределенных сил от контактного взаимодействия валов и сил взаимодействия между сердечником и рубашкой. Принято, что контактное давление по длине элемента оболочки распределено по линейному закону, а в окружном направлении закон распределения давления задается в зависимости от угла и ширины площадки контакта. Деформации рубашки вала упругие. Материал, из которого изготовлена оболочка, изотропный.

Описание напряженно деформированного состояния такой системы производится на основе матрицы жесткости оболочечного элемента. На рис.1. показана расчетная схема рубашки вала и представление V системы как совокупности соединенных определенным образом отдельных элементов. Сборка матриц жесткости изолированных элементов в матрицу жесткости системы производится автоматизированно на основе топологии системы, отображающей связь элементов между собой. Решение системы линейных алгебраических уравнений состояния при заданной внешней нагрузке дает значения узловых перемещений системы, с помощью которых в дальнейшем определяются узловые силовые факторы для изолированных элементов.

На рис.2,а представлен бесконечно малый элемент цилиндрической оболочки, для которого не показаны составляющие силы и моменты в окружном направлении (так как для неразрезного по образующей цилиндрического оболочечного элемента они являются внутренними силовыми факторами). Независимыми силовыми факторами являются: сила сдвига N_x , растягивающая сила N_x , перерезывающая сила Q_x и изгибающий момент M_x .

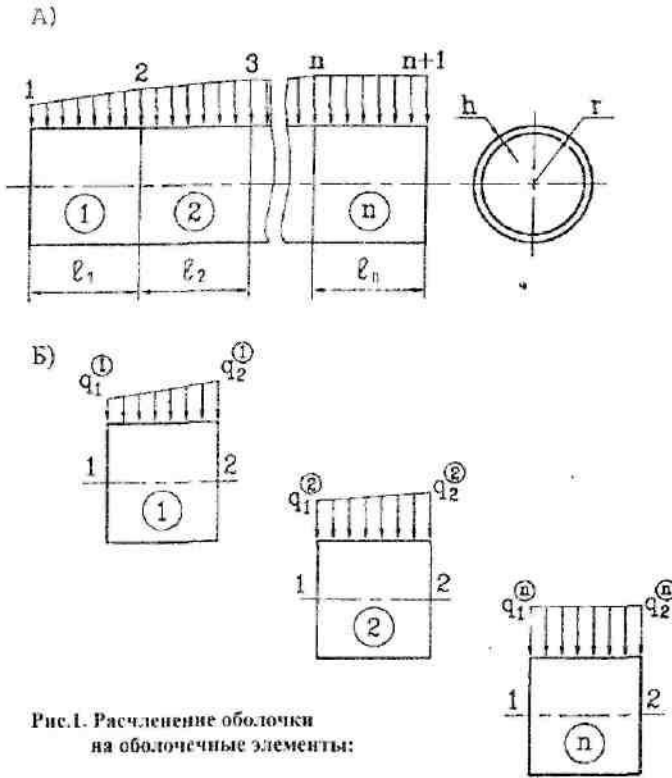


Рис.1. Расчленение оболочки на оболочечные элементы:

Для такого бесконечно малого элемента дифференциальные уравнения равновесия в перемещениях выглядят следующим образом [3]:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{1-\nu}{2r^2} \frac{\partial^2 u}{\partial \varphi^2} + \frac{1+\nu}{2r} \frac{\partial^2 V}{\partial x \partial \varphi} - \frac{\nu}{r} \frac{\partial w}{\partial x} = 0;$$

$$\frac{1+\nu}{2} \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial \varphi} + r \frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial^2 V}{\partial \varphi^2} - \frac{1}{r} \frac{\partial w}{\partial \varphi} = 0; \quad (1)$$

$$\nu \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial V}{r \partial \varphi} - \frac{w}{r} - \frac{h^2}{12} \left[r \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + \frac{2}{r} \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial \varphi^2} + \frac{\partial^4 w}{r^3 \partial \varphi^4} \right] = \frac{r q (1-\nu^2)}{Eh},$$

где r — радиус оболочки;
 h — толщина оболочки;
 ν и E — соответственно коэффициент Пуассона и модуль упругости материала оболочки;
 q — распределённая нагрузка;
 u — осевое смещение точки O ;
 V — тангенциальное;
 w — радиальное.
 Связь внутренних усилий с перемещениями определяется уравнениями:

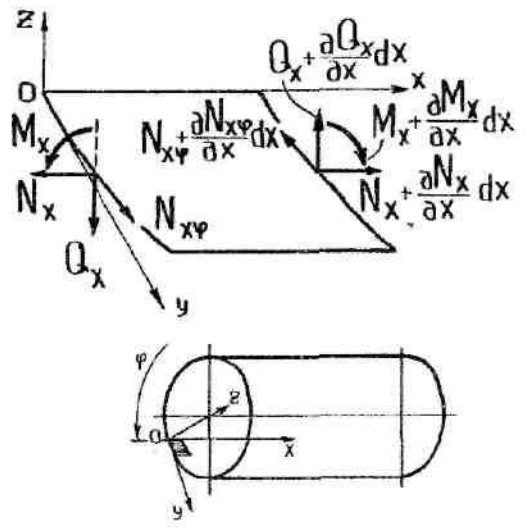


Рис.2. Бесконечно малый элемент цилиндрической оболочки

$$N_x = \frac{K}{r} \left[\frac{\partial u}{\partial \xi} + \nu \left(\frac{\partial V}{\partial \varphi} - w \right) \right]; \quad N_{x\varphi} = \frac{K(1-\nu)}{2r} \left[\frac{\partial u}{\partial \varphi} + \frac{\partial V}{\partial \xi} \right]; \quad (2)$$

$$M_x = \frac{D}{r^2} \left[\frac{\partial^2 w}{\partial \xi^2} + \nu \frac{\partial^2 w}{\partial \varphi^2} \right]; \quad Q_x = \frac{D}{r^3} \left[\frac{\partial^3 w}{\partial \xi^3} + \frac{\partial^3 w}{\partial \xi \partial \varphi^2} \right],$$

где $K = Eh/(1-\nu^2)$ — жесткость оболочки на растяжение;
 $D = Eh^3/(12(1-\nu^2))$ — цилиндрическая жесткость оболочки;
 $\xi = x/r$ — безразмерная длина.

Из условия замкнутости цилиндрической оболочки разложим линейные перемещения, силы, распределённую нагрузку и угол поворота dw/dx (необходим для стыковки элементов) разложить в ряд Фурье по косинусам или синусам.

$$U = \sum_{m=0}^{\infty} U_m \cos(m\varphi), \quad V = \sum_{m=1}^{\infty} V_m \sin(m\varphi),$$

$$W = \sum_{m=0}^{\infty} W_m \cos(m\varphi), \quad dw/dx = \sum_{m=0}^{\infty} (dw/dx)_m \cos(m\varphi),$$

$$N_{x\varphi} = \sum_{m=1}^{\infty} (N_{x\varphi})_m \sin(m\varphi), \quad N_x = \sum_{m=0}^{\infty} (N_x)_m \cos(m\varphi),$$

$$Q_x = \sum_{m=0}^{\infty} (Q_x)_m \cos(m\varphi),$$

$$M_x = \sum_{m=0}^{\infty} (M_x)_m \cos(m\varphi), \quad q = \sum_{m=0}^{\infty} q_m \cos(m\varphi),$$

где $m=0,1,2,\dots$

$$\sum_{m=0}^{\infty} \cos(m\varphi) \left[\frac{\partial^2 U_m}{\partial x^2} + \frac{1-\nu}{2r^2} * m^2 U_m + \frac{1+\nu}{2r} * \frac{\partial^2 V_m}{\partial x} - \frac{\nu}{r} * \frac{\partial W_m}{\partial x} \right] = 0,$$

$$\sum_{m=1}^{\infty} \sin(m\varphi) \left[-\frac{1+\nu}{2} m \frac{\partial U_m}{\partial x} + r * \frac{1-\nu}{2} * \frac{\partial^2 V_m}{\partial x^2} + \frac{m^2}{r} * V_m - \frac{m}{r} W_m \right] = 0,$$

$$\sum_{m=0}^{\infty} \cos(m\varphi) \left[\nu * \frac{\partial U_m}{\partial x} + \frac{m}{r} V_m - \frac{1}{r} W_m - \frac{h^2}{12} \left(r * \frac{\partial^4 W_m}{\partial x^4} + \frac{2m^2}{r} * \frac{\partial^2 W_m}{\partial x^2} + \frac{m^4}{r^3} * W_m \right) \right] = - \sum_{m=0}^{\infty} \cos(m\varphi) \frac{r * q_m (1-\nu^2)}{Eh}.$$

Связь m -ных членов рядов внутренних усилий с соответствующими членами рядов перемещений запишется дифференциальными уравнениями:

$$N_{x_m} = \frac{K}{r} \left[\frac{\partial U_m}{\partial \xi} + \nu(mV_m - W_m) \right],$$

$$N_{x\varphi_m} = \frac{K(1-\nu)}{2r} \left[-mU_m + \frac{\partial V_m}{\partial \xi} \right],$$

$$M_{x_m} = -\frac{D}{r^2} \left[\frac{\partial^2 W_m}{\partial \xi^2} + \nu m^2 W_m \right],$$

$$Q_{x_m} = -\frac{D}{r^3} \left[\frac{\partial^3 W_m}{\partial \xi^3} + m^2 \frac{\partial W_m}{\partial \xi} \right].$$

Опуская в дальнейшем индекс m при обозначении силовых факторов, будем помнить о том, что рассматриваем m -ные составляющие члены рядов внутренних усилий и перемещений.

На основании систем (4) и (5) выведем систему дифференциальных уравнений, описывающих напряженно-деформированное состояние цилиндрического оболочечного элемента рис.2,б для фиксированного m -номера члена ряда ($m=0,1,2,3,\dots$). Сделаем это в безразмерной форме, обозначив $x_1 = u/r_0$, $x_2 = v/r_0$, $x_3 = w/r_0$, $x_4 = dw/dx$, $x_5 = N_x r_0^2/D$, $x_6 = N_x \varphi r_0^2/D$, $x_7 = Q_x r_0^2/D$, $x_8 = M_x r_0/D$, $q = q r_0^3/D$, $\alpha = r/r_0$ — безразмерный коэффициент (r — радиус рассматриваемого элемента оболочки, r_0 — нормирующий множитель), $x = x/r_0$ — безразмерная координата по длине оболочки, $I = D/D_0$ — безразмерный коэффи-

циент (D — жесткость элемента оболочки на изгиб, D_0 — нормирующий множитель).

$$\frac{dX_1}{dX} = -\frac{\nu m}{\alpha} X_2 + \frac{\nu}{\alpha} X_3 + \frac{1}{12i} \left(\frac{h}{r_0} \right)^2 X_5,$$

$$\frac{dX_2}{dX} = \frac{m}{\alpha} X_1 + \frac{1}{6i(1-\nu)} \left(\frac{h}{r_0} \right)^2 X_6, \quad \frac{dX_3}{dX} = X_4,$$

$$\frac{dX_4}{dX} = \frac{\nu m^2}{\alpha^2} X_3 - \frac{1}{i} X_8, \quad \frac{dX_5}{dX} = -\frac{m}{\alpha} X_6,$$

$$\frac{dX_6}{dX} = \frac{12m^2}{\alpha^2} \left(\frac{r_0}{h} \right)^2 (1-\nu^2) X_2 + \frac{12m}{\alpha^2} \left(\frac{r_0}{h} \right)^2 (\nu^2-1) X_3 + \frac{\nu m}{\alpha} X_5,$$

$$\frac{dX_7}{dX} = \frac{12m}{\alpha^2} \left(\frac{r}{h} \right)^2 (\nu^2-1) X_2 + \frac{1}{\alpha^2} \left[\frac{m^4}{\alpha^2} (1-\nu) + 12 \left(\frac{r}{h} \right)^2 (1-\nu^2) \right] X_3 + \frac{m^2}{\alpha^2} X_8 - q,$$

$$\frac{dX_8}{dX} = \frac{im}{\alpha^2} (\nu-1) X_4 + X_7. \tag{6}$$

Выводы

1. Предложена модель рубашки вала с регулируемым прогибом в виде набора последовательно соединенных цилиндрических элементов.
2. Получена система обыкновенных дифференциальных уравнений для описывания напряжений оболочечного элемента рубашки вала.

V.A.Martyshenko, A.R.Mitlener
 ROLL MODELLING WITH REGULATED DEFLECTION

УДК 677.057:681.3

АЛГОРИТМ ЧИСЛЕННОГО РАСЧЕТА КОНТАКТНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ВРАЩАЮЩИХСЯ ВАЛОВ³

А.Н. Балакурев

Для определения напряжений и перемещений в любой точке контактной поверхности при взаимодействии валов валковых машин текстильного отделочного оборудования предлагается декомпозиция вала конечным числом элементов по его длине и решение плоской задачи теории упругости (ПлЗТУ) для каждого кольцевого элемента с учетом инерционных сил вращающихся валов

При взаимодействии валов валковых машин текстильного отделочного оборудования происходит прогиб валов и деформация эластичного покрытия, что приводит к неравномерности давления в жале валов.

Ранее [1] была получена модель деформационного статического взаимодействия контактируемых валов без учета сил инерции. Вал разбивался по всей длине на сечения единичной толщины (рис. 1), для каждого сечения применялись уравнения (1) плоской задачи теории упругости в полярной системе координат [2]:

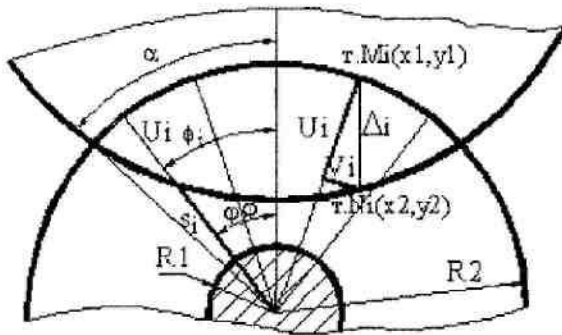


Рис. 1. Модель контактного взаимодействия валов

Система уравнений ПлЗТУ в полярной системе координат в форме метода перемещений имеет вид:

$$\left\{ \begin{aligned} & \left(\frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} - \frac{1}{r^2} + \frac{1-\mu}{2r^2} \frac{\partial^2}{\partial \varphi^2} \right) U + \\ & + \frac{\partial}{\partial \varphi} \left(\frac{1+\mu}{2r} \frac{\partial}{\partial r} - \frac{3-\mu}{2r^2} \right) V + \frac{1-\mu^2}{E} J = 0; \\ & \frac{\partial}{\partial \varphi} \left(\frac{1+\mu}{1-\mu} \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} + \frac{3-\mu}{1-\mu} \frac{1}{r^2} \right) U + \\ & + \left(\frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} - \frac{1}{r^2} + \frac{2}{1-\mu} \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2}{\partial \varphi^2} \right) V + \frac{2(1+\mu)}{E} B = 0, \end{aligned} \right. \quad (1)$$

где U — перемещение точки в радиальном направлении;

V — перемещение точки в тангенциальном направлении;

μ — коэффициент Пуассона;

E — модуль упругости;

J — объемная сила, отнесенная к единице объема, действующая в радиальном направлении;

B — объемная сила, отнесенная к единице объема, действующая в тангенциальном направлении;

r — текущий радиус.

В данной задаче не учитываем силы инерции, возникающие от воздействия металлического вала (приводного), и силы трения, возникающие от прохождения ткани между валами.

Сила инерции J обрезиненного вала, действующая на элементарный участок в радиальном направлении, отнесенная к единице объема, равна

$$J = r\rho\omega^2,$$

где ρ — плотность материала;

ω — угловая скорость.

Сила инерции B обрезиненного вала, действующая на элементарный участок в тангенциальном направлении, равна нулю.

Проводя преобразования, аналогичные описанным в [1], получим систему уравнений ПлЗТУ в полярной системе координат с учетом сил инерции:

$$\left\{ \begin{aligned} & \frac{\partial \sigma}{\partial r} = \frac{\mu-1}{r} \sigma + \frac{E}{r^2} U + \\ & + \frac{E}{2r(\mu+1)} \left(-\frac{1}{r} \frac{\partial^2 U}{\partial \varphi^2} - \frac{\partial^2 V}{\partial \varphi \partial r} + \frac{2\mu+3}{r} \frac{\partial V}{\partial \varphi} \right) - J; \\ & \frac{\partial \tau}{\partial r} = \frac{2}{r} \tau + \frac{E}{r(\mu^2-1)} \left(\mu \frac{\partial^2 U}{\partial \varphi \partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial^2 V}{\partial \varphi^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial U}{\partial \varphi} \right); \\ & \frac{\partial U}{\partial r} = \frac{\sigma(1-\mu^2)}{E} - \frac{\mu}{r} U - \frac{\mu}{r} \frac{\partial V}{\partial \varphi}; \\ & \frac{\partial V}{\partial r} = \frac{2\tau(1+\mu)}{E} + \frac{V}{r} - \frac{1}{r} \frac{\partial U}{\partial \varphi}. \end{aligned} \right. \quad (2)$$

Система (2) включает в себя уравнения в частных производных для независимых переменных r и φ . Для упрощения системы (2) применим метод

³ Работа выполнена под руководством д.т.н. В.А.Мартышенко

прямых [3]. Разобьем всю область на k частей (рис.1), для каждой i -той радиальной линии ($i=1..k$) для слагаемых с частной производной по φ проводим замену согласно формулам вычисления производной в точке (используем формулы для 3 или 5 точек), таким образом, получаем систему обыкновенных неоднородных дифференциальных уравнений первого порядка с переменными коэффициентами с переменной интегрирования r . Для i -той линии система будет иметь вид (замена по 3 точкам):

$$\begin{cases} \frac{d\sigma_i}{dr} = a_1 U_{i-2} + d_1 \tau_{i-1} + a_2 U_{i-1} + b_1 V_{i-1} + c_1 \sigma_i + a_3 U_i + \\ \quad + d_2 \tau_{i+1} + a_4 U_{i+1} + b_2 V_{i+1} + a_5 U_{i+2} - J_i; \\ \frac{d\tau_i}{dr} = b_3 V_{i-2} + c_2 \sigma_{i-1} + a_6 U_{i-1} + b_4 V_{i-1} + d_3 \tau + b_5 V_i + \\ \quad + c_3 \sigma_{i+1} + a_7 U_{i+1} + b_6 V_{i+1} + b_7 V_{i+2}; \\ \frac{dU_i}{dr} = b_8 V_{i-1} + c_4 \sigma_i + a_8 U_i + b_9 V_{i+1}; \\ \frac{dV_i}{dr} = a_9 U_{i-1} + d_4 \tau_i + b_{10} V_i + a_{10} U_{i+1}, \end{cases} \quad (3)$$

где $a_1 = a_5 = \frac{E}{8r\varphi^2(1+\mu)}$; $a_2 = a_4 = -4a_1$;

$d_1 = -d_2 = a_9 = -a_{10} = \frac{0.5}{r\varphi}$;

$b_4 = b_6 = \frac{E}{r^2\varphi^2(\mu^2-1)}$; $b_2 = -b_1 = \frac{E}{2r^2\varphi}$; $b_{10} = \frac{1}{r}$;

$c_2 = -c_3 = \frac{\mu}{2r\varphi}$; $a_6 = -a_7 = \frac{E}{2r^2\varphi}$; $b_8 = -b_9 = \frac{\mu}{2r\varphi}$;

$a_8 = -\frac{\mu}{r}$; $b_3 = b_7 = \frac{-\mu^2 E}{4r^2\varphi^2(\mu^2-1)}$;

$a_3 = \frac{(6+8\mu h^2+8h^2)E}{8r\varphi^2(1+\mu)}$; $d_3 = -\frac{2}{r}$; $d_4 = \frac{2(1+\mu)}{E}$;

$b_5 = \frac{(0.5\mu^2-2)E}{r^2\varphi^2(\mu^2-1)}$; $c_4 = \frac{(1-\mu^2)}{E}$; $c_1 = \frac{\mu-1}{r}$.

Здесь и далее φ — это шаг (угол) между линиями разбиения, величина заданная и постоянная.

В векторной форме система (3) примет вид:

$X'_i = A_i X_i - J_i$.

Таким образом, для всей области разбиения получаем систему дифференциальных уравнений первого порядка:

$\sum_{i=1}^k X'_i = \sum_{i=1}^k (A_i X_i - J_i)$.

Для решения системы (4) численными методами на интервале от внутреннего контура эластичного покрытия $R1$ до внешнего контура $R2$ необходимы краевые условия. Так как значения функций напряжения в точках, лежащих на внутреннем контуре, неизвестны, то применим следующий метод: задаем вектор начальных условий $X_{01}=(1 \ 0 \ 0 \ \dots \ 0)^T$, решаем (4), получаем некоторый набор решений V_1 ; затем задаем вектор начальных условий в виде $X_{02}=(0 \ 1 \ 0 \ \dots \ 0)^T$, решаем (4), получаем набор решений V_2 и т.д.; задаем вектор начальных условий $X_{0k}=(0 \ 0 \ 0 \ \dots \ 1)^T$, получаем V_k . Проводя вычисления, получим общее решение системы однородных уравнений:

$\sum_{i=1}^k X'_i = \sum_{i=1}^k A_i X_i$.

Для получения частного решения пересчитываем правую часть системы (4) с учетом значений вектора J и нулевыми краевыми условиями. Таким образом, связь между набором произвольных начальных условий $X_{вых}$ и искомыми значениями на поверхности вала ($R = R2$) $X_{вых}$ можно выразить как $X_{вых} = (V_1 \ V_2 \ \dots \ V_k) X_{вых} - GJ$ или, разбивая матрицы на блоки:

$\begin{pmatrix} X_{вых}^{кин} \\ X_{вых}^{стат} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} B_{11} & B_{12} \\ B_{21} & B_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_{вых}^{кин} \\ X_{вых}^{стат} \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} G_1 \\ G_2 \end{pmatrix} J$.

Перенос в левую часть $X_{вых}^{стат}$ и принимая $X_{вых}^{кин} = 0$ (жесткое закрепление), получим уравнение, связывающее кинематические и статические выходные параметры:

$X_{вых}^{стат} = D X_{вых}^{кин} - KJ$, (5)

где $D = B_{22} B_{12}^{-1}$, $K = -G_2 + B_{22} B_{12}^{-1} G_1$.

Систему (5) запишем в другом виде:

$\begin{pmatrix} X_1^{стат} \\ X_2^{стат} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} D_{11} & D_{12} \\ D_{21} & D_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_1^{кин} \\ X_2^{кин} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} K_1 \\ K_2 \end{pmatrix} J$, (6)

где X_1 — точки, попадающие в зону контакта, рассчитанную из геометрии,

X_2 — точки вне этой зоны (свободные).

Угол контакта 2α взаимодействующих валов (зону контакта CDE) можно рассчитать, решая совместно уравнения окружностей верхнего и нижнего валов, записанные в системе координат с центром

в т.О. Для свободных точек напряжения равны нулю, получаем систему уравнений:

$$\begin{aligned} X_2^{кин} &= -D_{22}^{-1}D_{21}X_1^{кин} - D_{22}^{-1}K_2J; \\ X_1^{стат} &= (D_{11} - D_{12}D_{22}^{-1}D_{21})X_1^{кин} + (K_1 - D_{12}D_{22}^{-1}K_2)J. \end{aligned} \quad (7)$$

Таким образом, задавая перемещения точек в зоне контакта, можно получить напряжения этих точек и перемещения свободных точек, по которым можно уточнять зону контакта.

Первое определение перемещений X_1 (рис. 1) проводим двумя методами: а) решая совместно уравнения окружности верхнего вала и i -той прямой, проходящей через т.О с угловым коэффициентом $\operatorname{tg}(90+\phi_i)$, где ϕ_i — угол между осью ОУ и этой прямой, находим точку их пересечения и расстояние s_i от нее до т.О; тогда $U_i = R_2 - s_i$, V_i принимаем равным нулю; б) $U_i = \Delta_i \cos(\phi_i)$, $V_i = \Delta_i \sin(\phi_i)$, $\Delta_i = y_{1i} - y_{2i}$, y_{1i} и y_{2i} определяются из решения треугольника и уравнения окружности верхнего вала соответственно. Определив $X_{1i}^{кин}$, находим $X_{1i}^{стат}$, при этом касательные напряжения не равны нулю. Проводим

преобразования $X_{1i}^{стат} : \tau_i = 0, \sigma_i = \sigma_{центр.т} \left(1 - \frac{\phi_i^2}{\alpha^2} \right)$,

где ϕ_i — угол между осью ОУ и текущей линией разбиения, т.е. в центральной точке напряжение максимально, в граничных точках равно нулю. Далее находим из (7) $X_1^{кин}$ и $X_2^{кин}$ в полярной системе координат. При этом в общем случае $U \neq 0, V \neq 0$. С помощью формул преобразования координат находим координаты каждой точки в декартовой системе. После чего можно определить расстояние от центра верхнего вала до нового положения точки R_n , при этом если $R_n - R_3 > \varepsilon R_3$, где ε — заданная точность вычислений, то считаем, что точка не лежит на дуге контакта, и проводим итерационный процесс для уточнения перемещений и напряжений. При этом

для i -той точки $X_{1i}^{стат} = X_{1i}^{кин} \left(1 - \frac{R_{ni} - R_3}{R_3} \right)$, по-

сле чего заново решаем (7) и т.д.

Затем для свободных точек X_2 аналогично производится преобразование координат и рассчитывается расстояние от центра верхнего вала до нового положения точки R_n , при этом если $R_n - R_3 > \varepsilon R_3$, где ε — заданная точность вычислений, то считаем, что точка тоже попадает в зону контакта. Тогда происходит переформирование матриц X_1 и X_2 , блоков матрицы D, K и итерационный процесс начинается заново расчетом уравнений (7), только перемещения точек в зоне контакта уже известны.

Таким образом, в результате получим значения функций напряжений и перемещений для всех точек деформируемого кольцевого элемента. Набор полученных решений для всех кольцевых элементов вала дает полную картину распределения перемещений и напряжений в контактируемых валах.

Для реализации описанного алгоритма создана программа в среде Borland Delphi 5. После ввода исходных данных элементы матрицы A приводятся к безразмерной форме, после чего производится численное интегрирование методом Рунге-Кутты-Мерсона с автоматическим пересчетом элементов матрицы A на каждом шаге интегрирования.

Выводы:

- 1) представлена модель контактного взаимодействия вращающихся валов;
- 2) получена система неоднородных дифференциальных уравнений плоской задачи теории упругости для определения перемещений и напряжений в эластичном покрытии, учитывающая инерциальные силы;
- 3) разработан и программно реализован алгоритм численного расчета контактного взаимодействия вращающихся валов с учетом инерционных сил.

Литература

1. Балакирев А.Н., Мартышенко В.А. Моделирование явления деформационного статического взаимодействия контактируемых валов валковых машин // Сборник научных трудов молодых ученых КГТУ / Костромской гос. технол. ун-т. — Вып. 3 — Кострома: КГТУ, 2002. — С.132—136.
2. Рекач В.Г. Руководство к решению задач по теории упругости. — М.: Высш. школа, 1966. — 227 с.
3. Хайрер Э., Нерсетт С., Ваннер Г. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Нежесткие задачи: Пер. с англ. — М.: Мир, 1990. — 512 с.

A.N. Balakirev

ALGORITHM OF CONTACT NUMERICAL CALCULATION INTERACTION OF REVOLVING ROLLS

УДК 677.051.4.001.57

СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВЫНУЖДЕННЫХ ИЗГИБНЫХ КОЛЕБАНИЙ ШЛЯПОК
КАРДОЧЕСАЛЬНЫХ МАШИН ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ С ВОЛОКНИСТЫМ ПРОДУКТОМ

В.А. Гусев

Разработана методика оценки по экспериментальным данным влияния волокнистого продукта, находящегося в зоне чесания, на вынужденные изгибные колебания шляпки кардочесальной машины для хлопка.

При решении задачи по определению вынужденных изгибных колебаний шляпки как системы с распределенными параметрами в качестве возмущающих факторов необходимо учитывать как силы, действующие со стороны гибких дуг, получающих вибрации от главного барабана за счет его неуравновешенности, так и силы, возникающие на поверхности фрикционного контакта платиков с гибкими дугами, а также технологические нагрузки, обусловленные неровнотой волокнистого продукта и его вязкоупругими свойствами [1].

Для определения низшей частоты собственных поперечных изгибных колебаний шляпки ее можно заменить статически определимой балкой, опирающейся своими концами на дуги и нагруженной равномерно распределенным по длине пролета собственным весом. Тогда квадрат частоты собственных колебаний определится как отношение ускорения свободного падения к статическому прогибу балки в ее центре масс (середине пролета) [2, 3].

Принимая погонную массу шляпки m , длину пролета L , момент инерции поперечного сечения шляпки J и модуль упругости материала E , получим величину статического прогиба

$$\delta = \frac{mgL^4}{48EJ}. \quad (1)$$

Отсюда низшая частота поперечных собственных колебаний будет равна

$$\omega = \sqrt{g/\delta} = \frac{4}{L^2} \sqrt{\frac{3EJ}{m}}. \quad (2)$$

Основная частота возмущающего воздействия, обусловленная неуравновешенностью масс главного барабана, должна совпадать с угловой частотой последнего

$$p = V/R, \quad (3)$$

где V — скорость чесания, м/с;

R — радиус барабана, м.

Кроме того, возбудителем параметрических автоколебаний будет трение между опорными платиками шляпок и направляющими дугами, теоретиче-

ское определение частот которых в достаточной мере затруднено.

Волокнистая масса может играть роль как вязкого демпфера, так и возбудителя колебаний. В первом случае, обладая некоторой вязкостью h , она должна снижать резонансную частоту по сравнению с частотой собственных колебаний согласно известной [2] зависимости:

$$\tilde{\omega} = \sqrt{\omega^2 - (h/2m)^2}. \quad (4)$$

Для получения действительной картины вибраций шляпки в рабочей зоне проводили замеры виброускорений с помощью виброизмерительной аппаратуры ВИ-6-БТН и индуктивного первичного преобразователя ДУ-5С на малогабаритной чесальной машине марки ЧММ-450-4М в лаборатории кафедры механической технологии волокнистых материалов КГТУ. Виброускорения измерялись в нормальной плоскости в зоне наиболее интенсивного воздействия волокнистого материала на шляпки (3...5 шляпки по ходу движения шляпочного полотна).

На первом этапе определяли уровень вибраций контрольной шляпки при её взаимодействии с волокном. Для этого перед установкой датчика производили загрузку машины в течение 15 мин. для того, чтобы произошло полное насыщение гарнитур рабочих органов и в машине образовался постоянный запас волокна. При подходе контрольной шляпки к зоне измерений останавливали движение шляпочного полотна и закрепляли кронштейн с датчиком на середине ребра шляпки. При этом главный барабан продолжал вращаться во избежание образования стучающих зон волокна.

Запись осциллограммы производили при прохождении контрольной шляпкой заранее выбранного участка на гибкой дуге. Эксперимент повторяли трижды. При этом характер вибраций практически не изменялся.

Для удобства последующей обработки осциллограммы подвергались сканированию и сохранялись в виде графических файлов форматов *.PSD и *.BMP.

Оцифровку (перевод в числовые массивы) проводили при помощи специально разработанной программы-дигитайзера, сохраняющей исходное разрешение осциллограмм, полученное при скани-

ровании. При оцифровке учитывались данные тарировочных графиков.

На *втором этапе* определяли виброускорения контрольной шляпки только от действия возмущающих сил, передаваемых через гибкие дуги. Для этого из машины полностью выводилось волокно. В течение достаточно длительного времени производилось очесывание шляпок для того, чтобы исключить возможность как передачи вибраций через упругий слой волокна от главного барабана, так и демпфирования колебаний. Осциллограммы записывали и обрабатывали по аналогичной схеме, рассмотренной для первого этапа.

На рис. 1 представлены осциллограммы виброускорений контрольной шляпки без волокна (*а*) и с волокном (*б*). Массивы значений амплитуд ви-

броускорений шляпки обрабатывались с помощью известного метода спектрального анализа — преобразования Фурье. При этом использовалась специальная программа *An Fur* [4].

При задании определенного значения коэффициента вариации программа автоматически производит ранжирование гармоник, их отбор, последовательное восстановление с оценкой результатов коэффициентом вариации и девиацией (максимумом абсолютного отклонения результата восстановления от исходной зависимости). Эта же программа выводит результаты анализа в виде графиков восстановленной зависимости и результатов разложения (с учетом фазовых сдвигов), спектрограмм и таблиц. Результаты анализа и отбора значимых гармоник в виде спектрограмм представлены на рис. 2 и сведены в таблицу



Рис. 1. Осциллограммы колебаний шляпки

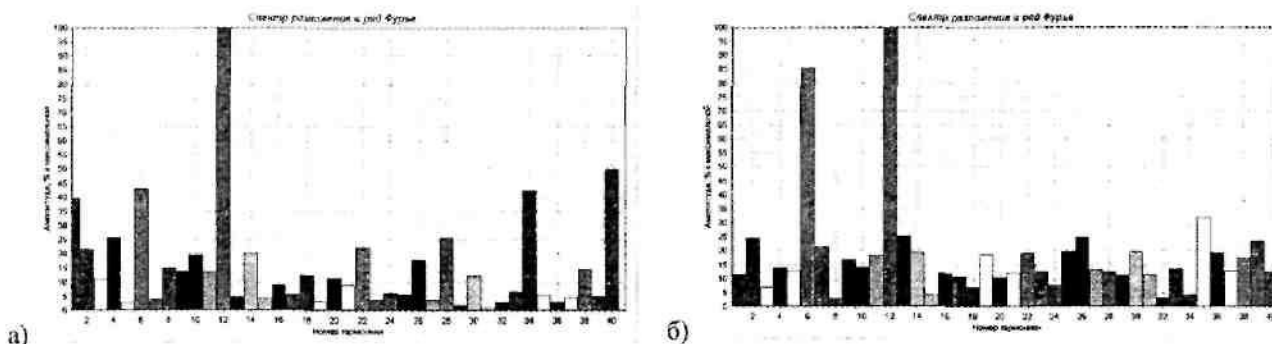


Рис. 2. Спектрограммы разложения в ряд Фурье

Таблица 1

Результаты разложения колебаний шляпки без волокна в ряд Фурье

№	Амплитуда	Фаза, град.	Девиация	Кэф. вариации, %
0	0.002	---	.026	37.004
12	0.645	-101.814	1.608	29.345
40	0.322	-91.919	1.403	27.097
6	0.278	-65.153	1.425	25.296
34	0.273	14.1487	1.217	23.425
1	0.256	-11.027	1.237	21.642
44	0.193	48.998	1.206	20.565
52	0.178	-154.658	1.059	19.600
28	0.165	-133.609	1.111	18.723
4	0.165	104.048	1.009	17.805
22	0.143	20.645	0.951	17.086

Таблица 2

Результаты разложения колебаний шляпки с волокном в ряд Фурье

№	Амплитуда	Фаза, град.	Девияция	Кэф. вариации, %
0	0.004	-----	3.362	40.304
12	0.960	-54.728	2.996	33.949
6	0.819	-108.566	2.741	28.430
45	0.401	149.367	2.537	26.936
35	0.307	134.754	2.318	26.023
47	0.296	-21.182	2.137	25.145
46	0.259	141.042	2.126	24.448
13	0.242	-51.737	2.154	23.825
26	0.238	-154.140	2.124	23.206
53	0.237	-110.189	2.044	22.577
2	0.234	144.708	1.986	21.9469

Сопоставляя результаты анализа, можем отметить:

1. Колебания шляпки без волокна полностью согласуются с линейной моделью, описываемой уравнениями 1 – 3.
2. Вязкая компонента волокна снижает резонансную частоту согласно (4), что подтверждается результатами эксперимента (периоды осциллограмм без волокна 0.016 с, с волокном – 0.0174 с).

3. Соотношение амплитуд 12 и 6 гармоник в спектре колебаний без волокна полностью соответствует линейной модели, а с волокном наблюдается значительный рост амплитуды 6 гармоники, что может быть объяснено только ростом динамической жесткости волокна с увеличением виброскорости.

Литература

1. Гусев В. А., Кузнецов Г. К., Сигачева В. В. Моделирование динамических процессов в колебательной системе «шляпка – волокнистый продукт» // Вестник КГТУ. — 2001. — №3.
2. Стрелков С. П. Введение в теорию колебаний. — М.: Наука, 1964.
3. Ганиев Р. Ф., Каноненко В. О. Колебания твердых тел. — М.: Наука, 1976.
4. Бойко С. В., Кузнецов Г. К., Титов С. Н. Динамика текстильных машин: Учебное пособие. — Кострома: КГТУ, 1999.

V.A.Gusev

SPECTRAL ANALYSIS COMPETENCE OF CARDING MACHINE FLAT FORCED BENDING DURING INTERACTION WITH FIBROUS PRODUCT

ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ

УДК 621.9.01

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ СЕЧЕНИЯ СРЕЗАЕМОГО СЛОЯ МАТЕРИАЛА И НАПРАВЛЕНИЯ СХОДА СТРУЖКИ С ИНСТРУМЕНТА

С. В. Михайлов, Д. С. Скворцов

Представлен расчетный метод определения параметров сечения срезаемого слоя металла и угла схода стружки с инструмента.

Установление расчетных зависимостей размеров сечения срезаемого слоя металла и угла схода стружки с инструмента представляет большой интерес для решения ряда задач теории резания материалов. Геометрические параметры сечения срезаемого слоя и угол отклонения стружки используются практически во всех уравнениях выходных характеристик процесса лезвийной обработки.

Для определения ширины стружки и начального угла схода φ_n воспользуемся исследованиями кинематики образования прямолинейной стружки при несвободном резании, изложенными в работах [1, 2]. Согласно проведенным исследованиям при совместной работе двух режущих кромок скорости сдвига на главной и вспомогательной плоскостях сдвига должны совпадать по величине и направлению. Иное представление приводит или к выводу о нарушении сплошности стружки, или к выводу о невозможности существования сдвигового механизма стружкообразования, что противоречит экспериментальным данным. Отклонение вектора скорости стружки от главной секущей плоскости возникает за счет того, что под действием вспомогательной режущей кромки стружка получает дополнительное движение, параллельное главной режущей кромке. Это дополнительное движение стружки может быть создано только за счет дополнительных сдвигов в главной плоскости сдвига, параллельных главной режущей кромке. Аналогичным образом под действием главной режущей кромки на вспомогательной плоскости сдвига создаются дополнительные сдвиги, которые в сумме со скоростью нормального сдвига образуют результирующую скорость сдвига. В соответствии с законом наименьшего сопротивления сходу стружки и из условия статического равновесия сходящей стружки установлено, что при резании инструментом с $\gamma=0$ и $\lambda=0$ направление начального схода стружки перпендикулярно линии, соединяющей крайние точки работающих участков лезвий (т. М и N на рис.1). Эти точки характерны тем, что они принадлежат одновременно к срезаемому слою металла и стружки. За пределами линии

соединения этих точек стружка начинает существовать как новое, образованное в процессе деформации срезаемого слоя тело. С учетом данного положения разработан алгоритм расчета, основанный на аналитическом определении параметров сечения срезаемого слоя для разных случаев несвободного резания. Расчетная схема определения ширины стружки и угла ее схода показана на рис. 1.

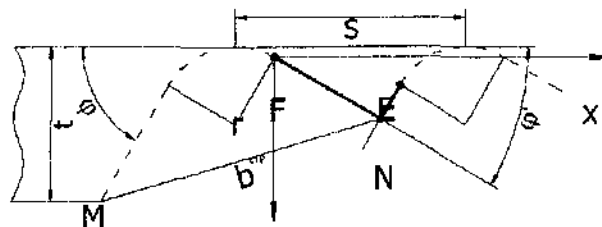


Рис.1. Расчетная схема определения начального угла схода стружки

Из геометрического анализа схемы схода стружки следует, что координаты т. N зависят от величин отрезков EN и FN, значения которых находятся по выражениям:

$$EN = \frac{S - r \left(\sin \varphi + \sin \varphi_1 + \frac{\cos \varphi_1 - \cos \varphi}{\operatorname{tg} \varphi_1} \right)}{\frac{\sin \varphi}{\operatorname{tg} \varphi_1} + \cos \varphi}; \quad (1)$$

$$FN = r \cdot \operatorname{ctg} \varphi_1 \cdot \left[1 + \frac{m - \sqrt{\operatorname{tg}^2 \varphi_1 \cdot (1 - m^2) + 1}}{(\operatorname{ctg}^2 \varphi_1 + 1) \cdot \sin \varphi_1} \right] \quad \text{при } r \neq 0, \quad (2)$$

$$FN = \frac{S \cdot \sin \varphi}{\sin(\varphi + \varphi_1)}, \quad \text{при } r = 0,$$

$$\text{где } m = \frac{S}{r} - \sin \varphi_1 - \operatorname{ctg} \varphi_1 \cdot \cos \varphi_1;$$

S — подача;
 r — радиус при вершине инструмента;
 φ и φ_1 — главный и вспомогательный углы в плане.

Если EN больше или равно нулю, то координаты точки N определяются по формулам:

$$\begin{aligned} N(x) &= -r \cdot \sin \varphi_1 + S - r \cdot \sin \varphi - EN \cdot \cos \varphi; \\ N(y) &= r \cdot \cos \varphi_1 + EN \cdot \sin \varphi - r \cdot \cos \varphi. \end{aligned} \quad (3)$$

Если EN меньше нуля, то в зависимости от FN расчет ведется по формулам:

при $FN \geq 0$

$$\begin{aligned} N(x) &= -r \cdot \sin \varphi_1 + r \cdot \sin \varphi_1 + FN \cdot \cos \varphi_1; \\ N(y) &= r \cdot \cos \varphi_1 + FN \cdot \sin \varphi_1 - r \cdot \cos \varphi_1; \end{aligned} \quad (4)$$

при $FN < 0$

$$\begin{aligned} N(x) &= -r \cdot \sin \varphi_1 + \frac{S}{2}; \\ N(y) &= r \cdot \left[\cos \varphi_1 - \sin \left(\arccos \left(\frac{S}{2 \cdot r} \right) \right) \right]. \end{aligned} \quad (5)$$

Координаты точки M находятся из следующих условий:

Если $(t - r + r \cdot \cos \varphi) \geq 0$, то

$$M(x) = -r \cdot (\sin \varphi_1 + \sin \varphi) - \frac{t - r \cdot (1 - \cos \varphi)}{\operatorname{tg} \varphi}; \quad (6)$$

$$M(y) = t - r \cdot (1 - \cos \varphi_1).$$

Если $(t - r + r \cdot \cos \varphi) < 0$, то

$$\begin{aligned} M(x) &= -r \cdot \sin \varphi_1 - \sqrt{t \cdot (2 \cdot r - t)}; \\ M(y) &= t - r \cdot (1 - \cos \varphi_1); \end{aligned} \quad (7)$$

где t — глубина резания.

По координатам крайних точек работающих участков главной и вспомогательной режущих кромок находим направление начального схода стружки по формуле:

$$\eta_{Н.О.} = \operatorname{arctg} \left(\frac{N(x) - M(x)}{M(y) - N(y)} \right). \quad (8)$$

Ширина срезаемого слоя и средняя номинальная толщина определяются из выражений:

$$b_1 = \sqrt{[M(x) - N(x)]^2 + [M(y) - N(y)]^2}, \quad (9)$$

$$\alpha_1^{cp} = \frac{t \cdot S}{b_1}. \quad (10)$$

Точность расчетов угла $\eta_{Н.О.}$ и b_1 проверялась с использованием специально разработанной программы визуализации модели начального схода стружки. Пример работы программы показан на рис. 2.

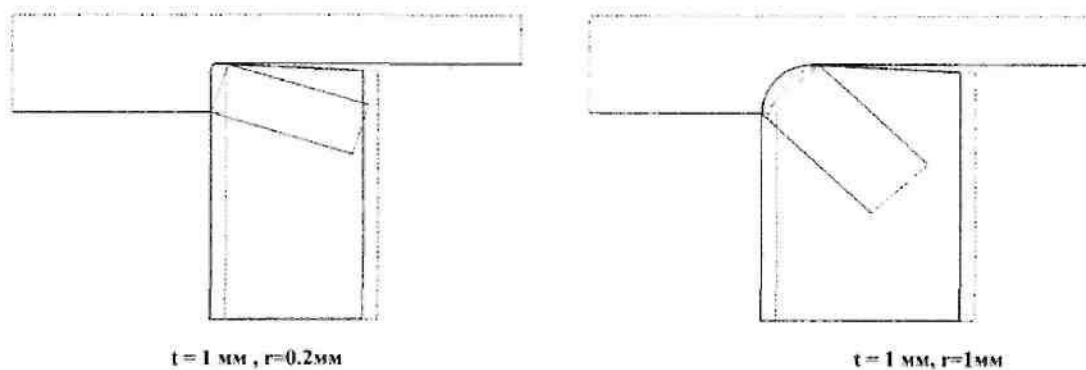


Рис.2. Иллюстрация работы программы визуализации модели начального схода стружки с инструмента

Изложенная выше методика расчета начального угла схода стружки относится к такому случаю резания, когда передняя поверхность инструмента расположена перпендикулярно вектору скорости резания. Для того чтобы учесть влияние наклона

передней поверхности, нужно подсчитать угол наклона передней поверхности $\Delta\eta$ в плоскости, перпендикулярной к направлению схода стружки [1]:

$$\operatorname{tg} \Delta\eta = \operatorname{tg} \lambda \cos \nu_0 + \operatorname{tg} \gamma \sin \nu_0, \quad (11)$$

где ν_0 – угол отклонения стружки от главной нормальной плоскости;

λ – угол наклона главной режущей кромки;

γ – передний угол в главной секущей плоскости.

Ввиду того, что значения угла $\Delta\eta$ обычно невелики, можно считать, что угол отклонения стружки при $\gamma \neq 0$ и $\lambda \neq 0$ будет равен

$$\nu = \nu_0 - \Delta\eta. \quad (12)$$

Из зависимости следует, что при отсутствии влияния вспомогательной режущей кромки на направление схода стружки угол отклонения стружки равен углу наклона главной режущей кромки. Это находится в соответствии с результатами опытов по косоугольному свободному резанию. Согласно экспериментальным исследованиям [3], кроме учетных параметров на величину начального угла схода стружки дополнительное влияние оказывают износ инструмента по задней поверхности и скорость резания. Износ режущего инструмента приводит к изменению конфигурации его режущей части в плане и, как следствие, к изменению сечения среза и угла схода стружки. При варьировании скорости резания происходит изменение температурно-силовых характеристик процесса резания, приводящее к соответствующему изменению формы и высоты микронеровностей на обработанной поверхности, к изменению положения крайней точки контакта вспомогательной режущей кромки инструмента с обработанной поверхностью и размеров сечения среза.

Следуя [3], влияние износа инструмента и скорости резания учтены с помощью коэффициентов:

$$k_h = (1 + h_3)^{0,1596}, \quad (13)$$

$$k_v = \left(\frac{v_0}{v} \right)^n,$$

где $n=0.0455$ при $v < v_0$; $n=-0.028$ при $v > v_0$. Оптимальное значение скорости резания v_0 определяется по зависимости, представленной в работе [4].

Окончательное выражение для расчета η_H с учетом влияния всех основных технологических факторов имеет вид:

$$\eta_H = (\eta_{H,0} - \arctg(\operatorname{tg} \lambda \cdot \sin(\eta_{H,0} + \varphi) - \operatorname{tg} \gamma \cdot \cos(\eta_{H,0} + \varphi))) \cdot k_h \cdot k_v; \quad (14)$$

Сопоставление расчетных значений η_H с экспериментальными показало их хорошую сходимость.

При точении материалов в реальных условиях влияние скорости резания на угол схода стружки незначительно, поэтому входящий в выражение коэффициент k_v может быть приравнен к 1.

Выводы

Предложен общий метод расчета параметров сечения срезаемого слоя материала и направления схода стружки для различных условий механической обработки. Получены аналитические зависимости для определения угла схода стружки, ширины и толщины срезаемого слоя материала. Результаты работы могут быть использованы для прогнозирования и оптимизации процесса стружкообразования при резании металлов.

Литература

1. Зорев Н.Н. Вопросы механики процесса резания металлов. — М.: Машгиз, 1956. — 364 с.
2. Клушин М.И. Алгоритмы расчета сил и скоростей резания: Труды ПТНИИ ВВСНХ. Вып.2. — Горький, 1963.
3. Козлов В.А. Структурно-параметрическая оптимизация процесса точения. — Рыбинск: РГАТА, 2000. — 671 с.
4. Силин С.С. Метод подобия при резании металлов. — М.: Машиностроение, 1979. — 152 с.

S.V. Mihaylov, D.S. Skvortzov
 PARAMETER ANALYSIS METHODS OF MATERIAL SHEARING LAYER SECTION
 AND CHIP TAILING DIRECTION FROM TOOLS

УДК 621.9.06

АВТОНОМНЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ЯЧЕЙКИ*M. Weck, A. Kahmen, J. Wolf, F. Possel-Dölken, B.A. Cadov*

Ахенский университет (Германия). Костромской государственный технологический университет

Организация автоматизированного высокопроизводительного машиностроительного производства может быть достигнута через развитие автономии производственного участка. Автономная функциональность такого участка может «расширить узкие места» и исключить ошибки. В основу этой автономии можно заложить концепцию управления, позволяющую считывать полную информацию из CAD/CAM-системы, преобразовывать ее в необходимые управляющие воздействия, наблюдать за ходом процесса и вносить соответствующие коррективы [1]. В лаборатории металлорежущих станков Ахенского университета под руководством профессора Манфреда Векка группой научных сотрудников в составе инженеров А. Каамена, И. Вольфа, Х. Хоумана, М. Лешера и Ф. Поссель-Долкена разрабатываются системы такого управления, а также программные и математические средства для автономного управления производственной ячейкой. С декабря 2003 г. к этой группе присоединился доцент Костромского государственного университета В.А. Садов, который занимается исследованием интерфейсов сопряжений между числовым и логическим управлением с целью унификации управляющих команд.

Изготовление конечного продукта связано с использованием большого количества материальных и людских ресурсов. Поскольку в процессе производства могут возникать помехи и ошибки, то это может привести к дополнительным затратам средств и времени. В настоящее время при осуществлении заказа во время обработки довольно часто могут появляться риски, связанные с увеличением расходов при помехах, а иногда и при появлении брака на поздних стадиях изготовления деталей. Для того чтобы обеспечить эффективное производство с наименьшими затратами, невысоким временем до выпуска готового изделия, отвечающего необходимым техническим требованиям в условиях высокой конкуренции, процесс изготовления деталей должен быть оснащен необходимыми управляющими средствами, способными на ранних стадиях планировать ход процесса, а в ходе обработки – контролировать работу, вводить соответствующие коррективы и оптимизировать процесс.

Автономная производственная ячейка (АПЯ) является таким производственным устройством, которое непосредственно вмешивается в производство с целью исключения потерь при исправлении ошибок и ликвидации непродуктивных простоев.

Такие ячейки в настоящее время разрабатываются в лаборатории металлорежущих станков Ахенского университета. Объем технической автономии АПЯ зависит от конструкции детали и технических требований, предъявляемых к ней.

Так как выполнение заказа для изготовления деталей по размеру партии заготовок зависит от имеющегося в наличии парка станков и других средств производства, то планирование и оптимизация процесса обработки непосредственно на станке являются дорогостоящими и сложными. Концепция управления АПЯ разработана таким образом, чтобы поддерживать процесс изготовления детали в ячейке при полном децентрализованном контроле при выполнении заказа. Поэтому станки в АПЯ оборудованы управляющими, проблемно ориентированными и интерактивными устройствами, которые поддерживают управление выполнением заказа и контролируют ход процесса. Таким образом, управляющая система АПЯ, с одной стороны, имеет связь с системой планирования, с другой – с системой управления и контроля за ходом процесса. Из связи с планированием определяются задачи на выполнение заказа, оптимизируется и виртуально апробируется ход его выполнения; из связи с системой управления и контроля определяются необходимые управляющие команды и коррективы, передаваемые на рабочее место. Эти команды в необходимых случаях могут блокировать исполнение заказа.

Управление ходом исполнения заказа осуществляется при помощи «гибридного» управления. Под понятием «гибридное» следует принимать высокую гибкость управления внутри самой ячейки. Автоматизированная обработка предлагает для этого много возможностей для вмешательства в процесс, вплоть до прерывания хода, анализа состояния, внесения корректив и дальнейшего продолжения. Прерывание, изменение программы ЧПУ, продолжение обработки или обработка другой части интегрируются в плоскости управления автоматически. «Гибридное» управление позволяет эксплуатировать связанные между собой производственные ячейки. Плоскость же обслуживания АПЯ информирует пользователя о состоянии процесса или какой-либо его части. Система обслуживания интегрирована внутри плоскости управления таким образом, чтобы оператор имел в распоряжении всю необходимую информацию на рабочем месте. Сцепленные плоскости планирования, управления и обслуживания позволяют производить регистрацию дан-

ных о состоянии станка и процесса. При этом предлагаются особые системы управления АПЯ открытой архитектуры, основанные на данных состояния числового управления.

Важнейшим фактором успеха в управлении АПЯ является постоянный обмен информацией о состоянии работы станка, для того чтобы вносить необходимые коррективы для производительной обработки и исключения брака. В этом обмене ведущее место должно быть отведено человеку, обладающему исключительной возможностью гибко и профессионально реагировать на производственные ситуации. Еще более эффективной коммуникативной системой является человеческий разговорный язык. В лаборатории металлорежущих станков

Ахенского университета ведутся работы по использованию разговорного языка в управлении АПЯ. При управлении разговорным языком у оператора, в противоположность другим методам, руки свободны для другой деятельности. Конечно, в этом способе необходимо иметь строгую и четкую диалоговую структуру. В настоящее время разработаны такие структуры, содержащие необходимые тексты. При разработке языковой системы управления использовались два возможных сценария (см. рис. 1). По первому сценарию разрабатывались тексты как жесткие команды управления для определенных условий обработки. При втором имеется возможность добавлять команды в зависимости от сложившейся ситуации, которые затем могут сохраняться.

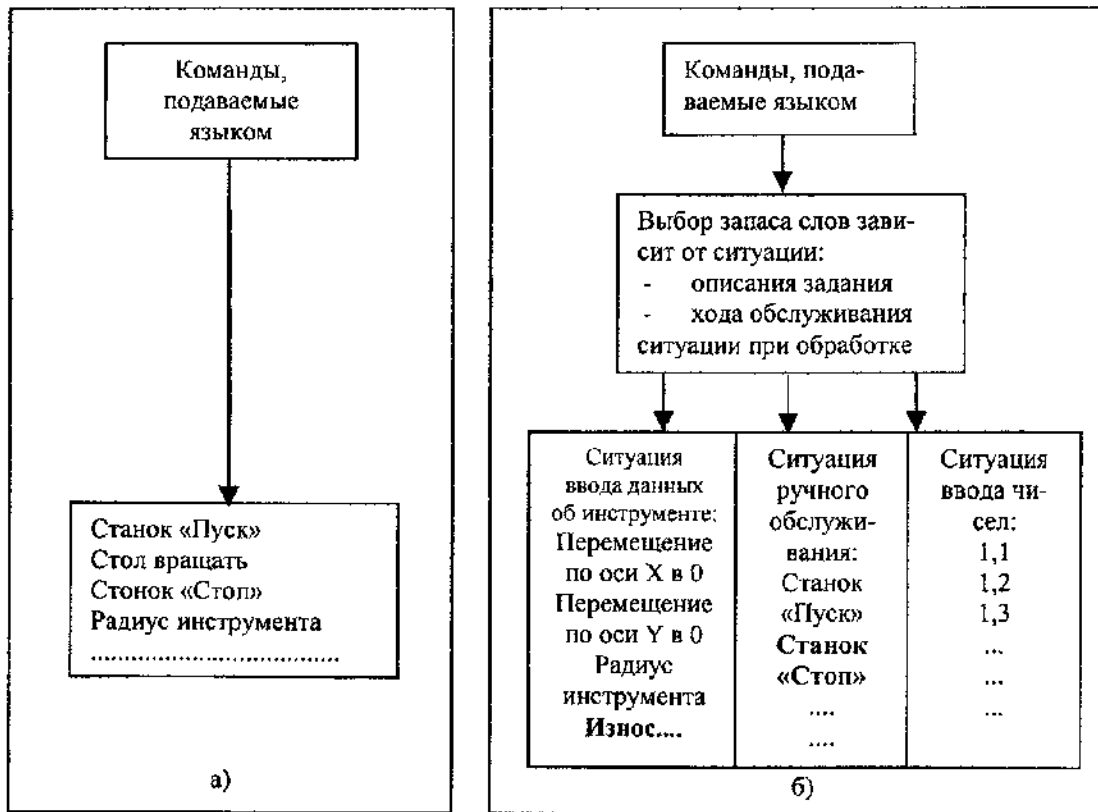


Рис 1. Два возможных сценария управления языковой системой: а) жесткий, б) ситуационный

Языковая система взаимодействия «человек – станок» позволяет отказаться от использования управляющей панели с клавиатурой, управлять работой и безопасно обслуживать станок с использованием интуиции оператора.

Использование сенсорных устройств и сетевых систем управления приводит к большому информационному потоку данных, который при

фильтрации и соответствующей оценке позволяет сократить время обработки и повысить качество продукта. Для достижения этой цели разработана инфраструктура, устраняющая ограничения коммуникаций в производстве (см. рис.2). При разработке структуры учитывалось два аспекта: с одной стороны, привязка на источник информативных данных при их вводе; с другой — возможность располагать

данными от станка и плоскостью обслуживания независимо от места ввода. Главное — разделение на команды управления по обслуживанию станка и привязка на управление машиной, осуществляемая системой OSAKA с программными средствами Java MMI. Управление может осуществляться с любого места, а при использовании телесервиса появляется возможность управлять несколькими станками. Такая инфраструктура требует применять службы, которые с одной стороны имеют связь с наследующими (то есть сохраняющими информацию внутри себя от предыдущей) системами, с другой — сохраняющие данные на центральном сервере. Модули, входящие в систему, позволяют добавлять другие функции, которые могут потребоваться в процессе работы. Подгонка Java MMI является достаточно сложным моментом в управлении АПЯ.

Автономия числового управления АПЯ осуществляется посредством соблюдения и использо-

вания стандарта STEP-NC (Стандарт по обмену продукцией числового управления). STEP-NC (или ISO 14649) не содержит никакой жесткой очередности, как и формат для обмена геометрических, технологических и организационных данных между САМ системой и системой ЧПУ. Благодаря этому системе ЧПУ передается вся информация, которая ей необходима для формирования управляющих сигналов. Таким образом, постпроцессором сокращается специфическое числовое программирование, достигается обмен программами ЧПУ между станками и увеличивается гибкость процесса. Программа STEP-NC предоставляет полную информацию для получения изделия на станке с необходимыми техническими требованиями. Если же на станке нет, например, необходимого инструмента для такой детали, STEP-NC рассчитает другую траекторию для имеющегося в наличии инструмента или предложит альтернативную обработку.

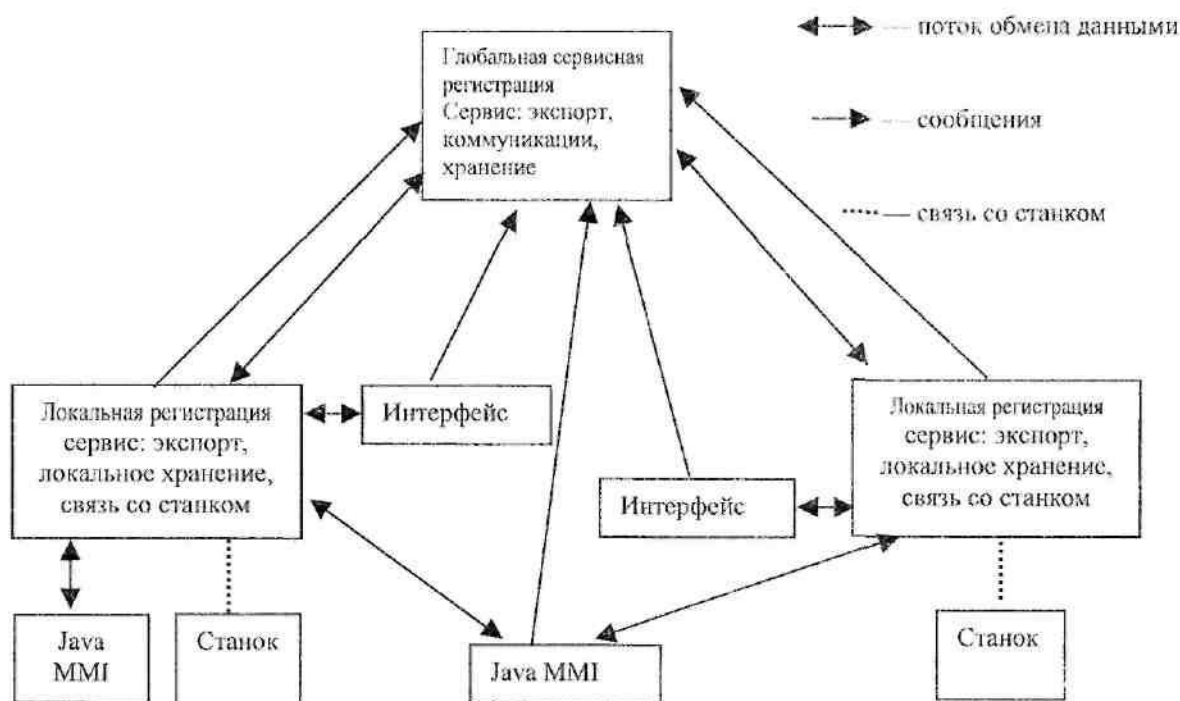


Рис. 2. Инфраструктура локального и удаленного обслуживания и управления АПЯ

Для разгрузки АПЯ от рутинной работы управляющее ядро снабжено дополнительными функциями для наблюдения, контроля и регулирования процессом обработки. Так, например, для фрезерной обработки АПЯ имеет компенсацию от тепловых и статических нагрузок, не допускающую поломки инструмента; имеется возможность регулировки скорости шпинделя в зависимости от его

колебаний и нагрузок. Гибкая адаптивность АПЯ достигается интеграцией дополнительных системных модулей, которые осуществляют наблюдение и регулирование ходом процесса. Обработка сигналов наблюдения и контроля может производиться независимо друг от друга либо в кооперации между собой. После обработки сигналов наблюдения они могут использоваться как входные параметры для

подобных случаев обработки. Управляющие сигналы вырабатываются на основе кооперационного преобразования. Поэтому АПЯ имеют кооперирующие функциональные модули.

Беспроблемное соединение модулей наблюдения и регулирования разрешается в управлении АПЯ интеграционной платформой модулей наблюдения и регулирования, структура которой приведена на рис. 3. В процессе управления эта платформа координирует ввод систем наблюдения и регулиро-

вания. Такое координирование охватывает как введение необходимых связей, так и параметрирование модулей. Динамические изменения системной конфигурации также возможны. В определенный промежуток времени интерфейс данных образует в ядре ЧПУ центральный элемент интеграционной платформы. Модули наблюдения и регулирования считывают внутренние данные из ядра ЧПУ, а также передают обнаруженные величины состояния для регулирования во внутренний поток данных.

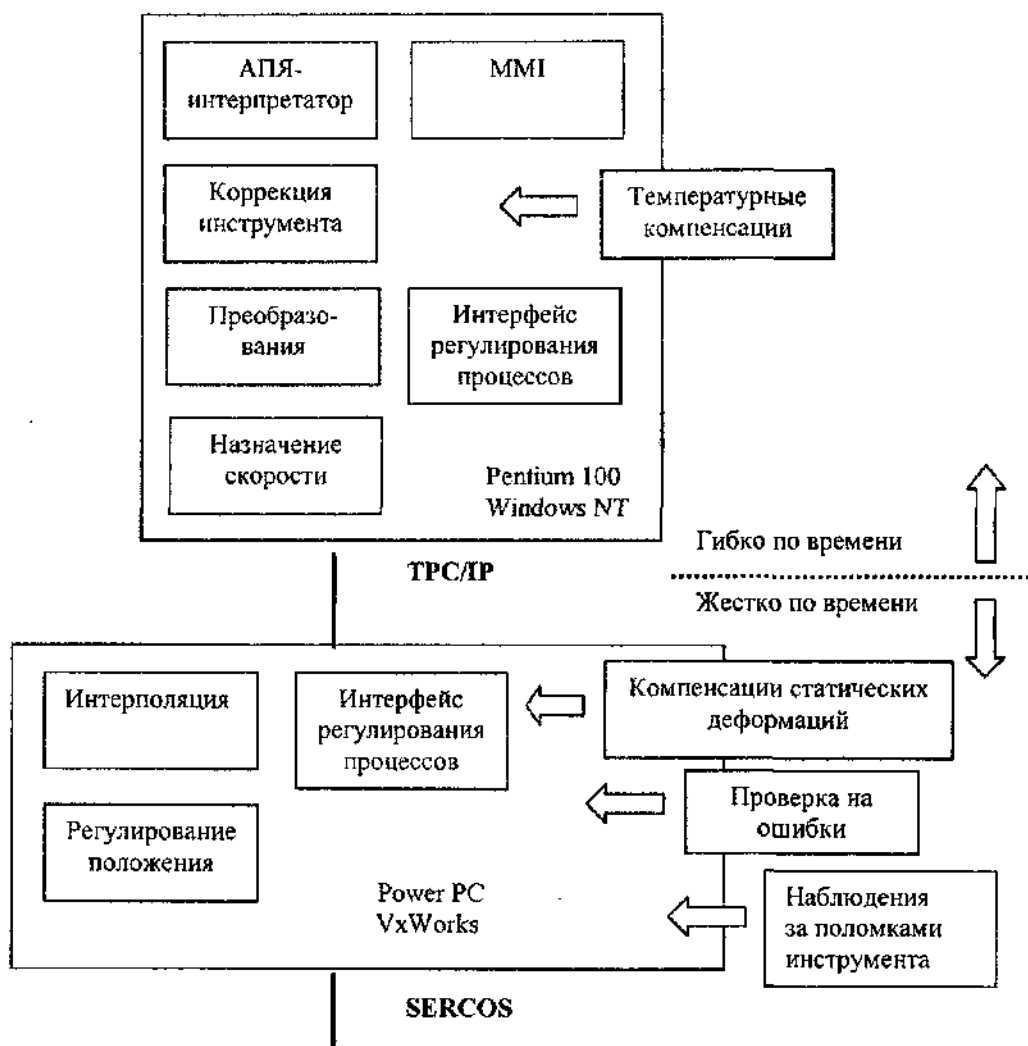


Рис. 3. Управляющее ядро ЧПУ с интерфейсами регулирования процессов

Передача данных состояния нуждается в дополнительном контроле, чтобы обеспечивалась стабильность и безопасность при расширении системы управления. Поэтому требуется иметь контроль за величинами данных состояния процесса. Поскольку одновременно используются данные о наблюдении

и контроле, необходима координация управляющих воздействий на процесс. Так, например, могут быть использованы модули компенсации температурных и статических деформаций устройств, а также другие в зависимости от необходимости использования. Интеграционной платформой предлагаются различ-

ные параметрические стратегии управления, которыми можно разрешить различные конфликтные ситуации в процессе изготовления детали в АПЯ.

Интегрирование современных информационных интерфейсов, например STEP-NC, позволяет осуществлять обмен данными для планирования, наблюдения и организации производства качественного продукта с наименьшими затратами. В настоящее время в лаборатории металлорежущих станков Ахенского университета продолжают работы по дальнейшему совершенствованию программных средств для STEP-NC. Поскольку каждый производитель систем ЧПУ часто использует собственные разработки, для организации управления АПЯ требуется унификация команд и функций числового управления, связанных с машинной логикой (PLC), для поддержки различных технологий изготовления деталей. Эти разработки особенно актуальны при использовании в АПЯ в качестве технологической машины металлорежущего станка нетрадиционной компоновки, так называемого «гексапонада» [2]. Использование таких станков расширяет технологические возможности обработки деталей на одном рабочем месте, поскольку можно получить деталь

очень сложной геометрической формы. Однако при этом значительно усложняются управляющие функции. На основе анализа интерфейсов сопряжений между ЧПУ и логическим управлением произведено группирование информации от числового к машинному и, наоборот, от машинного к числовому. Использование группирования позволяет применять унифицированные технические и программные средства при разработке архитектуры управления станком, сократив при этом затраты на проектирование и изготовление.

Таким образом, автономные производственные ячейки позволяют, благодаря интегрированию современных информационных интерфейсов (например, STEP-NC), осуществлять обмен данными по планированию, наблюдению и регулированию и организовать производство высококачественного продукта с небольшими затратами. В связи с тем, что применяемая техника управления является комплексной, ориентированной на большое количество заданий и адаптируемой к условиям производства, имеется возможность освободить оператора и часть обслуживающего персонала от непроизводительной рутинной работы.

Литература

1. Weck, M.; Wolf, J.; Hoymann, H.; Pössel-Dölken, F.: *Autonome Produktionszellen – Durch Autonomie in der Bearbeitungszelle die virtuell optimierte Produktion realisieren*. In: wt – Werkstattstechnik Online 92 (2002) 5, S. 200 – 204.
2. Weck, M.: *Werkzeugmaschinen, Fertigungssysteme. Automatisierung von Maschinen und Anlagen 5., neu bearbeitete Auflage. Mit 341 Abbildern. ISBN 3-540-67613-9*

**M. Weck, A. Kahmen, F. Pössel-Doelken, V.A. Sadov
SELF-CONTAINED MANUFACTURED UNITS**

УДК 621.833

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТОЧНОСТИ ОБРАБОТКИ ПРОФИЛЯ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС ЧЕРВЯЧНЫМИ ФРЕЗАМИ

В.С. Петровский, Л.М. Петровская, Р.Ю. Рукавишников

Предложена модель, позволяющая определять погрешности формы зубчатых колес, обработанных червячными фрезами, имеющими радиальное и торцевое биение.

Поверхность зубчатого колеса при обработке червячной фрезой образуется прямолинейными режущими кромками, периодически вступающими в контакт с заготовкой. В результате обработки поверхность зуба в плоскости перпендикулярной оси колеса (профиль зуба) получается граненой, а вдоль оси колеса — волнистой. Максимальное отклонение фактического профиля от теоретической эвольвенты, высота гребешков огранки зависят от произво-

димого зубьями фрезы числа резцов и отклонения резцов от теоретического положения.

Для построения фактического профиля зуба нарезаемого колеса найдем последовательное положение зубьев фрезы в момент профилирования. Для этого остановим движение обката заготовки, так чтобы впадина зуба располагалась симметрично относительно полюса профилирования r , и сообщим суммарное обкатное движение фрезе (рис 1).

В момент образования профиля точка на делительной прямой i -го зуба фрезы (рис. 2) переместится от полюса профилирования на величину

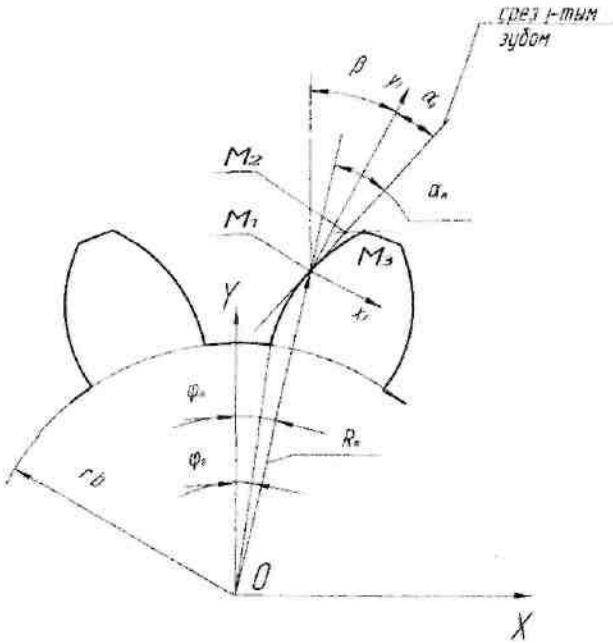


Рис. 1. Положение резов при обратном движении

$$x_i = \frac{\pi \cdot m \cdot i}{z_{\phi}} + x_0, \quad (1)$$

где x_0 — осевое смещение первого зуба;
 m — модуль;
 z_{ϕ} — число зубьев фрезы.

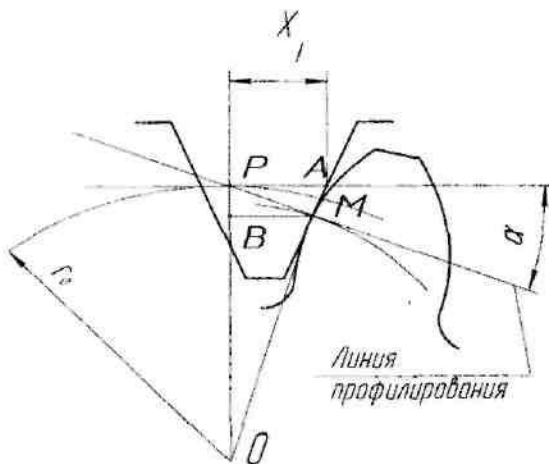


Рис. 2. Положение i -го зуба фрезы в момент профилирования колеса

Положение теоретической точки профилирования M однозначно определяется радиусом R_M , величину которого можно найти из треугольников PAM , PBM , BMO (рис. 2).

$$\begin{aligned} PM &= x_i \cdot \cos \alpha, \\ MB &= x_i \cdot \cos^2 \alpha, \\ OB &= r_0 - x_i \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha, \\ R_M &= \sqrt{OB^2 + MB^2}, \end{aligned} \quad (2)$$

где α — угол зацепления.

При обратном движении точка M займет положение точки M_1 (рис. 2), образуемой при пересечении эвольвенты с окружностью радиуса R_M . Координаты точки M_1 определяются по известным зависимостям [1]:

$$\begin{aligned} \alpha_M &= \arccos(r_b / R_M), \\ \varphi_0 &= \frac{\pi \cdot m - s_d}{2r_0} - \text{inv} \alpha_d, \\ \varphi_M &= \varphi_0 + \text{inv} \alpha_M, \\ X_T &= R_M \sin \varphi_M, \\ Y_T &= R_M \cos \varphi_M, \end{aligned} \quad (3)$$

где r_b , r_0 — радиусы основной и делительной окружности;

s_d — толщина зуба по делительной окружности;

α_d — угол давления на делительной окружности.

Подвижная система координат, связанная с инструментом, повернется на угол β :

$$\beta = \varphi_M + \alpha_M - \alpha_d. \quad (4)$$

Из-за наличия у зубьев фрезы осевого Δ_{oi} и радиального Δ_{pi} биения фактическая точка профилирования сместится в положение

$$\begin{aligned} X_i &= R_{Mi} \cdot \sin \varphi_M + \Delta_{pi} \cdot \sin \beta + \Delta_{oi} \cdot \cos \beta, \\ Y_i &= R_{Mi} \cdot \cos \varphi_M + \Delta_{pi} \cdot \cos \beta - \Delta_{oi} \cdot \sin \beta. \end{aligned} \quad (5)$$

Биевание зубьев фрезы можно выразить через осевое и радиальное биевание буртиков фрезы:

$$\begin{aligned} \Delta_{pi} &= \Delta_1 \cdot \left(0.5 + \frac{x_i}{L}\right) \cdot \cos\left(\frac{2\pi \cdot i}{z_{\phi}} + \psi_1\right) + \\ &+ \Delta_2 \cdot \left(0.5 - \frac{x_i}{L}\right) \cdot \cos\left(\frac{2\pi \cdot i}{z_{\phi}} + \psi_2\right), \\ \Delta_{oi} &= \Delta_3 \cdot \cos\left(\frac{2\pi \cdot i}{z_{\phi}} + \psi_3\right), \end{aligned} \quad (6)$$

где Δ_1, Δ_2 — радиальное биение по правому и левому буртикам;

Δ_3 — торцевое биение;

ψ — фазы биений.

Тогда положение режущей кромки, проходящей через фактическую точку профилирования M_i , определяется уравнением:

$$y = k_i \cdot (x - X_i) + Y_i, \quad (7)$$

где $k_i = \text{ctg}(\varphi_M + \alpha_M)$.

Точка пересечения резцов M_2 определится из совместного решения уравнений прямых, проходящих через точки M_1 и M_3 :

$$X_2 = \frac{k_1 \cdot X_1 - k_3 \cdot X_3 + Y_3 - Y_1}{k_1 - k_3},$$

$$Y_2 = k_1(X_2 - X_1) + Y_1. \quad (8)$$

Для определения погрешности обработки, по формулам (5) и (8) находят радиусы фактических точек профилирования и точек пересечения резцов:

$$R_{M\phi} = \sqrt{X^2 + Y^2}. \quad (9)$$

По формулам (3) определяется угол давления α и координаты точек на теоретической эвольвенте X_T, Y_T . Так как погрешности малы, а дуга радиуса $R_{M\phi}$ составляет с нормалью к поверхности угол α , то погрешность обработки равна

$$\Delta = \sqrt{(X_T - X)^2 + (Y_T - Y)^2} \cdot \cos \alpha. \quad (10)$$

Модель реализована в виде программы. Расчеты на модели показали, что биение оказывает значительное влияние на погрешность формы зубчатых колес. Например, при модуле 2 мм, числе зубьев колеса 70 и числе зубьев фрезы 12 огранка без учета биения составляет всего 0,0002 мм, а при биении 0,01 мм доходит до 0,04 мм.

Литература

1. Справочник инструментальщика / Под общ. ред. И.А. Ординарцева. — Л.: Машиностроение, 1987. — 846с.

V.S.Petrovskiy, L.M.Petrovskaya, R.Yu.Rukavishnikov

MODELLING OF GEARWHEEL PROFILE WORKING ACCURACY BY GEAR HOBS

УДК 621.923

ОСЦИЛЛОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ПОЛИРОВАНИЯ СЕРЕБРА И ЕГО СПЛАВОВ SrM92,5 И SrM75,0 ИМПУЛЬСНЫМ ТОКОМ В ТИОСУЛЬФАТНОМ ЭЛЕКТРОЛИТЕ*

О.А. Иванова

Исследованы особенности процесса электрохимического полирования серебра и ювелирных сплавов на его основе с медью 925 и 750 пробы импульсами тока. Выявлены области полирования в зависимости от величины анодной поляризации и от процентного содержания меди в сплаве

Процесс электрохимического полирования (ЭХП) поверхности металлов и сплавов давно и успешно применяется в отечественной и зарубежной промышленности. Однако при производстве ювелирных изделий в современных условиях его использование чрезвычайно ограничено и носит фрагментарный характер. Это во многом связано с лоббированием организациями, торгующими оборудованием и технологиями на российском рынке, интересом зарубежных фирм, в частности итальянских и

германских. Кроме того, структура отечественного производства ювелирных изделий и система налогообложения в стране таковы, что изготовителям значительно проще закупать зарубежное оборудование и технологии, зачастую устаревшие, чем вкладывать деньги в развитие отечественных научно-технологических разработок. Однако явные преимущества процесса ЭХП по сравнению с традиционными механическими процессами полирования позволяют оценивать его перспективы как обнадеживающие. Особенно это касается процесса ЭХП с использованием импульсов тока, который разрабатывается в КГТУ. Однако широкое внедрение способа ЭХП ювелирных сплавов на основе серебра пока ещё

* Работа выполнена на кафедре технологии художественной обработки материалов и технического сервиса под руководством зав. кафедрой, д. т. н., проф. Галанина С. И.

сдерживается недостаточной его технологической отработанностью.

Представленная статья рассматривает некоторые экспериментальные аспекты, позволяющие более глубоко понять явления на границе раздела «анод – электролит», сопровождающие процесс ЭХП серебра и некоторых сплавов на его основе при использовании коротких импульсов тока.

В работе рассмотрен процесс электрохимического полирования серебра $\text{Cr}99,9$ и сплавов серебро-медь $\text{Cr}M92,5$ и $\text{Cr}M75,0$ в растворе $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \times 5\text{H}_2\text{O}$ — 800 г/л с использованием методики, приведенной в работе [1]. Перед проведением поляризационных измерений образцы серебра и сплавов подвергали последовательно механической шлифовке, обезжириванию, промывке. Температурный диапазон при исследованиях — от 16 до 18°C при точности поддержания температуры $\pm 0,1^\circ\text{C}$. Поляризация анода фиксировалась относительно твердотельного электрода-зонда. Качество обработки поверхности (полирования) изучалось визуально при помощи микроскопа ММУ-350.

На первом этапе проводилось изучение процессов на границе «анод – электролит», а также изучалась поверхность анода в зависимости от амплитудно-временных параметров импульсов и условий электролиза. Анодная плотность тока при этом варьировалась в широких пределах $i_A = (1-50) \text{ A/дм}^2$, скважность следования импульсов $q = 2, 4, 6, 8, 10$. Осциллографические исследования проводились по схеме:

а) подача на электрохимическую ячейку одиночных импульсов тока и осциллографическое фиксирование при этом значений поляризации и тока;

б) полная подготовка образца (зачистка и промывка), обработка поверхности на выбранном режиме в течение 3 минут и осциллографическое фиксирование при этом зависимостей «поляризация – время» и «ток – время».

Исходя из полученных данных, были построены кривые зависимости «плотность тока – поляризация» при различных скважностях для серебра $\text{Cr}99,9$ и его сплавов $\text{Cr}M92,5$ и $\text{Cr}M75,0$. На рис. 1 приведены данные для сплава $\text{Cr}M92,5$.

На втором этапе проводилось исследование наиболее интересной области – В (области полирования) по следующей схеме:

а) обработка поверхности на выбранном режиме в течение 30 секунд и осциллографическое фиксирование при этом зависимостей «поляризация – время» и «ток – время» (рис. 2,а);

б) отключение непрерывной последовательности импульсов тока и подача на электрохимическую ячейку одиночных импульсов тока такой же амплитуды, как и при непрерывной последовательности, и осциллографическое фиксирование при

этом зависимостей «поляризация – время» и «ток – время» (рис. 2,б);

г) полная подготовка образца (зачистка и промывка), повторение п. а), только в течение 240 секунд (рис. 2,а), повторение п б) (рис. 2,б).

Столь сложная последовательность проведения эксперимента определялась необходимостью выявления динамики изучаемых явлений.

Проведенный на первом этапе цикл исследований позволил выявить следующие особенности ЭХП серебра и его сплавов в тиосульфатном растворе в импульсных режимах.

1. В изученном диапазоне длительностей импульсов анодного тока поляризационные зависимости имеют три характерные области (рис. 1):

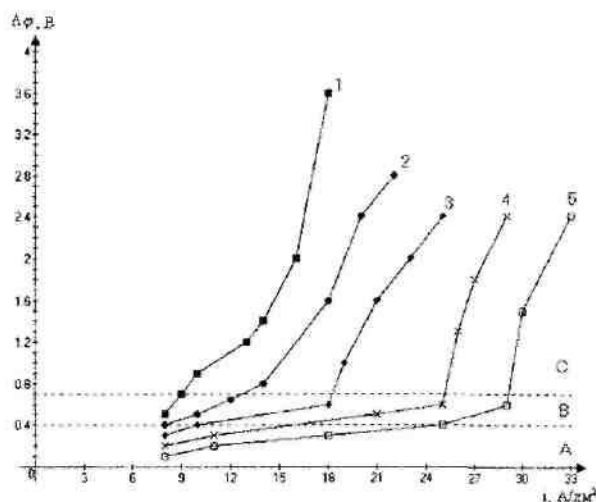


Рис. 1. Анодные поляризационные кривые при обработке сплава $\text{Cr}M92,5$ в вольт-статическом режиме, при $t_{\text{и}} = 3 \times 10^{-2} \text{ с}$, $t^{\circ} = 16-18^\circ\text{C}$ и скважности: 1- $q=2$; 2- $q=4$; 3- $q=6$; 4- $q=8$; 5- $q=10$

А – область повышенной шероховатости поверхности;

В – область сглаживания микронеровностей поверхности (полирования);

С – область устойчивого пленкообразования.

2. Чем меньше длительность импульса анодного тока, тем выше плотность тока, регистрируемая в областях В и С.

Эксперименты показали схожесть процессов, проходящих на границе раздела «анод–электролит» при ЭХП серебра, а также его сплавов с небольшим содержанием меди. Условия полирования поверхности анода при постоянстве напряжения в импульсе характеризуются незначительными перепадами тока по амплитуде в течение всего импульса с пиком в начале (рис. 2).

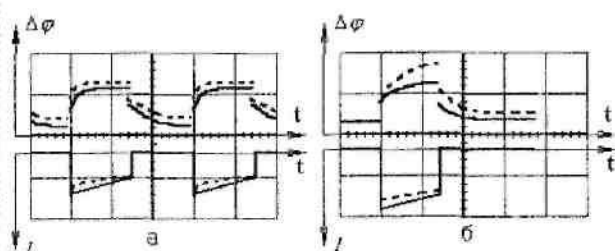


Рис. 2. Осциллографические зависимости ($\Delta\phi$ - t) при $i_n=3 \times 10^{-3}$ А, $q=2$

После окончания переходных процессов, примерно в течение (20–30) с, условия характеризуются достаточной стабильностью, форма импульса тока и поляризации остаётся постоянной. Это свидетельствует о некотором балансе скоростей образования и растворения анодной плёнки, то есть о выполнении критериев полирования согласно теории ЭХП [2]. При подаче одиночных импульсов тока этот баланс нарушается – поляризация изменяется от импульса к импульсу из-за изменения условий на границе раздела в паузах между импульсами.

Исследования показали различие значений потенциалов, при которых происходит полирование поверхности у серебра Ср99,9 и сплавов СрМ92,5 и СрМ75,0. Чем меньше меди в сплаве на основе серебра, тем шире область потенциалов, при которых происходит сглаживание микронеровностей поверхности (рис.3).

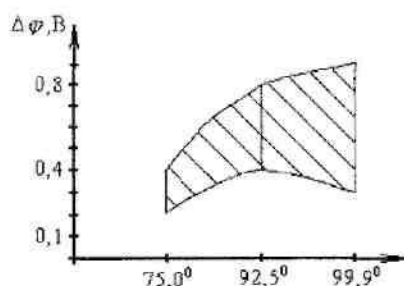


Рис. 3. Область полирования в зависимости от величины анодной поляризации и от процентного содержания меди в сплаве на основе серебра

Литература

1. Галанин С.И., Гришина Е.П., Иванова О.А. Осциллографическое исследование процесса электрохимического полирования сплава серебра СрМ925 импульсным током в тиосульфатном электролите // Современные электрохимические технологии в машиностроении: Материалы IV Международного научно-практического семинара. — Иваново: ИГХТУ, ИХР РАН, 2003. — С.25—31.
2. Грилихес С.Я. Электрохимическое и химическое полирование: Теория и практика. — Л.: Машиностроение, 1987. — 232с.

О.А.Иванова

ELECTRO-CHEMICAL PRODUCTION OF SILVER AND ITS ALLOYS BY PULSED CURRENT IN THIOSULPHATE ELECTROLYTE

Выявлена также явная зависимость скважности импульсов от плотности тока, при которых осуществляется ЭХП, при любом содержании меди в сплаве на основе серебра (рис. 4). Чем больше скважность импульсов, тем больше необходима плотность тока, чтобы соблюдался некоторый баланс скоростей образования и растворения анодной плёнки, то есть выполнение критериев полирования согласно теории ЭХП. Это можно объяснить тем, что при полировании необходимо поддерживать величину анодного потенциала в определённых пределах.

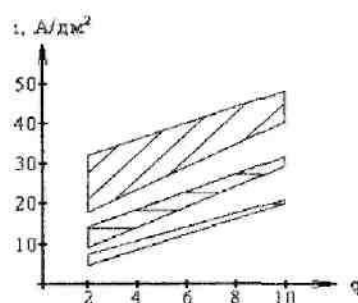


Рис. 4. Область полирования в зависимости от плотности тока и от скважности следования импульсов при $i_n=3 \times 10^{-3}$ А, $t=16-18^\circ\text{C}$.

▨ - 99,9% ▨ - 92,5% □ - 75,0%

Выводы

1. Процесс сглаживания высоты микронеровностей поверхности, то есть полирования, осуществляется только в определённом диапазоне анодных потенциалов, при котором обеспечивается необходимое соотношение процессов анодного растворения и пассивации поверхности.
2. Необходимый диапазон анодных потенциалов при полировании можно поддерживать использованием импульсов тока заданных амплитудно-временных параметров.
3. Чем больше содержание меди в сплаве на основе серебра, тем в более узком диапазоне анодных потенциалов осуществляется процесс полирования и тем сложнее его осуществлять на практике.

УДК 554.653.2:669.7

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ СОЗДАНИЯ ОКСИДНЫХ ПЛЁНОК С ЗАДАНЫМИ СВОЙСТВАМИ НА ПОВЕРХНОСТИ СПЛАВА НА ОСНОВЕ АЛЮМИНИЯ А6*

И.А. Макшанчиков

Исследованы возможности создания оксидных плёнок с заданными свойствами на поверхности сплава на основе алюминия А6. Изменение свойств оксидных плёнок обеспечивается использованием импульсных токов определенных амплитудно-временных параметров.

Оксидные покрытия алюминия и сплавов на его основе получили широкое распространение в машиностроении, приборостроении, при создании товаров широкого потребления. Это обусловлено тем, что по разнообразию своего функционального применения, определяемого влиянием на механические, диэлектрические, физико-химические свойства металла основы, такие покрытия почти не имеют себе равных в гальванотехнике [1].

Оксидные покрытия алюминия, полученные электрохимической анодной обработкой, защищают металл от коррозии, увеличивают твердость и износостойкость поверхности в несколько раз, создают электроизоляционный и теплоизоляционный слой, легко подвергающийся адсорбционному окрашиванию органическими красителями и электрохимическому окрашиванию с применением переменного тока [2].

Использование постоянного тока для процесса анодирования не позволяет получать пленки со свойствами, изменяемыми в широких пределах. Использование для этих целей импульсов тока с изменяемыми в широких пределах амплитудно-временными параметрами (АВП) может способствовать получению управляемого процесса оксидирования алюминия с заданными физическими и техническими свойствами формируемой пленки.

Исследования проводились на алюминии технической чистоты А6 (99,6% Al). Образцы обрабатывались при пропускании через электрохимическую ячейку одинакового количества электричества Q . Варьировалась плотность тока (1–16) А/дм² и периодах следования импульсов $T=(2-8) \cdot 10^{-6}$ с при постоянной скважности следования импульсов $q=2$. Для стабилизации процесса анодирования электролит охлаждался, его температура поддерживалась в пределах $16 \pm 2^\circ\text{C}$, так как повышение температуры приводит к увеличению интенсивности растворения пленки.

В качестве электролита использовался сернокислый раствор – H_2SO_4 (180–200) г/л. Сернокислые электролиты экономичны, универсальны в отношении обработки различных алюминиевых спла-

вов. В этих электролитах формируются бесцветные, прозрачные оксидные покрытия при условии содержания в сплаве не более (% по массе): 7 магния, 7 цинка, 3 кремния, 2 меди, 0,8 марганца, 0,5 железа, 0,3 хрома, 0,3 титана. При использовании оксидной пленки для последующей защитно-декоративной отделки её толщина должна быть не менее $(10-15) \cdot 10^{-6}$ м.

Для сравнения получены образцы оксидного покрытия с использованием постоянного тока плотностью (1, 2,3, 4) А/дм², Н, кг/мм² (180; 310; 275; 240); дальнейшее увеличение плотности тока нецелесообразно в связи с растравливанием сформированного оксидного слоя со скоростью, превышающей скорость роста пленки.

Фотографии поверхности пленки с микроскопа МИИ-4, определение микротвердости производилось на приборе ПМТ-3. Толщина сформированной оксидной пленки измерялась на разрезанных и отполированных образцах с помощью микроскопа МИИ-4.

Общий вид поверхности сформированной пленки представлен на рис. 1: ячейки оксида хорошо развиты, пленка пориста.

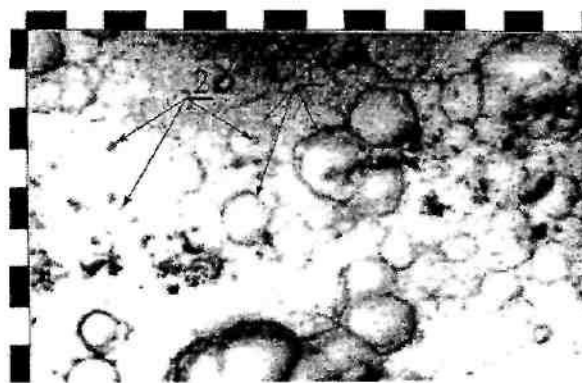


Рис. 1. Пористая пленка на поверхности сплава А6:
1 — ячейки; 2 — поры.
Масштаб 25000:1

Зависимость толщины оксидной пленки от АВП импульсов представлена на рис. 2. Из рисунка видно, что толщина оксидной пленки, полученной при плотности тока 2 А/дм², стабильно растет, в отличие от пленок, полученных при больших плотно-

* Работа выполнена на кафедре ТХОМ и ТС под руководством д.т.н. проф. Галанина С.И.

стях токов. В остальных случаях оксидная пленка, при периоде $T=0,2 \cdot 10^{-3}$ с достигает толщины (30-40) $\cdot 10^{-6}$ м (в зависимости от плотности тока), затем интенсивно растравливается (при $T=0,5 \cdot 10^{-3}$ с), достигая определенной величины, а затем, набрав некоторую толщину, вновь медленно уменьшается. Уменьшение толщины можно объяснить локальным нагревом в прианодном слое, что способствует интенсификации растравливания пленки. Однако, в случае $i=1$ А/дм² малую толщину можно объяснить недостаточной интенсивностью роста. Увеличение толщины в точке с $T=2000 \cdot 10^{-6}$ с связано, видимо, с тем, что при данных параметрах импульсов охлаждение успевает произойти.

$\gamma, \times 10^{-6}$ м

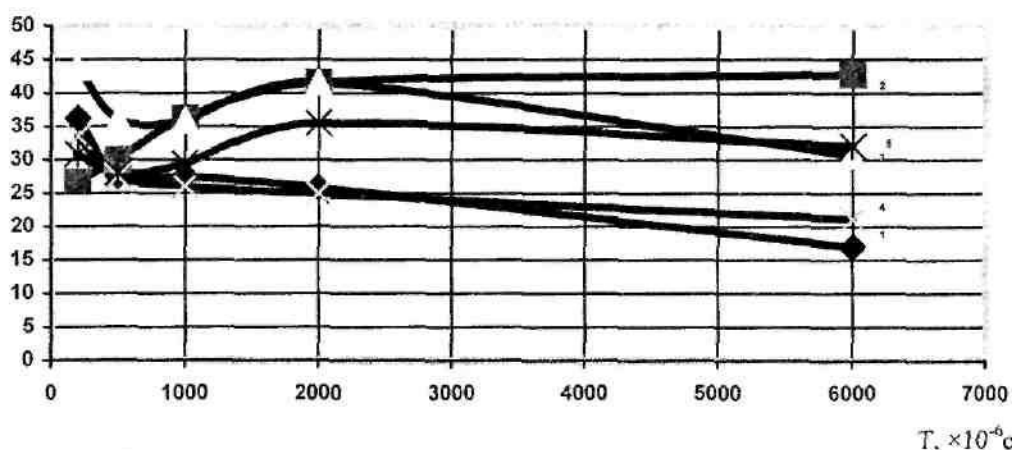


Рис. 2. Зависимость толщины оксидной пленки от АВП импульсов тока
 T — период следования импульсов, $\times 10^{-6}$ с; γ — толщина оксидной пленки, $\times 10^{-6}$ м; i — плотность тока, А/дм²; $q=2$
 1 — $i_{ср}=1$ А/дм²; 2 — $i_{ср}=2$ А/дм²; 3 — $i_{ср}=3$ А/дм²; 4 — $i_{ср}=4$ А/дм²; 5 — $i_{ср}=8$ А/дм²;

$H, \text{ кг/мм}^2$

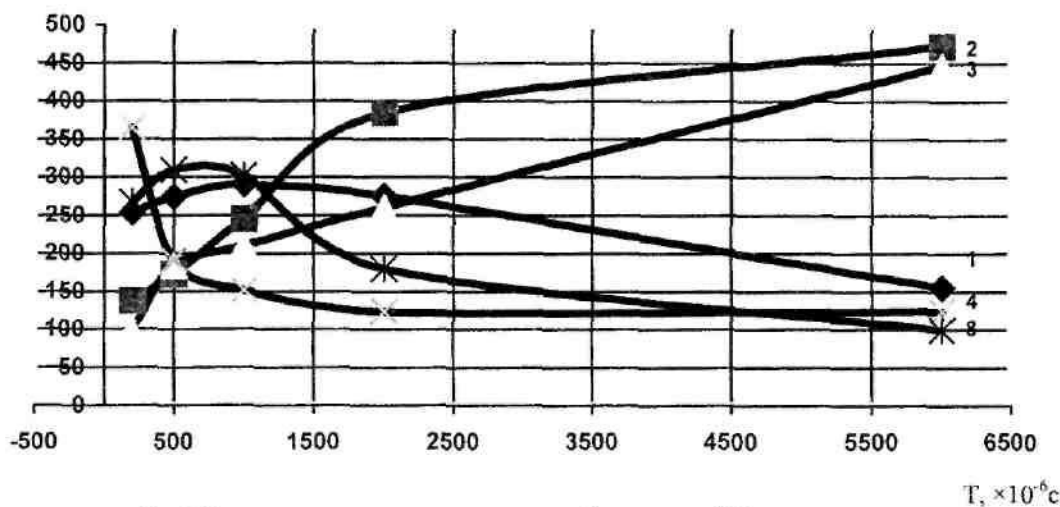


Рис. 3. Зависимость микротвердости оксидной пленки от АВП импульсов
 H — микротвердость, кг/мм²; $T, \times 10^{-6}$ с; $q=2$
 1 — $i_{ср}=1$ А/дм²; 2 — $i_{ср}=2$ А/дм²; 3 — $i_{ср}=3$ А/дм²; 4 — $i_{ср}=4$ А/дм²; 5 — $i_{ср}=8$ А/дм²; $q=2$

Наибольшее значение толщины пленки достигается при плотности тока $i=3$ А/дм² в точке с длительностью импульса $t_{имп} \approx 0,1 \cdot 10^{-3}$ с. Наиболее значимые изменения в формировании пленки происходят до периода следования $T \approx 0,2 \cdot 10^{-3}$ с. Дальнейшее изменение толщины при варьировании продолжительностью периода можно считать незначительным.

В зависимости от АВП импульсов изменяется и микротвердость покрытия H (кг/мм²) — рис. 3. Так, при плотности тока $i=2$ А/дм² наблюдается стабильный и интенсивный рост микротвердости при изменении периода следования импульсов.

Выводы

В результате проведенных экспериментов установлено, что использование импульсных токов позволяет изменять физико-механические свойства оксидных покрытий, формируемых на алюминии. Наиболее приемлемым процессом оксидирования,

можно считать процесс, проходящий при плотности тока 2 A/дм^2 , так как при этой плотности параметры толщины и микротвердости превосходят все остальные параметры процессов при других плотностях токов. Процесс отличается стабильностью.

Литература

1. Грилихес С.Я., Тихонов К.И. Электрохимические и химические покрытия. Теория и практика. — Л.: Химия, 1990. — 288 с.
2. Грилихес С.Я. Защита металлов оксидными и фосфатными пленками: Библиотечка гальванотехника. — Выпуск 9. — М.-Л.: Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, 1961. — 80 с.

I.A.Makshanchikov

**CREATION OF OXIDE FILMS WITH PRESET PROPERTIES
ON ALUMINIUM BASIS ALLOY SURFACE**

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 681.3

ХАРАКТЕРНЫЕ СТАТИСТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ АТАК НА ВЕБ-СЕРВЕРЫ В ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЯХ

М.А.Ральников, М.Г.Левин

В данной работе исследуется процесс атак на публичные веб-серверы – один из наиболее популярных на сегодняшний день типов узлов телекоммуникационных сетей и, в частности, Интернет. Атакой на информационную систему называется действие или последовательность связанных между собой действий нарушителя, которые приводят к реализации угрозы путем использования уязвимостей этой информационной системы. Очевидно, что подобные атаки, зачастую приводящие к нарушению работоспособности веб-сервера, самым негативным образом влияют на эффективность использования телекоммуникационных сетей, приводя к ощутимым убыткам владельцев и операторов таких сетей.

Обстоятельно рассмотрев особенности этого процесса, приходим к выводу, что один из наиболее актуальных путей решения этой проблемы – исследование статистических особенностей атак с целью разработки методики распознавания факта атаки и выделения «опасных» запросов из всего потока для их специальной обработки. Для данного исследования был проведён физический эксперимент, в ходе которого были собраны данные по более чем 170 тысячам запросов к веб-серверам, что дало обширную базу для последующего анализа.

Понятие экспресс-анализа подразумевает оперативную обработку результатов без глубокого, всестороннего системного подхода. Тем не менее, в ряде случаев экспресс-анализ позволяет выявить чётко формализуемые зависимости в данных.

В данном случае был проведён анализ реляционных данных, представляющих из себя обработанные результаты сбора экспериментальных данных. Производилась группировка бинарного поля – признака наличия атаки с использованием того или иного параметра. При этом были использованы результаты отсеечения «весомых» параметров на основе предыдущего исследования. Вычисления были произведены с помощью программного комплекса Microsoft SQL Server 2000.

Распределение данных по астрономическому часу дня. Хорошо заметно гладкое распределение обычных запросов по времени суток (рис. 1) и явные пики на диаграмме атак (рис. 2). Тем не менее, с помощью экспресс-анализа эту закономерность описать и объяснить достаточно сложно. Распределение опасных запросов по дням недели (рис. 3) и месяца не вносит ясности в картину. Распределение атак по большим временным промежуткам носит достаточно случайный характер.

Распределение данных по астрономическому часу дня

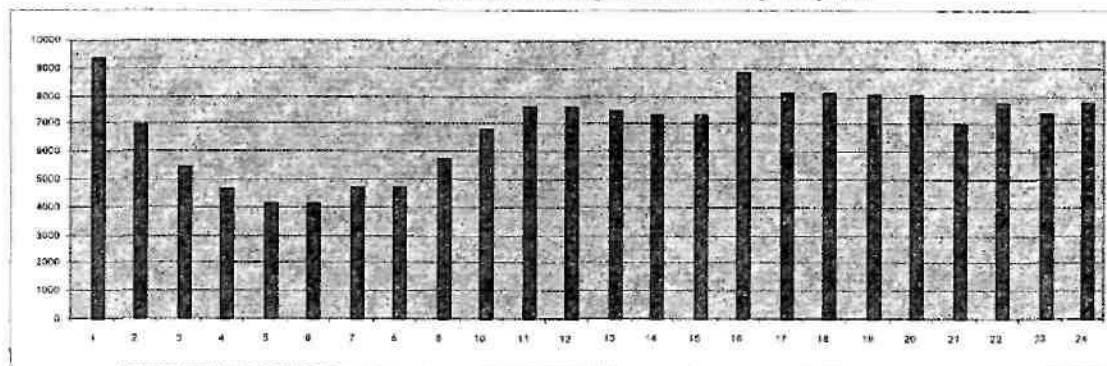


Рис. 1. Распределение по времени суток опасных запросов

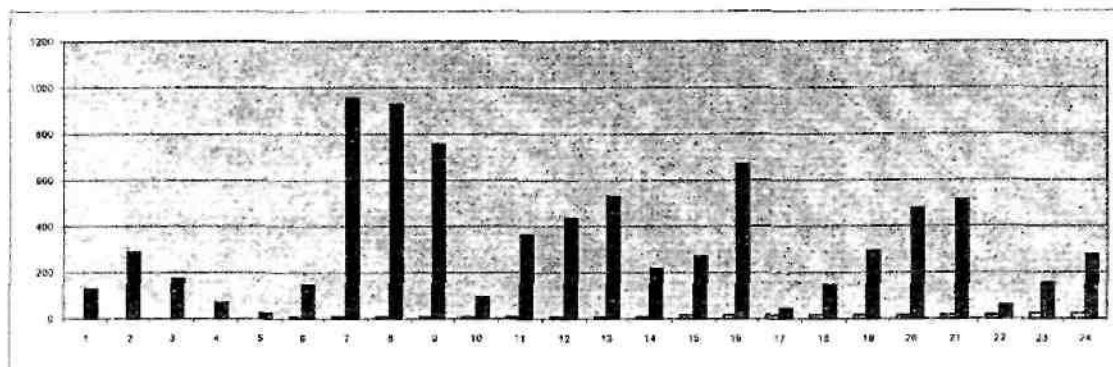


Рис. 2. Распределение по времени суток опасных запросов

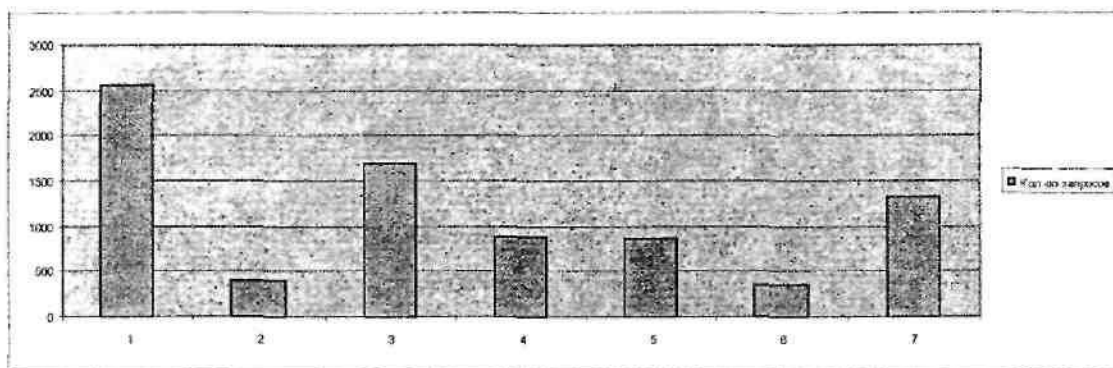


Рис. 3. Распределение по дням недели опасных запросов

Распределение по методу запроса. Протокол HTTP определяет ряд методов, с помощью которых выполняется запрос. Каждый метод имеет свои особенности выполнения и набор дополнительных параметров. Наиболее важными и часто используемыми являются следующие:

- GET – обычный запрос, данные передаются через строку запроса.
- POST – запрос в обработки html формы. Данные передаются в теле запроса. Практическая ценность – гораздо больший объём передаваемых данных.
- HEAD – аналогичен методу GET; отличие – сервер отдаёт клиенту только заголовок ответа, обрезаая непосредственно данные.

Распределение для «неопасных» хитов:

GET	157958
HEAD	5829
POST	1265
-	32

Распределение для «опасных» хитов:

GET	8054
HEAD	2

Налицо явная дифференциация атак по признаку типа запроса.

Распределение по признаку наличия строки запроса. Протокол HTTP позволяет передать дополнительные параметры запроса в строке запроса. Это ряд значений типа

<имя переменной>=<закодированное значение>.

Распределение для «неопасных» запросов:

Нет	144229
Есть	20855

Распределение для «опасных» запросов:

Нет	8047
Есть	9

В очередной раз видна чёткая зависимость: в случае атак практически всегда присутствует строка запроса.

Распределение по времени, прошедшему с момента текущего запроса данного клиента. Отметим, что данное распределение a priori имеет определённую погрешность, связанную с тем, что в Интернете можно определить только логический IP-адрес, с которого был осуществлён запрос. Действительно, привязаться к конкретному клиенту, будь то человек или специальное программное обеспечение, технически невозможно. Построить «сессию» можно только в том случае, если клиент поддерживает специальные расширения протокола HTTP – “cook-

ies**». С большой долей вероятности, атакующий агент не будет поддерживать такой механизм (статистически это доказано ниже). Поэтому для данного исследования было создано специальное ПО, которое строило сессии запросов, исходя из анализа

логического адреса клиента и построения хэш-таблиц на основе этого адреса (табл. 1).

Логарифмическая диаграмма числа запросов показывает наличие определённых зависимостей, но не раскрывает их до конца (рис. 4).

Таблица 1

Распределение запросов по критерию времени, прошедшего с предыдущего обращения

		Неопасные	Опасные	Неопасные, %	Опасные, %
1	1сек	4224	2444	2,559	30,338
2	2сек	3408	1784	2,064	22,145
3..5	3-5сек	8229	1810	4,985	22,468
6..10	6-10сек	11783	1043	7,137	12,947
11..20	11-20сек	10935	240	6,624	2,979
21..60	21-60сек	23770	118	14,398	1,465
61..120	1-2мин	16752	13	10,147	0,161
120..600	2-10мин	17100	8	10,358	0,099
600..1800	10-30мин	4971	43	3,011	0,534
1800..3600	30-60мин	2334	17	1,414	0,211
3600..7200	1-2ч	1830	20	1,108	0,248
7200..14400	2-4ч	1693	34	1,026	0,422
14400..86400	4-24ч	5589	20	3,385	0,248
86400..432000	1-5сут	6782	11	4,108	0,137
432000..864000	5-10сут	2780	8	1,684	0,099
	10-30сут	1396	6	0,846	0,074
	Не было	41512	437		
		165088	8056		

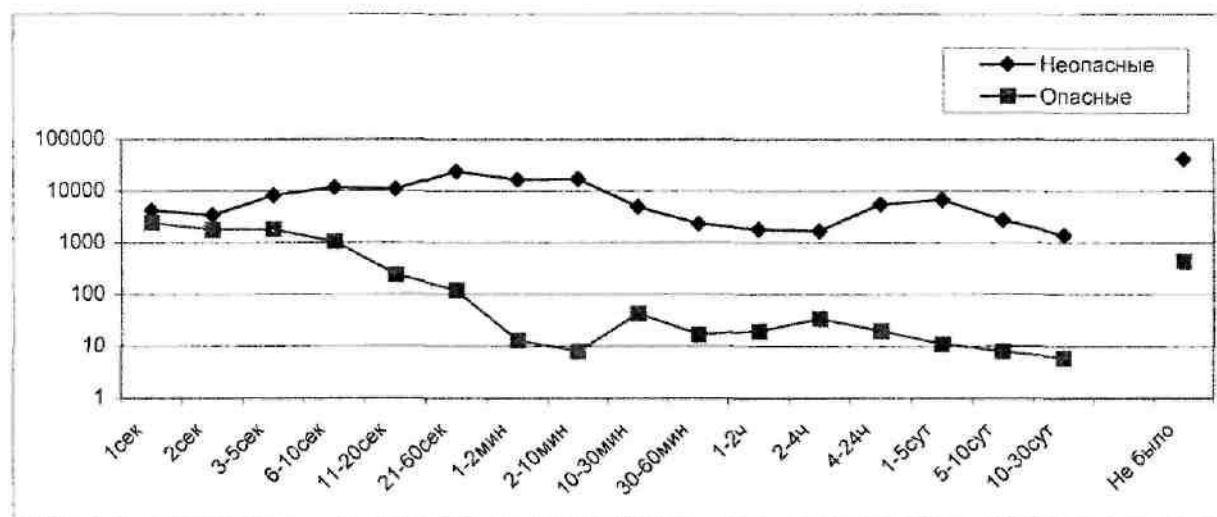


Рис. 4. Распределение запросов по критерию прошедшего времени с предыдущего запроса

* Cookies — это специальный блок данных, который веб-сервер может передать клиенту, а клиент, поддерживающий данное расширение, обязан передать на сервер при последующих запросах к конкретному ресурсу. Фактически, это единственный надёжный механизм осуществления поддержки контекста запроса

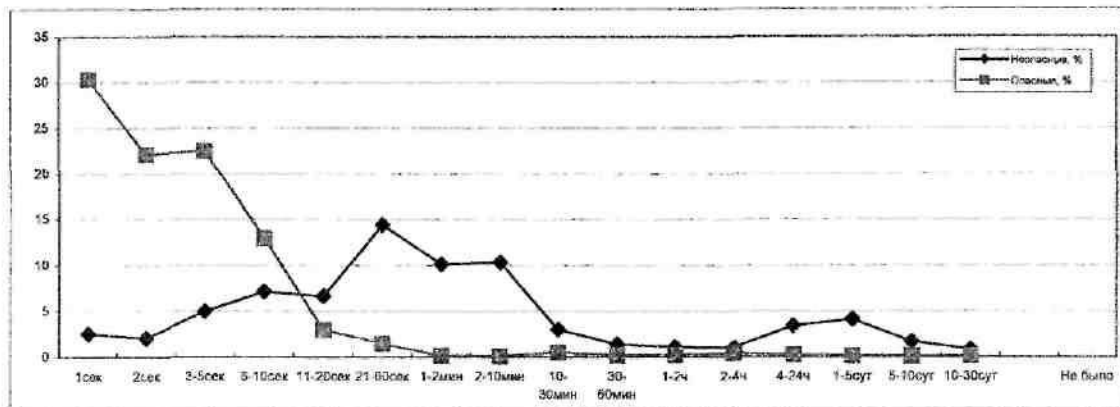


Рис. 5. Распределение запросов по критерию прошедшего времени с предыдущего запроса, % от общего числа

Картина распределения становится нагляднее, если построить диаграмму по процентам запросов за определенный период (рис.5). Картина «обычных» запросов вполне соответствует эмпирическим ожиданиям — пользователь запрашивает следующий документ как правило через 21–60 секунд после начала знакомства с предыдущим. Картина атак абсолютно иная — очевидно, что специальное ПО буквально обрушивает на сервер шквал запросов, пытаясь по известным шаблонам определить существующие уязвимости.

Распределение по признаку наличия «правильного» поля User Agent. В протоколе HTTP определена возможность клиентского ПО идентифицировать себя с помощью текстовой строки, однако формат такой строки не определен. Таким образом, программист волен определять этот параметр по своему усмотрению либо не передавать его совсем. Однако, наиболее распространенные на рынке браузеры Microsoft Internet Explorer и Netscape/Mozilla, а также совместимые с ними используют достаточно строгий формат этого поля, примерный образец которого приведен ниже:

Mozilla/4.0 (compatible; MSIE 5.0; Win32).

Данное поле, таким образом, пригодно для анализа типа клиентского ПО. Применение же инструментария Regular Expressions позволяет достаточно точно определить, выдает ли себя клиентское ПО за обычный браузер или нет. Однако, после синтаксического анализа данного параметра запросов из собранной выборки с помощью шаблонов для наиболее популярных браузеров получилось следующее распределение:

Для неопасных запросов:

«Правильный браузер»	102927
«Неправильный браузер»	62157

Для опасных запросов:

«Неправильный браузер»	8038
«Правильный браузер»	18

Как видно, клиентское ПО для осуществления атак даже не пытается «притвориться» обычным браузером.

Распределение по признаку наличия Cookie.

Как описывалось выше, для поддержки контекста серии запросов в протоколе HTTP применяются так называемые cookie. Анализ наличия этого параметра при запросе показал следующее:

Для неопасных запросов:

Нет cookie	144554
Есть cookie	20530

Для опасных запросов:

Нет cookie	8049
Есть cookie	7

Очевидно, что в подавляющем большинстве случаев атакующий субъект не интересуется поддержанием контекста запросов.

Распределение по признаку наличия ссылающейся страницы. Протокол HTTP допускает указание адреса в Интернет, откуда «пришел» пользователь на текущую страницу. Эта возможность удобна для анализа типичных путей пользователя по конкретному сайту, а также для определения тех ресурсов в сети Интернет, которые посчитали нужным сослаться на одну из Ваших страниц.

Результат анализа следующий:

Для неопасных запросов:

Нет ссылающейся страницы	76962
Есть ссылающаяся страница	88122

Для опасных запросов:

Нет ссылающейся страницы	8050
Есть ссылающаяся страница	6

Синтез функции ξ на основе экспресс-анализа. Выше мы получили очевидные доказательства того, что природа сетевых атак на веб-серверы имеет специфические особенности, чётко видные даже при относительно поверхностном анализе.

Мы получили значения вероятности факта атаки на основе отдельных параметров запроса. Попробуем сформировать эту вероятность на основе всего кортежа весовых параметров.

Рассмотрим отдельный параметр p_n . Исходя из таблиц распределения, полученных в предыдущей части исследования, мы можем построить функции $P_n^0(p_n)$ – вероятность того, что данный запрос не является атакой на основе значения параметра P_n и $P_n^1(p_n)$ – вероятность того, что данный запрос является атакой на основе значения параметра P_n . Отметим, что выше рассмотрены полные группы независимых событий, и сами вероятности того, что запрос является атакой, и того, что запрос не является атакой, также представляют из себя полную группу событий, то $P_n^0(p) + P_n^1(p) = 1$.

Рассмотрим анализ вероятности атаки на основе двух параметров – p_1 и p_2 . Вероятности того, что запрос не является атакой на основе отдельных параметров p_1 и p_2 , являются, соответственно, $P_1^0(p_1)$ и $P_2^0(p_2)$. Так как ранее показано, что параметры запроса независимы друг от друга, то вероятность того, что запрос не является атакой на основе совокупности этих параметров,

$$P_{12}^0(p_1, p_2) = P_1^0(p_1) \cdot P_2^0(p_2).$$

Аналогично, для вероятности того, что запрос является атакой,

$$P_{12}^1(p_1, p_2) = P_1^1(p_1) \cdot P_2^1(p_2).$$

Рассуждая аналогично для всей совокупности параметров,

$$\xi = \prod_{i=1,n} P_i^1(p_i).$$

M.A. Ralnikov, M.G. Levin

ATTACK CHARACTER STATISTIC FEATURES UPON WEBSERVER IN TELE-LINED SYSTEMS

УДК 658.01:004(036)

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬЮ ПРЕДПРИЯТИЯ

В.М. Каравайков, Н.Н. Афанасьева

На основе анализа предметной области и потребностей пользователей разработана инфологическая модель системы управления энергоэффективностью предприятия. С использованием методов реляционного моделирования разработан алгоритм информационной поддержки принятия управляющего воздействия в системе управления энергоэффективностью. При разработке компьютерной программы учтено требование к созданию дружественных для пользователей интерфейсов.

Разработанная нами система управления энергоэффективностью предприятия [1] носит иерархический

Таким образом, на основе всего множества параметров мы получили вероятность того, что данный запрос является атакой. В данном случае мы также можем получить функцию ξ_0 , которая характеризует вероятность того, что запрос не является атакой:

$$\xi_0 = \prod_{i=1,n} P_i^0(p_i).$$

Исходя из совокупности значений данных функций для конкретного запроса, мы можем сделать вывод о предполагаемой опасности запроса и его корреляции с понятием «атака».

В частности, предлагается использовать для оценки запроса отношение:

$$\xi_n = \xi / \xi_0.$$

В данном случае значение параметра $\xi_n > 1$ означает повышенную вероятность атаки, значение < 1 показывает, что запрос, скорее всего, атакой не является. При внедрении реальной системы администратор имеет возможность выбора данного коэффициента, исходя из критерия необходимой надёжности системы.

Таким образом, данная методика обладает перед существующими решениями двумя наиболее важными преимуществами:

- Выявляются как известные заранее типы атак, так и новые. Несмотря на технические различия в реализации атак, как правило, все они обладают сходными характерными особенностями.

- Система является гибко конфигурируемой, базируясь на определении критерия опасности. Администратор имеет возможность установить порог, при превышении которого запрос будет определён как опасный.

Внедрение методики распознавания атак на основе статистического анализа позволяет уменьшить простои ИС и, тем самым, избежать экономических потерь.

характер, предусматривающий сочетание централизованного управления или контроля с автономностью ее частей.

Выделены три уровня управления:

1-й уровень — управление работой оборудования и технологическими процессами, в том числе и на основе анализа энергетических балансов отдельных рабочих центров.

2-й уровень — оперативное управление ходом производственного процесса по направлениям использования энергии на основе анализа энергетических балансов производственного подразделения (цеха).

3-й уровень — планирование работы и формирование управляющего воздействия на основе нормирования расходов энергии, разработки и реализации программы управления энергопотреблением на предприятии на основе анализа энергетических балансов предприятия.

База данных в системе управления энергоэффективностью представляет собой интегрированную совокупность специальным образом организованных (структурированных) данных и связей между ними. Иными словами, это датологическое представление информации о предметной области. Проектирование базы данных начинается с анализа предметной области и возможных запросов пользователей. В рассматриваемой системе управления пред-

метной областью является энергоэффективность текстильного производства. Пользователи — персонал энергетического менеджмента. Потребности указанных пользователей в информационном обеспечении рассмотрены в работе [2].

Описательную (неформальную) модель предметной области, семантически определяющую сведения (сущности) из предметной области и связи между ними, интересующие пользователей базы данных представим в виде инфологической (информационно-логической) модели. Отметим, что инфологические модели второго и первого уровня управления энергоэффективностью имеют аналогичные атрибуты, что и на третьем уровне. На рис. 1 представлена инфологическая модель «Третий уровень системы управления энергоэффективностью».

Для описания и анализа процесса формирования управляющего воздействия в системе управления энергоэффективностью предприятия в данной работе применяется реляционное моделирование. В основе реляционного моделирования лежат табличные методы и средства представления данных и манипулирования ими на основе точных математических методов [3].

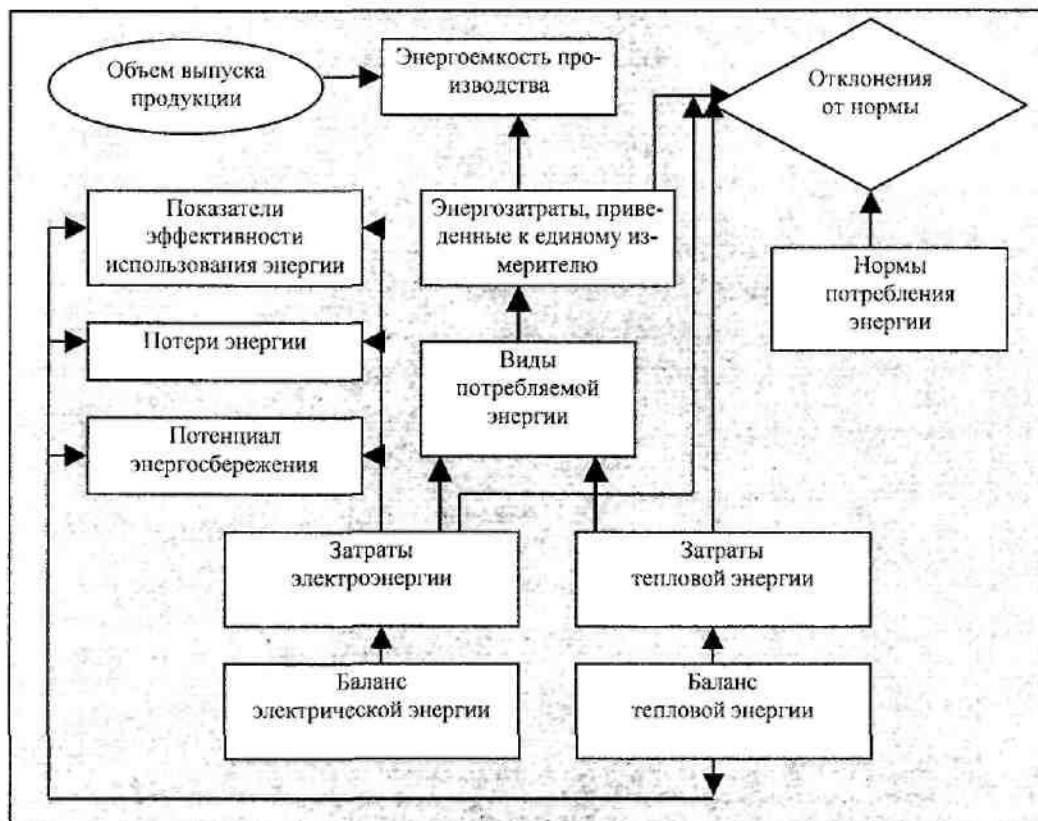


Рис. 1. Инфологическая модель «Третий уровень системы управления энергоэффективностью»

Таблица 1

Матрица энергопотребления цеха

		Установка					Размерность
		Установка1	Установка2	Установка3	...	Установка m1[j]	
Цех	Цех1	$X1_{i,1,1}$	$X1_{i,1,2}$	$X1_{i,1,3}$	$X1_{i,1,k}$	$X1_{i,1,m1[j]}$	Определяется видом энергии (i)
	Цех2	$X1_{i,2,1}$	$X1_{i,2,2}$	$X1_{i,2,3}$	$X1_{i,2,k}$	$X1_{i,2,m1[j]}$	
	Цех3	$X1_{i,3,1}$	$X1_{i,3,2}$	$X1_{i,3,3}$	$X1_{i,3,k}$	$X1_{i,3,m1[j]}$	
	Цех4	$X1_{i,4,1}$	$X1_{i,4,2}$	$X1_{i,4,3}$	$X1_{i,4,k}$	$X1_{i,4,m1[j]}$	
	...	$X1_{i,j,1}$	$X1_{i,j,2}$	$X1_{i,j,3}$	$X1_{i,j,k}$	$X1_{i,j,m1[j]}$	
	Цех m2	$X1_{i,m2,1}$	$X1_{i,m2,2}$	$X1_{i,m2,3}$	$X1_{i,m2,j}$	$X1_{i,m2,m1[j]}$	

Таблица 2

Матрица потребления энергии предприятием

		Подразделения					Размерность
		Цех1	Цех2	Цех3	...	Цех m2	
Вид энергии	Q тепловая энергия	$X2_{1,1}$	$X2_{1,2}$	$X2_{1,3}$	$X2_{1,i}$	$X2_{1,m2}$	Гкал
	W электрическая энергия	$X2_{2,1}$	$X2_{2,2}$	$X2_{2,3}$	$X2_{2,i}$	$X2_{2,m2}$	кВт*ч
	T топливо	$X2_{3,1}$	$X2_{3,2}$	$X2_{3,3}$	$X2_{3,i}$	$X2_{3,m2}$	тонна (м ³)
	M вода	$X2_{4,1}$	$X2_{4,2}$	$X2_{4,3}$	$X2_{4,i}$	$X2_{4,m2}$	м ³
	...	$X2_{i,1}$	$X2_{i,2}$	$X2_{i,3}$	$X2_{i,i}$	$X2_{i,m2}$...
	n-й вид энергии	$X2_{n,1}$	$X2_{n,2}$	$X2_{n,3}$	$X2_{n,i}$	$X2_{n,m2}$...

Рассмотрим процесс формирования управляющего воздействия на втором и третьем уровнях системы управления.

На втором уровне управления энергоэффективностью рассчитываются следующие показатели:

1. *Энергопотребление цеха*: двухмерный массив $X2$, который характеризует потребление энергии по каждому ее виду в каждом цехе.
2. *Потери энергии цеха*: двухмерный массив $XP2$, который характеризует потери энергии по каждому ее виду в каждом цехе.
3. *Потенциал энергосбережения цеха*: двухмерный массив $Ptl2$, который характеризует потенциал сбережения энергии по каждому ее виду в каждом цехе.

Исходные данные для расчета:

- Трехмерный массив, характеризующий потребление различных видов энергии в каждом цехе на каждой установке, $X1$. Передается с первого уровня управления.

Соответствующий трехмерный массив $X1_i$ (потребление i-го вида энергии) имеет вид:

$$X1_i = \begin{pmatrix} X1_{i,1,1} & \dots & X1_{i,1,k} & \dots & X1_{i,1,m1[j]} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ X1_{i,j,1} & \dots & X1_{i,j,k} & \dots & X1_{i,j,m1[j]} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ X1_{i,m2,1} & \dots & X1_{i,m2,k} & \dots & X1_{i,m2,m1[j]} \end{pmatrix}, \quad (1)$$

где j (номер строки) — производственный цех;

m2 — количество производственных цехов;

k (номер столбца) — производственная установка;

m1[j] — количество установок;

$X1_{ijk}$ — количество затраченной в процессе производства энергии (для i-го вида энергии в j-м цехе на k-й установке).

Каждый элемент массива $X1$ имеет свою размерность в зависимости от вида энергии (i).

Матрица энергопотребления цеха представлена в таблице 1.

- Трехмерный массив, характеризующий **потери** различных видов энергии в каждом цехе на каждой установке, $XP1$. Передается с первого уровня управления.

- Трехмерный массив, характеризующий **потенциал сбережения** различных видов энергии в каждом цехе на каждой установке, $Ptl1$. Передается с первого уровня управления.

Матрицы потерь энергии и потенциала энергосбережения аналогичны по структуре матрице энергопотребления (табл. 1).

Рассчитываем **потребление энергии** различных видов в цехе по всем установкам:

$$X2_{ij} = \sum_{k=1}^{m1[j]} X1_{ijk} \quad (2)$$

$X2_{ij}$ — суммарное потребление i-го вида энергии в j-м цехе по всем установкам.

Каждый элемент массива имеет свою размерность в зависимости от вида энергии.

Аналогично рассчитываем $XP2_{ij}$ – суммарные потери i -го вида энергии в j -м цехе по всем установкам и $Ptl2_{ij}$ – суммарный потенциал сбережения i -го вида энергии в j -м цехе по всем установкам.

На третьем уровне управления рассчитываются параметры энергопотребления для предприятия в целом.

Матрица энергопотребления предприятия приведена в таблице 2. Каждая строка матрицы имеет свою размерность в зависимости от вида энергии.

Модули автоматизации работы на втором и третьем уровнях аналогово-структурной модели управления энергоэффективностью [1] включают расчеты реляционных моделей энергопотребления, потерь энергии и потенциала энергосбережения на всех уровнях управления.

Блок-схема реализации алгоритма расчетов на втором и третьем уровнях управления представлена на рис. 2 и 3. Для простоты описания алгоритма входные и выходные параметры описываются как массивы.

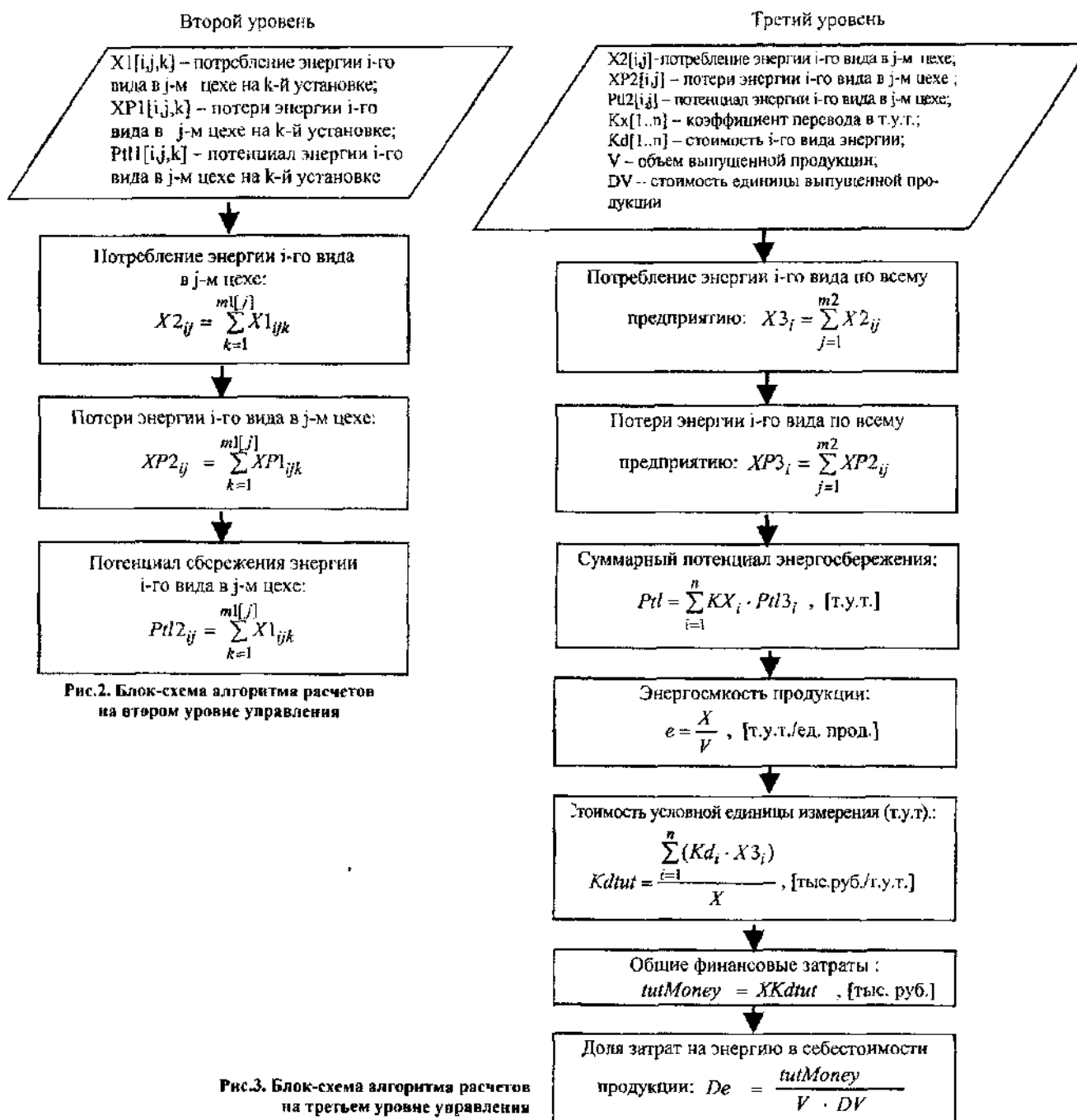


Рис.2. Блок-схема алгоритма расчетов на втором уровне управления

Рис.3. Блок-схема алгоритма расчетов на третьем уровне управления

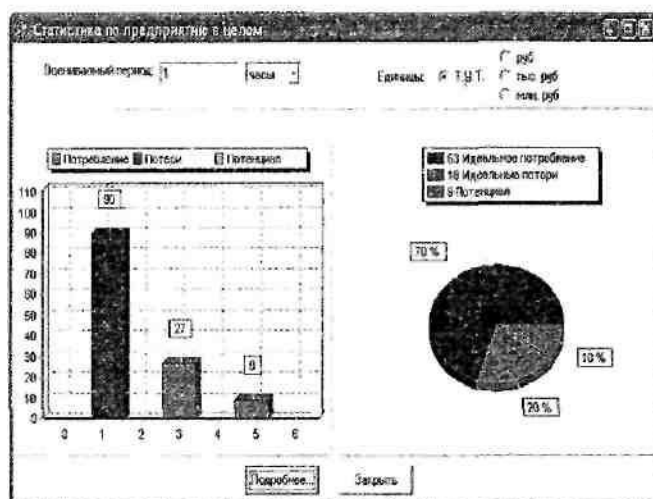


Рис.4. Статистика по потреблению энергетических ресурсов предприятием в целом

При разработке программы, соответствующей приведенному алгоритму, мы руководствовались современным требованием, заключающимся в необходимости разработки дружелюбных для пользователей интерфейсов, основанных на знании о том, какая информация нужна потребителям информационных систем. Приведем примеры интерфейсов работы составленной программы.

В окне, показанном на рис.4, выводится статистика по потреблению энергетических ресурсов предприятием в целом. В левом верхнем углу формы указывается оцениваемый период, в правом верхнем углу задаются единицы измерения. На левом графике отображаются параметры потребления в виде столбчатой диаграммы – потребление энергии, потери и потенциал энергосбережения. На правом графике в круговой диаграмме отображаются: полезно используемая энергия, невозвратные потери энергии, потенциал энергосбережения.

В следующем окне (рис.5) показывается статистика энергопотребления по каждому виду

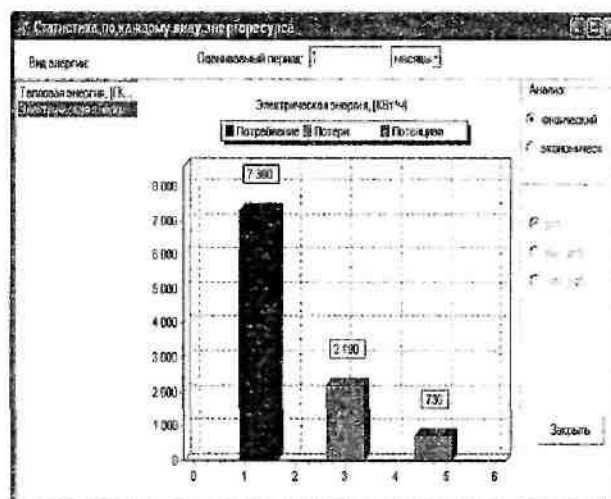


Рис.5. Статистика по каждому виду энергоресурса

энергоресурса: потребление энергоресурса, потери по каждому виду энергии, потенциал энергосбережения по виду энергии. На графике отображаются параметры потребления определенного вида энергоресурса, выбранного из списка в левой части формы. В правой части формы выбираются методы анализа, в верхней части – оцениваемый период.

Выводы

1. На основе анализа предметной области и потребностей пользователей разработана инфологическая модель системы управления энергоэффективностью предприятия.
2. С использованием методов реляционного моделирования разработан алгоритм информационной поддержки принятия управляющего воздействия в системе управления энергоэффективностью.
3. При разработке компьютерной программы учтено требование к созданию дружелюбных для пользователей интерфейсов.

Литература

1. Каравайков В.М. Система управления энергоэффективностью текстильного производства//ИВУЗ Технология текстильной промышленности. — 2003. — №4.
2. Каравайков В.М. Организация энергетического менеджмента текстильного предприятия: Монография. — Кострома: КГТУ, 2003. — 175 с.
3. Саукап Рон. Проектирование реляционных систем баз данных. — М.: Русская редакция, 1998.

V.M. Karavaykov, N.N. Afansjeva
 DECISION MAKING INFORMATION SUPPORT
 IN ENTERPRISE ENERGY EFFICIENCY MANAGEMENT

УДК: 681.3

ОБЪЕКТНО - ОРИЕНТИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ МОДЕЛЕЙ ВЛИЯНИЯ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛИ СВОЙСТВ ТЕРРИТОРИИ

Н.Г. Асинчугов, А.Б. Гнатюк, Б.А. Староверов

Существует круг задач административно-хозяйственного управления, требующих для своего решения разностороннего и глубокого изучения территориального взаимодействия производительных сил и природных ресурсов, введения пространства в качестве дополнительного измерения развития объектов и явлений, выявления взаимосвязей пространственного характера. К таким задачам можно отнести задачи управления различными системами, неотъемлемой частью которых является пространственное взаимодействие составляющих их частей на некоторой территории. Данные системы принято называть *пространственно-распределенными* или географическими системами. В качестве примера можно привести единицы административного деления (от федеративного уровня до муниципального), энергетические и сырьевые комплексы, системы коммуникаций, национальные и транснациональные корпорации, банковские системы и т.д.

Разработано множество схем повышения эффективности принятия управленческих решений, в том числе автоматизированных, основанных на использовании модели пространственно-распределенной системы (территории). Моделирование необходимо для предварительной оценки качества принимаемых решений и проигрывания различных сценариев развития ситуации. Залогом успешного функционирования таких систем управления является создание адекватной модели территории. Для решения подобных задач применяют геоинформационные системы (ГИС).

В ГИС-технологии наиболее важными являются задачи пространственного анализа и моделирования. Пространственное моделирование представляет собой сочетание аналитических и имитационных математических моделей и координатно-локализованной (геометрической) информации в процессе изучения окружающей действительности. Пространственно-распределенные системы, безусловно, относятся к разряду сложных систем, соответственно построение модели территории в контексте управления такими системами должно учитывать принципы их проектирования, а именно: декомпозицию, абстракцию и иерархию.

В настоящее время наиболее прогрессивной технологией программирования является объектно-ориентированное проектирование или программирование (ООП). ООП есть результат эволюции более ранних методологий программирования в направлении большей структурированности, модуль-

ности и абстрагированности. Это обеспечивается благодаря трем основным свойствам: инкапсуляции, наследованию и полиморфизму. Более того, структура ООП в определенном смысле аналогична структуре представления данных в ГИС-технологии, что делает естественным применение данного подхода при моделировании пространственно-распределенной системы. Это следует из того, что в ГИС, с точки зрения топологии, все объекты делятся на три класса: точечные, линейные, полигональные. Причем точечный объект строго определяется парой координат (X, Y) , линейный объект определяется списком пар координат (X, Y) , описывающих положение узлов ломаной, а полигональный объект является замкнутым линейным объектом.

При построении моделей пространственного влияния объектов целесообразно применить функции влияния [1]. Теоретически каждый объект, принадлежащий исследуемой территории, оказывает на данный элементарный участок территории определенное влияние, которое можно выразить с помощью функции расстояния от объекта до этого участка.

В обобщенном виде функция влияния, охватывающая класс точечных объектов, будет иметь вид:

$$S_{ij} = f_{VT}(S_j, R_j, r_{ij}, \alpha_{ij}, c_j). \quad (1)$$

В выражении (1) аргументами являются: коэффициент веса влияния объекта S_j , радиус влияния R_j , расстояние между i -той текущей точкой территории и данным j -тым объектом r_{ij} , направление (угл) влияния α_{ij} . Введена также дополнительная переменная c_j , являющаяся кодом типа функции влияния. По существу, в ООП c_j код есть указатель на функцию, по которой вычисляется величина влияния j -того объекта в i -той текущей точке.

Параметры S_j , R_j также являются функциями от r_{ij} , α_{ij} и c_j . Поэтому при формировании точечного объекта как элемента списка в ООП выражение (1) декомпозируется в следующую последовательность методов: определение коэффициента веса S (c_j); определение диапазона (радиуса) влияния R (r_{ij} , c_j); определение расстояния $r(P_i)$; определение направления $\alpha(P_i)$; определение позиции (координат) текущей точки территории P_i : $X_i(P_i)$, $Y_i(P_i)$.

Следующим в иерархии классов идет класс линейных объектов. В соответствии с выражением влияние линейного объекта f_L представляется множеством функций влияния точечных объектов f_{VT} , поэтому линейный объект в ООП наследует все

свойства точечного объекта. Отличие состоит в том, что свойство текущей точки территории определяется только одной ближайшей точкой, принадлежащей линейному объекту. В целом модель влияния M_L определяется кортежем (упорядоченным множеством) значений f_{VT} . Поэтому дополнительно необходимо указать на начало полилинии (на вершину P_i) и ввести функцию для определения коэффициента веса $S_j(l_j, c_j)$ в зависимости от расстояния l_j вдоль полилинии от вершины до текущей точки полилинии P_j и кода способа вычисления c_j . Аналогично переопределяется диапазон влияния $R_j(\alpha_{ij}, l_j, c_j)$, чтобы получить полный набор моделей линейных объектов.

Необходимо также, используя свойство полиморфизма, переопределить метод расчета расстояния r_{ij} , который реализуется алгоритмом решения топологической задачи по вычислению кратчайшего расстояния между текущей точкой P_i и полилинией L_j .

В результате получается список, описывающий влияние объектов на прилегающую территорию:

Точечные объекты

$M_T := f_{VT}(S_j, R_j, r_{ij}, \alpha_{ij}, c_j)$ — модель точечного объекта;
 $S_j := S(c_j)$ — коэффициент веса;
 $R_j := R(\alpha_{ij}, c_j)$ — диапазон влияния;
 $r_{ij} := r(P_i)$ — расстояние;
 $\alpha_{ij} := \alpha(P_i)$ — направление;
 $X_j := X(P_j), Y_j := Y(P_j)$ — координаты текущей точки;
 $A := \sum \max$ — указатель на способ объединения модели;
 $F := 0,1$ — флаг учета объекта.

Линейные объекты

$M_L := f_{VL}(\sum f_{VT})$ — модель линейного объекта;
 $S_j := S(l_j, c_j)$ — коэффициент веса;
 $R_j := R(l_j, \alpha_{ij}, c_j)$ — диапазон влияния;
 $r_{ij} := r_{ij}^*$ — переопределенное вычисление расстояния;
 $l_j := l(P_i, P_j)$ — текущая длина полилинии;
 $X_T := X(P_i), Y_T := Y(P_i)$ — координаты вершины полилинии;
 $X_j := X(P_j), Y_j := Y(P_j)$ — координаты текущей точки полилинии.

Полигональные объекты

$M_V := M_L$ — модель полигонального объекта;
 $I_{ij} := I(V_j, P_i)$ — принадлежность точки полигону.

Класс полигональных объектов является прямым наследником класса линейных объектов. Дополнительно в описание объекта необходимо ввести метод определения принадлежности текущей точки территории P_i полигону V_j . Назовем этот метод функцией принадлежности $I_{ij} = I(V_j, P_i)$. Он реализуется алгоритмом определения количества пересечений вертикали, опущенной из точки P_i , с полилинией L_j , являющейся границей полигона V_j . В зависимости от значения этой функции меняется функция вычисления влияния. Например, при $I_{ij} = 1$ (точка P_i лежит в V_j) функция $f_v = \text{const}$, при $I_{ij} = 0$ (точка P_i лежит вне V_j) функция $f_v = 0$ (полигон без внешнего влияния) или $f_v = f_{VL}$ (полигон с внешним влиянием). Далее необходимо осуществить объединение влияния всех объектов в каждой текущей точке территории.

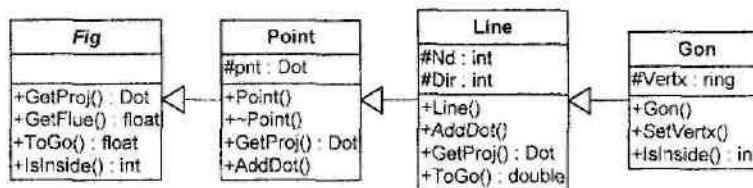


Рис.1. Иерархия классов объектов ГИС

На рис.1 представлена диаграмма обобщения классов объектов ГИС по топологическим свойствам в нотации UML [2].

Модели пространственного влияния однотипных объектов, в свою очередь, получают путём процедур наследования и полиморфизма, как наглядно показано на рис.2,3,4.

Будем считать приведенный на рис.2 тип влияния объекта основным, однако в придачу к основному типу влияния любой объект может обладать дополнительным влиянием (противоположным по знаку). Например, ТЭЦ благоприятно влияет на окружающую территорию с точки зрения её тепло-

снабжения и отрицательно с точки зрения загрязнения воздуха. Таким образом, можно получить модель влияния на территорию объекта с учетом положительных и отрицательных факторов (рис.3). Зачастую тип влияния объекта на территорию зависит от направления из объекта на исследуемый участок территории (если влияние объекта неоднородно в зависимости от направления из объекта) например розы ветров (рис.4). Представленную на рис. 4 картину можно получить, умножив полученную величину влияния в исследуемой точке на безразмерный коэффициент k , зависящий от α . Такая зависимость обычно задается таблично. В случае

линейного объекта часто необходимо учитывать удаление от начала объекта. Например, при моделировании выброса вредного вещества в реку с удале-

нием от источника концентрация вредного вещества будет уменьшаться (рис.5).

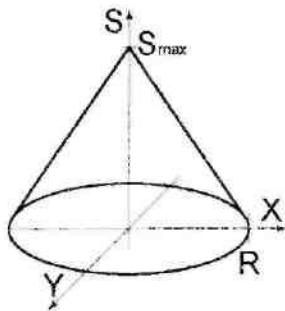


Рис.2. Трехмерное представление влияния объекта на окружающую его территорию

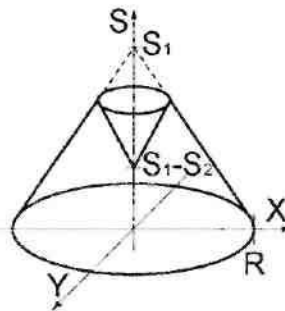


Рис.3. Комплексная модель влияния

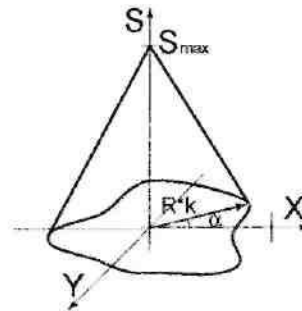


Рис.4. Модель влияния «Роза ветров»

α	k
0°	0,8
45°	1,2
90°	1
135°	0,6
180°	1,4
225°	0,7
270°	0,9
315°	1,1

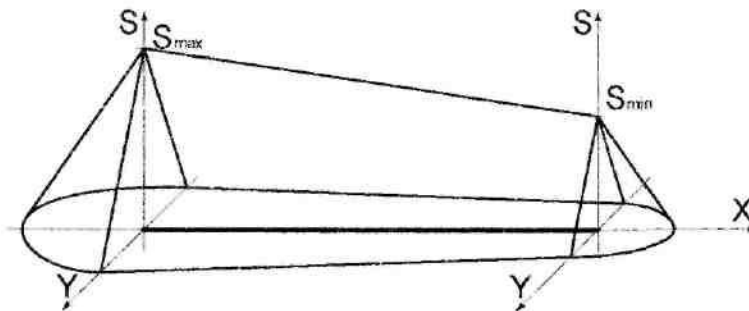


Рис.5. Модель влияния линейного объекта с учетом удаления от его начала

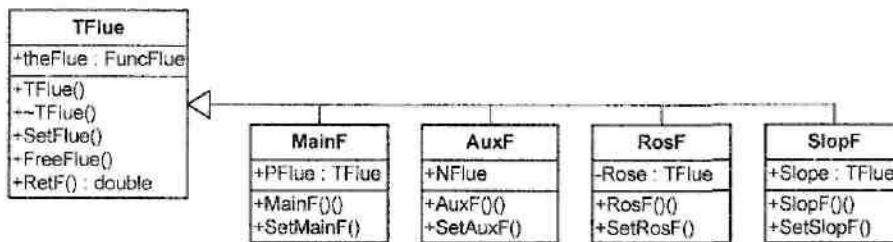


Рис.6. Иерархия классов моделей влияния

Приведенные выше примеры моделей влияния объектов на окружающую территорию необходимо объединить в иерархию классов. На рис.6 представлена диаграмма обобщения классов моделей влияния.

Затем путем множественного наследования, получают абстрактные классы фигур с учетом комбинации различных моделей влияния (рис.7), от которых в дальнейшем будут наследованы классы точечных, линейных и полигональных фигур. В свою очередь, они будут использоваться для получения пространственных моделей влияния этих объектов на окружающую территорию.

В представленных диаграммах не учитывается форма закона влияния. Однако для понимания

принципов построения модели влияния объекта на окружающую территорию этого достаточно. На основе представленных классов строятся объекты, учитывающие свойства непосредственно топологических объектов на местности, которые представляют собой составные части модели одной из элементарных подсистем исследуемой пространственно-распределенной системы. Такая модель представляет собой трехмерный рельеф, состоящий из впадин и холмов, которые отражают положительное или отрицательное влияние объектов, составляющих эту подсистему. Затем, различным образом комбинируя модели подсистем (рельефы влияния), можно получить результирующую модель свойств пространственно-распределенной системы.

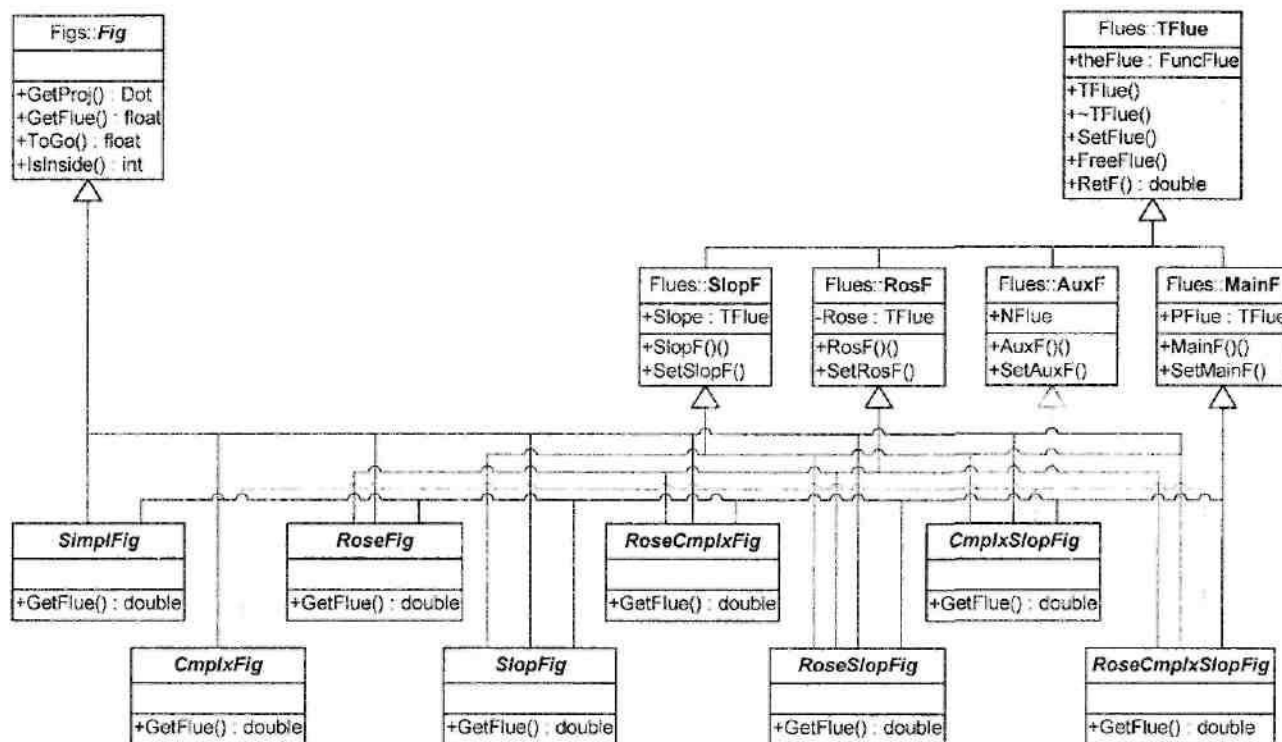


Рис.7. Абстрактные классы фигур с учетом комбинации моделей влияния

Литература

1. Гнатык А.Б. (ИГТУ) Построение пространственных моделей оценки территории на основе ГИС. — Кограф-96: Тезисы докладов международной конференции по компьютерной геометрии и графике (Н.-Новгород 21—24 мая, 1996 г.) — Н.-Новгород, 1996.
2. Г. Буч, Д. Рамбо, А. Джекобсон. Язык UML: Руководство пользователя: Пер. с англ. — М.: ДМК, 2000. — 432 с.

N. Asinchugov, A.Gnatyuk, B.Staroverov
 OBJECT-ORIENTATION DESIGNING OF EFFECT SPACE MODELS
 FOR TERRITORY PROPERTY MODEL CONSTRUCTION

УДК 677.022.782.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ТРЕХМЕРНОЙ МОДЕЛИ ПАКОВКИ

П.Н.Киселев, П.Н.Рудовский, С.В.Палочкин

В статье рассматриваются вопросы, связанные с построением трехмерной графической модели паковок крестовой мотки, на основе экспериментальных данных, полученных с использованием метода теневого сечения.

Программное обеспечение предназначено для устройства [1], позволяющего оценивать форму паковок крестовой мотки. Разработанное программное обеспечение позволяет построить трехмерную модель паковки и на основе ее анализа определять ряд параметров, характеризующих качество паковок.

Входными данными для построения трехмерной модели являются видеоролики, получаемые с цифровой камеры, входящей в состав устройства.

Ролики сохраняются в формате MOV. Для получения информации обо всей поверхности паковки снимаются три ролика: с двух торцов и боковой поверхности. Каждый ролик содержит видеoinформацию, получаемую за один полный оборот паковки.

Алгоритм получения трехмерной модели паковки представлен на рис 1.

На первом этапе пользователем вводится ряд параметров, которые необходимы для работы про-

грамм: это масштаб изображения, цвет паковки, максимальное изменение координаты контура паковки (МИК), рабочая область и путь к файлам видеороликов.



Рис. 1. Алгоритм получения трехмерной модели паковки

Для определения масштаба при съемке видеоролика на одном уровне с паковкой устанавливается мерный отрезок, изображение которого имеется на одном из кадров видеоролика. Пользователь с помощью «мыши» вводит координаты начала и конца мерного отрезка по изображению. Таким образом, программа получает координаты двух точек на изображении и высчитывает количество пикселей между ними. После чего рассчитывает масштаб изображения как количество пикселей в одном сантиметре. Масштаб сохраняется после обработки паковки в настройках программы, и пользователь мо-

жет не переопределять его значение, если настройка устройства для съемки видеороликов не изменилась.

Решение задачи определения контура паковки сводится к выделению более яркой, чем фон, области паковки на изображении. Для автоматизированного определения границы профиля паковки необходимо задать ее цвет. Это делает пользователь указанием при помощи «мыши» на наиболее темную точку, принадлежащую паковке. Координаты цвета этой точки используются также для определения границ профиля бобины на кадрах. Все пиксели, которые темнее указанного цвета, не будут принадлежать области паковки.

Для определения границы профиля производится последовательный просмотр точек изображения и определение их цвета. При изменении цвета точки с цвета фона на цвет паковки ее координата считается границей профиля паковки. Однако для решения задачи о принадлежности точки к контуру паковки одного признака цвета недостаточно, так как изображение может содержать отдельные точки, имеющие цвет, не совпадающий с цветом паковки, но принадлежащие ей. Причиной появления таких точек на изображении могут быть мелкие соринки и тени, возникающие на поверхности паковки от отдельных нитей. Для определения принадлежности конкретной точки изображения к профилю паковки используется дополнительный параметр, условно названный максимальным изменением координаты контура паковки (МИК). Он определяет максимально возможное отклонение считываемой координаты от предыдущей. Таким образом, если текущая точка имеет МИК больше заданного, то считается, что она не принадлежит к профилю паковки, и поиск точки профиля в текущем столбце продолжится до нахождения корректной координаты.

На втором этапе происходит процесс разбивки роликов на кадры. Для этого используется набор управляющих команд из библиотеки Quicktime, которая предназначена для работы с видеозображением, хранящимся в формате MOV. Каждый видеоролик разбивается на кадры, которые хранятся в графическом файле со стандартным расширением BMP.

На третьем этапе происходит процесс подготовки полученных кадров к считыванию координат профиля. Он заключается в том, что от исходного изображения отсекается часть, не принадлежащая паковке и поэтому не несущая полезной информации. Это позволяет ускорить процесс получения координат контура паковки. Процесс отсечения может быть осуществлен двумя способами. Оба способа работают на стандартной функции BitBlt по обработке файлов типа BMP, в свою очередь она обращается к низкоуровневым функциям библиотеки

qtmdclient.dll, таким как DrawPicture, ClosePicture, KillPicture. Первый выбирает рабочую область изображения автоматически. Границы выбираются следующим образом. Ищется нижняя и верхняя строка на изображении, которая содержит определенный процент пикселей, принадлежащих паковке, аналогично для левого и правого столбцов. Затем осуществляется небольшое расширение границ области для того, чтобы учесть все неровности профиля. При втором способе пользователь должен сам определить границы рабочей области для каждого ролика.

На четвертом этапе производится считывание координат профиля в память. Программа начинает считывание с первого кадра первого ролика и до последнего кадра в третьем ролике. Обработка кадров осуществляется следующим образом. Находится начало паковки путем сканирования кадра по столбцам из левого нижнего угла до того пикселя, цвет которого светлее, чем цвет, заданный в начальных параметрах, как цвет паковки. Найденный пиксель будет являться началом профиля паковки, причем, если этот пиксель находится посередине сканируемого столбца, то процесс поиска продолжается до нахождения пикселя, находящегося в самой нижней строке кадра. После того как найден начальный столбец, его верхняя точка считается нулевой, и от нее начинается процесс считывания координат. Координаты хранятся в виде векторов $(0; -2; 3; -1; \dots; n)$ размерностью 320. Причем количество значимых элементов может варьироваться в зависимости от длины профиля паковки текущего кадра.

После считывания координат и записи их в память следует пятый этап — построение трехмерной модели. Для построения трехмерной модели сечения, полученные на предыдущем этапе, должны быть расположены в определенных плоскостях, причем отсчет плоскостей при построении боковой

каждое последующее сечение повернуто относительно предыдущего на угол

$$t=360^\circ/n, \quad (1)$$

где n — количество кадров за один оборот паковки.

Построение модели реализовано с использованием библиотеки OpenGL. Ее построение происходит следующим образом [2,3]. При построении боковой поверхности первое сечение строится в плоскости ZY таким образом, что координаты профиля откладываются от начала оси Y, затем происходит поворот на t градусов вокруг оси Y, и строится следующее сечение. Построение торцевой поверхности производится аналогично, с той лишь разницей, что координаты его сечений откладываются относительно оси Z.

Работая с моделью, пользователь может сделать разрез в необходимом сечении и посмотреть параметры, такие как высота отдельных неровностей, средний диаметр в сечении, отклонение от среднего диаметра.

Построенную модель можно сохранить в базе данных для накопления статистики, а также последующего восстановления параметров паковки в конкретных условиях наматывания. В качестве ядра базы данных выбрано Microsoft Jet, которое используется в СУБД Microsoft Access.

По построенной модели можно вычислить ряд показателей, характеризующих качество паковки. В программном продукте на каждой стадии производится проверка на наличие ошибок, и если она будет обнаружена, то пользователю выведется соответствующее сообщение с пояснением причины ошибки.

Таким образом, разрабатываемое программное обеспечение в комплексе с устройством позволяет более полно оценить качество паковки, форми-

УДК 801.541.20

К ВОПРОСУ О ПРОЕКТИРОВАНИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ИНТЕРФЕЙСА*В.П. Зубков, Д.В. Блувштейн*

Ивановский государственный энергетический университет

Рассмотрен пример математической задачи. Приведена семантическая сеть первого уровня, соответствующая задаче. При формировании семантических сетей использовались интеллектуальный интерфейс и Программа приобретения знаний. Не все понятия, присутствующие в тексте задачи, имеются в семантических сетях. Возникает необходимость организации интеллектуального диалога на базе интеллектуального интерфейса. Рассмотрены процессы функционирования интеллектуального интерфейса для данной задачи.

Рассмотрим пример задачи, текст которой имеет следующее содержание: «В вершинах A_1, B, D куба $ABCD A_1 B_1 C_1 D_1$, ребро которого равно a , помещены точечные заряды q . Выразить результирующую напряженность создаваемого ими электрического поля в точках A и C_1 через вектор AC_1 . Найти абсолютную величину результирующей напряженности в точках C и B_1 , в центре грани $A_1 B_1 C_1 D_1$ и в центре куба. Напряженность определяется по следующему правилу. Если в точке O находится точечный заряд q , то напряженность E создаваемого им электрического поля в точке M выражается формулой $E = (k \cdot q) / OM^3 \cdot OM$, где коэффициент k зависит от выбора системы единиц». По сформулированному тексту в создаваемой системе «Интеллектуальная система автоматизированного программирования» создаются семантические сети задачи первого (ЗдчСемС1) и второго (ЗдчСемС2) уровней. В семантической сети первого уровня выделяются лексемы и образуется семантическая сеть, учитывающая смыслы, изложенные в толковых словарях. Семантическая сеть второго уровня привязывается к предметной области задачи, принимая во внимание классификационные (КлСемС), функциональные (ФСемС), понятийные (ПСемС) семантические сети. При стыковке КлСемС, ФСемС, ПСемС и ЗдчСемС1 создается ЗдчСемС2. При данной операции и при отсутствии информации необходим диалог на основе ИИИ для пополнения отсутствующими знаниями семантических сетей.

Допустим, что в семантических сетях имеется следующая информация. В КлСемС содержится:

- 1 ((Геометрический объект)(Точка(Заглавная буква без индекса или с индексом) (Точка – вид геометрического объекта))Вид)
- 2 (Геометрический объект) ((Плоский геометрический объект)())Вид)
- 3 (Геометрический объект) ((Пространственный геометрический объект)())Вид)
- 4 (Геометрический объект)((Линия)())Вид)
- 5 (Плоский геометрический объект)((Линия)())Вид)
- 6 (Плоский геометрический объект)((Плоскость) (Три заглавные буквы без индекса или с индексом))Вид)
- 7 (Плоский геометрический объект)((Фигура)())Вид)

В ФСемС имеется:

- 1(Значение 1(Слагаемое))(Сложение(Операция +) (Символ «+» или «add»)) входное данное)
- 2(Значение 2(Слагаемое))(Сложение(Операция +) (Символ «+» или «add»))входное данное)
- 3(Сложение(Операция +))(Сумма(Результат)())выходное данное)
- 4(Значение 3 (Уменьшасное)) (Вычитание (Операция -) (Символ «-» или «sub»))входное данное)
- 5(Значение 4(Вычитаемое))(Вычитание(Операция -) (Символ «-» или «sub»))входное данное)
- 6(Вычитание(Операция -))(Разность(Результат) (выходное данное))

В ПСемС имеется:

- 1(Вершина куба(Определяемое понятие)) (Определение вершины куба(Определение: Пересечение трех смежных граней)(Заглавные буквы алфавита без индекса или с индексом))Есть)
- 2(Грань куба (Определяемое понятие)) (Определение грани куба(Определение: Конечная часть ограничивающей плоскости куба, ограниченная парно смежными ребрами, лежащими в этой же плоскости)())Есть)
- 3(Точечный заряд (Определяемое понятие)) (Определение понятия(Определение: Первичное понятие. Имеет электрический заряд) () Есть)

В ЗдчСемС1 имеется:

- 1(Точечные заряды(Словосочетание)) (q(Слово)) Какие)
- 2(Точечные заряды(Словосочетание))(В вершинах (Словосочетание))Помещены)
- 3(В вершинах (Словосочетание)) (A_1, B, D (Словосочетание)) Каких)
- 4(В вершинах(Словосочетание))(куба $ABCD A_1 B_1 C_1 D_1$ (Словосочетание))Чего)
- 5(Ребро(Слово)) (куба $ABCD A_1 B_1 C_1 D_1$ (Словосочетание))Чего)
- 6(Ребро(Слово))(a(Слово))Равно)
- 7(Результирующую напряженность (Словосочетание)) (Через вектор AC_1 (Словосочетание) Выразить)
- 8(Результирующую напряженность (Словосочетание)) (Электрического поля (Словосочетание)) Чего)
- 9(Электрического поля (Словосочетание)) (Создаваемого точечными зарядами q (Словосочетание))Какого)
- 10(Создаваемого точечными зарядами q (Словосочетание)) (В точках A и C_1 (Словосочетание))Где)
- 11(Абсолютную величину результирующей напряженности(Словосочетание))(В точках C и B_1 (Словосочетание))Найти)

- (12(Абсолютную величину результирующей напряженности(Словосочетание))(В центре грани $A_1B_1C_1D_1$ (Словосочетание))Найти)
- (13(Абсолютную величину результирующей напряженности(Словосочетание))(В центре куба (Словосочетание))Найти)
- (14(Напряженность(Словосочетание))(По следующему правилу(Словосочетание)) Определяется)
- (15(Если в точке O (Словосочетание))(Точечный заряд q (Словосочетание))Находится)
- (16(То напряженность E (Словосочетание)) (Формулой $E = (k \cdot q) / OM^3 \cdot OM$ (Словосочетание)) Выражается)
- (17(Коэффициент k (Словосочетание))(От выбора системы единиц (Словосочетание))Зависит)

В приведенных списочных структурах описано содержание семантических сетей, существующее до разбора данной текущей задачи, и приведена семантическая сеть первого уровня задачи. Приведена семантическая сеть первого уровня, соответствующая задаче. При формировании семантических сетей использовались ИИи и ППрЗ (Программа Приобретения Знаний). Из рассмотрения приведенных семантических сетей видно, что не все понятия, которые присутствуют в тексте задачи, имеются в семантических сетях. Поэтому возникает необходимость организации интеллектуального диалога на базе ИИи. Рассмотрим более подробно процессы функционирования ИИи для данной задачи. В интеллектуальной системе автоматизированного программирования (ИСАП) за разбор текста на естественном языке ответственна подсистема анализа текста на естественном языке (САТЕЯ), у которой имеются несколько режимов функционирования. Основной режим – работа в качестве независимой компоненты. Выходными данными при таком функционировании являются синтаксическая сеть, семантическая сеть первого уровня, морфологическая информация, в этом случае имена файлов с выходной информацией фиксированы. Одним из дополнительных режимов является обращение к подсистеме с указанием имен для файлов с синтаксической, семантической и морфологической информацией. В классификационной семантической сети отсутствует информация о слове «куб», о словосочетаниях «точечные заряды», о слове «вершина», о словосочетаниях: «результатирующая напряженность», «электрическое поле», «абсолютная величина», «центр грани», «центр куба», «система единиц»; о словах: «вектор», «грань», «формула», «коэффициент», «выбор», «единица». Отсутствие обнаруживается при сопоставлении КЛСемС и ЗдчСемС1. Аналогично при сопоставлении ПСемС и ЗдчСемС1 обнаруживается отсутствие понятий «точечный заряд», «вершина», «куб» и т.д.

При сопоставлении классификационных семантических полей происходит выделение понятий и слов в каждой вершине и соответственно в каждой характеристике, если она присутствует, на основании

морфологической, синтаксической и семантической информации, хранящихся для каждой вершины семантических сетей. Такая информация хранится в одном экземпляре, и из каждой вершины имеется ссылка на соответствующую информацию. В данном случае это здесь не показано. Анализатор семантических сетей (АСемС) может вызываться из любого программного приложения с указанием семантической сети и режима работы. Например, если для АСемС указать ПСемС, то она преобразуется следующим образом:

- (1(Вершина куба (Определяемое понятие)) (Определение вершины куба (Определение: Пересечение трех смежных граней куба)(Заглавные буквы алфавита без индекса или с индексом)) (Есть))
- (2(Грань куба (Определяемое понятие)) (Определение грани куба(Определение: Конечная часть ограничивающей плоскости куба, ограниченная попарно смежными ребрами, лежащими в этой же плоскости)) (Есть))
- (3(Точечный заряд(Определяемое понятие)) (Первичное понятие(Пояснение. Имсет электрический заряд)) (Есть))
- (4(Куб(Определяемое понятие))(?(?)(?)) (E))
- (5(Грань(Определяемое понятие))(?(?)(?)) (E))
- (6(Заряд(Определяемое понятие))(?(?)(?)) (E))
- (7(Смежные грани (Определяемое понятие)) (?(?)(?) (E))
- (8(Попарно смежные ребра (Определяемое понятие)) (?(?)(?) (E))
- (9(Плоскость куба (Определяемое понятие))(?(?)(?) (E))
- (10(Электрический заряд (Определяемое понятие)) (?(?)(?) (E))

Из полученной новой ПСемС видно, что АСемС исследовал понятия в вершинах и характеристиках на предмет их встречаемости в начальной вершине. Если такого понятия не имеется, АСемС вставляет это новое понятие в начальную вершину и снабжает конечную вершину, характеристики и связи знаками вопросов. Имеется компонента КСемС (Корректировка Семантической Сети), с помощью которой можно удалить, изменить, вставить информацию в семантическую сеть. С помощью ССемС (Сопоставителя Семантических Сетей) для двух указанных сетей и определения базовой сети выделяются, в зависимости от указанного режима работы, понятия, отношения, характеристики и дополняются недостающими элементами в базовой семантической сети. Например, если для программной компоненты ССемС указать две семантические сети ПСемС и ЗдчСемС1 и указать в качестве базовой ПСемС, а также, что сопоставляться должны понятия, то после сопоставления она примет следующий вид:

- (1(Вершина куба (Определяемое понятие)) (Определение вершины куба(Определение: Пересечение трех смежных граней куба)(Заглавные буквы алфавита без индекса или с индексом)) (E))
- (2(Грань куба (Определяемое понятие)) (Определение грани куба(Определение: Конечная часть ограничивающей

- шей плоскости куба, ограниченная попарно смежными ребрами, лежащими в этой же плоскости)) (Есть)
 (3(Точечный заряд (Первичное понятие) (Пояснение. Имеет электрический заряд)) (Есть)
 (4(Куб(Определяемое понятие))(?(?)?) (??)
 (5(Грань(Определяемое понятие))(?(?)?) (??)
 (6(Заряд(Первичное понятие))(?(?)?) (??)
 (7(Смежные грани (Определяемое понятие))(?(?)?) (??)
 (8(Попарно смежные ребра (Определяемое понятие) (?(?)?) (??)
 (9(Плоскость куба (Определяемое понятие))(?(?)?) (??)
 (10(Центр грани куба (Определяемое понятие) (?(?)?) (??)
 (11(Вершина(Определяемое понятие))(?(?)?) (??)
 (12(Ребро куба (Определяемое понятие))(?(?)?) (??)
 (13(Результирующая напряженность (Определяемое понятие) (?(?)?) (??)
 (14(Абсолютная величина (Определяемое понятие) (?(?)?) (??)
 (15(Абсолютная величина результирующей напряженности(Определяемое понятие) (?(?)?) (??)
 (16(Напряженность (Определяемое понятие) (?(?)?) (??)
 (17(Вектор (Определяемое понятие))(?(?)?) (??)
 (18(Электрическое поле (Определяемое понятие) (?(?)?) (??)
 (19(Точка (Первичное понятие) (?(?)?) (??)
 (20(Коэффициент(Первичное понятие))(?(?)?) (??)
 (21(Правило (Определяемое понятие))(?(?)?) (??)
 (22(Формула (Определяемое понятие))(?(?)?) (??)
 (23(Система единиц (Определяемое понятие) (?(?)?) (??)

Как видно из приведенного примера, после анализа семантической сети появилось 7 неопределенных понятий, а после сопоставления еще 13. Это до того, как были бы определены понятия после анализа. Это не значит, что с каждой задачей объем семантических сетей значительно увеличивается.

В данном случае ИИИ должен организовать диалог по каждому неопределенному понятию. Например, берется первое неопределенное понятие «куб» и выдается просьба в виде «Дайте определение понятию «куб»». Пользователь либо сможет ввести определение, либо не сможет. В обоих случаях пользователя нужно вести, т.е. управлять им. В первом случае ИИИ должен ввести определение и передать управление ППрЗн, которая, разместив в нужном месте информацию в таблице, начнет исследовать другие семантические сети на предмет проверки недостаточности информации. В данном случае выяснится, что в классификационной сети отсутствует понятие «куб». Вопросы или сообще-

ния, которые выдает ИИИ, готовит ППрЗн. ППрЗн, используя информацию в КлСемС, может последовательно готовить такие вопросы: «Куб – это геометрический объект ? (ответ: да или нет)», «Куб – это пространственный геометрический объект ?», «Как обычно куб обозначается?». После выдачи сообщений ИИИ и в случае положительных ответов КлСемС изменится следующим образом:

- (1(Геометрический объект)(Точка(Заглавная буква без индекса или с индексом)(Точка – вид геометрического объекта)) (Вид)
 (2(Геометрический объект) (Плоский геометрический объект)(Вид)
 (3(Геометрический объект) (Пространственный геометрический объект)(Вид)
 (4(Геометрический объект) (Линия)(Вид)
 (5(Плоский геометрический объект) (Линия)(Вид)
 (6(Плоский геометрический объект)(Плоскость(Три главные буквы без индекса или с индексом) (Вид)
 (7(Плоский геометрический объект) (Фигура)(Вид)
 (8(Пространственный геометрический объект) (Куб (Шесть заглавных букв без индекса или с индексом) (Вид)

В случае невозможности ввода определения пользователем подсистема ИИИ начинает следующий диалог, предполагая, что при оказании методической помощи пользователь сможет ввести определение понятия «куб». Не исключается при этом наличие полного отказа от ввода определения. В этом случае заканчивается работа с текстом данной задачи. Методическая помощь заключается в следующем. Организуется контекстный поиск с помощью компоненты КнПСемС (Контекстный Поиск в Семантической Сети) по всем семантическим сетям. ППрЗн упорядочивает найденные сообщения и начинает из них формировать сообщения, которые могли бы натолкнуть пользователя на подходящее определение. Перед этим, как и в предыдущем случае, ППрЗн начинает работать с классификационной семантической сетью. В данном докладе описаны подготовительные действия для организации диалога с помощью ИИИ. Подробно не раскрыты действия, предпринимаемые при следующих определениях интерфейса. Интерфейс – это набор видимых извне операций. Интерфейс – набор сигнатур открытых операций.

Литература

1. Попов Э.В. Общение с ЭВМ на естественном языке. — М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1982. — 360 с.

D.V. Bluvshiteyn, V.P. Zubkov
 TO PROBLEM OF INTELLECTUAL INTERFACE PROJECT

ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

УДК 004: 674.02

ПОДСИСТЕМА КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА КАК КОМПОНЕНТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ФАНЕРНОГО ЛУЩЕНОГО ШПОНА

*Ю.Л. Лустгартен, Д.В. Меженин, Л.Г. Фокина**

В настоящее время предприятия стремятся повысить эффективность производства, качество и конкурентоспособность продукции, снизить ее себестоимость. Развитие рыночной экономики в России, выход отечественных предприятий на зарубежные рынки сбыта продукции обусловили совершенствование существующих систем качества и необходимость их доведения до требований МС ИСО 9000. В связи с этим актуальными являются задачи контроля качества продукции, по которому можно будет оценить характеристики поставляемого сырья и эффективность работы оборудования.

Исходя из особенностей технологического процесса получения фанерного лущеного шпона на комбинате ОАО "Фаншлит" (г. Кострома), приведенных в [1, 2], узким местом в рассматриваемом технологическом процессе является сортировка шпона, которая ведется без применения средств автоматизации контролерами деревообрабатывающего производства и сортировщицами шпона.

Задачи контроля качества, сортировки шпона и подбора сортов лущеного шпона¹ на фанеру решаются исходя из накопленного опыта работы, интуитивного знания материала (древесины), что, как правило, уменьшает скорость обработки. Характеристики государственных стандартов также не дают объективной и точной оценки окраски поверхности листа фанерного лущеного шпона.

Согласно требованиям, указанным в [3, 4], были выявлены показатели качества лущеного шпона, по которым должна проводиться сортировка. Сводные данные представлены в таблице. Во внутренних слоях фанеры допускаются пороки² древесины и дефекты³ обработки, не влияющие на ее каче-

ство и размеры и не превышающие ограничения, установленные в [3, 4] (см. столбцы 6–9 в таблице).

По данным таблицы можно выделить 3 основные группы, по которым сортируется шпон:

1. сорта для реализации (I, II, III, IV);
2. неформатный⁴ шпон;
3. шпон, идущий во внутренние слои фанеры (для I, II, III сорта, а также шпон для починки).

Учитывая изложенную в таблице классификацию, можно сделать вывод, что контроль качества и сортировку выходной продукции следует проводить на этапе обработки "сушильный цех – склад" (рис. 1).

Таким образом, для достижения целей — ускорения сортировки, исключения субъективизма при контроле качества шпона, оценки характеристик поставляемого сырья, определения эффективности работы оборудования, что в конечном итоге позволит снизить себестоимость продукции и повысить ее качество, необходимо пересмотреть существующую технологию сортировки шпона.

Разработка новой технологии сортировки шпона тесно связана с топографией распределения геометрических и оптических свойств на поверхности листа фанерного лущеного шпона. В связи с этим актуальной задачей является разработка неразрушающих методов количественной оценки пороков древесины и дефектов обработки на листе шпона, исследование характеристик структуры и окраски по поверхности листа фанерного лущеного шпона.

В соответствии с предлагаемыми способами определения пороков древесины и дефектов обработки, приведенными в [3, 4, 5], были проведены экспериментальные исследования, позволившие установить следующее:

1. Наличие точных сведений о поверхности листа лущеного шпона позволит перейти к практическому использованию автоматической сортировки шпона на этапе анализа внешнего вида поверхности.

¹ Шпон лущеный фанерный представляет собой листы, не имеющие рваных дефектов и вырубленные в соответствии с заданным размером.

² Пороки — недостатки отдельных участков древесины, снижающие ее качество и ограничивающие возможность ее использования.

³ Дефекты — пороки древесины механического происхождения, возникающие в ней в процессе заготовки, транспортирования, сортировки, штабелевки и механической обработки.

* Работа ведется под руководством д.т.н. Левина М.Г.

⁴ Неформатный шпон — листы шпона, размеры которых меньше заданного и могут иметь рваные дефекты. Неформатный шпон и шпон-рванина срощиваются в полноформатные листы и используются в производстве.

Таблица

Пороки древесины и дефекты обработки шпона

Наименование порока/дефекта	Сорт шпона				Сорта шпона для внутренних слоев фанеры				
	I В	II ВВ	III СР	IV С	для починки ⁵	I В ⁶	II ВВ ⁶	III СР ⁷	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1. Сучки ⁸ - здоровые сросшиеся светлые и темные - частично сросшиеся - выпадающие и отверстия от них и др. пороков	до 10 мм не учитываются			допускаются с трещинами шириной не более 1,5 мм	допускаются				
2. Трещины -- сомкнутые - разошедшиеся	до 200 мм не допускаются	допускаются			до 40 мм 25 шт. на лист	до 6 мм без ограничений до 25 мм 15 шт. на лист	до 10 мм без ограничений	до 70 мм без ограничений	до 100 мм без ограничений
3. Глазки светлые и темные	допускаются								
4. Прорость -- сросшаяся -- темная	не допускаются	как сросшийся сучок			до 40 мм	в размер вставки ⁹	допускается		
5. Ложное ядро	не допускаются	25% пов-ти листа	75 % поверхности листа		100 % поверхности листа				
6. Синевя, обесцвечивание	30 % пов-рхн. листа	50 % пов-рхн. листа	допускается						
7. - Пятнистость - Групповые прожилки	175×4 мм 7 шт. на лист 60×40 мм	250×10мм без ограничений допускаются	допускается						
8. Поперечный обрез, закоры, сколы и т.д.	не допускаются	до 75 мм			в размер вставки	допускаются			
9. Продольный обрез, горелая кромка	не допускаются	до 75 мм			в размер вставки	допускаются			
10. Гниль	не допускается				в размер вставки	допускается			

⁵ Для починки направляется полноформатный шпон⁶ Пережилка⁷ Неформатный шпон⁸ Сучки измеряют по наибольшему диаметру⁹ 60 × 32 мм

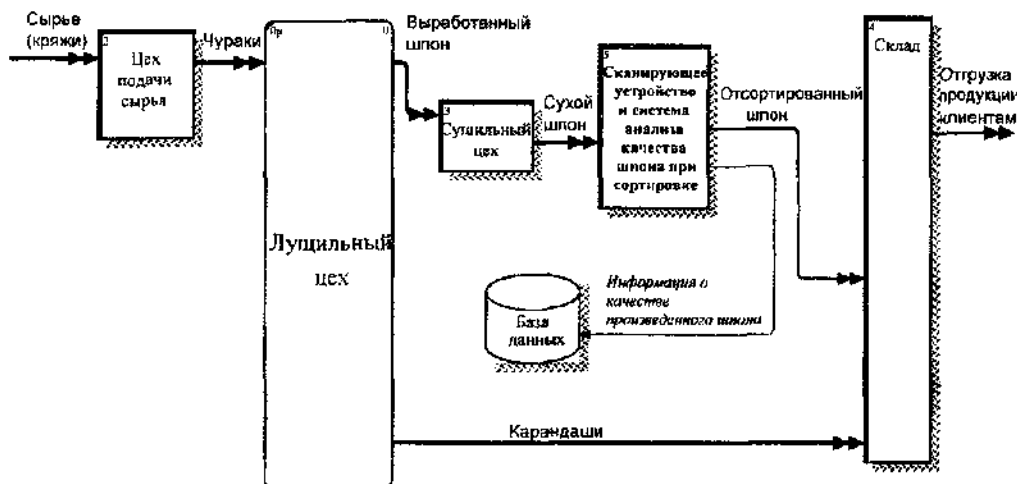


Рис. 1. Место системы анализа качества продукции в технологическом процессе лущения фанерного шпона

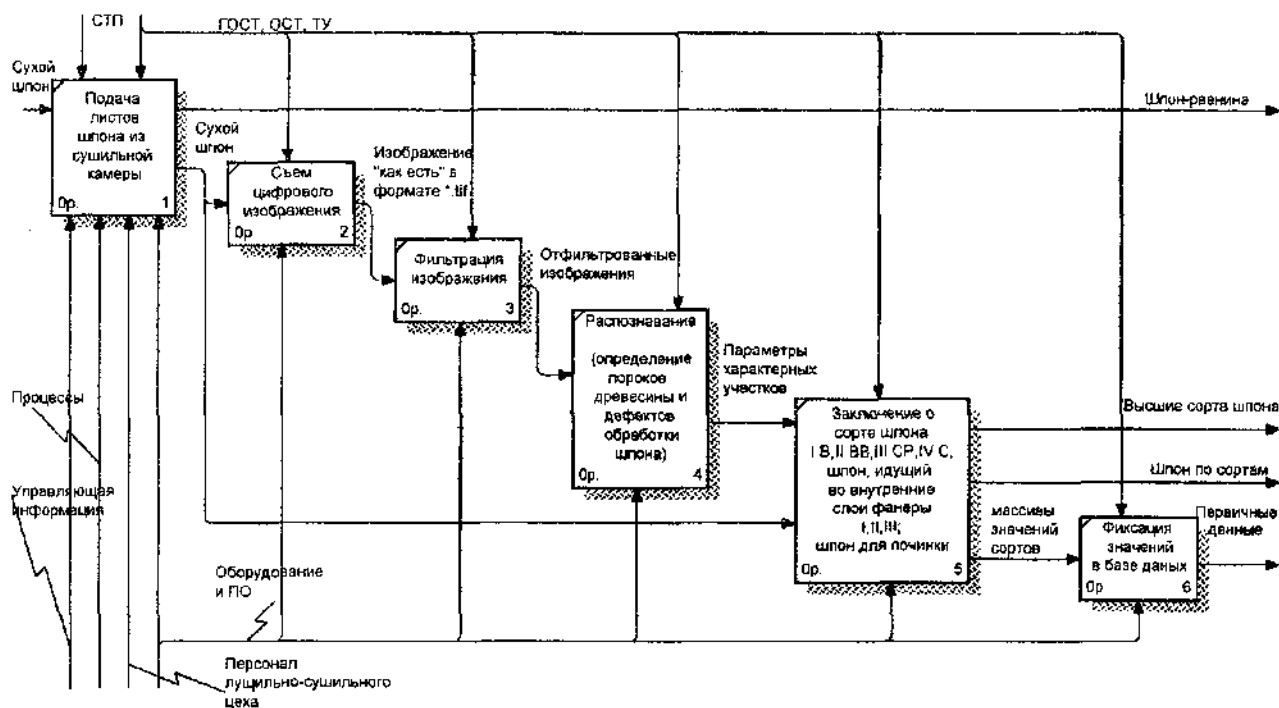


Рис. 2. Методика определения сортов шпона

2. Перспективным направлением в исследовании показателей качества фанерного лущеного шпона является использование компьютерной и видеотехники для оценки оптических свойств (основные достоинства: высокая точность, повсеместная распространённость компьютерного оборудования, возможность более подробной оценки цвета поверхности шпона, анализ, архивирование и высокая воспроизводимость результатов исследований).

По полученным данным была разработана методика, приведенная на рис.2.

Реализация данной методики позволяет установить показатели качества фанерного лущеного шпона в процессе его обработки. Целесообразно использовать сканирующее устройство и программное обеспечение для анализа качества шпона, позволяющие осуществлять автоматическую сортировку шпона и регистрировать в специализированной базе данных качественные и количественные показатели выработанной продукции. Реализация указанной системы будет соответствовать направлениям политики в области системы менеджмента качества на ОАО "Фанплит" согласно требованиям стандарта МС ИСО 9001:2000 [6].

Рассмотрим последовательность функционирования предложенной методики.

Этап 1. Лист луцёного шпона поступает из сушильной камеры.

Этап 2. Лист фанерного луцёного шпона сканируется в цифровое изображение в формате *.tif. (см. фрагмент изображения на рис.3.)

Этап 3. Происходит наложение цифровых фильтров на изображение с целью выделения затем-

ненных участков (содержащих предполагаемые дефекты и пороки), отсекаются ненужные для анализа участки листа (см. фрагменты изображений на рис.4 и рис.5).

Этап 4. При распознавании осуществляется идентификация пороков древесины и дефектов обработки шпона, их количества и геометрических и пр. характеристик.



Рис. 3. Изображение "как есть"



Рис. 4. Отфильтрованное изображение для выявления порока "ложное ядро"



Рис. 5. Отфильтрованное изображение для определения остальных пороков и дефектов

Образец №123			
Именованные дефекты	Кол-во	Характеристики	
Ложное ядро	1	76	0
Выставший сучок	2	12	0
Сучок частично сросшийся	1	7	0
Трещина разволокнившаяся	1	70	0
Трещина сомкнутая	1	67	0
Грибковые поражения	0	0	10

Установлен сорт | ВВ для внутренних слоев

Рис. 6. Заключение о сорте шпона

Этап 5. Подсчет числа идентифицированных пороков и дефектов, наличие которых позволяет отнести шпон к определенному сорту. Заключение о сорте шпона: высший сорт шпона; шпона, идущий

во внутренние слои фанеры; шпон для починки (см. фрагмент изображения на рис.6.).

Этап 6. Регистрация в базе данных MS Access качественных и количественных показателей вырабо-

танной продукции. Данные накапливаются, архивируются. Существует возможность ретроспективного просмотра информации, статистической обработки.

В ходе проведенных исследований были поставлены и решены следующие задачи:

1. Разработан неразрушающий метод количественной оценки пороков древесины и дефектов обработки на листе фанерного лущеного шпона.

2. Исследованы характеристики структуры и окраски по поверхности листа фанерного лущеного шпона.

3. Разработано программное обеспечение для автоматизированного съема изображения листа

шпона посредством сканирующего устройства, качественной оценки шпона с целью определения сорта, сохранения результатов.

4. Реализована возможность прогнозирования подбора (по сортам) листов шпона на фанеру при использовании полученных характеристик.

Вывод

Сформирована информационная модель дефектов. Данные, получаемые после этапов фильтрации и распознавания, послужат основой для принятия решений по совокупности признаков и позволят реализовать автоматизированную систему разбраковки фанерного лущеного шпона.

Литература

1. Левин М.Г., Харченко В.Б., Фокина Л.Г. Информационная модель технологического процесса получения фанерного лущеного шпона // Вестник КГТУ. — Кострома: КГТУ, 2003. — № 7. — С.105—108.
2. Фокина Л.Г. Получение технологической информации в условиях производства фанерного шпона // Молодежь. Образование. Экономика: Сб. статей / 4-я Всероссийск. студенч. и.-практич. конф. Часть 2. — Ярославль: Ремдер, 2003. — С.716—719.
3. ГОСТ 99-96. Шпон лущеный. Cut veneer. Specifications. Издание официальное. Москва, 1988.
4. Процесс сортировки шпона высших сортов. Технологическая инструкция 32.25001.00006. — ОАО «Фанплит», 2001.
5. Процесс сортировки шпона высших сортов. Технологическая инструкция 32.25001.00001. — ОАО «Фанплит», 2001.
6. Мифтахов Р.М. «Фанплит»: годы, события, люди. (К 90-летию предприятия). — Кострома: ФГУИПП «Кострома», 2003. — 136 с.

Yu.L. Lustgarten, D.V. Mezhenin, L.G. Fokina
QUALITY CONTROL SUBSYSTEM AS COMPONENT
OF CUT VENEER TECHNOLOGICAL PROCESS MANUFACTURE

УДК 338.45

СИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ КАЧЕСТВА МЕБЕЛИ

С.Б. Зварыгина, Л.Н. Галочкина

Рассматривается система нормативно-технического обеспечения качества мебели в свете нового закона о техническом регулировании.

С первого июля 2003 года вступил в силу Федеральный закон «О техническом регулировании». Закон коренным образом меняет всю систему нормативно-технического обеспечения в России, а также вносит существенные коррективы в продолжающуюся в настоящее время работу по пересмотру действующей и разработке новой научно-технической документации во всех отраслях хозяйственной деятельности, в том числе мебельном производстве. Новым законом установлены три основных вида технической документации: технический регламент, национальный стандарт и стандарт организации. Технические регламенты должны быть созданы в течение семи лет и подразумевают обязательное исполнение на федеральном уровне.

Государственную политику по национальным стандартам формирует и реализует Госстандарт России. Закон Российской Федерации «О стандартизации» предусматривает обеспечение безопасности продукции, технической и информативной совместимости, взаимозаменяемости, качества продукции, соответствия уровней техники и технологии.

В связи с огромным ассортиментом изделий из древесины — более двух тысяч наименований — создание системы государственных стандартов для каждой группы изделий представляется нецелесообразным. При разработке технического регламента главным направлением становится разработка стандартов организации или стандартов предприятия.

Целью стандартов предприятия (СП) является повышение конкурентоспособности мебельной продукции за счет создания и использования системы нормативных документов, определяющих требования к продукции, изготавливаемой на предприятии, ее разработку, производство и продажу. СП используются в текущей работе всех подразделений, их содержание должно соответствовать требованиям Государственных стандартов и руководящим указаниям по улучшению качества, разрабатываемым Международной организацией по стандартизации (ИСО – 9000). СП должны охватывать все этапы жизненного цикла продукции – маркетинговую деятельность; проектно-конструкторские разработки и освоение новых изделий; производственную деятельность, обеспечение материально-техническими и энергетическими ресурсами, оборудованием, инструментами (дереворежущим и измерительным); управление качеством продукции: входной контроль сырья, материалов, комплектующих, операционный и приемочный; внутренний аудит и гарантийное обслуживание.

Первоочередной задачей является подготовка СП по порядку разработки, оформлению и внедрению стандартов. Первыми СП должны быть «Классификатор дефектов» и «Управление несоответствующей продукцией», на нормативном регламенте которых строится в дальнейшем вся система СП. Разработку конкретных СП должны проводить соответствующие структурные подразделения предприятия по заданию, утвержденному генеральным директором.

Номенклатура СП для каждого предприятия зависит от условий производства, его технико-экономического уровня, конкурентоспособности продукции, сегментации рынка и др. Общим методологическим приемом создания СП является формирование блок-схемы регламентируемого процесса. В качестве примера на рис. 1 показана блок-схема процесса «Входной контроль сырья древесных материалов» при производстве мебельных изделий с участием контролеров и материалов отдела технического контроля (ОТК).

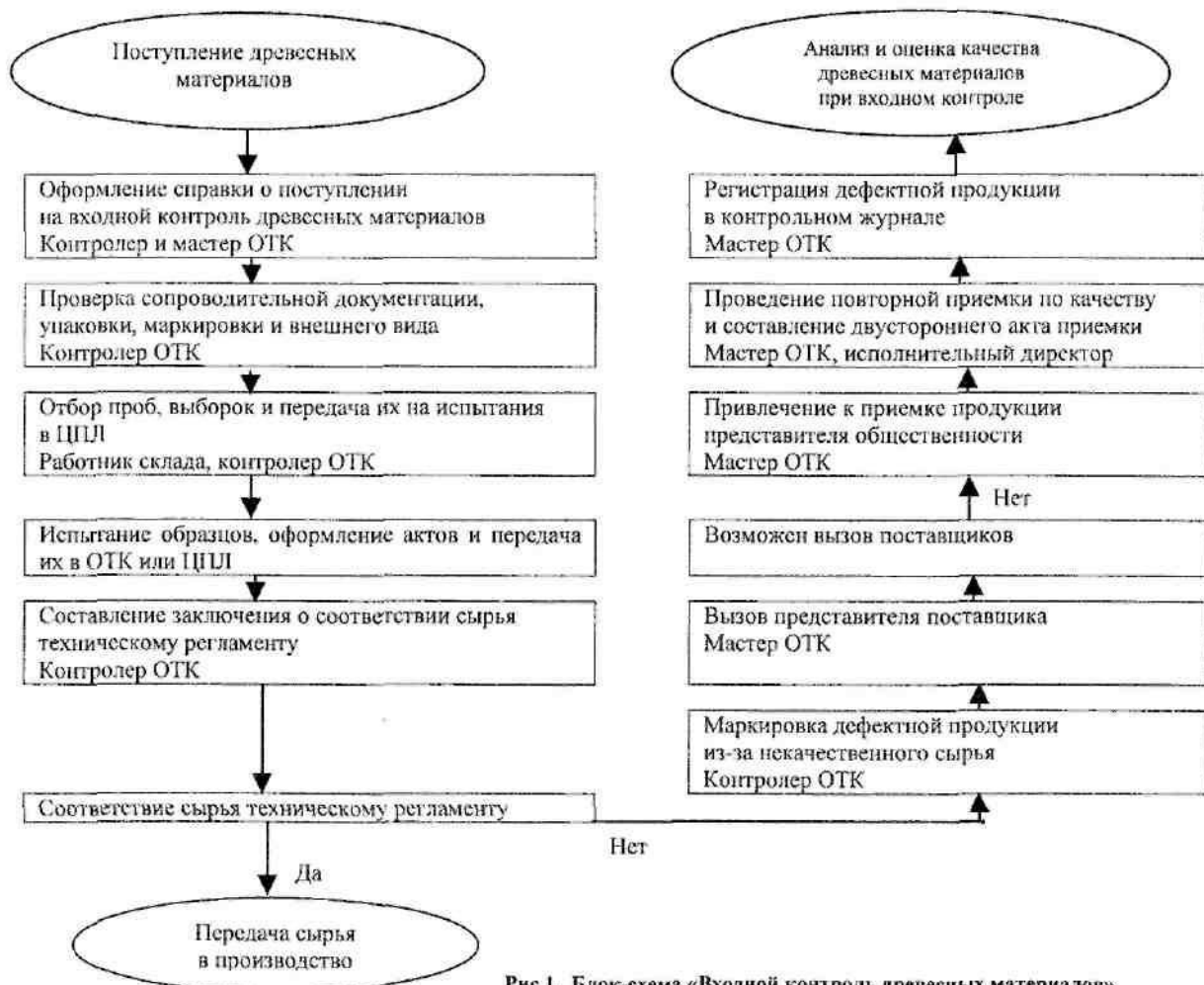


Рис.1. Блок-схема «Входной контроль древесных материалов»

Исходными документами, оформляемыми в ходе процесса «Входной контроль древесных материалов», являются:

- 1— накладная;
- 2— справка о поступлении на входной контроль древесных материалов;
- 3— журнал учета результатов входного контроля;
- 4— перечень ценообразующих древесных материалов;
- 5— технический регламент;
- 6— акт результатов испытаний в центральной производственной лаборатории (ЦПЛ) и протокол результатов испытаний в лаборатории испытательных лесных материалов;
- 7— заключение о соответствии продукции техническому регламенту;
- 8— паспорт дефектной продукции;
- 9— договор на поставку древесных материалов;
- 10— рекламационное письмо – вызов;
- 11— удостоверение представителя общественности для участия в приемке;
- 12— двусторонний акт по результатам повторного входного контроля;

13— контрольный журнал регистрации дефектной продукции.

Аналогично проводятся процедуры технического регламента по всем элементам системы качества с учетом специфики предприятия, его структуры и организации производства. Технический регламент системы качества в обобщенном виде может быть представлен в форме пирамиды. Верхнюю часть пирамиды характеризует политика производства в области качества и цели по качеству. Среднюю часть пирамиды составляют стандарты предприятия. Нижняя часть пирамиды представляет собой набор рабочих инструкций для исполнителей. Объем технического регламента согласно ИСО-9000 должен состоять из 20 глав по числу основных элементов системы качества.

Стандарты предприятия технического регламента должны быть гибкими, не должны создавать помех в производственном процессе, должны быть контролируемы и эффективными при практическом использовании.

Литература

1. О техническом регулировании: ФЗ №184. Утв. 27.12.2002 г.

L.N. Galochkina, S.B. Zvarigina

SYSTEM OF QUALITY FURNITURE TECHNOLOGICAL DOCUMENTATION

УДК 674.815:665.772.5

КИНЕТИКА РАЗБУХАНИЯ И ВОДОПОГЛОЩЕНИЯ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ С ВОДООТТАЛКИВАЮЩЕЙ ДОБАВКОЙ

С.А. Угрюмов

Рассмотрен вопрос повышения водостойкости древесностружечных плит на основе карбамидоформальдегидной смолы путем введения в клеевую композицию парафиновой эмульсии. Приведены результаты физических испытаний плит. Кинетика водопоглощения и разбухания представлена графически.

Древесностружечная плита, состоящая на 85-90% из древесины, способна поглощать влагу из воздуха, а будучи погружена в воду, поглощает ее и набухает.

По своему строению ДСтП отличается от натуральной древесины прежде всего дезориентированным расположением волокон. Особенностью плит является и то, что поверхность древесных частиц покрыта синтетическим полимером. Кроме того, в процессе изготовления плит древесные частицы претерпевают упругие, высокоэластические и пластические деформации, а также подвергаются действию высокой температуры. Вследствие этого происходящие под действием влаги изменения в древесностружечной плите несколько иные, чем в на-

туральной древесине. Как и в натуральной древесине, в ДСтП носитель гидрофильных свойств — гидроксилы компонентов древесины, способные притягивать молекулы воды. Вследствие гидрофильности древесные частицы смачиваются водой, проникающей в глубь плиты. В результате частицы древесины разбухают и стремятся оторваться друг от друга.

Процесс поглощения воды или влаги происходит из-за наличия в древесных частицах огромного количества тонких микрокапилляров и объясняется пониженным давлением водяных паров в них по сравнению с окружающим давлением. Количество воды, поглощаемой древесной, доходит до 200 % и более в зависимости от объемной плотности древесины.

Устранение или замедление процесса капиллярной конденсации связано с необходимостью заполнения капилляров и пор инертными к воде веществами, а также веществами, способными уменьшать скорость смачивания поверхности древесины водой.

С целью уменьшения водопоглощения и формоизменяемости плит возможно применение различных способов гидрофобизации [1], которые подразделяются на две группы:

- методы придания временной водостойкости, основанные на замедлении скорости проникновения влаги и набухания путем введения гидрофобных веществ (при этом причина набухания не устраняется);
- методы придания постоянной водостойкости основаны на регулировании или устранении набухания, осуществляются путем введения водонерастворимых веществ, которые образуют связи с древесиной и блокируют гидроксильные группы компонентов древесины.

Метод придания временной водостойкости плитам технологически прост и не требует больших экономических затрат. Нами исследован способ повышения водостойкости древесностружечной плиты путем введения в клеювую композицию на основе карбамидоформальдегидной смолы парафиновой добавки. В экспериментах использовалась парафиновая эмульсия по рецепту [2]:

- парафин – 100 м.ч.;
- мыло хозяйственное – 4,17 м.ч.;
- вода – 312,5 м.ч.

При проведении экспериментальных запрессовок парафин расплавляли на водяной бане и вводили в нагретую воду с мылом. Смесь тщательно перемешивали до получения однородной стабильной эмульсии и вводили в карбамидоформальдегидную смолу.

Результаты определения физико-механических показателей изготовленных плит представлены в табл. 1 – 3 и на рис. 1,2.

Таблица 1

Результаты определения физико-механических показателей плит

Количество парафина, %	Предел прочности при изгибе, G_k , МПа	Разбухание по толщине через 2 часа	Разбухание по толщине через 24 часа	Водопоглощение через 24 часа	Фактическая плотность, P , кг/м ³
0	17,8	1,5	22,1	53,4	806,5
0,5	16,5	5,5	16,0	31,1	758,7
1	14,4	4,0	12,2	27,0	795,7
2	13,4	3,0	10,7	15,6	777,8
3	12,3	2,4	10,6	24,4	805,8

Таблица 2

Кинетика процесса водопоглощения плит

Количество парафина, %	Водопоглощение образцов после вымачивания в течение суток, %										
	1	2	3	4	5	7	11	15	20	26	30
0	53,4	60,1	62,6	68,0	73,2	75,0	79,0	81,9	83,3	84,3	84,4
0,5	31,1	41,1	46,7	55,3	60,4	67,1	77,9	80,0	81,2	81,6	82,8
1	27,0	35,0	41,2	51,3	57,1	66,1	76,5	79,4	81,3	81,7	84,8
2	15,6	21,3	27,7	35,0	39,7	45,1	54,8	56,9	58,7	59,7	62,0
3	24,4	31,2	36,1	43,0	48,0	52,7	65,5	68,7	71,0	72,4	76,0

Таблица 3

Кинетика процесса разбухания плит по толщине

Количество парафина, %	Разбухание образцов после вымачивания в течение суток, %										
	1	2	3	4	5	7	11	15	20	26	30
0	22,1	27,2	31,2	33,2	36,0	36,0	37,2	38,1	39,0	39,1	39,2
0,5	15,9	19,2	22,1	24,6	27,4	29,3	31,1	32,4	33,4	33,2	33,7
1	12,2	19,8	21,1	23,2	25,8	29,5	32,6	33,9	33,7	33,9	34,6
2	10,7	12,6	15,1	17,3	19,9	23,7	29,1	30,6	30,7	31,4	32,3
3	10,6	13,7	15,5	17,3	20,9	23,0	24,8	25,5	25,8	26,2	26,6

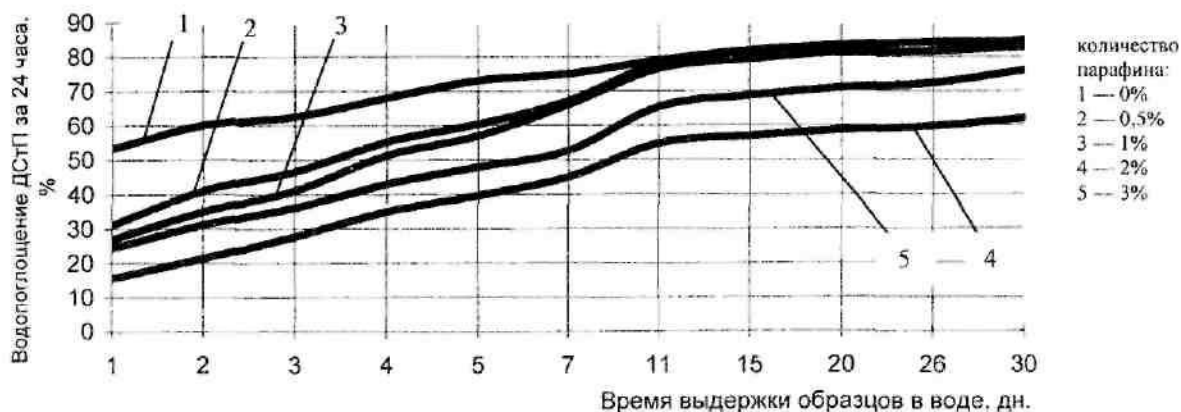


Рис. 1. Зависимость водопоглощения ДСтП от времени выдержки в воде

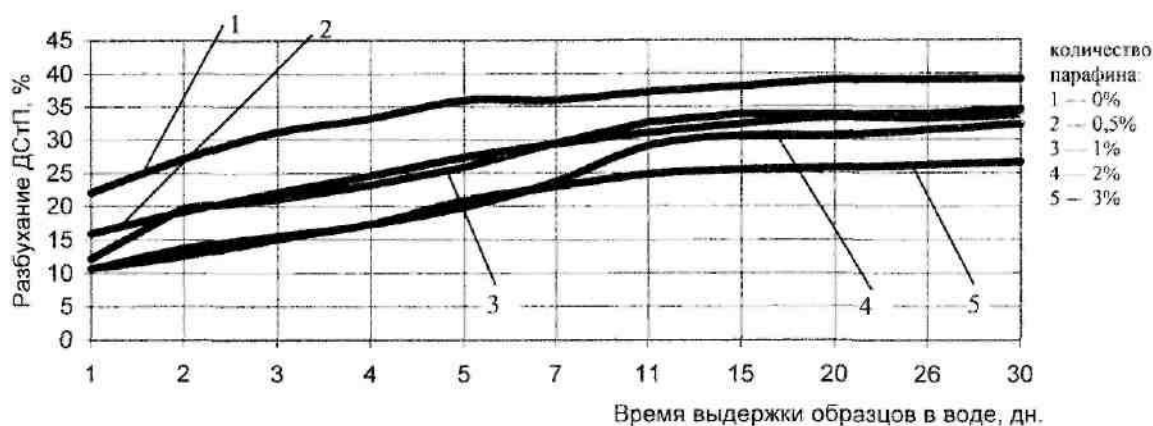


Рис. 2. Зависимость разбухания плиты по толщине от времени выдержки в воде

Результаты испытаний показали, что введение парафина в состав плиты заметно препятствует сорбции воды, особенно на начальных этапах вымачивания. При длительной выдержке плит в воде разбухание и водопоглощение увеличивается и на 4...5 сутки достигает показателей плит, изготовленных без гидрофобной добавки.

Водоотталкивающий эффект от присутствия парафина в составе плиты объясняется тем, что час-

тицы парафина, располагаясь между частицами связующего и стружки, в процессе горячего прессования плавятся, растекаются по поверхности древесных частиц, заполняют капилляры, микротрещины, другие пространства, тем самым препятствуя проникновению воды внутрь древесины.

Указанный метод повышения водостойкости может быть применен при использовании плит кратковременным воздействием влаги.

Литература

1. Эльберт А.А. Водостойкость древесностружечных плит. — М.: Лесная пром-сть, 1970. — 96 с.
2. Справочник по производству древесностружечных плит / И.А.Отлев и др. — 2-е изд., перераб. и доп. — М Лесная пром-сть, 1990. — 384 с.

S.A.Ugryumov

SWELLING AND WATER ABSORPTION KINETICS OF WATER-REPELING ADDITION WOOD VENEER

ПРОМЭКОЛОГИЯ

УДК 658.382.502.3

СЕРТИФИКАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОХРАНОЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ПРЕДПРИЯТИИ

В.Б.Соколов, И.В.Попов

Внедрение системы управления охраной окружающей среды (СУОС) на предприятии дает определенные преимущества экологического, экономического и социального характера [2].

После того, как предприятие ввело у себя систему управления охраной окружающей среды, ему может потребоваться внешнее подтверждение того, что система и само предприятие отвечают ряду специфических требований.

В странах Европейского сообщества существует выбор между сертификацией согласно международному стандарту ISO 14001 или регистрацией согласно положению об EMAS (Environmental Management and Audit System). Первый разработан Международной организацией по стандартизации (ISO - International Standardization Organization) в 1996 г., а второе введено директивой ЕС в 1993 г.

Согласно стандарту ISO 14001 международной серии стандартов ISO 14000 к предварительной экологической оценке воздействия предприятия на состояние окружающей среды специальных требований не предъявляется. Однако стандарт содержит ряд требований, которые однозначно предусматривают само проведение подобной оценки. Стандарт предусматривает необходимость наличия метода для выявления факторов воздействия на состояние окружающей среды, которое связано с деятельностью предприятия, с его продукцией либо технологическими процессами и с помощью которого можно осуществлять контроль этих факторов и воздействовать на них. При этом целью является установление таких экологических факторов в деятельности предприятия, которые оказывают либо могут оказать значительное воздействие на состояние окружающей среды. Далее следует требование о том, что организация должна постоянно обновлять данную информацию. Таким образом, соблюдение требований предусматривает проведение первоначальной оценки и последующее обновление этих первоначальных данных. В стандарте ISO 14001 не содержится требований проведения экологической оценки факторов воздействия предприятия на условия труда.

В EMAS содержится требование о том, что необходимо провести предварительное изучение

состояния окружающей среды на территории предприятия, касающееся ряда специфических условий. В стандарте EMAS представлен длинный список видов воздействия на состояние окружающей среды, которые должны быть учтены в качестве факторов воздействия в месте расположения данного предприятия, выдвигается также ряд требований и к обновлению этой информации. Как и в ISO 14001, в EMAS не содержится требований проведения экологической оценки факторов воздействия предприятия на условия труда.

Между двумя стандартами есть много общего. Различия между стандартами в следующем: стандарт EMAS дополнительно требует первичной оценки состояния окружающей среды, экологической отчетности, оценки (верификации) систем и данных с целью проверки их достоверности, опубликования экологических отчетов. После предварительной оценки экологической ситуации и по завершению каждой последующей ежегодной проверки состояния окружающей среды составляется экологическая отчетность о каждом участке промышленного объекта. Экологические отчеты, подготовленные в том числе и для информирования общественности, должны быть краткими и понятными. Технические подробности представляются в отдельном приложении. Экологическая отчетность должна включать следующие элементы: описание деятельности предприятия на территории объекта; оценку всех важных экологических аспектов деятельности предприятия; свод количественных показателей выбросов загрязняющих веществ, вывоза отходов, расхода сырья, энергии и воды, шумового загрязнения и прочих (актуальных для данного случая) экологических факторов.

Организация добровольно выбирает стандарт, по которому она будет работать.

Некоторые предприятия, поставляющие продукцию на рынки стран Европы и за ее пределы, предпочитают соблюдать оба стандарта.

Сертификация проводится одним из сертифицирующих органов, существующих практически во всех развитых и некоторых развивающихся странах. В настоящее время в России создается такой

орган, хотя стандарты международной серии ISO 14000 были приняты в качестве российских в 1998 г. Однако российские предприятия могут воспользоваться услугами и зарубежных сертифицирующих органов.

Сам процесс начинается с того, что предприятие выбирает, к какому сертифицирующему органу обратиться. При выборе сертифицирующего органа учитываются такие факторы, как личные предпочтения, порядок сертификации, ее стоимость, отраслевая специфика, международная репутация сертифицирующего органа и т.д.

Выбрав сертифицирующий орган, предприятие вступает с ним в контакт. После того, как СУ-ОС полностью документирована и проверена на практике, ее документация (руководство, содержащее, в частности, описание процедур и инструкции) посылается на утверждение.

Сертифицирующий орган оценивает документацию системы применительно к избранному предприятием стандарту (или стандартам) и высылает отчет с описанием неясностей и недостатков, подлежащих устранению. Эти комментарии обычно сопровождаются изменениями в системе аналогично изменениям в ней после внутренних аудиторских проверок.

После отсылки скорректированной документации всё на предприятии готово к первому посещению (предварительному аудиту), в ходе которого эксперт-эколог из сертифицирующего органа осматривает предприятие с целью установить точность представленной экологической информации, обоснованность использовавшихся методов оценки и правильность выбора экологических приоритетов.

По результатам посещения составляется отчет, где указываются возможные недостатки и проблемы, требующие разрешения до получения сертификации.

При сертификации соответствующий орган проверяет, все ли требования стандарта, а также относящиеся к деятельности предприятия нормативные требования соблюдаются на практике, выполняет ли предприятие свои обязательства, вытекающие из его экологической политики и плана действий, то есть проводит ли оно намеченные

улучшения и применяет ли на практике формально созданную систему управления охраной окружающей среды.

Обычно сертифицирующий аудит проводится следующим образом. В первый день проводится собрание, где разъясняются правила аудита, представляются аудиторы и т.д. Затем аудиторы в течение 1—4 дней обходят все производственные участки и интервьюируют руководителей и работников аналогично внутреннему аудиту. В конце каждого дня аудиторы делают обзор всех выявленных отклонений, так что предприятие имеет возможность устранить их еще в ходе аудита.

В последний день подводится итог так и не устраненных недостатков (если они есть) и составляется аудиторский отчет об отклонениях, содержащий соответствующие выводы, рекомендации и т.д. После чего аудиторы сообщают предприятию, допущено ли оно к сертификации, или оно сначала должно устранить отмеченные недостатки.

После устранения возможных недостатков предприятию вручают сертификат о соответствии стандарту ISO 14001 или регистрационное свидетельство согласно EMAS. После чего предприятие вправе использовать сертификат в своей практике маркетинга.

Впрочем, вскоре наступают будни, когда система должна доказать свою полезность. Нельзя отказываться от внутреннего аудита, следует продолжать совершенствовать систему и усиливать по сокращению воздействия на состояние окружающей среды.

Сертифицирующий орган тоже не дремлет: 1—2 раза в год он проводит контрольные проверки, а вскрытые при этом недостатки также подлежат устранению, ибо только так предприятие может сохранить свой сертификат /регистрационное свидетельство.

Выводы

1. Для внедрения СУОС организациям предлагаются два международных стандарта: ISO 14001 и EMAS.
2. Стандарты ISO 14001 и EMAS имеют сходные и различимые положения, оценив которые, организации добровольно осуществляют выбор.

Литература

1. ГОСТ Р ИСО 14001-98. Системы управления окружающей средой. — М.: ИПК Издательство стандартов, 1998.
2. Соколов В.Б. Внедрение системы управления охраной окружающей среды (СУОС) на предприятии // Вестник КГТУ. — Кострома, 2001. — №4.

V.B. Sokolov, I.V. Popov

CERTIFICATION OF ENVIRONMENTAL MANAGEMENT SYSTEM AT ENTERPRISE

ОБМЕН ОПЫТОМ. КРИТИКА. КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 159.937

СУБЪЕКТИВНОЕ ВОСПРИЯТИЕ СИСТЕМЫ ВИЗУАЛИЗИРУЕМЫХ ОБЪЕКТОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТЕПЕНИ ЕЁ РАСЧЛЕНЕНИЯ

С.И. Галанин, М.Г. Чайковская

Работа посвящена экспериментальному анализу субъективного восприятия расчлененной и целостной системы визуализируемых объектов. Выявлены значимые факторы, влияющие на качество распознавания отличительных черт элементов предметной среды различными экспертными группами, в зависимости от способа их организации.

Визуальное или зрительное восприятие является одной из важных сторон жизни человека. Через него во многом осуществляется получение информации об окружающем нас мире. Однако через это восприятие возможно в определенном смысле управлять человеком, его настроением, поведением, психологическим настроением. Зрительное восприятие до последнего времени остается одним из основных способов передачи какой-либо информации обществу. При решении как задач культурно-художественного воспитания, так и задач донесения эстетического содержания предметов и объектов до конкретного человека одной из важнейших проблем является необходимость увязывания большой результативности восприятия с эстетически высоким уровнем преподнесения материала, что позволяет подготовить необходимый для усвоения материал к восприятию его зрителем.

Зрительный процесс основан на распознавании и быстром осознании наиболее характерных признаков объекта. Эти признаки обуславливают его индивидуальность и создают интегрированную модель объекта, запечатлеваемую в сознании человека. На полноту и целостность модели, в свою очередь, оказывает влияние целый ряд второстепенных свойств. Как отмечает Арихеймом, любое визуальное изучение представляет собою мышление, любое рассуждение есть в то же время интуиция, любое наблюдение – также и творчество (1). Иными словами, восприятие – это творческий, активный процесс исследования объекта, дающий возможность зрительной оценки, отбора существенных и отличительных черт, сопоставления их со следами памяти, что естественным образом приводит к анализу и организации целостного визуального образа.

Без учёта особенностей зрительного восприятия человеком окружающих предметов и объектов невозможно решить проблему эффективной организации выставочно-демонстрационной среды, кото-

рая на сегодняшний момент является наиболее важной и необходимой в силу целого ряда причин.

Во-первых, цель любой выставки – реклама, создание привлекательного имиджа и повышение престижа предприятия-производителя.

Во-вторых, только через правильно выбранные репрезентационные средства можно донести потребителю необходимую информацию о товаре и способствовать появлению потребности в нем, то есть создать спрос и обеспечить последующее расширение сбыта производимой продукции.

В-третьих, конкуренция и чрезвычайно большой выбор товара обусловили необходимость продуманного представления продукции и более требовательное отношение к оформлению выставочного оборудования.

Ювелирные украшения занимают особую нишу в потребительских товарах и, несомненно, требуют специфического подхода при их демонстрации. Как и всякое произведение искусства, ювелирное изделие предполагает создание окружающего пространства, подчеркивающего его достоинства и не умаляющего преимущества других украшений, находящихся рядом.

При демонстрации ювелирных изделий, таких как кольца, серьги, подвески и им подобных, очень часто, если не сказать всегда, используют плоскостную форму прямоугольных очертаний, располагая изделия близко по отношению друг к другу. Ювелирные украшения являются продуктом творческой деятельности художника и, соответственно, подразумевают необходимость восприятия каждого изделия в отдельности. При создании того или иного украшения решается ряд дизайнерских задач. А именно: эстетичная форма, цвет, приверженность определенному стилю и направлению, соответствие изделия конституции человеческого тела, антропометрическим и эргономическим требованиям и т.д. Каждое изделие имеет право претендовать на оцен-

ку компетентными специалистами в области искусства. Но прежде чем быть признанным в качестве высокохудожественного произведения и занять достойное место в музейной или частной коллекции, демонстрируемое украшение должно пройти ряд экспертных оценок и тестов. В качестве экспертов могут выступать представители различных социальных и возрастных групп населения.

При восприятии группы элементов, расположенных в горизонтальных или вертикальных рядах с малыми промежутками чередования, происходит обобщение частей, и все представленные изделия понимаются как крупная единица. Естественными становятся вопросы:

- возможно ли раздельное восприятие сгруппированных элементов;
- какие для этого условия должны быть выполнены.

Для определения оптимальных вариантов визуализации целостной системы мелких элементов был проведен следующий эксперимент. В качестве участников-экспертов выступали представители различных возрастных групп людей: учащиеся школ, студенты и люди зрелого возраста. Им демонстрировались три таблицы, на которых были изображены фигуры различных очертаний. Из каждой группы необходимо было выбрать два одинаковых элемента. Количество составляющих каждой системы было неизменным. Отличались три таблицы расстоянием между элементами. В первой таблице фигуры имели тенденцию к максимальному сближению (при средней величине площади каждой фигуры 6 см^2 расстояние между ними было не более 2 см). Во второй было предусмотрено изменение расстояния в сторону увеличения до 3—4 см. Причем горизонтальные ряды были сохранены. В третьей же таблице было нарушено рядное расположение элементов. Отличное от первых группирование определялось двухцветным фоном, на котором свободными островками располагались фигуры с различными расстояниями (1—4 см) между ними. Время восприятия не ограничивалось.

Результаты проведенного эксперимента следующие:

- при восприятии первой таблицы время осмысления представителями всех групп варьируется от двух до полутора минут;
- при изучении второй таблицы время осмысления сократилось до пятидесяти – двадцати секунд;
- время осмысления третьей таблицы – десять секунд.

Анализ результатов показал, что уменьшение расстояния между рассматриваемыми элементами затрудняет их восприятие. При увеличении расстояния процесс понимания представленных образов происходит легче и быстрее почти в два раза. И

наиболее высокий результат был получен в случае творческого подхода к организации расположения элементов, плюс ко всему задача поиска облегчилась введением цветового решения фона.

Проведенный эксперимент показал, что для изучения, понимания форм, сопоставления их отличительных черт обязательно требуется определенный промежуток времени. Затем происходит соотнесение и осознание нескольких характерных признаков, присущих одинаковым фигурам. Чтобы изучить форму, зрение человека, подобно руке слепого, должно сначала отметить, а затем сложить и скомпоновать пространственные расположения множества точек, образующих данную форму. Любая стимулирующая модель воспринимается таким образом, что результирующая структура будет наиболее простой, насколько это позволяют окружающие условия.

При восприятии происходит естественное желание перехода от одного нового впечатления к другому. Любой объект имеет свое силовое поле, визуальный вес и центр тяжести, которые вступают в тесное взаимодействие с внешним окружающим пространством. Задача восприятия усложняется, если этим окружением является подобие визуализируемого объекта. Поэтому, когда промежутки между предметами минимизируются, происходит обобщение демонстрируемых элементов, упрощение их сложноорганизованного образа. Частности и отличительные черты уходят на второй план, испытуемыми указывается несколько пар неверных форм.

Сосредоточению непосредственно на объектах позволяет увеличение расстояний между ними. Тем самым происходит визуальное расчленение целостной системы. Каждый демонстрируемый объект имеет свое визуально-оптическое поле, не перекрываемое соседними полями.

И, наконец, цветовое разделение фона, как и свободное расположение объектов, максимально облегчает процесс восприятия, уподобляет его творческому избирательному живому действию. Повышается степень качества изучения внутренней и внешней структур предметов, что незамедлительно положительно сказывается на результате восприятия.

Выводы

Полученные результаты позволяют сделать вывод о подавлении крупной геометрической организацией внутреннего содержания входящих в неё мелких объектов. При увеличении порогов расчлененности этой системы внимание при восприятии будет направлено против этого подавления. В сложноорганизованном образе человек обращается к ассоциативному мышлению, выстраивает логическую цепочку понимания предмета, опираясь на свой опыт. Конечный результат восприятия, как основного фактора изучения окружающего пространства, его

познания и понимания, зависит от грамотной организации этого пространства в целом и в частности. Проведенный эксперимент наглядно демонстрирует, что самостоятельные образы с их знаковыми отличительными характеристиками могут исчезать при превышении пороговых расстояний между ними.

При организации такого рода объектов необходимо отказываться от тенденции образования замкнутых фигур, которые настолько изменяют некоторые характеристики составляющих их частей, что эти части произвольно уже не могут быть поняты и узнаны, а прочитываются совершенно иным образом (2). Упрощение восприятия достигается разделением зрительных образов и моделей на более простые составляющие. Это разделение соответствует объективной расстановке предметов в реально существующем мире, и от него зависит способность

реально их видеть и воспринимать. Но в то же время неправильно подобранные репрезентационные средства могут дать неверное или искажённое представление о тех или иных предметах, когда человеческое воображение, подпитываясь стихийными эмоциями вследствие непонимания, даёт свою далёкую от реальности интерпретацию увиденного образа.

Обязательно должна присутствовать гармоничная глубинно-пространственная композиция, позволяющая дать наиболее достоверное представление о рекламируемом товаре. Несбалансированная по цвету, размерам элементов и пространственным интервалам композиция воспринимается случайной, временной и, следовательно, необоснованной. Её элементы способны разрушить общий композиционный строй и вызвать деструктивные помехи в восприятии.

Литература

1. Арнхейм Р. Искусство и визуальное восприятие. — М: Прогресс, 1974.
2. Добрынин Н.Ф., Зинченко В.П. Хрестоматия по вниманию. — М.: МГУ, 1976.

S.I. Galanin, M.G. Chaykovskaya

SUBJECTIVE PERFECTION OF VISUAL OBJECT SYSTEM DEPENDING AT ITS UNMATING

**Костромским областным Центром новых информационных технологий
подготовлен мультимедийный диск
«КТИ – КГТУ 1932-2002»
и специальная версия диска для абитуриентов КГТУ**



- история университета
- КГТУ сегодня
- правила приема
- все о ЕГЭ
- материалы ЕГЭ
- интернет для абитуриента
- видео и фотоматериалы
- и многое другое

Приобрести диск можно по адресу:

**ул. Дзержинского, 17
(гл. корпус) аудитория 117**

**ул. Малышковская, 4
(Корпус «Е») аудитория 522-а**

Справки по телефону 53-78-23

ИНФОРМАЦИЯ

о работе семинара по текстильному машиноведению
(филиал семинара по теории механизмов и машин АН РФ)
за 2003 год

В 2003 г. при Костромском государственном технологическом университете продолжала успешно функционировать секция текстильного машиноведения семинара по ТММ при Российской академии наук. В истекшем году были заслушаны следующие доклады:

- 23.01.03 Экспериментальная проверка закона инерции Галилея - Ньютона
Шмидт С.Н., инженер, г. Кострома
- 20.01.03 Методическое обеспечение выбора оборудования в инновационном проекте
Парухина Анастасия Витальевна, аспирант КГУ
- 20.03.03 Управление надежностью текстильных производств в условиях организационно-технических рисков
Травин Михаил Михайлович, к.т.н., доц. КГУ
- 17.04.03 Распределение натяжения систем заправки ткацкого станка по зонам
Саввин Олег Александрович, к.т.н., доц. КГТУ
Создание устройств для штапелирования короткого льняного волокна методом разрыва
Ширяев Александр Викторович, инженер, г. Кострома
- 22.05.03 Прогнозирование износостойкости ШНГП на основании моделирования неровноты текстильных машин
Шумилов Вадим Валерьевич, аспирант КГТУ
- 18.06.03 Метод автоматизированного проектирования расчета роголек с обеспечением их динамической сбалансированности
Балабаев Петр Сергеевич, аспирант КГТУ
- 16.10.03 Совершенствование очистителя волокон
Лебедев Дмитрий Александрович, аспирант КГТУ
- 20.11.03 Механика формирования паковок из льняной бескруточной пряжи
Папугин Юрий Лаймонович, аспирант КГТУ
- 25.12.03 Разработка исходных требований к конструкции высокоскоростных модулей текстильных машин
Погощникова Екатерина Петровна, аспирант КГТУ

Руководитель семинара д.т.н. проф. Г.К.Кузнецов

ИНФОРМАЦИЯ

о работе семинара по материаловедению производств текстильной и легкой промышленности
за 2003/2004 учебный год

- 09.03 Разработка способов получения и оценки свойств меховых полотен
Ветошкина Е.А.
- 10.03 Разработка методов оценки и исследование изменения свойств пушно-меховых полуфабрикатов при взаимодействии с влагой.
Красавчикова А.П.
- 11.03 Разработка методик оценки и исследование деформационных свойств кожаной ткани пушно-меховых полуфабрикатов.
Кучерова И.А.
- 12.03 Разработка методов оценки и исследование геометрических свойств натурального меха
Костина Е.А.
- 01.04 Исследование технологических свойств льносодержащих тканей и пакетов одежды из них.
Пугачева И.Б.
- 02.04 Исследование анизотропии способности ткани к образованию декоративных складок.
Иванова О.В.

- 03.04 *Исследование формовочной способности полотен для одежды.*
Юферова Л.В.
- 04.04 *Исследование способности к формосохранению полотен для одежды.*
Денежкина О.А.
- 05.04 *Разработка методов обнаружения местных пороков ткани с использованием компьютерных технологий.*
Комаров А.Б.
- 06.04 *Оценка влияния химических чисток на свойства изделий из натурального меха.*
Долгова Е.Ю.

Руководитель семинара д.т.н. проф. Н.А.Смирнова

ИНФОРМАЦИЯ

о работе общероссийского научного семинара "Технология текстильных материалов"
(АИН им. А.М. Прохорова) за 2003 год

- 27.02.03 *Структура и технология получения многослойной тканой ленты для пищевой промышленности*
Каргина Светлана Игоревна, ст. преподаватель каф. инженерной графики
- 27.03.03 *Влияние структурных параметров ткани на ее осыпаемость*
Бурова Валентина Александровна, аспирант каф. ткачества
- 24.04.03 *Вопросы совершенствования методики оценки технологического качества льна в системе государственного сортоиспытания*
Прядкина Нина Олеговна, ст. преподаватель каф. ВТ
- 25.09.03 *Разработка технологии и устройства для формирования бескруточной льняной ровницы мокрым способом*
Ямщиков Антон Владимирович, аспирант каф. ТМ и СМ
- 30.10.03 *Исследование процесса взаимодействия нити с галевом ремизы*
Секованова Любовь Афанасьевна, доцент каф. ВМ
- 27.11.03 *Моделирование процесса вязания и структуры трикотажа*
Крутикова Вероника Руслановна, доцент каф. МТВМ
- 25.12.03 *Разработка инструментального метода оценки качества трепаного льна*
Куликов Андрей Владимирович, аспирант каф. ТПЛВ

Руководитель семинара д.т.н. проф. Н.В.Лустгартен

ИНФОРМАЦИЯ

о работе научно-практического семинара "АВТОМАТИЗАЦИЯ КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА"

17 апреля 2003 г. на кафедре технологии машиностроения КГТУ проведен научно-практический семинар для ведущих специалистов машиностроительных предприятий, на котором фирма «СПРУТ-Технология» (г.Москва) представила свои новейшие разработки в области автоматизированной конструкторско-технологической подготовке машиностроительного производства.

Программа семинара включала:

1. Презентацию программных продуктов компании СПРУТ-Технология (SprutCAD, SprutTP, SprutIntegrator, SprutCAM, SprutNCTuner, прикладные САПР, разработанные с использованием инструментальной среды Sprut).
2. Демонстрацию возможностей расчетно-конструкторской программы ANSYS фирмы CAD-FEM GmbH.

В работе семинара приняли участие ведущие специалисты машиностроительных предприятий и слушатели УДЦ КГТУ.

Руководитель семинара к.т.н. доц. Киселев М.В.

ИНФОРМАЦИЯ
о работе общероссийского семинара
«Научные проблемы агропромышленной переработки лубоволокнистых материалов»
за 2003 год

По согласованию с ректоратом Костромского государственного технологического университета решением Российской академии сельскохозяйственных наук на базе кафедры технологии производства льняного волокна КГТУ в 2003 году создан общероссийский научный семинар по проблемам агропромышленной переработки лубоволокнистых материалов. Основной задачей семинара является обсуждение научных проблем, решений и различных вопросов в области переработки лубяных культур и волокон, являющихся сырьем для отечественной текстильной промышленности.

Работа семинара с момента его создания осуществлялась ежеквартально с приглашением ведущих ученых в области производства и переработки льна. Заслушаны и обсуждены следующие сообщения:

Совершенствование конструкции и технологических параметров машины для трепания льна

Вихарев С.М. (КГТУ)

Совершенствование системы оценки качества льняной тресты

Виноградова А.Е. (ВНИИЛК)

Повышение эффективности раздельной уборки льна-долгунца путем плющения стеблей

Соковиков О.Г. (ЭМТМ КГСХА)

Основы теории механической модификации льняного волокна

Разин С.Н. (КГТУ)

Руководитель семинара д.т.н. проф. Е.Л.Пашин

СОДЕРЖАНИЕ

Развитие международных связей в Костромском государственном технологическом университете В.П.Калашник, М.Н.Шулятьева DEVELOPMENT OF INTERNATIONAL LINKS AT THE KOSTROMA STATE TECHNOLOGIKAL UNIVERCITY V.P. Kalashnik, M.N.Shulyatyeva	3
---	---

ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ТЕКСТИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

1. Совершенствование размера градации критериев качества при стандартизации льняной тресты А.Е.Виноградова, Е.Л.Пашип PERFECTION OF QUALITY CRITERION GRADATION SYSTEM DURING ROUGH FLAX STANDARDIZATION A.Ye. Vinogradova, Ye.L.Pashin	5
2. Теоретико-экспериментальные модели для определения выхода длинного волокна при трепании Э.В.Новиков, Р.В.Корабельников THEORETICAL-EXPERIMENTAL MODELS FOR LONG-FIBRE DEFINITION DURING SCUTCHING A.V. Novikov, R.V. Korabelnikov	7
3. Анализ параметров настройки ткацкого станка для проектирования БД М.В. Исаева ANALISIS OF LOOM REGULATION PARAMETERS FOR BD PROJECT M.V. Isaeva	10
4. Механические свойства ориентированных волокнистых материалов при сжатии В.И.Жуков, Н.С.Кузнецова, В.В.Иваницкий MECHANICAL PROPERTIES OF ORIENTED FIBROUS MATERIALS DURING COMPRESSION V.I.Zhukov, N.S.Kuznetsova, V.V.Ivanitskey	13
5. Влияние угла наклона бильной планки на натяжение волокнистой ленты в процессе модификации С.Н.Разин INFLUENCE OF INCLINATION ANGLE OF BLADED BEATER UPON FIBROUS RIBBON DURING MODIFICATION PROCCESS S.N.Razin	15
6. Исследование влияния статического нагружения составляющих упругой системы заправки ткацкого станка после его останова на перемещение опушки ткани В.А. Тягунов, А.Н. Ступников, Е.Б. Плаксин, С.В. Беляева RESEARCH STATISTIC LOADING OF LOOM ELASTIC SYSTEM SETTING UPON FABRIC FLUFF TRANSFERENCE V.A. Tyagunov, A.N. Stupnikov, E.B. Plaksin, S.V. Belyaeva	17

7. Моделирование распределения пороков внешнего вида на нити И.В.Землякова, А.С.Краснов MODELLING OF SURFACE DEFECT DISTRIBUTION ON THREAD I.V.Zemlyakova, A.S.Krasnov	19
8. Получение крученой выюрковой пряжи из льняных волокон самокруточным способом Л.С. Ильин, С.Е. Проталинский, А.С.Лопаткин STROLL TUBE TWISTED YARN PRODUCTION FROM FLAX FIBRES BY SELFTWISTED METHOD L.S.Ilyin, S.E.Protalinsky, A.S.Lopatkin	21
9. Исследование влияния заправочного натяжения основы на порядок фазы строения ткани Г.Г.Сокова RESEARCH OF PARAMETER INFLUENCE OF LOOM ADJUSTMENT UPON PHASE STRUCTURE ORDER CHANGE G.G.Sokova	23
10. Обобщенная модель натяжения нити, наматывающейся на сновальный вал А.Б. Брут-Бруляко, Х.Ш. Кешишян GENERALIZED MODEL OF THREAD TENSION WINDING UP ON BEAM ROLL ROVING A.B.Brut-Brulyako, H.Sh.Keshishyan	25
11. Совершенствование технологии отбеливания льняной ровницы А.Г.Ивлев, Ю.М.Протасов, Т.И.Назарова IMPROVEMENT OF FLAX BLEACHING TECHNOLOGY A.G.Ivlev, Ju.M.Protasov, T.I.Nazarova	27

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

1. Оценка деформационных характеристик текстильных материалов по кривым разрыва Н.В.Лустгартен, В.Р.Крутикова TEXTILE MATERIAL DEFORMATION CHARACTERISTICS ESTIMATE ACCORDING BREAK CURVE N.V. Lustgarten, V.R. Krutikova	30
2. Автоматизированное устройство для определения жесткости и упругости материалов и пакетов материалов В.В.Лапшин, Н.А.Смирнова, Д.А.Козловский AUTONATIC DEVICE FOR MATERIAL HARDNESS AND ELASTACITY FOR CLOTHS V.V.Lapshin, N.A.Smironova, D.A.Kozlovsky	32
3. Аппроксимация решений в математической модели процесса скручивания двух нитей Е.С.Хомяков, А.К.Наумов DECISION APPROXIMATION IN MATHEMATIC MODEL OF DOUBLE TWISTED THREAD PROCESSING E.S.Khomyakov, A.K.Naumov	34
4. Система для определения разрушения нити при нерегулярном нагружении Т.А.Кузина, А.П.Болотный SYSTEM FOR REOLOGICAL PROPERTY DEFINITION AND THREAD DAMAGE DURING IRREGULAR LOADING T.A. Kuzina, A.P. Bolotney	36

5. Влияние натяжения нитей основы на интенсивность процесса осыпаемости В.А. Бурова, О.В. Нестерова WARP TENSION INFLUENCE UPON STREWTY PROCESS INTENSIVITY V.A. Burova, O.V. Nesterova	37
--	----

ТЕКСТИЛЬНЫЕ МАШИНЫ И АППАРАТЫ

1. Влияние трения штапелирующего диска на контактные напряжения и на на распределение волокон по длине при штапелировании разрывом А.Р.Корабельников, М.А.Чернышев ABOUT EFFECT OF STAPLING DISK FRICTION UPON FIBRE DISTRIBUTION ALONG LENGTH DURING BREAKAGE STAPLING R.V.Korabelnikov, M.A.Chernyshov	40
2. Повышение работоспособности кулачкового привода ремизного движения станков СТБ В.В.Данилов EFFICIENT CAPACITY INCREASE OF CAM DRIVE OF STB-LOOM SHAFT MOTION V.V.Danilov	42
3. Влияние точности размеров лапки рогульки на стабильность ее силы прижима к телу намотки П. С. Балабаев, А. П. Соркин DIMENTION ACCURACY INFLUENSE OF FLYER LEG UPON ITS CLAMP STRENGTH STABILITY P. S. Balabacv, A. P. Sorkin	44
4. Влияние вязких свойств системы на ее упругие колебания В.В. Фарукшин, С.Н. Титов, Г.К. Кузнецов INFLUENCE OF MECHANICAL SYSTEM TOUGH PROPERTIES UPON ITS ELASTIC VIBRATIONS V.V. Faroukshin, S.N. Titov, G.K. Kuznetsov	47
5. Анализ изнашивания тормозных дисков ШНГП Г.К.Букалов, Д.А. Хмелев ANALYSIS OF SHNGP BRAKE DISK WEAR G.K.Bukalov, D.A.Hmelyov	49
6. Моделирование вала с регулируемым прогибом В.А.Мартышенко, А.Р.Митленер ROLL MODELLING WITH REGULATED DEFLECTION V.A.Martyshenko, A.R.Mitlener	51
7. Алгоритм численного расчета контактного взаимодействия вращающихся валов А.Н. Балакирев ALGORITHM OF CONTACT NUMERIAL CALCULATION INTERACTION OF REVOLVING ROLLS A.N. Balakirev	54

8. Спектральный анализ вынужденных изгибных колебаний шляпок кардочесальных машин при взаимодействии с волокнистым продуктом
В.А. Гусев
SPECTRAL ANALYSIS COMPETENCE OF CARDING MACHINE FLAT FORCED BENDING DURING INTERACTION WITH FIBROUS PRODUCT
V.A.Gusev 57

ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ

1. Методика расчета параметров сечения срезаемого слоя материала и направления схода стружки с инструмента
С. В. Михайлов, Д.С. Скворцов
PARAMETER ANALYSIS METHODS OF MATERIAL SHEARING LAYER SECTION AND CHIP TAILING DIRECTION FROM TOOLS
S.V.Mikhailov, D.S.Skwortsov 60
2. Автономные производственные ячейки
M. Weck, A. Kahmen, J. Wolf, F. Possel-Dölken, В.А. Садов
SELF-CONTAINED MANUFACTURED UNITS
M.Weck, A.Kahmen, J.Wolf, F.Possel-Doelken, V.A.Sadov 63
3. Моделирование точности обработки профиля зубчатых колес червячными фрезами
В.С. Петровский, Л.М. Петровская, Р.Ю. Рукавишников
MODELLING OF GEARWHEEL PROFILE WORKING ACCURACY BY GEAR HOBS
V.S.Petrovsky, L.M.Petrovskaya, R.Yu.Rukavishnikov 67
4. Осциллографическое исследование процесса электрохимического полирования серебра и его сплавов $\text{CuMn}_{92,5}$ и $\text{CuMn}_{75,0}$ импульсным током в тиосульфатном электролите
О.А. Иванова
ELECTRO-CHEMICAL PRODUCTION OF SILVER AND ITS ALLOYS BY PULSED CURRENT IN THIOSULPHATE ELECTROLYTE
O.A.Ivanova 69
5. Исследование возможности создания оксидных плёнок с заданными свойствами на поверхности сплава на основе алюминия Al_6^*
И.А. Макшанчиков
CREATION OF OXIDE FILMS WITH PRESET PROPERTIES ON ALUMINIUM BASIS ALLOY SURFACE
I.A.Makshanchikov 72

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

1. Характерные статистические особенности атак на веб-серверы
в телекоммуникационных сетях
М.А.Ральников, М.Г.Левин
ATTACK CHARACTER STATISTIC FEATURES UPON WEBSERVER IN TELE-LINED SYSTEMS
M.A.Ralnikov, M.G.Levin 75
2. Информационная поддержка принятия решения при управлении энергоэффективностью
предприятия
В.М.Каравайков, Н.Н.Афанасьева
DECISION MAKING INFORMATION SUPPORT IN ENTERPRISE ENERGY EFFICIENCY MANAGEMENT
V.M.Karavaykov, N.N.Afanasjeva 79
3. Объектно-ориентированное проектирование пространственных моделей влияния
для построения модели свойств территории
Н.Г. Асинчугов, А.Б.Гнатюк, Б.А.Староверов
OBJECT-ORIENTATION DESIGNING OF EFFECT SPACE MODELS FOR TERRITORY PROPERTY MODEL
CONSTRUCTION
N. Asinchugov, A.Gnatjuk, B.Staroverov 84
4. Программное обеспечение для построения трехмерной модели паковки
П.Н.Киселев, П.Н.Рудовский, С.В.Палочкин
SOFTWARE FOR THREE-DIMENSIONAL MODEL PACKAGE CONSTRUCTION
P.N.Kiselev, P.N.Rudovsky, S.V.Palochkin 87
5. К вопросу о проектировании интеллектуального интерфейса
В.П. Зубков, Д.В. Блувштейн
TO PROBLEM OF INTELLECTUAL INTERFACE PROJECT
V.P.Zubkov, D.V.Bluvshstein 90

ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

1. Подсистема контроля качества как компонент технологического процесса производства
фанерного лущёного шпона
Ю.Л.Лустгартен, Д.В.Меженин, Л.Г.Фокина
QUALITY CONTROL SUBSYSTEM AS COMPONENT OF CUT VENEER TECHNOLOGICAL PROCESS
MANUFACTURE
Yu.L.Lustgarten, D.V.Mezhenin, L.G.Fokina 93
2. Система технической документации качества мебели
С.Б. Зварыгина, Л.Н. Галочкина
SYSTEM OF QUALITY FURNITURE TECHNOLOGICAL DOCUMENTATION
S.B.Zvarigina, L.N.Galochkina 97

3. Кинетика разбухания и водопоглощения древесностружечных плит с водоотталкивающей добавкой С.А. Угрюмов SWELLING AND WATER ABSORPTION KINETICS OF WATER-REPELING ADDITION WOOD VENEER S.A.Ugryumov	99
---	----

ПРОМЭКОЛОГИЯ

1. Сертификация системы управления охраной окружающей среды на предприятии В.Б.Соколов, И.В.Попов CERTIFICATION OF ENVIROMENT CONTROL MANAGEMENT SYSTEM AT ENTERPRISE V.B.Sokolov, I.V.Popov	102
---	-----

ОБМЕН ОПЫТОМ. КРИТИКА. КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

1. Субъективное восприятие системы визуализируемых объектов в зависимости от степени её расчленения С.И. Галанин, М.Г. Чайковская SUBJECTIVE PERFECTION OF VISIAL OBJECT SYSTEM DEPENDING AT ITS UNMATING S.I.Galanin, M.G.Chaikovskaya	104
Информация о работе семинара по текстильному машиноведению за 2003 год	107
Информация о работе семинара по материаловедению производств текстильной и легкой промышленности за 2003/2004 учебный год	107
Информация о работе общероссийского научного семинара "Технология текстильных материалов" за 2003 год	108
Информация о работе научно-практического семинара "Автоматизация конструкторско-технологической подготовки производства" за 2003 год	108
Информация о работе общероссийского семинара «Научные проблемы агропромышленной переработки лубоволокнистых материалов» за 2003 год	109
Содержание	110

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

Редакционно-издательский отдел просит авторов, направляющих статьи в "Вестник КГТУ", руководствоваться следующими правилами:

1. К публикации принимаются оригинальные исследования в виде статей и кратких сообщений, ранее не опубликованных в других изданиях.
2. Рукопись статьи представляется в двух вариантах: печатном (на одной стороне белого стандартного листа А4 формата, шрифт №14) и электронном (на дискете 3,5" в формате txt, rtf, Word, шрифт №10, интервал одинарный, гарнитура "Таймс", в шаблоне postml, без табуляций, без архивирования). Печатный и электронный вариант должны быть идентичны. **На дискете не должно быть других файлов, кроме файла статьи.** Название файла обязательно указать на распечатке.
3. Объем статей, включая таблицы и рисунки, не должен превышать 5 страниц. Материал излагается в следующей последовательности: УДК, название, инициалы и фамилии авторов, аннотация не более 8 строк, основной текст, выводы, библиографический список, инициалы и фамилии авторов на английском языке, название на английском языке.
4. Иллюстрации (чертежи, графики, структурные схемы) выполняются чисто и четко черной тушью на белом листе. Размер рисунка не более 10×15 см. На обороте указывается номер рисунка, "верх", "низ". Название и все обозначения вносятся в текст в месте расположения рисунка, после ссылки на него. Все рисунки помещаются, не стибая, в отдельный конверт, сопровождаются описанием с указанием их размеров и названий. Вклеивать рисунки в текст недопустимо. Количество рисунков не должно превышать четырех. В электронном варианте допускается представить рисунок отдельным файлом в формате, совместимом с Word (все элементы рисунка должны быть сгруппированы).
5. Таблицы в печатном варианте и электронном, если они созданы в редакторе Word, даются полностью, с указанием номера таблицы (если она не одна) и ее названия. В электронном варианте, созданном в другом текстовом редакторе, в месте расположения таблицы указывается ее номер и название, далее каждая ячейка таблицы набирается отдельной строкой.
6. В электронном варианте, созданном в Word, формулы набираются в редакторе формул (Microsoft Equation 3.0). В печатный вариант статьи, набранный в формате, отличном от Word, формулы следует вписывать от руки крупно, четко и разборчиво, соблюдая соотношение размеров надстрочных и подстрочных индексов, показателей степени, прописных и строчных букв, особенно аккуратно вписывать сходные по начертанию буквы (h и n, / и e и т.д.), буквы греческого алфавита обводить красным кружком. Между текстом и формулой оставлять пустую строку.
7. Литература должна быть приведена в конце статьи в виде библиографического списка по ГОСТ 7.1 — 84 "Библиографическое описание документа" в порядке упоминания ссылок в тексте статьи. Ссылки на литературный источник даются в тексте статьи в квадратных скобках (например: «В докторской диссертации профессора Бурнашова Р.З. [1] принята ...»). Не рекомендуется применение концевых сносок.
8. Оригинал статьи в копии должен быть подписан автором (авторами). Здесь же надо указать почтовый адрес и номер контактного телефона.
9. Дискету необходимо проверить на исправность и наличие вирусов.
10. К статье прилагается заверенная выписка из протокола заседания кафедры с рекомендацией к публикации статьи в журнале.
11. РИО оставляет за собой право производить литературное редактирование и корректуру рукописей.

Статьи, не отвечающие перечисленным требованиям, возвращаются авторам.

Редакционно-издательский отдел КГТУ (к. 225)
т. 57-82-68

**ВЕСТНИК
КОСТРОМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

№ 9

Рецензируемый периодический научный журнал

Редактор	Тройченко О.В.
Редактор	Донских Р.И.
Компьютерная верстка	Поповой Н.И.

Лицензия на издательскую деятельность ИД № 05548 выдана 16 января 2002 года Министерством РФ по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций

Подписано в печать 8.09.04. Формат бумаги 60×84 1/8.
Печать трафаретная. Печ. л. 14,5. Заказ 590. Тираж 450.

Редакционно-издательский отдел Костромского государственного технологического университета

156005, г. Кострома, ул. Дзержинского, 17.