

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное агентство по образованию
Костромской государственный технологический университет

**НАУЧНЫЕ ТРУДЫ
МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ КГТУ**

Выпуск 10

В двух частях

Часть I

Секции I–VII

Кострома
ИЗДАТЕЛЬСТВО

2009

Н 347

Печатается по решению научно-технического совета КГТУ

Редакционная коллегия:

Председатель: д.т.н., проф. Р.В. Корабельников

Члены редколлегии: ст. преп. Е.Е. Смирнова

д.т.н. А.В. Подъячев

к.т.н. В.Б. Соколов

к.э.н. Т.А. Кофанова

к.т.н. Н.М. Федосова

к.ю.н. Н.В. Кузьмина

к.ф.н. Л.А. Шульгина

к.т.н. Л.А. Тихомиров

инж. А.В. Анохова

Н 347

Научные труды молодых ученых КГТУ. В 2 ч. Часть 1. Секции I–VII / Костромской государственной технологической университет. – Вып. 10. – Кострома : КГТУ, 2009. – 155 с.
ISBN 978-5-8285-0447-3

В сборнике отражены некоторые результаты научно-исследовательской работы молодых ученых университета: студентов, аспирантов, докторантов, полученные ими при выполнении дипломных проектов и диссертационных работ.

ISBN 978-5-8285-0447-3

© Костромской государственной технологической университет, 2009

**МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ПЕРВИЧНАЯ ОБРАБОТКА
ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

УДК 677.021

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
ВЛИЯНИЯ УПРУГИХ СВОЙСТВ ГАРНИТУРЫ
НА СИЛУ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ЗАЖАТОЙ ПРЯДКОЙ ВОЛОКНА¹
С.А. Щербинин²**

Статья посвящена исследованию влияния свойств податливой гарнитуры очистителя – котонизатора на взаимодействие с прядкой короткоштапельного льняного волокна.

Для очистки и уменьшения линейной плотности короткоштапельного льняного волокна часто применяются, так называемые, котонизаторы, которые обрабатывают зажатую бородку волокна. Такая схема взаимодействия применяется во многих устройствах для очистки волокна. Разработанный нами очиститель-котонизатор также работает по этому принципу. Рабочие органы таких устройств представляют собой, как правило, игольные или пильные цилиндры, элементы которых производят различное по характеру воздействие на волокно. Это воздействие может быть ударным или прочёсывающим.

Жёсткостные характеристики игл и прядки волокна оказывают непосредственное влияние на качество обработки волокна. Раскроем механизм взаимодействия упругой иглы с прядкой волокна. За основу возьмём разработку [1–4].

Теоретическими исследованиями [5] определено уравнение, описывающее движение иглы в прядке волокна

$$z = \frac{c_2}{c_2 + c_2} Vt + V \frac{c_1}{c_1 + c_2} \sqrt{\frac{m}{c_1 + c_2}} \cdot \sin \sqrt{\frac{c_1 + c_2}{m}} \cdot t (*),$$

где V – скорость вращения протрёпывающего цилиндра;

t – время взаимодействия;

c_1 – жесткость прядки волокна;

c_2 – жесткость иглы;

m – приведенная масса иглы;

При обработке зажатой бородки, на волокно воздействует сила со стороны рабочего органа очистителя – иглы или зуба пилы.

Для подтверждения теоретических предпосылок провели экспериментальные исследования на стенде.

¹ Работа выполнена при поддержке гранта Рособразования № 2.1.2/6360.

² Работа выполнена под руководством д.т.н., проф. А.Р. Корабельникова

Экспериментальный стенд (рис.1) состоит из стойки с направляющими 4, тензопреобразователя, ЭВМ с аналого-цифровым преобразователем и усилителем.

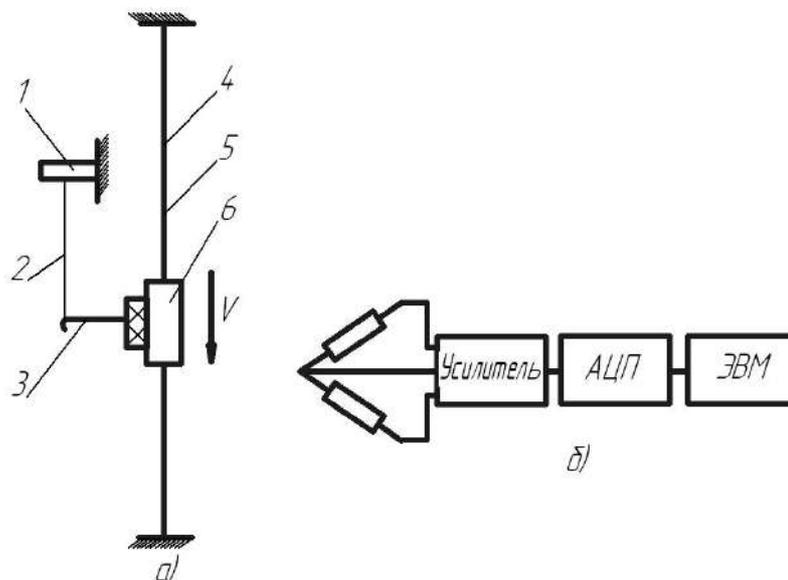


Рис.1. Экспериментальный стенд
а – экспериментальная установка; б – измерительный блок

Методика проведения экспериментального исследования заключается в следующем. На каретку 6 закрепляется пластина 5 с иглой, игла соединяется с тензопреобразователем 1 (трубчатой балочкой) нитью 2. Каретка поднимается на заданную высоту h и отпускается со скоростью V . Двигаясь вниз под действием силы тяжести, каретка натягивает нить. Усилие воздействия нити на преобразователь регистрируется АЦП.

Для экспериментального исследования силы воздействия со стороны протрёпывающего цилиндра, был избран метод электротензометрии, обладающий рядом достоинств и наиболее доступный.

Точность измерения меняющейся во времени ударной нагрузки будет зависеть от правильности выбора упругого элемента. Упругий элемент, назначение которого есть преобразование воспринимаемой ударной нагрузки в деформацию, далее измеряемую электрическими средствами, должен иметь линейную механическую характеристику. Период собственных колебаний упругого элемента, определяющий динамическую погрешность измерения, должен быть мал в сравнении с продолжительностью исследуемого процесса.

Питание тензометрических датчиков и снятие электрического сигнала осуществляется с помощью тензоусилителя постоянного тока. Усиленный им сигнал передается на вход аналого-цифрового преобразователя (АЦП), выполняющего преобразование сигнала из аналогового в цифровой вид. Цифровой сигнал воспринимается ЭВМ, которая благодаря программному обеспечению формирует массив значений ударной нагрузки.

Полученные результаты усредняются, благодаря чему определяется сила ударной нагрузки для отдельной повторности.

Особое внимание при проведении экспериментального исследования уделялось получению минимальных динамических погрешностей тарирования датчиков измерительного блока.

Тарирование датчиков измерительного блока осуществлялось непосредственно на экспериментальном стенде.

Сопоставляя регистрируемые данные с весом используемых грузов, строились тарировочные графики, благодаря которым проводилась дешифровка экспериментальных осциллограмм.

Во избежание появления грубых ошибок эксперимента и для нахождения значений параметров процесса ударного взаимодействия наиболее близких к истинным, каждый опыт воспроизводился в одинаковых условиях по 5 повторностей.

Установка иглы в пластину моделировала применение податливой гарнитуры. Материалом пластины служили резина, дерево и металл.

В результате получили кривые взаимодействия нити с иглой (рис. 2), анализ которой позволяет сделать вывод, что при использовании гарнитуры меньшей жесткости увеличивается время нарастания ударной нагрузки, и снижается сила ударного взаимодействия. Так, при использовании в качестве материала пластины резины, получили силу взаимодействия меньше на 21%, чем при использовании дерева, и на 45% меньше, чем при использовании металла. Проведённые экспериментальные исследования подтвердили разработанные ранее теоретические положения: использование податливой гарнитуры следует применять при щадящих режимах взаимодействия с волокном, например на последних этапах котонизации и очистке короткоштапельного льняного волокна. На этих этапах прочность волокнистых комплексов мала, а их длина близка к оптимальной. Применение податливой гарнитуры позволит снизить интенсивность ударного нагружения комплексов волокон, что позволит сохранить среднюю длину волокна, уменьшить количество коротких волокон и уменьшить линейную плотность комплексов.

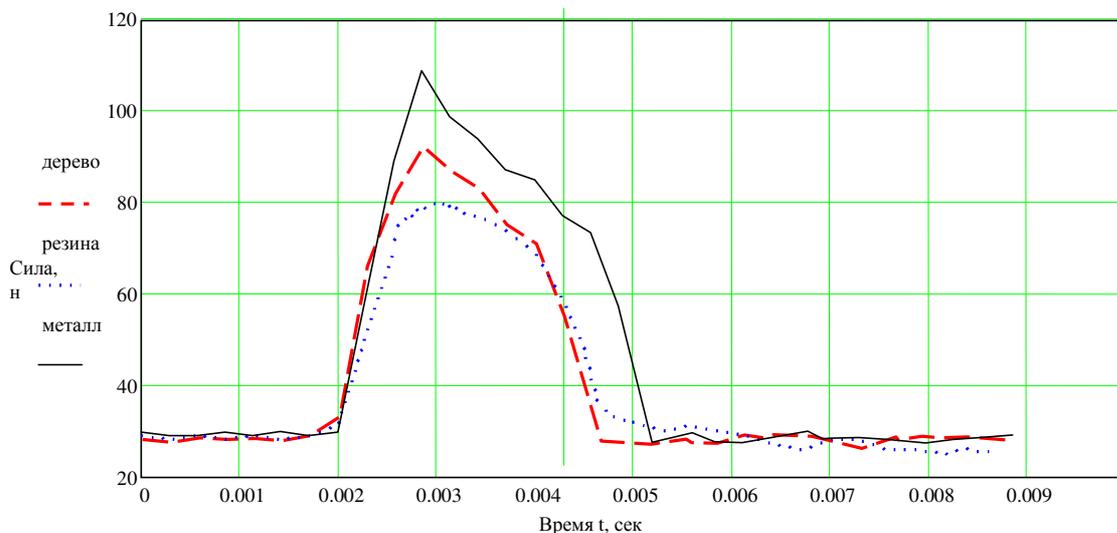


Рис. 2. Кривые взаимодействия нити с иглой различной жесткости

Вывод

Экспериментально доказано – использование игл, обладающих податливостью позволяет снизить среднюю длину волокна и уменьшить количество коротких волокон.

ЛИТЕРАТУРА

1. Корабельников Р.В. Исследование работы жёсткой упругой конструкции отбойного органа валичного джина / Р. В. Корабельников [и др.] // Хлопковая промышленность : реф. ст. – 1975. – №2.
2. Корабельников Р.В. Исследование динамики отбойного органа валичного джина / Р. В. Корабельников, Г. И. Мирошниченко, Н. Г. Гильманов // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 1978. – №3.
3. Корабельников Р.В. Теоретические и экспериментальные исследования процессов и конструкций рабочих органов машин для переработки тонковолокнистого хлопка-сырца с целью повышения качества и эффективности их работы : дис. ... докт. техн. наук / Корабельников Ростислав Васильевич. – Кострома, 1981.
4. Корабельников Р.В. Механика джинирования тонковолокнистого хлопка : монография / Р. В. Корабельников. – Ташкент : ФАН, 1990. – 96с.
5. Особенности нагружения волокна рабочими органами котонизатора с учётом их упругих свойств / С. Н. Вихарев, А. Р. Корабельников, С. А. Щербинин, Р. В. Корабельников // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – Иваново, 2007. – №3.

УДК 677.11.051

ОСОБЕННОСТИ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МОДЕРНИЗИРОВАННОЙ РАЗРЫВНОЙ МАШИНЫ С.М. Вихарев, Н.М. Федосова

Механические свойства волокнистых материалов оказывают сильное влияние на их поведение в процессе механической обработки, а также на выход и качество готовой продукции. При изучении этих свойств наибольшее распространение получили исследования волокна на растяжение. Кроме непосредственного получения информации о свойствах конкретного волокнистого продукта, всегда актуальной остается проблема разработки рациональных (быстрых и точных) методов определения отдельных механических свойств волокна. Для лубоволокнистых материалов эта проблема не потеряла своей актуальности и в настоящее время.

Действующими в настоящее время нормативными документами в области оценки качества льняных материалов предусмотрено определение средней разрывной нагрузки образца с применением разрывной машины переносного типа РМП-1 [1–4], которая позволяет получать значение максимальной разрывной нагрузки в момент разрушения пучка волокон. Проведенная модернизация этой машины [5] обеспечивает более полную информа-

цию как о процессе разрушения льняных волокон, так и об отдельных их разрывных характеристиках, поскольку результаты разрыва фиксируются в виде диаграммы «удлинение – нагрузка» (рис. 1). Разрыв всех волокон пучка происходит в разные моменты времени, начиная с момента приложения растягивающего усилия, что объясняется неоднородностью структуры и свойств волокон пучка. Сначала происходит разрушение самых слабых волокон пучка (наклонный участок слева), затем происходит напряжение самых прочных волокон пучка (участок, близкий к прямолинейному) и при достижении напряжения критической для данных волокон величины происходит их массовое разрушение (участок справа). При этом максимальное удлинение будет соответствовать удлинению самых прочных волокон. Наличие «выпадов» отдельных точек из общего массива можно объяснить неравномерностью процесса разрыва отдельных волокон пучка, а также наличием люфтов между элементами механизма разрывной машины.

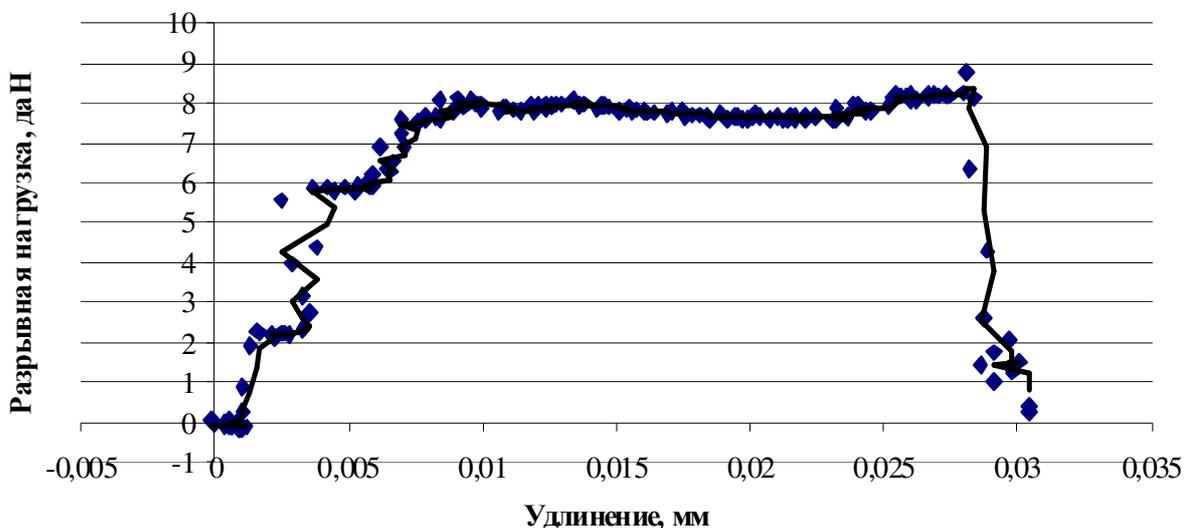


Рис. 1. Типичная диаграмма «удлинение – нагрузка», получаемая на модернизированной разрывной машине РМП-1

Известно, что в структуре льняных волокон имеются дефекты, которые при приложении растягивающих усилий вызывают их рост с последующим разрушением волокна. При разрыве неоднородного по структуре волокна одновременно с разрушением отдельных волокон наблюдается их растаскивание (смещение друг относительно друга) (рис. 2), что также необходимо учитывать при обработке экспериментальных данных.

Для получения достоверных результатов в отношении разрывной нагрузки льняных волокнистых материалов действующие стандарты предполагают определение этой характеристики в тридцатикратной повторности. Поэтому возникает необходимость обработки получаемой информации с тем, чтобы определять средние значения разрывных характеристик, а также, что очень важно, параметров неровности материалов. Одним из возможных вариантов ее решения является обобщение графиков «удлинение-нагрузка» подобно сложению колебаний, широко применяемому в виброметрии [6].

В этом случае в зависимости от вида задания значений сложение производится численно или графически для одноименных участков характеристики, что позволяет производить сложение большого числа колебательных величин для весьма сложных процессов.

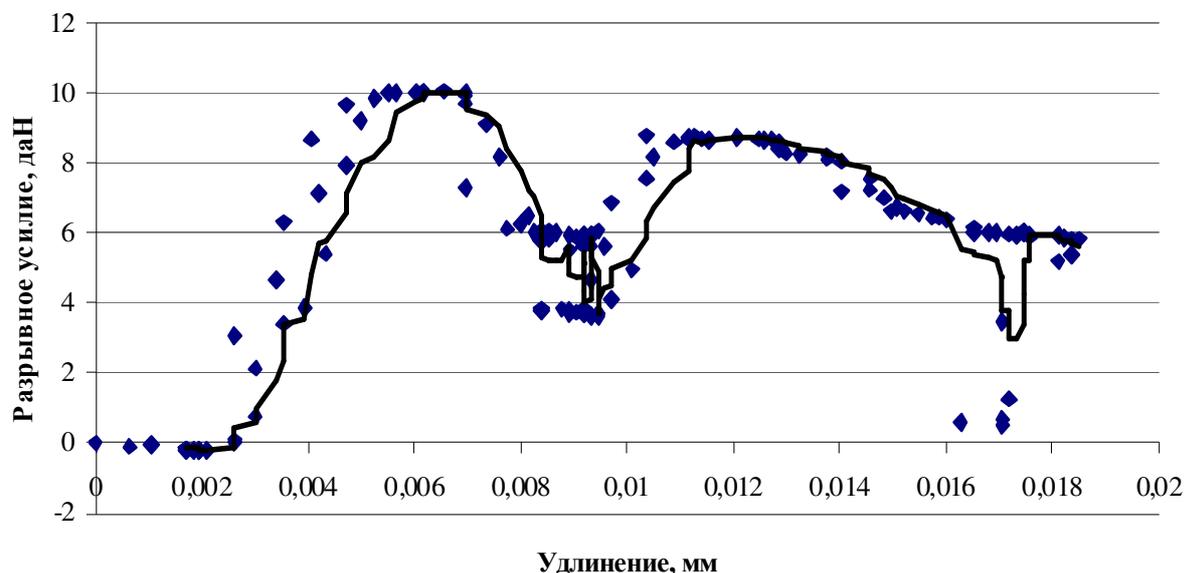


Рис. 2. Диаграмма «удлинение – нагрузка», полученная при разрыве неоднородного волокна

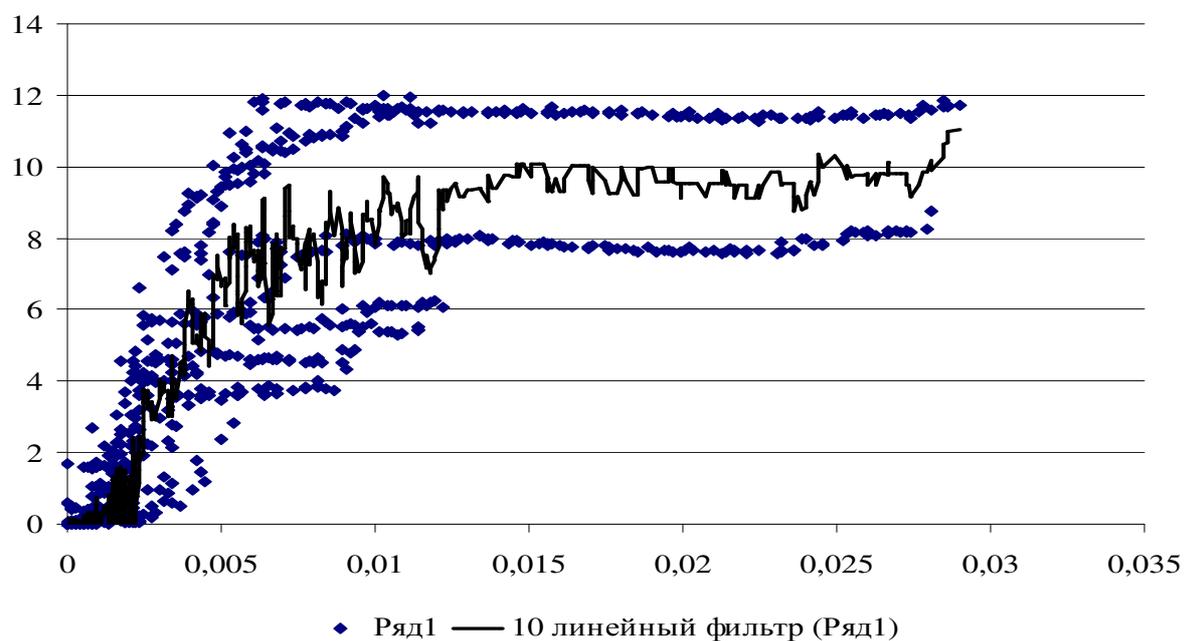


Рис. 3. Диаграмма «удлинение – разрыв» после сложения экспериментальных кривых

Процесс разрушения волокнистого пучка является динамическим, и, следовательно, во время эксперимента высока вероятность регистрации случайных возмущений, помех. Поэтому возникает проблема сглаживания полученного сигнала, которое может осуществляться различными методами [7].

Наиболее приемлемым, на наш взгляд, является использование линейной фильтрации экспериментальных данных.

Предлагаемый алгоритм обработки получаемых в ходе эксперимента данных включает следующие этапы:

- нормирование и фильтрация массивов данных по характеру разрывной нагрузки;
- сглаживание шумов путем линейной фильтрации экспериментальных данных;
- обобщение графиков путем их численного или скалярного сложения;
- вычисление по полученной кривой значений разрывной нагрузки, абсолютных и относительных удлинений и работы, что позволит получать более полную информацию о прочностных характеристиках исследуемых волокнистых материалов.

Итак, в результате анализа экспериментальных кривых «удлинение-нагрузка», полученных при разрушении льняного волокна на модернизированной разрывной машине РМП-1, разработана методика их обработки и получения основных разрывных характеристик.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 28285-89. Солома льняная. Требования при заготовках. – М., 1989.
2. ГОСТ 24383-89. Треста льняная. Требования при заготовках. – М., 1989.
3. ГОСТ 10330-76. Лен трепаный. Технические условия. – М., 1976.
4. ГОСТ 9394-76. Волокно льняное короткое. – М., 1976.
5. Вихарев С.М. Информационно-измерительная система на базе разрывной машины РМП-1 / С. М. Вихарев, Н. М. Федосова, Н. В. Батьков // Вестник КГТУ. – 2008. – №17.
6. Иориш Ю.И. Виброметрия / Ю. И. Иориш. – М. : Гос. науч.-технич. изд-во машиностроит. лит-ры, 1963.
7. Наладка средств автоматизации и автоматических систем регулирования : справочное пособие / под. ред. А. С. Ключева. – М. : Энергоатомиздат, 1989.

УДК 677.021

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РАБОЧЕГО ОРГАНА В ВИДЕ КОЛКА С ЧАСТИЦЕЙ ВОЛОКНИСТОГО МАТЕРИАЛА ПРИ ОТДЕЛЕНИИ СОРА **Р.В. Корабельников, Х.И. Иброгимов, А.Р. Корабельников**

Во многих очистительных машинах происходят процессы взаимодействия рабочих органов с частицами волокнистого материала, находящихся в свободном состоянии, целью этих взаимодействий является выделение сорных примесей.

На примере взаимодействия колка с частицей хлопка-сырца рассмотрим особенности процесса и основные условия выделения сора. Такие взаимодействия рабочего органа происходят в очистителях мелкого сора для хлопка-сырца.

На рис.1 показана схема взаимодействия колка с частицей (летучки) хлопка-сырца, где 1 – колок; 2 – частица (летучка) хлопка-сырца.

Если понимать под частицей хлопка-сырца, например, летучку (отдельное семя с волокнистым покровом), то её можно смоделировать в виде массы m_l , сосредоточенный в точке S , обладающей определенной жесткостью C_1 .

Составим динамическую модель процесса взаимодействия колка с летучкой хлопка-сырца (рис.2), где изображено: 1 – колок; 2 – частица хлопка-сырца; C_1 – жесткость летучки; Z_1 – координата движения колка; Z_2 – координата движения частицы (летучки); m_l – масса летучки.

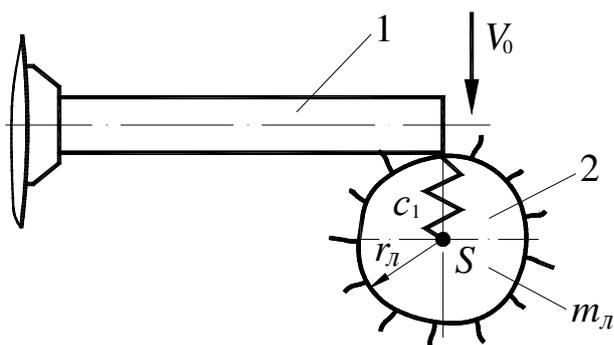


Рис. 1

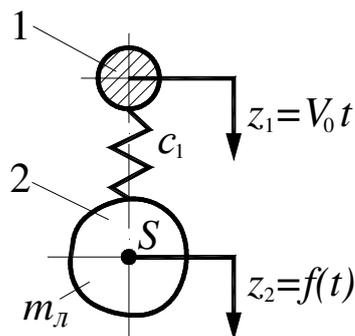


Рис. 2

При составлении модели были приняты следующие допущения:

- коэффициент жесткости летучки на сжатие принимается постоянным с линейной характеристикой;
- масса летучки сосредоточена в точке S ;
- так как взаимодействие рассматриваем в течение короткого времени, то движение примем прямолинейным, а нагружение системы будем рассматривать в течение полупериода колебаний;
- демпфирующими свойствами летучки пренебрегаем;
- масса колкового барабана принимается значительно большей массы летучки и колок считается весьма жестким.

Составим дифференциальное уравнение движения летучки при взаимодействии с колком.

$$m_l \frac{d^2 z_2}{dt^2} = (z_1 - z_2) C_1 . \quad (1)$$

Так как, колок жесткий, то считаем, что $z_1 = V_0 t$, тогда уравнение (1) после деление на m_l примет вид

$$\frac{d^2 z_2}{dt^2} + \frac{C_1}{m_l} z_2 = \frac{C_1 V_0 t}{m_l} . \quad (2)$$

Обозначим $\omega_0^2 = \frac{C_1}{m_l}$ и $\omega_0 = \sqrt{\frac{C_1}{m_l}}$ – круговая частота собственных колебаний летучки. Тогда получим

$$\frac{d^2 z_2}{dt^2} + \omega_0^2 z_2 = \frac{C_1 V_0 t}{m_l} . \quad (3)$$

Общим решением дифференциального уравнения (3) будет

$$z_2 = A \sin \omega_0 t + B \cos \omega_0 t + \frac{C_1}{m_l \omega_0^2} V_0 t = A \sin \omega_0 t + B \cos \omega_0 t + V_0 t , \quad (4)$$

где A и B произвольные постоянные интегрирования.

Из начальных условий при $t = 0, z_2 = 0, \frac{dz_2}{dt} = V_{л0}$, получим

$$B = 0, A = \frac{V_{л0} - V_0}{\omega_0} ,$$

где $V_{л0}$ – начальная скорость летучки.

В результате получим

$$z_2 = V_0 t + \frac{V_{л0} - V_0}{\omega_0} \sin \omega_0 t . \quad (5)$$

Первое слагаемое представляет собой прямую линию под углом к оси ординат, а второе слагаемое есть синусоида с амплитудой колебаний

$$A = \frac{V_{л0} - V_0}{\omega_0} . \quad (6)$$

Если начальная скорость летучки равна нулю, т.е. $V_{л0} = 0$, то будем иметь

$$A = -\frac{V_0}{\omega_0} . \quad (7)$$

Выражения для закона движения летучки будет

$$z_2 = V_0 t - \frac{V_0}{\omega_0} \sin \omega_0 t . \quad (8)$$

Вторая производная от (8) позволяет определить ускорение летучки при ударе о неё колком

$$\frac{d^2 z}{dt^2} = V_0 \omega_0 \sin \omega_0 t . \quad (9)$$

Таким же ускорением будут обладать сорные примеси, движущиеся с летучкой. Можно записать условия отделения сорных примесей от летучки при ударе по ней колком

$$m_C \frac{d^2 z}{dt^2} \geq Q_{Cz} , \quad (10)$$

где Q_{Cz} – составляющая силы закрепления частицы сора на поверхности летучки в направлении оси OZ .

Максимальное значение ускорения будет при $\omega_0 t = \frac{\pi}{2}$, $\left(\frac{d^2 z}{dt^2} \right)_{\max} = V_0 \omega_0$.

Тогда условия отделения сорных частиц запишется

$$m_C V_0 \omega_0 \geq Q_{CZ}. \quad (11)$$

Уравнение (11) описывает основную закономерность отделения сорных частиц от летучки. Как следует из выражения (11) существенную роль в процессе сорыва играет скорость колка и круговая частота собственных колебаний летучки. Если величина ω_0 не подлежит управлению (изменению), так как она зависит от массы и жесткости летучки, то управлять процессом, скорее всего, необходимо путем изменения скорости колкового барабана V_0 . Целесообразно в приводах очистительных машин применять устройство для регулирования скорости рабочих барабанов.

Для расчетов коэффициентов жесткости летучек при ударе по ним колков можно пользоваться следующими выражениями [1], [2], для линейной модели, когда $n = 1$ (показатель степени нелинейности сжатия летучки при ударе для общего случая $P = c_1 z^n$)

$$c_1 = \frac{P_{\max}^2}{m_i \cdot V_0^2}, \quad (12)$$

для нелинейной модели ($n \neq 1$)

$$c_1 = \frac{2^n P_{\max}^{n+1}}{(n+1)^n (m_i \cdot V_0^2)^n}, \quad (13)$$

где P_{\max} – максимальное значение силы удара колком по летучке;

n – показатель нелинейности (для одиночных летучек по данным [1], [2] $n = 1,166$; $c_1 = 82,5$, для двойных летучек $n = 1,204$; $c_1 = 182,5$).

Для расчетов можно использоваться данными исследования удара колка о летучку при помощи трубчатого (высокочастотного) датчика [1].

Эти данные приведены в табл.1.

Таблица 1

| Параметры удара | Скорость удара, V_0 (м/с) | | | | | |
|--|-----------------------------|--------|--------|-------------------|--------|--------|
| | одной летучки | | | сдвоенная летучка | | |
| | 8,2 | 10,5 | 12,8 | 8,2 | 10,5 | 12,8 |
| Сила удара, P_{yd} (Н) | 0,598 | 0,780 | 0,966 | 0,801 | 1,05 | 1,31 |
| Время нарастания нагрузки, $t_{нар}$ (с) | 0,0022 | 0,0023 | 0,0023 | 0,0023 | 0,0025 | 0,0026 |
| Общее время удара, t_{yd} (с) | 0,026 | 0,03 | 0,037 | 0,041 | 0,049 | 0,051 |

Таким образом, рассмотрена и развита теория взаимодействия частицы хлопка с колком при отделении сорных частиц от летучки хлопка-сырца, по-

зволяющая определить значение силы удара и условия, при которых сор будет удален. Для повышения эффективности выделения сора целесообразно регулировать скорость рабочего органа при взаимодействии с частицей хлопка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бурнашев Р.З. Теоретические основы технологии очистки хлопка-сырца : дис. .. доктора техн. наук / Р. З. Бурнашев. – Ташкент, 1983. – 432 с.
2. Махкамов Р.Г. Повышение технологической надёжности хлопкоочистительных машин, работающих в ударном режиме / Р. Г. Махкамов. – Ташкент : Фан, 1989, 151 с.

УДК 677.021

ОЦЕНКА ЗНАЧИМОСТИ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ОБОГАЩЕНИЯ ЛЬНЯНОГО СЫРЦА ТРЕПАНИЕМ М.С. Енин, С.Е. Маянский, Е.Л. Пашин

С целью повышения выхода длинного волокна был исследован процесс обогащения льняного сырца трепанием. Установлено, что наиболее значимо влияют на эффективность обработки параметры X_1 – частота вращения барабана и X_8 – отделяемость тресты. Полученные результаты могут быть использованы при разработке секции трепальной машины для обогащения льняного сырца для выбора рациональных режимно-конструктивных параметров.

Целью данной работы было определение значимости влияния некоторых параметров процесса обогащения льняного сырца на эффективность удаления из него костры.

При этом сам процесс обогащения рассматривали в качестве предварительной операции, от которой во многом зависит эффективность обработки льна на льнозаводе [1].

Для удаления насыпной костры из слоя льняного сырца было предложено использовать известный способ обогащения прядей сырца путём его трепания, при котором происходит одновременная раздельная обработка комлевых и вершинных участков сырца, за счёт воздействия на них бил барабанов в направлении от его зажима [2, 3].

Исследования проводились на специальном экспериментальном трепальном стенде (рис. 1). Использовали льняной сырец, полученный путём промина стеблей стланцевой тресты на мяльной машине М-110Л2.

Время обработки материала (2 с) на стенде было обосновано в работе [4].

В табл.1 указаны исследуемые параметры и уровни их варьирования. Выбор параметров был обусловлен результатами наблюдений за процессом обработки и итогами литературного обзора по теме исследования. При определении величин интервалов варьирования параметров процесса исходили из того, чтобы волокнистые отходы при обработке были минимальными.

В качестве параметра эффективности процесса использовали степень удаления костры Y , %

$$Y = \frac{Z_H - Z_K}{Z_H} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где Z_H и Z_K – заострённость льняного сырца, соответственно перед и после обработки, %. Заострённость определялась в соответствии с [5, стр.44].

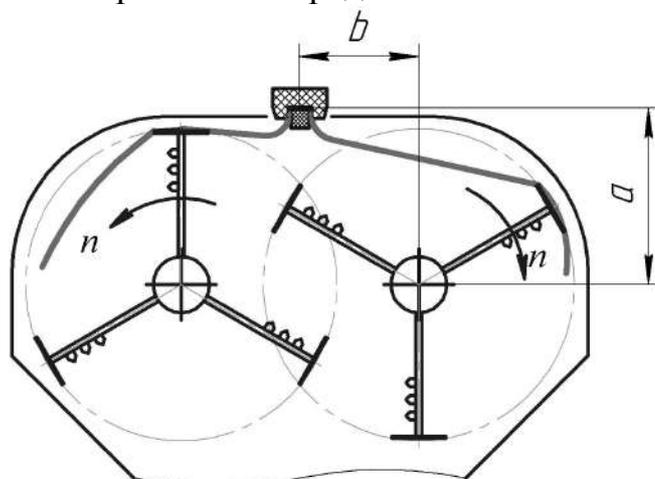


Рис.1. Схема способа обогащения льняного сырца (диаметр барабана – 490 мм; ширина билы планки – 65 мм; радиус закругления рабочей кромки билы планки – 2 мм)

Таблица 1

Исследуемые параметры и уровни их варьирования

| Обозначение параметров | Название параметров | Уровни параметров | |
|------------------------|--|-------------------|---------|
| | | нижний | верхний |
| X1 | Частота вращения барабана, мин ⁻¹ | 100 | 160 |
| X2 | Длина горсти, обрабатываемая одним барабаном, см | 30 | 50 |
| X3 | Масса горсти, г | 20 | 50 |
| X4 | Расстояние <i>a</i> , см | 14 | 30 |
| X5 | Расстояние <i>b</i> , см | 32 | 46 |
| X6 | Число бил на барабане, шт | 2 | 3 |
| X7 | Вылет билы планки относительно подбилы решётки, мм | 15 | -15 |
| X8 | Отделяемость тресты, ед. | 5,4 | 7,2 |

При проведении опытов был использован метод случайного баланса [6], основанный на применении дробного факторного эксперимента по плану 2^{8-4} . Повторность опытов девятикратная. После проведения каждого опыта производили выбраковку результатов при 90% уровне доверительной вероятности. Средние значения результатов Y представлены в табл. 2.

Для ранжирования параметров строили диаграмму рассеяния (рис. 2). На этой диаграмме для каждого параметра X_i нанесены точки, соответствующие значению Y в каждом конкретном опыте u . Если в опыте параметр находился в матрице планирования на нижнем уровне, то точку отмечали слева, а если на верхнем – то справа. Степень важности исследуемых параметров оценивали комплексом критериев: по величине смещения медиан

ΔM , по числу «выделяющихся точек» и по полуразности средних значений параметра эффективности, когда исследуемый параметр находился на верхнем и нижнем уровнях. Поиск значимых параметров и их ранжирование производили по этапам. На каждом из них оценивали значимость коэффициентов регрессионной модели, связывающей Y и исследуемые параметры.

Таблица 2

Результаты эксперимента

| Номер опыта u | Закострённость сырка до обработки $Z_n, \%$ | | | Закострённость сырка после обработки $Z_k, \%$ | | | Степень удаления костры $Y, \%$ |
|-----------------|---|-------|------|--|-------|------|---------------------------------|
| | | \pm | | | \pm | | |
| 1 | 69,1 | \pm | 6,9 | 41,7 | \pm | 3,5 | 39,7 |
| 2 | 61,6 | \pm | 5,0 | 33,7 | \pm | 2,3 | 45,2 |
| 3 | 56,2 | \pm | 4,7 | 45,9 | \pm | 2,0 | 18,4 |
| 4 | 56,7 | \pm | 1,9 | 53,3 | \pm | 1,0 | 6,1 |
| 5 | 97,3 | \pm | 6,1 | 79,9 | \pm | 6,1 | 17,8 |
| 6 | 151,1 | \pm | 10,7 | 131,5 | \pm | 12,9 | 13,0 |
| 7 | 55,5 | \pm | 5,2 | 45,4 | \pm | 3,6 | 18,2 |
| 8 | 41,6 | \pm | 4,0 | 30,3 | \pm | 2,8 | 27,0 |
| 9 | 129,0 | \pm | 9,1 | 116,3 | \pm | 10,7 | 9,8 |
| 10 | 53,9 | \pm | 3,7 | 46,2 | \pm | 4,1 | 14,4 |
| 11 | 66,1 | \pm | 2,9 | 57,4 | \pm | 4,7 | 13,2 |
| 12 | 66,1 | \pm | 6,5 | 52,5 | \pm | 4,0 | 20,5 |
| 13 | 24,2 | \pm | 1,7 | 20,6 | \pm | 1,9 | 14,9 |
| 14 | 53,7 | \pm | 2,5 | 46,3 | \pm | 3,0 | 13,7 |
| 15 | 50,0 | \pm | 2,6 | 37,5 | \pm | 3,3 | 25,1 |
| 16 | 115,8 | \pm | 9,4 | 108,7 | \pm | 8,9 | 6,1 |

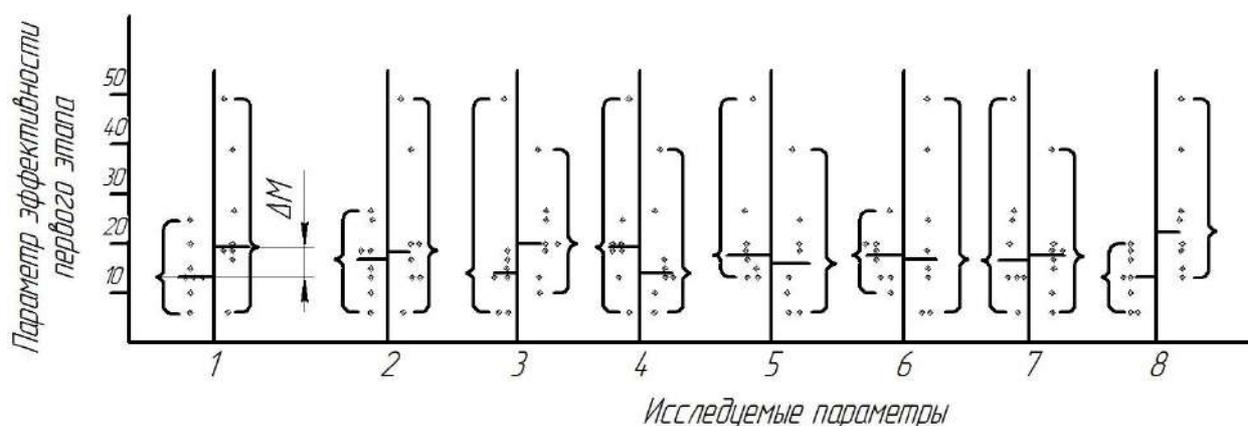


Рис. 2. Диаграмма рассеяния

Данная модель использовалась для выделения коэффициентов регрессии, по значениям которых принимались величины эффектов исследуемых параметров. Статистическая обработка результатов и выявление знаков перед указанными коэффициентами модели позволили построить гистограмму (рис. 3), где указана направленность и величина эффекта влияния на Y каждого из изучаемых параметров.

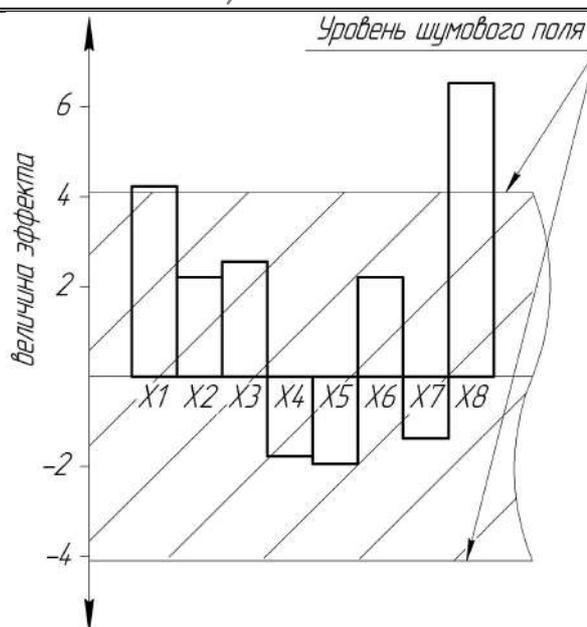


Рис. 3. Ранжирование изучаемых параметров

По результатам анализа диаграммы можно сделать следующие выводы. Наиболее значимо влияют на эффективность обработки параметры X1 – частота вращения барабана и X8 – отделяемость тресты. Данные параметры следует поддерживать на верхнем уровне. Остальные параметры относятся к так называемому «шумовому полю», которое соответствует уровню ошибок опытов. Однако по знаку величины эффекта (коэффициента модели) можно рекомендовать желательный уровень анализируемых параметров. Так параметры X2, X3 и X6 целесообразно поддерживать на верхних уровнях, а X4, X5 и X7 – на нижних.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пашин Е.Л. Механическая подготовка льна для получения трепаного волокна (проблемы и направления совершенствования) : монография / Е. Л. Пашин, А. Б. Лапшин, С. Е. Маянский. – Кострома : ВНИИЛК, 2006. – 212с.
2. Отчёт по НИР УкрНИИТП, рук. Григорян Г.С., Шухов В.В., № Гр 80012337, Киев, 1984 г., 51с. «Создать и освоить в промышленности процесс обогащения сырца льняных материалов с целью повышения выхода и качества готовой продукции».
3. Патент Украины № UA 25116 A / Способ получения волокна из тресты льна и конопли / Антонов С.И., Чурсина Л.А. Выдан 30.10.1998.
4. Енин М.С. Изменение массовой доли костры в льняном сырце при его обогащении / М. С. Енин, С. Е. Маянский // Актуальные проблемы техники и технологии переработки льна в современных условиях : Междунар. науч-техн. конф. «Лён-2008».– Кострома : Изд-во Костром. гос. технол. ун-та, 2008.
5. Первичная обработка лубяных волокон : учебник для вузов / В. В. Марков, Н. Н. Суслов, В. Г. Трифонов, А. М. Ипатов – М. : Лёгкая индустрия, 1974. – 416 с.
6. Максимов В.Н. Применение методов математического планирования эксперимента при отыскании оптимальных условий культивирования микроорганизмов / В. Н. Максимов, В. Д. Фёдоров. – М. : Изд-во Московского ун-та им. М.В. Ломоносова, 1969, 128с.

УДК 677.11.051.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА РЕЗУЛЬТАТ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ЛЬНОТРЕСТЫ НА МЯЛЬНОЙ МАШИНЕ

В.Г.Дроздов, Л.В. Мочалов

Оптимизации процесса мятья может быть осуществлена с использованием следующих приемов [1, 2]:

1. Изменения набора и числа мяльных пар.
2. Изменения конфигурации мяльных пар.
3. Регулирования глубины захождения рифлей во впадины парного рабочего органа.

Наиболее целесообразным с точки зрения автоматического управления процесса является регулирование глубины захождения рифлей в зависимости от отделяемости и влажности льняной тресты. Для исследования этого вопроса были проведены экспериментальные исследования.

Основной задачей исследования являлось нахождения степени влияния следующих факторов на умин льняной тресты в процессе мятья: глубины захождения рифлей X_1 и влажности X_2 . Факторы варьировались на двух уровнях.

В процессе исследований использовали мяльную машину М-100Л, которая агрегирована в МТА.

При проведении опытов были использованы вальцы диаметром от 117 до 122 мм (число пар вальцов 13, из них первые 6 пар прямого рифления, 4 пары винтового рифления, следующие пары прямого мелкого рифления, последняя пара гладкая). Эксперименты проводили с максимальным и минимальным значением глубины захождения рифлей при постоянном наборе вальцов с фиксированными значениями влажности тресты, минимальное значение 9%, максимальное значение 19%. Для выполнения экспериментов были подготовлены однородные образцы льнотресты, масса которых составляла 100 ± 0.5 гр. Опыты проводились в шестикратной повторности. Оценка результатов проводилась после снятия сырца со станка с последующим определением умина. Уровни факторов и интервалы варьирования приведены в таблице 1. Относительная ошибка опыта находится в пределах 3–5 %

В опытах использовали два вида льнотресты: 1) треста тип 1урожай 2007 г. номер 0.75 показатель цвета 1, отделяемость 4.1, содержания волокна 33%, прочность 10.7 кгс, горстевая длина 62; 2) треста тип 2 урожай 2007 г. «Мерелин» номером, 1.75 показатель цвета 2, отделяемость 7.1, выход длинного волокна 35%, горстевая длина 63.1 прочность 7.45. Номер тресты определяли в соответствии с ГОСТ 24383-89 «Треста льняная. Требования при заготовках». Влажность тресты определяли в сушильном шкафу. Перед увлажнением рассчитывали массу воды в соответствии с необходимой влажностью тресты. После увлажнения навески помещали в пакеты и герметично упаковывали. Затем массу материала взвешивали с пакетами и оставляли на двое суток до тех пор пока влага равномерно не проникнет в материал. После это-

го, навески повторно взвешивались. Убедившись, что масса упакованных навесок не изменилась, пакеты распаковывались и затем определялась влажность контрольных навесок в сушильном шкафу. Перед обработкой навески взвешивались и затем проминались на мяльной машине. Полученные после мятья навески собирались в пучек и обрабатывались в соответствии с указаниями руководящего документа РФ 10 10.5-89 «Испытания сельскохозяйственной техники. Программы и методы испытаний». При этом каждая горсть осторожно встряхивалась, определялась ее масса с погрешностью измерения ± 0.5 гр. Полученные данные заносились в сводную таблицу. После того как таблица была заполнена, данные обрабатывали, на компьютере, в результате чего были построены зависимости рис 1, 2.

Таблица 1

Уровни факторов и интервалы варьирования

| Факторы | Название фактора | Ур. Факторов | | Инт.вар |
|---------|--------------------|--------------|----|---------|
| X1 | Влажность | -1 | +1 | 10 |
| X2 | Глубина захождения | -1 | +1 | 2,5 |

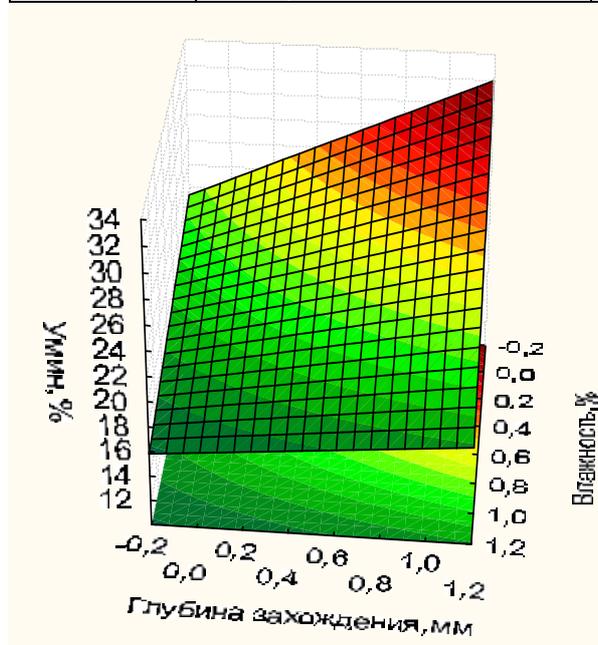


Рис.1. Изменение умина в зависимости от глубины захождения и влажности тресты (треста тип 1 урожай 2007 г.)

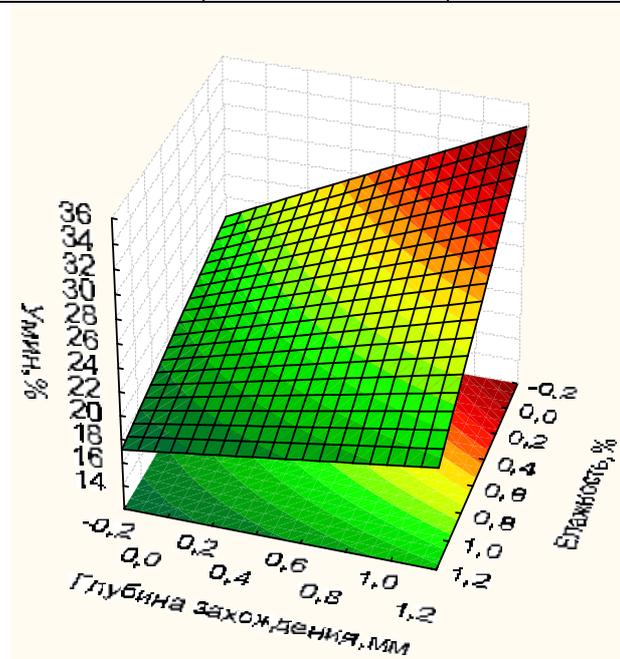


Рис.2. Изменение умина в зависимости от глубины захождения и влажности тресты (треста тип 2 урожай 2007 г.)

В результате математической обработки получили двухфакторные регрессионные модели для недолежалой тресты

$$Y=21,98 - 4,87X1 + 6,65X2 - 4,33X1X2;$$

для тресты нормальной вылежки

$$Y=23,12 - 4,59X1 + 7,57X2 - 4,22X1X2.$$

Анализ уравнения, адекватно описывающий исследуемый процесс, показывает, что технологическая эффективность исследуемого процесса в зна-

чительной степени зависит от глубины захождения рифлей (фактор X2) По этой причине этот фактор целесообразно использовать как управляющий при оптимизации процесса в том случае, когда колебания влажности (фактор X2) тресты существенно отклоняются от нормированных значений. Алгоритм формирования управляющего воздействия может быть определен с учетом полученных уравнений регрессии.

Вывод

В результате экспериментальных исследований была получена регрессионная модель, позволяющие обеспечить управление процессом для достижения его максимальной технологической эффективности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дьячков В.А. Теоретическое обоснование технологических и конструктивных параметров машин для производства длинных волокон : дис. ... доктора техн. наук / В. А. Дьячков– Кострома, 1986. – 245 с.
2. Щечкин В.В Совершенствование режимов мятья и трепания при обработке на льнозаводах : дис. ... канд. техн. наук / В. В. Щечкин. – Кострома, 1982. – 174с.
3. ГОСТ 24383-89. Треста льняная требование при заготовках. – М. : Изд-во стандартов, 1989.

УДК 677.11.051.

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ЛЬНЯНОЙ КОСТРЫ В ПРОЦЕССЕ ТРЕПАНИЯ

Э.В. Новиков, А.Н. Овсянникова, Р.И. Ахриев

В статье представлены результаты экспериментальных исследований характеристик льняной костры: длины, ширины, толщины, а также средней массы костры и её насыпной плотности

Геометрические характеристики костры оказывают влияние на процесс очистки длинного и короткого волокна в мьяльно-трепальных и куделеприготовительных агрегатах. Значения характеристик используют в теоретических расчетах процессов мятья, трепания, трясения, для определения объема производственных помещений хранения костры и т.д.

В работах [1, 2], изучались характеристики костры, находящейся в отходах трепания, однако, мьяльно-трепальное оборудование, для которого изучались характеристики, уже не применяется. В настоящее время разработано более совершенное оборудование, имеющее новые конструкции рабочих органов. Следовательно, является актуальными исследования по определению значений характеристик костры для современного технологического оборудования для получения длинного волокна.

Настоящая статья является продолжением работы [3], где также изучались характеристики костры (длина, ширина, толщина, масса костринок, насыпная плотность) в секциях трепальной машины агрегата АЛС-1. Отличием данной работы от исследований [3] является то, что костра была получена при обработке волокна в трех секциях трепания (см. рис. 1).

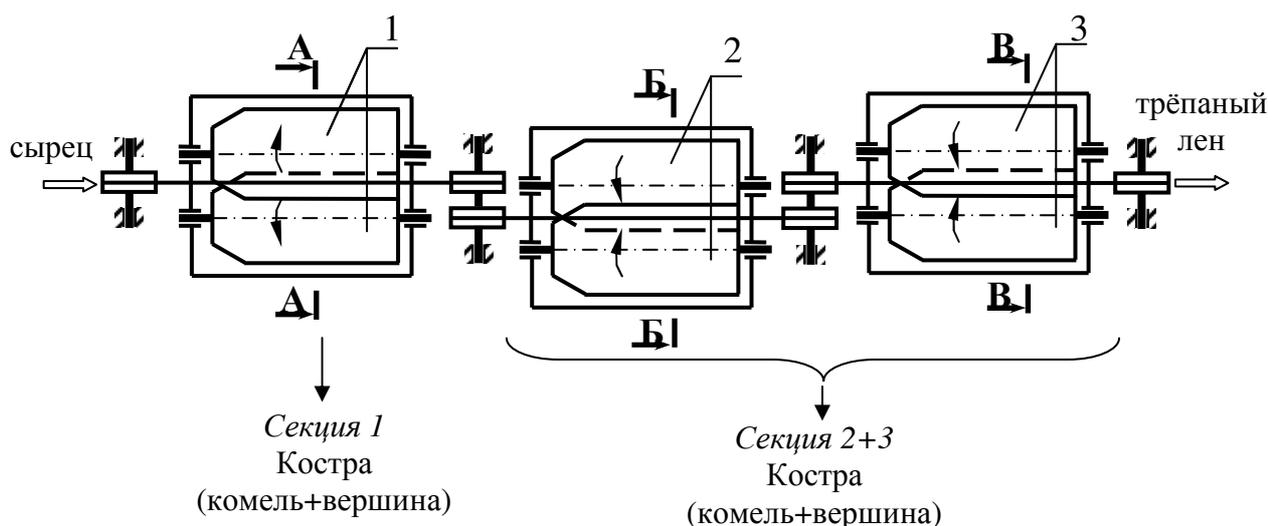


Рис. 1. Технологическая схема процесса трепания, после которого отбиралась костра для исследования: 1, 2, 3 – трепальные барабаны 1, 2, 3 секций соответственно

Особенностью исследуемого процесса трепания (рис.) является то, что он включает одновременную предварительную обработку комлевых и вершинных участков сырца в первой секции обогащения. Применяя такую схему трепания необходимо знать значения характеристик костры в каждой секции.

Для получения костры использовалась треста льняная двух типов, характеристики которой представлены в табл.1.

Таблица 1

Характеристики тресты, из которой была получена костра для исследований

| Характеристики | Тип 1 | Тип 2 |
|--------------------------------|--------------|--------------|
| 1. Селекционный сорт льна | «Дашковский» | Обезличенная |
| 2. Горстевая длина, см | 83,3 | - |
| 3. Прочность, кгс | 22,5 | 15,0 |
| 4. Содержание волокна, % | 36,5 | 30,6 |
| 5. Отделяемость, ед | 7,2 | - |
| 6. Средний диаметр стеблей, мм | 1,4 | - |
| 7. Цвет (эталон по цвету) | 2,0 | - |

Перед трепанием треста проминалась в первом модуле мяльной машины М-110Л2. Исследование характеристик проводилось на трех частотах вращения трепальных барабанов при постоянной скорости транспортирования волокна 20 м/мин. Трепальные барабаны имели шесть бил с корытообразной формой бильных планок.

Было отобрано 12 проб по 100 костринок из каждой группы, отличающихся по типу тресты, обработке в секциях 1, 2 и 3 и частоте вращения барабанов. В каждой пробе измерялась длина, ширина, толщина, масса костры и её насыпная плотность. Если относительная гарантийная ошибка опытов превышала 10% процентов, то производился дополнительный набор проб, до тех пор, пока ошибка опыта не превышала 10%. Результаты замеров представлены в табл.2.

Таблица 2

Геометрические характеристики льняной костры после трепания
при различной частоте вращения трепальных барабанов

| Характеристика | Часть волокна | max, min, Среднее | Секция 1 | | | | | | Секция 2+3 | | | | | | |
|--------------------------------------|-------------------|-------------------------|---------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------|------|
| | | | Тип 1 | | | Тип 2 | | | Тип 1 | | | Тип 2 | | | |
| | | | 250* | 300 | 350 | 250 | 300 | 350 | 250 | 300 | 350 | 250 | 300 | 350 | |
| Длина, мм | Комли, Вершины | max | 17,26 | 15,18 | 15,88 | 14,2 | 15,26 | 14,72 | 14,34 | 16,84 | 17,12 | 16,92 | 15,98 | 16,00 | |
| | | min | 1,15 | 1,06 | 2,68 | 1,88 | 2,20 | 1,92 | 1,98 | 2,42 | 1,16 | 1,98 | 1,94 | 1,06 | |
| | | Среднее | 8,91 | 7,72 | 7,06 | 6,80 | 7,45 | 7,59 | 5,84 | 7,60 | 7,25 | 7,34 | 7,48 | 7,25 | |
| Ширина, мм | Комли, Вершины | max | 1,64 | 1,44 | 1,82 | 1,40 | 1,46 | 1,20 | 1,30 | 1,24 | 1,26 | 0,98 | 1,00 | 1,20 | |
| | | min | 0,30 | 0,32 | 0,18 | 0,36 | 0,36 | 0,24 | 0,40 | 0,44 | 0,38 | 0,36 | 0,38 | 0,34 | |
| | | Среднее | 0,78 | 0,67 | 0,77 | 0,69 | 0,72 | 0,67 | 0,72 | 0,71 | 0,69 | 0,63 | 0,65 | 0,70 | |
| Толщина, мм | Комли, Вершины | max | 0,70 | 1,32 | 0,56 | 0,40 | 0,58 | 0,80 | 0,36 | 0,32 | 0,30 | 0,30 | 0,28 | 0,44 | |
| | | min | 0,10 | 0,04 | 0,06 | 0,06 | 0,08 | 0,06 | 0,08 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,08 | 0,08 | 0,06 |
| | | Среднее | 0,27 | 0,23 | 0,24 | 0,17 | 0,16 | 0,16 | 0,17 | 0,15 | 0,13 | 0,14 | 0,15 | 0,16 | |
| Масса, г | Комли, Вершины | max | 0,0005 | 0,000 3 | 0,0003 5 | 0,0003 0 | 0,0002 5 | 0,0004 | 0,0002 5 | 0,000 2 | 0,000 3 | 0,0002 5 | 0,0002 5 | 0,000 3 | |
| | | min | 0,0003 | 0,000 3 | 0,0003 0 | 0,0002 5 | 0,0002 0 | 0,0003 5 | 0,0002 0 | 0,000 2 | 0,000 3 | 0,0002 | 0,0002 | 0,000 3 | |
| | | Среднее | 0,0004 4 | 0,000 3 | 0,0003 3 | 0,0002 8 | 0,0002 2 | 0,0003 7 | 0,0002 2 | 0,000 2 | 0,000 3 | 0,0002 2 | 0,0002 3 | 0,000 3 | |
| Насыпная плотность кг/м ³ | Комли, Вершины | max | 69,52 | 74,15 | 81,88 | 77,20 | 83,42 | 80,33 | 72,61 | 64,89 | 74,15 | 69,52 | 67,98 | 71,06 | |
| | | min | 61,80 | 66,43 | 74,15 | 67,98 | 77,20 | 71,06 | 66,43 | 57,16 | 63,34 | 58,70 | 64,89 | 60,25 | |
| | | Среднее | 64,95 | 72,9 | 78,15 | 73,82 | 81,25 | 74,77 | 69,83 | 61,80 | 68,90 | 64,58 | 66,74 | 66,74 | |

* частота вращения трепальных барабанов в мин⁻¹.

Значения характеристик исследуемой костры при смешивании её с трёх трепальных секций представлено в табл.3. Данные табл.3 можно применять тогда, когда отходы трепания удаляются от трех секций одновременно.

Таблица 3

Средние значения характеристик костры в трех трепальных секциях
(секция 1 + секция 2 + секция 3)

| Характеристика | Тип 1 | | | Тип 2 | | |
|---------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 250* | 300 | 350 | 250 | 300 | 350 |
| Длина, мм | 7,38 | 7,66 | 7,16 | 7,07 | 7,47 | 7,42 |
| Ширина, мм | 0,75 | 0,69 | 0,73 | 0,66 | 0,685 | 0,685 |
| Толщина, мм | 0,220 | 0,190 | 0,185 | 0,155 | 0,155 | 0,160 |
| Масса, г | 0,00033 | 0,00025 | 0,00032 | 0,00025 | 0,00023 | 0,00034 |
| Насыпная плотность, кг/м ³ | 67,39 | 67,35 | 68,52 | 69,20 | 73,96 | 70,76 |

* частота вращения трепальных барабанов в мин⁻¹.

Выводы

1. Максимальная длина костринки имеет место в секции 1 (одностороннее трепание) и составляет 17,26 мм, минимальная длина – 1,06 мм, средняя длина – 8,91 мм. В секциях 2+3 длина составила 5,84÷7,60 мм.

2. Ширина костры в зависимости от части стебля и частоты вращения трепальных барабанов изменяется в секции 1 от 0,30 до 1,82 мм и от 0,24 до 1,26 мм в секциях 2+3. Средняя ширина находится в интервале 0,67÷0,78 мм в секции 1 и 0,63÷0,72 мм в секциях 2+3.

3. Толщина костры изменяется в небольших пределах и составляет 0,16÷0,27 мм – секция 1 и 0,13÷0,17 мм в секциях 2+3.

4. Масса одной костринки изменяется от 0,0002 до 0,0005 г в секции 1 и от 0,0002 до 0,0003 г в секциях 2+3. Средняя масса костринки для представленной схемы трепания составляет 0,00033 г.

5. Насыпная плотность костры изменяется от 57,16 до 83,42 кг/м³. Среднее значение этой характеристики находится в интервале 61,8 до 78,15 кг/м³.

6. Получены данные геометрических характеристик костры для различных трепальных секций, которые можно использовать в теоретических расчетах процессов мятья, трепания, трясения, а также для определения объема производственных помещений для хранения костры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Брикетирование льняной костры / А. Н. Сивцов, М. А. Соболев, В. Н. Аносов, С. М. Каюков // Научные труды КТИ. Первичная обработка лубяных волокон. Пятый выпуск. – М. : ОГИЗ СССР, 1947.
2. Фальковский И.М. Кинетика сушки лубяного сырья / И. М. Фальковский // Научные труды КТИ. Первичная обработка лубяных волокон. Пятый выпуск. – М. : ОГИЗ СССР, 1947.
3. О геометрических характеристиках льняной костры в отходах трепания после процесса трепания длинных волокон / Э. Х. Гайнулина, О. А. Смирнова, А. П. Ершова, Э. В. Новиков // Сборник трудов молодых ученых КГТУ. – Вып.5. – Кострома, 2003.

УДК 677.051.

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТРОЙСТВА ОТДЕЛЕНИЯ НЕСВЯЗАННОЙ КОСТРЫ ИЗ ОТХОДОВ ТРЕПАНИЯ ЛЬНА

Э.В. Новиков, Б.В.Опарин, Р.В. Мальцев

В статье представлены результаты исследований устройства отделения костры, обеспечивающего отделение костры из отходов трепания льна непосредственно в трепальной секции мяльно-трепального агрегата АЛС-1.

Отходы трепания, образующиеся при работе мяльно-трепальных агрегатов, представляют собой короткие спутанные волокна, содержащие связанную и несвязанную с волокном костру. Известно, что удаление из отходов трепания несвязанной костры непосредственно в трепальной секции, которая составляет в общей массе отходов до 95 % [1], повышает качество короткого волокна, снижает износ технологического, вентиляционного оборудования и позволяет снизить металло-энергоёмкость линии по получению короткого волокна [1, 2].

Ранее для отделения несвязанной костры из отходов трепания разработано устройство – пластинчатый разгрузитель [2, 3], затем оно было исследовано непосредственно в трепальной части агрегата АЛС-1 [4, 5, 6], рис.1.

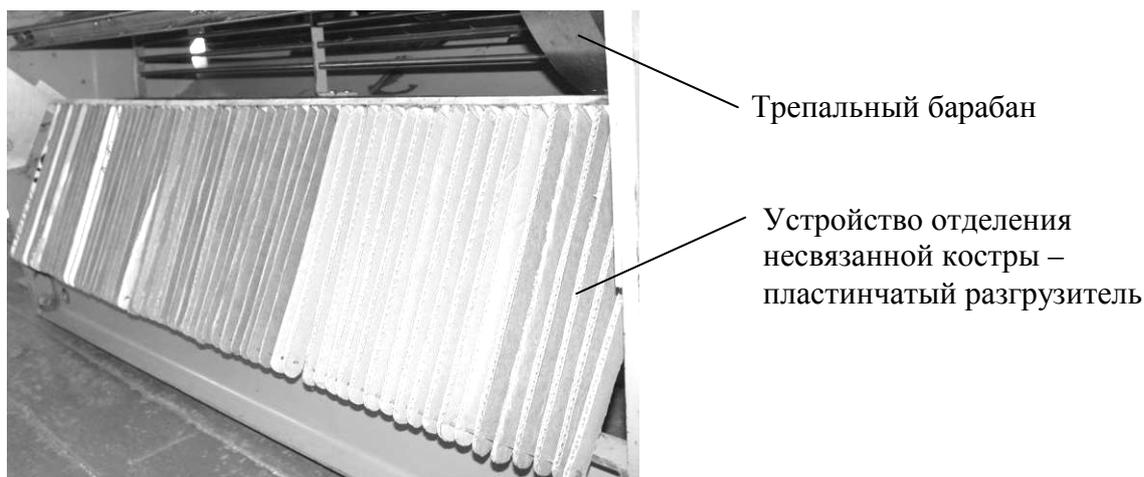


Рис.1. Общий вид устройства отделения несвязанной костры, установленного вдоль длинного трепального барабана

Остаётся не изученным процент несвязанной костры, выделяемый по длине трепальной секции в зоне одностороннего (в зоне 1) и двустороннего трепания (в зоне 2), а также дальность вылета костры под действием воздушных потоков, создаваемых вращением трепальных барабанов.

Для изучения указанных явлений были замерены количество выделившейся костры и дальность её вылета относительно устройства отделения в трепальной секции агрегата АЛС со стороны длинного барабана.

Через трепальную секцию агрегата пропускались промятые горсти тресты. Костра, выделившаяся в результате одностороннего (в зоне 1) и двусто-

ронного трепания (в зоне 2) взвешивалась отдельно, и определялся процент выделившейся костры от общей ее массы в каждой зоне трепания. Длина зоны одностороннего и двустороннего трепания составляла 570 и 720 мм, соответственно. Дальность вылета несвязанной костры определялась средним (L_{cp}) и максимальным расстоянием (L_{max}), на которые она вылетает относительно устройства отделения. Эксперимент проводился при частоте вращения трепальных барабанов 250, 300 и 350 мин^{-1} , которая соответствовала реальным значениям, применяемым в практике. Схема эксперимента представлена на рис.2.

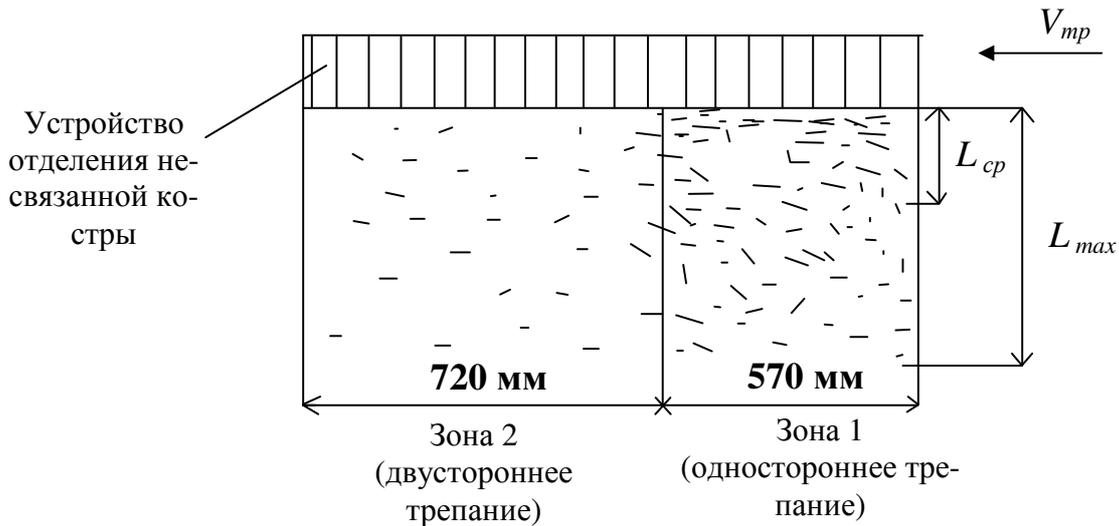


Рис.2. Схема эксперимента для определения количества выделяемой костры и дальности её вылета вдоль длинного барабана

Результаты эксперимента по определению выхода костры через устройство в соответствующих зонах трепания представлены на рис.3.

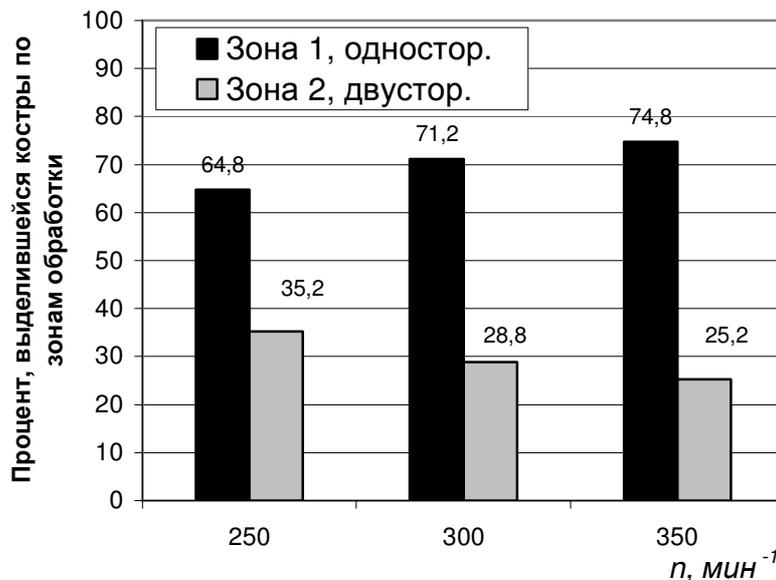


Рис.3. Процент выделения костры устройством в зонах 1 и 2

В первой зоне трепания при частоте вращения барабанов 250 мин^{-1} выделяется в среднем 64,8% несвязанной костры, во второй зоне – 35,2% (рис.3), максимальный вылет костры в зоне 1 при этом составил 1,2 м. Основная масса костры (более крупная) скапливается на расстоянии $L_{cp} = 0,3 \text{ м}$ от устройства отделения.

При частоте барабанов 300 мин^{-1} в этой зоне трепания выделяется уже 71,2% костры, во второй зоне – 28,8%. Максимальный вылет костры составил 1,3 м, средний – 0,43 м.

При частоте 350 мин^{-1} в первой зоне выделилось 74,8% костры, во второй – 25,2%. Максимальный вылет костры составил 1,4 м, средний вылет – 0,45 м.

С увеличением частоты вращения трепальных барабанов выход костры в зоне одностороннего трепания увеличивается, в среднем на 10% и соответственно на эту величину выход костры уменьшается в зоне двустороннего трепания (см. рис.3).

Выводы

1. При частоте вращения трепальных барабанов $250 \div 350 \text{ мин}^{-1}$ основное количество несвязанной костры 65%÷75% выделяется в зоне одностороннего трепания.

2. Несвязанная костра, выделяемая при трепании, вылетает через устройство отделения на расстояние $1,2 \div 1,4 \text{ м}$, основная масса костры скапливается на расстоянии $0,3 \div 0,43 \text{ м}$ от устройства отделения.

3. Полученные результаты могут быть использованы для дальнейших исследований, а также разработки устройства отделения несвязанной костры из отходов трепания непосредственно в трепальных секциях и разработки систем пневмотранспорта костры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Разработка устройства отвода костры в зоне свободного трепания трепальной машины агрегата АЛС-1 / Э. В. Новиков, А. П. Ершова // Отчет по НИР ; ООО «Костромское СКБТМ». – 2003.
2. Левитский И.Н. Улавливание волокна из костры и автоматическая подача ее в костротопки : дис. ... канд. техн. наук / И. Н. Левитский. – Кострома, 1961.
3. Бархатников Г.П. Исследование пневмотранспорта отходов трепания льна при бесциклонной подаче их на трясильную машину : дис. ... канд. техн. наук / Г. П. Бархатников. – Кострома, 1974.
4. Новиков Э.В. Устройство отвода несвязанной костры в зоне свободного трепания трепальной машины агрегата АЛС-1 / Э. В. Новиков, А. П. Ершова // Актуальные проблемы переработки льна в современных условиях : тез. Междунар. науч.-техн. конф. «Лен 2004». – Кострома : КГТУ, 2004.
5. Ершова А.П. Система отвода несвязанной костры в агрегате АЛС-1 / А. П. Ершова, Э. В. Новиков // Актуальные проблемы переработки льна в современных условиях : тез. Междунар. науч.-техн. конф. «Лен 2006». – Кострома : КГТУ, 2006.
6. Ершова А.П. Технология очистки отходов трепания / А. П. Ершова, Э. В. Новиков // Высокоэффективные разработки и инновационные проекты в льняном комплексе России : тез. Десятой юбилейной междунар. науч.-практ. конф. – Вологда, 2007.

УДК 677.11.051

ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛЕБАНИЙ ВЕРХНЕГО ВАЛКА МЯЛЬНОЙ ПАРЫ ПРИ ПРОМИНЕ ЛЬНЯНОЙ ТРЕСТЫ

А.А. Баринов, С.Е. Маянский, Е.Л. Пашин

В работе исследованы колебания верхнего валка мяльной пары при промине льняной тресты. Доказано наличие случайных колебаний торцов валка с амплитудой до 6 мм и более. Выявлены угловые колебания валков. Показано, что наличие этих случайных колебаний может привести к случайному изменению параметров пригодности слоя стеблей льна к обработке трепанием и, как следствие к снижению выхода длинного волокна.

При исследовании влияния кинематических возмущений на колебания верхних валков мяльной машины, установлено, что при их наличии и в условиях случайного изменения толщины слоя стеблей льна могут возникать значительные изменения глубины захождения рифлей валков и, как следствие, перемещение слоя по ширине машины [1]. В работе [2] также было выявлено, что из-за случайного изменения жесткости слоя (определяемой его толщиной) могут наблюдаться кроме прямолинейных также и угловые колебания верхнего валка в мяльной паре. Это является дополнительным фактором, ухудшающим пригодность слоя к трепанию. Амплитуды колебаний в этом случае могут достигать 10 мм и более. Указано, что при нормальном распределении случайного параметра жесткости слоя и его демпфирующих свойств, закон распределения амплитуды колебаний является нормальным. Поэтому изменения глубины захождения рифлей являются труднопредсказуемыми, а потому характер движения слоя (смещение слоя по ширине машины) является случайным. Для подтверждения указанных теоретических выводов были проведены опыты по оценке значений амплитуд колебаний валков и установлению закона их изменения.

При проведении экспериментов использовали 16 партий льняной тресты нормальной вылежки. Из проб стеблей на питателе ПЛ были сформированы участки слоя льняной тресты, отвечающие требованиям технического регламента для обработки стеблей на льнозаводе. Далее, при промине, указанные части слоя укладывали на стол перед мяльной машиной М-100Л и проминали. Одновременно осуществляли измерение перемещения торцов верхнего валка третьей мяльной пары машины (рис. 1).

Контроль перемещений валка проводили с использованием тензометрии. Тензобалки были закреплены на станине мяльной машины. Своей активной частью они связывались с торцами валка при помощи жестких связей. Сигнал с тензодатчиков записывали, используя измерительную систему на базе ПК с платой АЦП L-154. За счет применения двух тензобалок (по одной с каждого торца валка) обеспечивали фиксацию перемещений обоих торцов при прохождении слоя тресты. Общее количество замеров отклонений торцов валка составило 100 тысяч. Таким образом, появилась возможность оценить как перемещения валка, так и его наклон. После предварительной обра-

ботки данных были построены диаграммы плотности распределения амплитуд, которые приведены на рис. 2 и рис. 3.



Рис. 1. Внешний вид экспериментальной установки

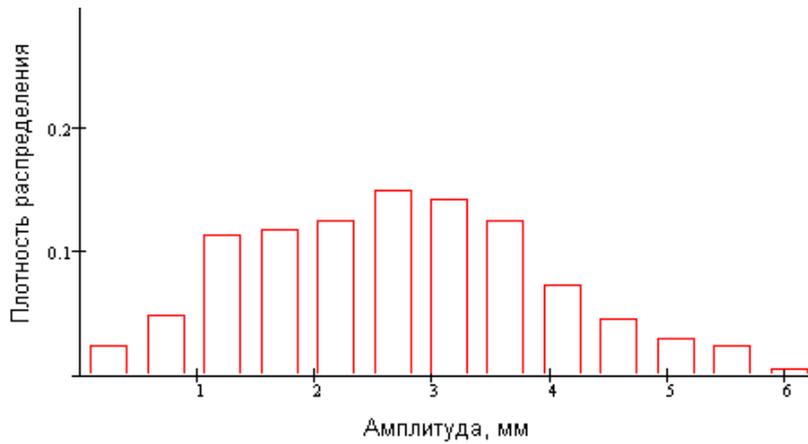


Рис. 2. Распределение амплитуд колебаний торца валка при промине комлевых участков стеблей

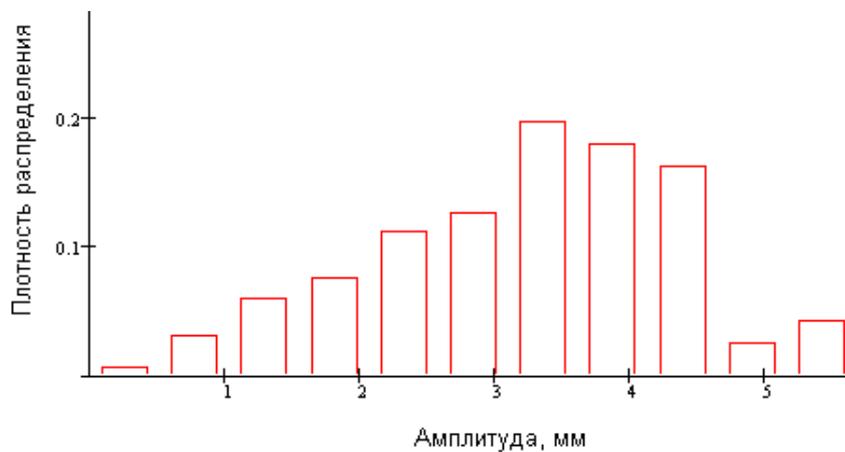


Рис. 3. Распределение амплитуд колебаний торца валка при промине вершинных участков стеблей

При анализе графиков было подтверждено, что закон распределения амплитуд является нормальным. Среднее значение амплитуды колебания торца валка при промине комлей составляет 2,6 мм, среднеквадратическое отклонение (СКО) составляет 1,25 мм. Для другого торца валка эти значения соответственно равны 3,2 мм и 1,2 мм. При этом выявлено значительное количество колебаний при промине как комлевых, так и вершинных участков стеблей, имеющих амплитуды 6 мм и более, что является весьма значительной величиной.

В результате контроля угловых колебаний валка была получена диаграмма плотности распределения величины наклона валка (рис. 4). На ней величина наклона валка исчисляется не в угловых единицах, а в линейных, то есть в величинах разницы между амплитудой противоположных валков. Статистический анализ позволил установить, что наклоны валка также случайны и распределены по нормальному закону. Среднее значение в разнице амплитуд составляет валка 0,6 мм, СКО при этом составляет 1 мм, имеют место разницы до $\pm 3,5$ мм.

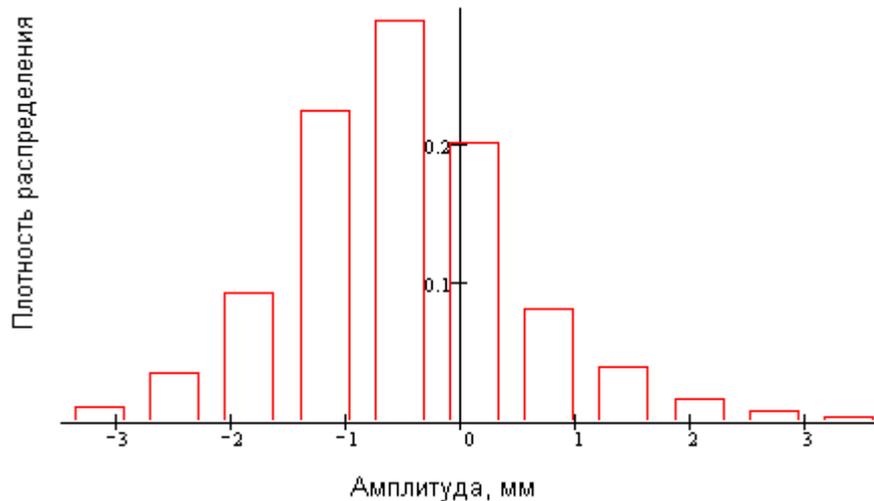


Рис. 4. Распределение величины наклона валка

Таким образом, амплитуды колебания торцов валков могут значительно отличаться от их среднего значения. Принципиально важно, что эти колебания непредсказуемы, так как вызваны случайным изменением толщины и жесткости слоя. Следовательно, при промине льняной тресты действительно возникают условия для случайного изменения глубины захождения рифлей и периметра излома стеблей.

Была проведена численная оценка различий в скоростях перемещения слоя стеблей льна относительно мяльной машины с учетом и без учета установленных колебаний верхних валков. Расчеты осуществляли, используя известный метод [3] при следующих исходных данных: D – наружный диаметр валка – равен 118 мм, a – амплитуда колебания верхнего валка – равна 6 мм; Z – число рифлей – равно 12; A – статическое расстояние между осями валков – равно 110 мм; t – шаг рифлей по наружному диаметру валка – равен 30,9

мм; n – частота вращения валка – равна 150 об/мин. В итоге установлено различие в скоростях прохождения комлевых и вершиночных участков слоя в 10,5%, что безусловно будет вызывать смещение слоя по ширине машины.

Полученные результаты позволяют заметить, что установленные колебания торцов валка с учетом его угловых колебаний приводят к невозможности прогноза параметров слоя стеблей льна после их промина.

Выводы

1. Контроль колебаний торцов верхнего валка мяльной пары позволил установить их случайный характер. Доказано наличие его угловых колебаний. Амплитуды колебаний торцов валка могут быть более 6 мм. Это окажет существенное влияние на изменение величины глубины захождения рифлей и периметра излома стеблей.

2. Имеющие место случайные колебания верхнего валка могут привести на рабочих частотах его вращения к изменению скорости перемещения комлевых и вершиночных участков стеблевого слоя относительно мяльной машины до 10,5%. Такое различие будет являться основой для случайного изменения параметров пригодности слоя стеблей льна, в частности координат его расположения по отношению к линии зажима трепальной машины.

ЛИТЕРАТУРА

1. Маянский С.Е. Влияние кинематических возмущений валков при промине льняной тресты на глубину захождения рифлей / С. Е. Маянский, А. А. Баринев, Е. Л. Пашин // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007. – № 6С. – С. 54–57.
2. Маянский С.Е. Прямолинейные и угловые перемещения верхнего валка мяльной пары при колебаниях / С. Е. Маянский // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007. – № 5. – С. 13–16.
3. Ипатов А.М. Теоретические основы механической обработки стеблей лубяных культур / А. М. Ипатов. – М. : Легпромбытиздат, 1989.



ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРЯДЕНИЯ И ТКАЧЕСТВА

УДК 677.052

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЖЕСТКОСТИ ЛЬНЯНОЙ ЛЕНТЫ НА РАСТЯЖЕНИЕ¹

А.А. Шатрова, Ю.С. Молдаванцева, А.П. Соркин _____

Питающее устройство гребенных вытяжных приборов ленточных и ровничных машин состоящее из двух цилиндров и самогрузного валика «жокя» ленты испытывают значительные нагрузки, вызываемые натяжением ленты в процессе ее вытягивания из-за разности скоростей цилиндров и гребенного поля. Для расчета усилия зажима ленты и нагрузок на элементы питающего устройства необходимо знать значения сил натяжения ленты в этой зоне, зависящие от упругих свойств продукта.

Вопросам теоретического и экспериментального определения упругих свойств посвящен целый ряд работ. В основном, исследовались упругие свойства волокон, пряжи и нитей в свободном состоянии. В работах [1, 2] приводятся кривые растяжения хлопковой ленты и теоретическая модель процесса ее растяжения с учетом механических свойств волокна. Подобных работ для продуктов из льняного волокна нами не обнаружено. В работе [3] показывается правомерность использования известного закона Гука для волокна и пряжи в виде

$$\sigma = E \cdot \varepsilon \quad (1)$$

Использовать на практике указанную зависимость для продукта в виде ленты или ровницы затруднительно в связи с тем, что отсутствуют достоверные данные о модуле упругости ленты E и определить этот показатель с достаточной точностью не представляется возможным из-за неопределенности площади ее поперечного сечения A .

Как известно, выражение для растягивающей силы можно записать в виде

$$F = EA \cdot \varepsilon, \quad (2)$$

где $EA = G$ – жесткость сечения продукта при растяжении

Нам представляется, что для расчетов величины натяжения льняной ленты при ее деформации наиболее корректным будет использование экспериментально определенного параметра – жесткости сечения ленты на растяжение. Экспериментальное определение жесткости сечения G_l ленты различной линейной плотности и являлось целью настоящего исследования.

Ввиду того, что величина вытяжки между первым питающим цилиндром вытяжного прибора и гребенным полем не превышает 1,03, т.е. является вытяжкой первого рода, жесткость сечения ленты на растяжение опреде-

¹ Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №08-08-99047.

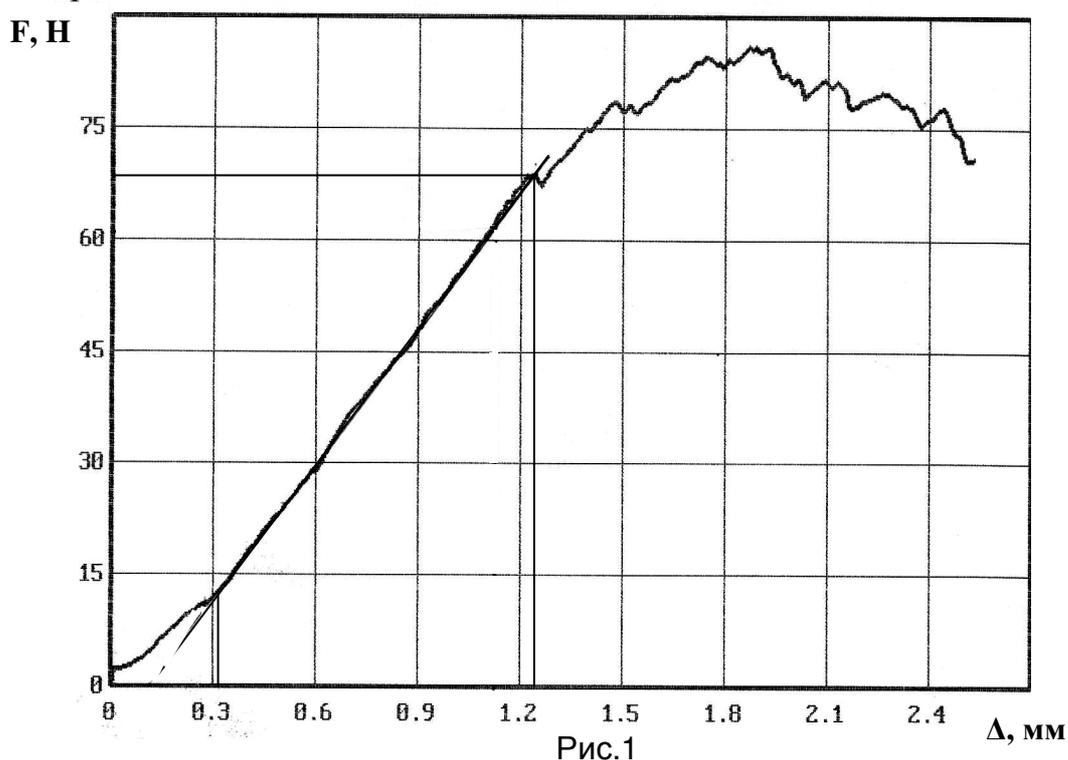
лялась по линейному участку диаграммы растяжения. Так как длина ленты в зоне питания вытяжного прибора не превышает 100 мм, зажимная длина при исследовании составляла 100 мм.

Зная жесткость сечения ленты G_l и считая ее, в первом приближении, не зависящей от величины нагрузки, можно рассчитать без определения модуля упругости ленты и площади ее поперечного сечения величину силы F_l , действующей на питающие цилиндры при ее вытягивании – $F_l = G_l \varepsilon_l$, где ε_l – величина относительного удлинения ленты в зоне питающий прибор – гребенное поле. Например, при вытяжке 1,02 и длине зоны 90мм относительное удлинение ленты в этой зоне составит $(90 \cdot 1,02 - 90) / 90 = 0,02$

Для испытания образцов на растяжение использовалась разрывная машина Р-5. Преобразованные АЦП аналоговые сигналы от тензорезисторов чувствительного элемента машины подаются на ЭВМ, обрабатываются по специальной программе и выводятся в виде графика – деформация – нагрузка на экран монитора.

Испытанию подвергались по десять образцов льняной ленты после третьего перехода ленточных машин, выработанной в лаборатории КНИЛП, линейной плотности 3,41; 4,2; 4,42; 5,54 и 6,6 текс.

На рис.1 в качестве примера приведена характерная диаграмма растяжения образца ленты.



По оси абсцисс на диаграмме отложена величина деформации Δ , по оси ординат – вызвавшая ее нагрузка F .

Как видно из рисунка, абсолютное удлинение ленты Δl на линейном участке деформации составило $\Delta l = 1,236 - 0,317 = 0,919$ мм, а относительное удлинение – $\varepsilon = 0,919 / 100 = 0,00919$.

Соответствующее приращение нагрузки – $\Delta F = 69 - 12 = 57 \text{ Н}$.

Таким образом, жесткость сечения испытуемого образца ленты на растяжение составит $G_{\text{л}} = \Delta F / \varepsilon = 57 / 0,00919 = 6202,39 \text{ Н}$.

На рис. 2 приведен график зависимости жесткости сечения ленты от ее линейной плотности, построенный по средним значениям жесткости десяти образцов ленты каждой линейной плотности.

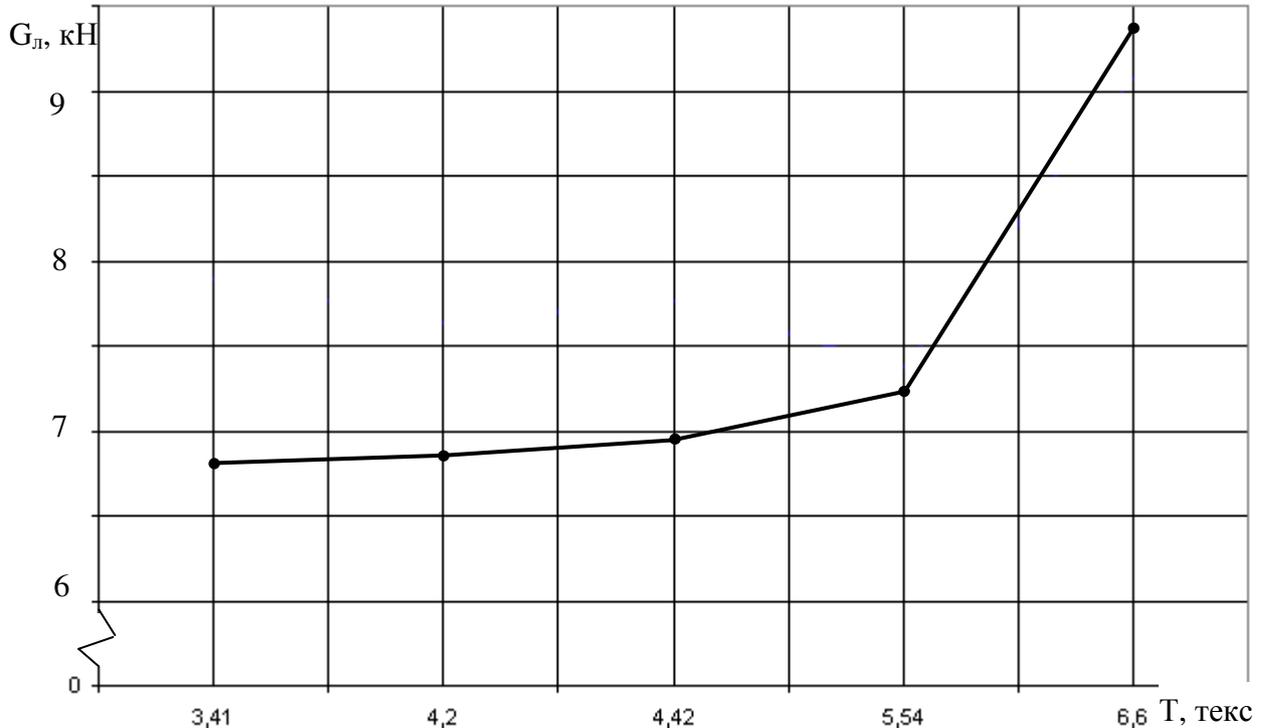


Рис. 2

Как видно из графика жесткость сечения ленты возрастает с увеличением линейной плотности

Выводы

1. Получены экспериментальные значения жесткости сечения льняной ленты различной линейной плотности
2. С использованием показателя жесткости сечения ленты, возможно рассчитывать усилия, действующие на элементы питающих устройств вытяжных приборов при вытягивании ленты

ЛИТЕРАТУРА

1. Анбиндер С.У. Исследование динамики распрямления волокна в некоторых процессах прядения: дис. ... канд. техн. наук. – М., 1969. – 117 с.
2. Анбиндер С.У. Исследование растяжения хлопковой ленты. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1970. – № 1. – С. 31–35.
3. Будников В.И. О показателях упругости и "восстанавливаемости" волокон // Текстильная промышленность. – 1971. – № 2. – С. 63–64.

УДК 677.11.021.18

О ВЫРАВНИВАНИИ СТЕПЕНИ РАСЩЕПЛЕННОСТИ ЛЬНЯНЫХ ВОЛОКОН ПРИ ЧЕСАНИИ ТРЕПАНОГО ЛЬНА

Е.К. Боровкова, В.И. Жуков

В настоящее время чесание трепаного льна производится гребенными полотнами, состоящими из гребней, оснащенных игольной гарнитурой, на льночесальных машинах и агрегатах. Основной целью чесания является утонение технических льняных волокон, очистка от костры и сорных примесей. Утонение происходит за счет дробления технических волокон в продольном направлении. При дроблении разрушаются механические связи между соседними элементарными волокнами и в результате технические волокна становятся тоньше – увеличивается их количество. Степень дробления принято оценивать параметром «расщепленность», которая определяется как число отдельных волокон в навеске массой 10 мг, длиной 10 мм.

Применяемая в настоящее время технология чесания трепаного льна предполагает использование в качестве гребней планочной гарнитуры с иглами, установленными перпендикулярно основанию. На льночесальных машинах и агрегатах используется несколько переходов таких гребней с постепенно возрастающей плотностью насадки игл (от 2 до 87 игл/10см) [1].

Качество чесания трепаного льна определяется используемой гарнитурой и режимом работы чесального оборудования, а именно – количеством воздействий игл гребней на обрабатываемый продукт. На текущий момент времени достигнуты максимально возможные результаты в отношении качества чесания, но абсолютное качество чесаных льноматериалов оставляет желать лучшего.

В КГТУ разрабатывается более совершенный способ чесания льноматериалов, заключающийся в том, что при той же общей схеме обработки трепаного льна, планочная гарнитура представляет собой гребень, у которого иглы установлены под углом к основанию в плоскости перпендикулярной вектору скорости чесания волокон [2].

Процесс чесания осуществляется последовательностью гребней, следующих друг за другом (рис.1), и имеющими наклон игл в соседних гребнях (I и II) в разные направления. Проведенные исследования [3] показали наличие положительного эффекта в отношении качества прочеса трепаного льна при наличии трех переходов гребней новой конструкции (номера 5, 7 и 9) – повышается степень очистки и расщепленность волокон чесаного льна. Однако, там же было выявлено, что гребни новой конструкции если и обеспечивают повышение качества прочеса, но тем не менее не ликвидируют недостаток качества чесания присущий также и процессу чесания с обыкновенными гребнями, который заключается в том, что степень дробления волокон в наружных и внутренних слоях прочесываемой горсти льна оказывается различной.

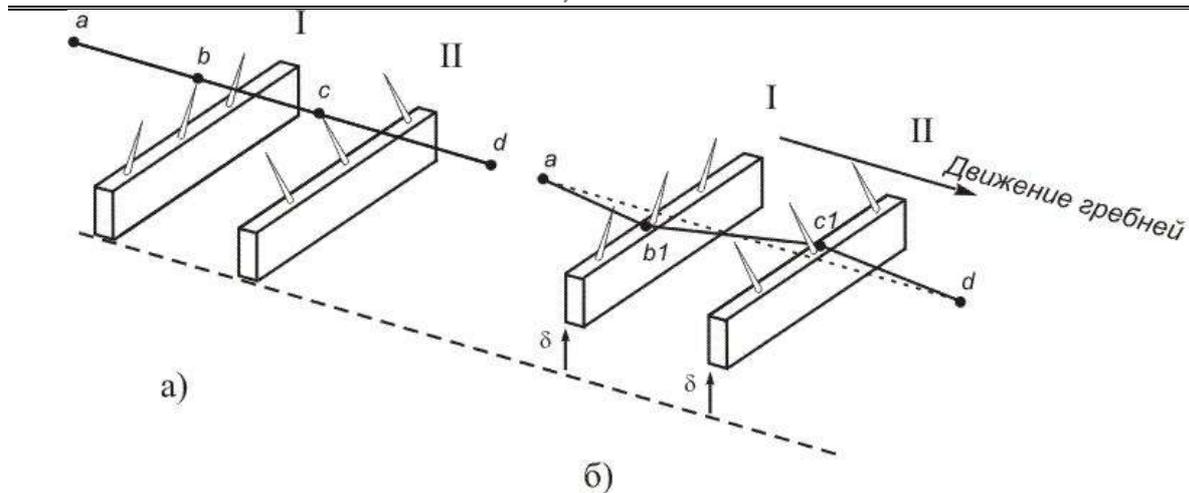


Рис. 1. Принцип чесания волокон методом скользящего изгиба;
 а – взаимное расположение гребней до введения их в обрабатываемый материал;
 б – взаимное расположение гребней при введении их в обрабатываемый материал

Причины данного явления кроются, по нашему мнению, в общей схеме взаимодействия волокон с иглами гребней. При использовании гребней с наклонными иглами причиной разной степени расщепленности волокон в процессе чесания является то, что наибольшая интенсивность механического воздействия игл на волокна оказывается у основания игл, т.е. во внешней части горсти. В части же горсти находящейся в области вершины иглы, интенсивного прочесывания не происходит.

При реализации чесания трепаного льна на льночесальных машинах и агрегатах с помощью гребенных полотен принято устанавливать разводку между ними в начале чесания +2 мм, в середине 0 мм и в конце -2 мм. Разводка -2 мм называется отрицательной разводкой, поэтому традиционно предполагается, что прочесываемая горсть волокон одинаково прочесывается по всей своей толщине. Однако в действительности этого не получается.

Целью данной работы являлось создание таких условий для чесания трепаного льна, при которых будет получен чесаный лен наивысшего качества, лучшего, чем это определяется типовыми разработками.

Исходя из анализа причин ограничивающих качество чесания, было принято решение об установке разводки между гребенными полотнами равной -15 мм. Данная величина практически равна высоте иглы гребенной планки, и таким образом горсть будет обрабатываться гребенными планками с двух сторон, что приведет как к повышению общего числа воздействий игл на волокно, так и обеспечит гарантированную обработку волокон горсти по всей ее толщине. При реализации такой схемы чесания потребовалось снизить массу прочесываемой горсти трепаного волокна в два раза, чтобы сохранить ту же степень заполнения гребней волокном. Экспериментально исследовался процесс чесания как гребнями обычной конструкции, так и гребнями с наклонными иглами. Качество чесания оценивалось по величине расщепленности волокон в разных частях

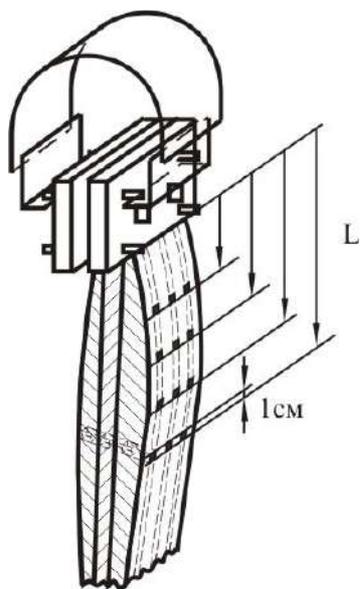


Рис. 2. Схема отбора проб для определения расщепленности

(рис.2). Для исследований была использована льночесальная машина Ч-302-Л, с гребенными полотнами обычной конструкции с 1-го по 9-й переход. На 10-м переходе устанавливались гребни с обычной гарнитурой и с гарнитурой, у которой иглы имеют наклон к основанию 75° . Отбор проб для определения расщепленности проводился согласно схеме рис.2 – на различном расстоянии L точек контроля от линии зажима волокон в колодке и из различных частей свисающей горсти – из боковых и из срединной. Результаты измерений после предварительной обработки представлены на рис.3.

Как видно из графиков, вариант с гребнями, имеющими наклон к основанию, более предпочтителен. Средние значения расщепленности представлены в таблице 1.

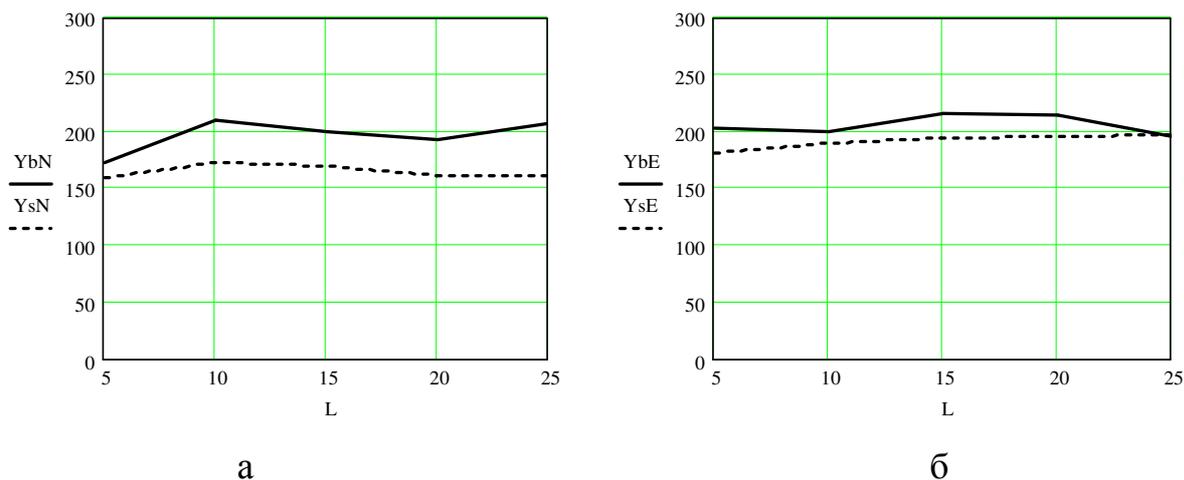


Рис. 3. Зависимость расщепленности льняных волокон при чесании от расстояния L до точки зажима горсти в колодке и в зависимости от расположения в горсти по ее толщине.

— внешний слой, - - - - - срединный слой
 а – гребни с иглами перпендикулярными к основанию;
 б – гребни с иглами, имеющими наклон к основанию

Таблица 1

Расщепленность льняных волокон после 10-го перехода

| Часть горсти | Гребни с перпендикулярными иглами | Гребни с наклонными иглами |
|--------------|-----------------------------------|----------------------------|
| Внешняя | 196,4 | 205,4 |
| Внутренняя | 164,6 | 191,6 |

Выводы

1. Гребни с наклонными иглами обеспечивают большую расщепленность волокон, чем с перпендикулярными.

2. Разброс значений расщепленности в варианте гребней с наклонными иглами составляет $\Delta=205,4-191,6=13,8$; что составляет 6,7% от максимального значения.
3. Разброс значений расщепленности в варианте гребней с перпендикулярными иглами составляет $\Delta=196,4-164,6=31,8$; что составляет 16,2% от максимального значения.
4. Использование гребней с наклонными иглами обеспечивает более стабильное значение расщепленности по внутренним и внешним слоям (снижение разброса более чем в 2,4 раза), что неизбежно должно послужить повышению качества чесаного льна.

ЛИТЕРАТУРА

1. Прядение льна и химических волокон : справочник / под ред. Л. Б. Карякина и Л. Н. Гинзбурга. – М. : Легпромбытиздат, 1991. – 544с.
2. Устройство для чесания текстильных волокон. Патент РФ RU2336373 С2. Заявка 20.11.2006. Опубл. 20.10.2008, бюл. №29.
3. Иваницкий В.В. Совершенствование процесса чесания трепаного льна на льночесальных машинах и агрегатах : дис. ... канд. тех. наук / В. В. Иваницкий. – Кострома : КГТУ, 2008.

УДК 677.024

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ТКАНИ НА ТКАЦКИХ СТАНКАХ Р1-190, СТБ2-180 И АТПР-100.

А. Н. Субботина, В.В. Лазарев

В настоящее время на ткацких фабриках все чаще используется зарубежное оборудование или оборудование выпускаемое по лицензии иностранных фирм. Поэтому необходимо провести сравнительный анализ напряженности формирования ткани на станках различных типов.

Для изготовления на ткацком станке ткани заданной структуры и обеспечения нормального протекания технологического процесса ткачества основные нити должны иметь определенное заправочное натяжение.

Заправочное натяжение является одним из основных параметров заправки станка и должно обеспечивать:

- четкое разделение нитей основы при зевобразовании;
- определенное силовое воздействие нитей основы на уточную нить, необходимое для изгиба уточной нити в ткани;
- определенное соотношение перемещению основы, обеспечивающее необходимое взаимодействие нитей основы и утка при прибое и получение заданной плотности ткани по утку.

Создание необходимой величины заправочного натяжения, а также отпуск и обеспечение необходимого режима натяжения осуществляется на ткацких станках механизмами отпуска и натяжения основы. При выработке тяжелых тканей с повышенной плотностью по утку применяются основные тормоза [1].

Целью проведения данной работы является:

1. Исследование параметров напряженности формирования ткани на станках Р1-190, СТБ2-180, АТПР-100.
2. Изучение влияния заправочного натяжения на натяжения в момент прибоа и в момент зевобразования на данных станках в зоне фоне и в зоне шпаруток.

Измерения натяжения основных нитей проводились на всех типах станков. Методика эксперимента заключалась в том, что на станках Р1-190, СТБ2-180, АТПР-100 наблюдалось влияние изменения заправочного натяжения на натяжение в момент прибоа и в момент зевобразования при помощи тензометрической балочки конструкции ВНИИЛТекмаша. Полученные математические зависимости с данных станков сравнивались между собой.

Исходными данными (для заданных типов станков) при проведении эксперимента были: одинаковая линейная плотность по основе, по утку; вид и обработка пряжи; номер берда; переплетение получаемой ткани; плотность ткани по основе и по утку.

Перед проведением каждой серии эксперимента проводилось тарирование балочки и определялся тарировочный масштаб.

После того, как производилось тарирование балочки, можно было приступить к основному эксперименту.

1. Сначала выбирались пределы, в которых в дальнейшем меняли заправочное натяжение.

На станке Р1-190 этот предел соответствовал от 5 до 25 сН, который устанавливался путем затяжки пружины основного регулятора.

На станке СТБ2-180 предел менялся от 8 зуба до 4 зуба, считая сверху, на фигурном рычаге качающего скала.

На станке АТПР-100 – предел соответствовал 3÷7 зубу. Он устанавливался путем перемещения пружины по рычагу в основном регуляторе.

2. После выбора предела измерения, включался станок, при этом заправочное натяжение уже было на нижнем уровне предела измерения, что соответствовало минимальному заправочному натяжению. Затем нарабатывалась ткань длиной 40–50 см, для того, чтобы станок вошел в нужный режим работы при данном заправочном натяжении.

3. После этого на группу основных нитей (40 нитей) в зоне скало-ламели в середине заправки по ширине станка устанавливали балочку для измерения натяжения основы.

4. Затем станок включался в работу и через 5 см наработки ткани производилась запись натяжения в течении 5-ти циклов работы станка.

5. Пункт 4 повторяли 5 раз после последовательной наработки ткани по 5 см.

6. Станок выключали, снимали балочку, проверяли готовность аппаратуры.

7. Затем балочку устанавливали на группу нитей (40 штук) в зоне скало-ламели с краю заправки станка в районе шпарутки.

8. Методика проведения эксперимента в этом районе аналогична первой.

9. После этого станок выключался, снимали балочку и проводилась переналадка основного регулятора в соответствии со следующим вариантом опытов по рабочей матрице.

10. Включался станок и проводилась работа в последовательности от п. 3–9.

Полученные осциллограммы для станка Р1-190 представлены на рис.1, где отмечены следующие точки, соответствующие $F_{пр.}$ – натяжению в момент прибой, $F_{зев.}$ – натяжению в момент зевобразования, $F_{запр.}$ – заправочному (минимальному) натяжению.

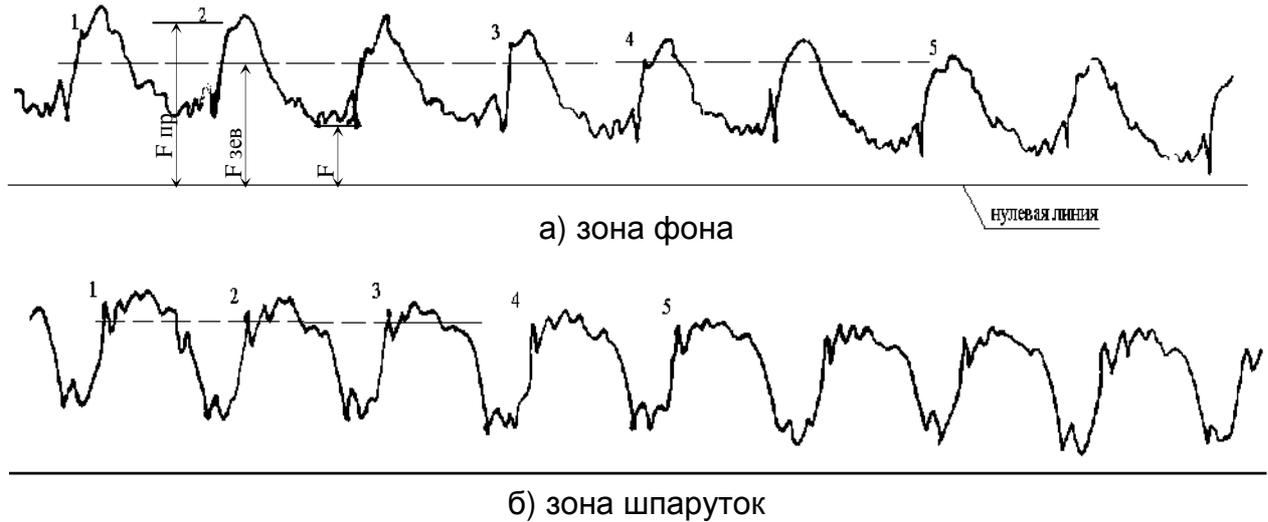


Рис.1

В осциллограмме натяжения выбираются 5 точек для $F_{мин}$ (заправочное натяжение), 5 точек для $F_{зев.}$ и 5 точек для $F_{пр.}$ (максимальное натяжение).

Обработка результатов эксперимента ведется с использованием методов математической статистики.

Для построения графиков зависимостей использовались уравнения полученные по результатам обработки экспериментальных данных и по соответствующим значениям входной величины и расчетным значениям выходной строились графики.

Графики зависимостей для станка Р1-190 представлены на рис. 2.

Графики зависимостей для станка СТБ2-175 представлены на рис. 3.

Графики зависимостей для станка АТПР-100 представлены на рис. 4.

Выводы

1. Зависимость выходных параметров от технологической наладки основного регулятора для станков СТБ2-180 и АТПР-100 для нитей фоновой части основы имеют аналогичный характер. При изменении технологической наладки основного регулятора, прибойное, зевобразовательное натяжение изменяются линейно, а для минимального натяжения адекватно регрессионное уравнение третьего порядка.

2. Зависимость выходных параметров от технологической наладки основного регулятора для станков СТБ2-175 и АТПР-100 для нитей зоны шпа-

руток принципиально различаются, что объясняется разными законами перемещения основы и ткани.

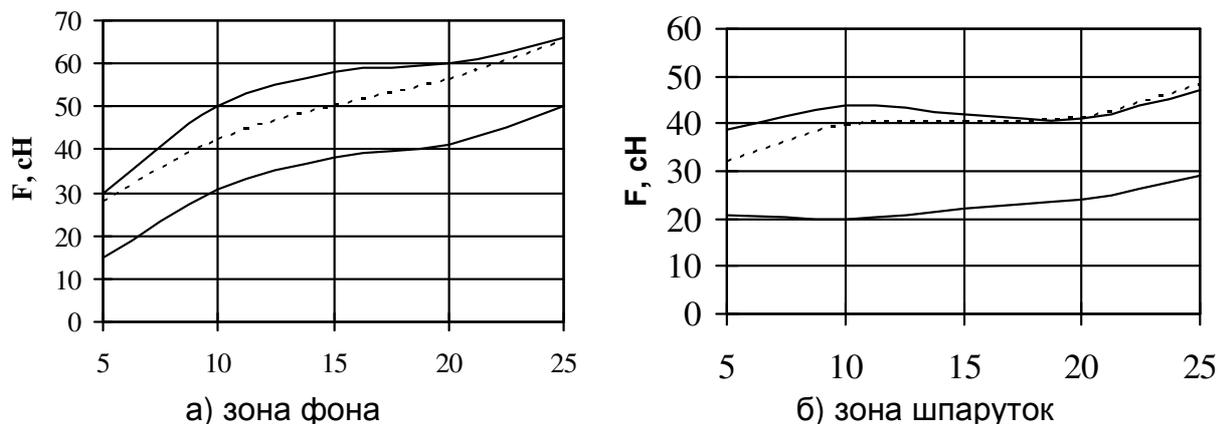


Рис. 2

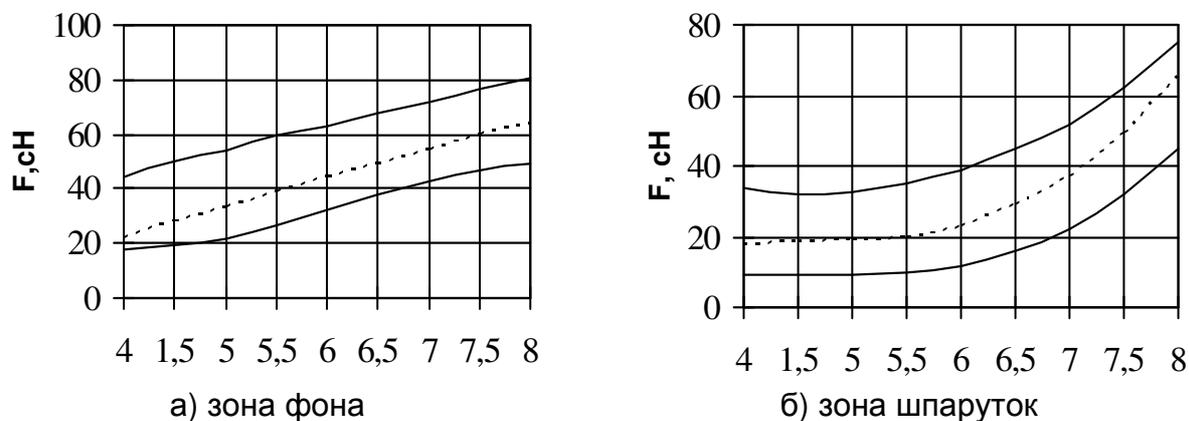


Рис. 3

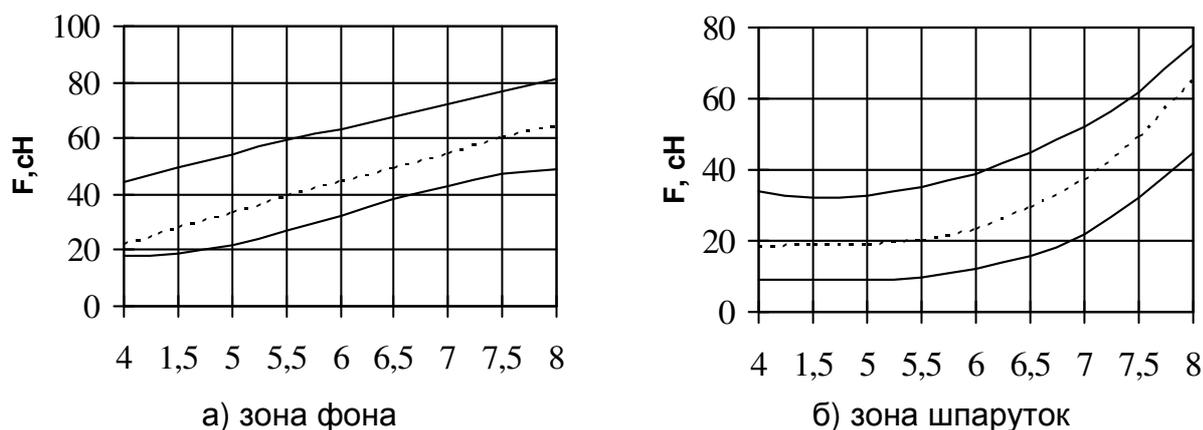


Рис. 4

3. Зависимость выходных параметров от технологической наладки основного регулятора для станка Р1-190 по основным нитям в зоне фона и шпаруток отличается от аналогичных зависимостей на станках СТБ2-180 и АТПР-100.

4. Разница между прибойным и минимальным натяжением при работе на различных уровнях технологической наладки основного регулятора для

станка Р1-190 составляет порядка 20 сН, для станка СТБ2-180 – 30 сН, для АТПР-100 – 60 сН.

5. При увеличении входного параметра на станке Р1-190 наблюдалось явление сближения прибойного и зевообразовательного натяжений, даже превышение натяжения в момент зевообразования над натяжением в момент прибоа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гордеев В.А., Ткачество : учебник для вузов / В. А. Гордеев, П. В. Волков. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Легкая и пищевая промышленность, 1984. – С. 209–220, 276–280.

УДК 677. 024

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ НАТЯЖЕНИЯ ОБРАЗЦА ПРЯЖИ ПО ЕГО ДЛИНЕ

В.А. Акулов, В.В. Лазарев

В статье Е.А. Широной [1] предлагается аналитический расчет натяжения нитей основы по глубине ткацкого станка. Однако экспериментальные замеры натяжения на ткацком станке затруднены из-за смены положения основных нитей при зевообразовании.

Целью настоящих исследований являлась оценка изменения величины натяжения по длине нити, а также по глубине имитации заправки ткацкого станка для того, чтобы изучить поведение текстильных материалов в условиях кратковременного нагружения, которое позволяет прогнозировать формирование ткани на ткацком станке, уменьшить нагрузки на нити основы и утка и снизить обрывность.

Перед началом исследования был проведен предварительный эксперимент на станке СТБ2-180. Его цель – определение параметров экспериментальной установки, величины деформации, расстояние между датчиками и определение скорости деформации нитей основы, а также по углам поворота главного вала станка определить фазы работы основных механизмов, т.к. каждый станок имеет индивидуальную настройку технологических параметров зева.

В ходе замеров выяснилось, что зев несимметричен, т.е. относительно линии заступа мах ремиз неодинаков. Перемещение ремиз относительно конструктивно – линии при движении вверх составляет 32 мм, вниз – 42 мм. Таким образом, при движении вниз нити основы испытывают большую деформацию и полный цикл изменения натяжений нитей основы составляет два оборота главного вала. Расстояние от опушки ткани до ремизного прибора составляет в среднем 164 мм, от ремизного прибора до ламельного – 359 мм, общая величина деформации нитей основы – 10 мм.

Далее проводились основные эксперименты, которые включают в себя два этапа.

1-й этап эксперимента проводился с целью выяснить: существует ли различие в натяжении по длине пряжи.

На рис. 1 показана схема установки датчиков для исследования физико-механических свойств пряжи на различной длине заправки.

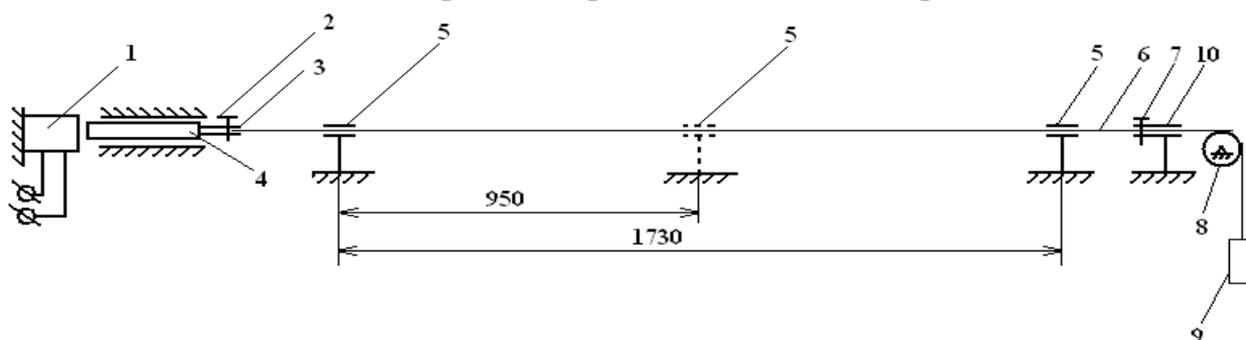


Рис. 1

На общей жесткой раме жестко закреплен электромагнит 1. К штоку 4 электромагнита, который движется в направляющих, крепится зажим 3, который затягивается болтом 2. На раме также жестко закреплены датчики 5. За вторым датчиком располагается зажим 10, жестко прикрепленный к раме. Ролик 8 шарнирно закреплен на раме. Для натяжения нити используется груз 9 массой 50 г.

Сущность методики проведения эксперимента заключалась в сравнении натяжения нити на различной длине при одной и той же величине деформации.

Натяжение нити на разных участках измеряли с помощью датчиков, расстояние между которыми можно изменять.

Первоначально устанавливаем датчики 5 на расстоянии между друг другом 950 мм. Перед началом эксперимента прогреваем тензоусилитель в течение 20–30 минут для исключения дрейфа нуля. Закрепляем нить 6 в зажиме 3 с помощью болта 2. Далее нить продеваем через глазки датчиков 5 и открытый зажим 10. Нить огибает натяжной ролик 8. И к концу нити подвешиваем груз 9 для создания предварительного натяжения. Когда нить получила необходимое натяжение, закрепляем ее в зажиме 10 с помощью болта 7.

Электромагнит 1 включается кратковременно кнопкой. Магнит действует на металлический керн, связанный со штоком 4, втягивая его. Нить получает деформацию. Гибкие элементы тензодатчиков деформируются и изменяется сопротивление тензорезисторов. Сигнал поступает на тензоусилитель далее через АЦП на ЭВМ. Полученную диаграмму расшифровываем с помощью тарировочных коэффициентов. Тарировка проводилась для каждой серии опытов.

Испытаниям подвергалось 10 видов пряж: льняная крашенная Т=42, Х/б Т=25*2, Х/б Т=25*2 крашенная, лавсаново - вискозная Т=14,5*2, льняная суровая Т=46, льняная суровая Т=105, льняная суровая Т=280, льняная крашенная Т=46, льняная белая Т=50, льняная крашенная Т=25*2. Каждую пряжу испытываем по 30 раз.

Далее передвигаем 2-й датчик 5 относительно первого на расстояние равное 1730 мм и повторяем опыт. Результаты обрабатывались методами математической статистики и сравнивались между собой по критерию Стьюдента.

Графические зависимости изменения натяжения пряжи при проведении 1-го эксперимента показаны на рис. 2–11.

Пряжа льняная крашенная T=42 текс

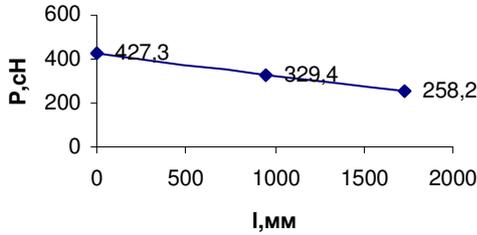


Рис. 2

Пряжа х/б T=25*2 текс

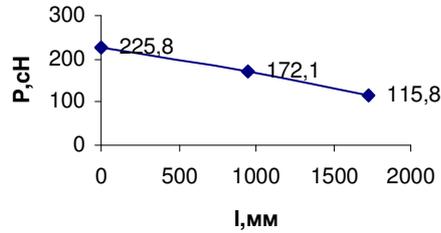


Рис. 3

Пряжа лавсано-вискозная T=14,5*2 текс

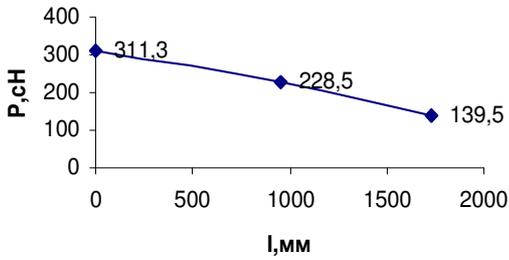


Рис. 4

Пряжа х/б крашенная T=25*2 текс

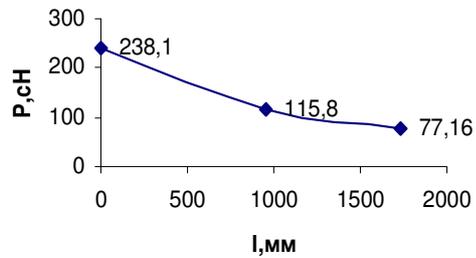


Рис. 5

Пряжа льняная суровая T=46 текс

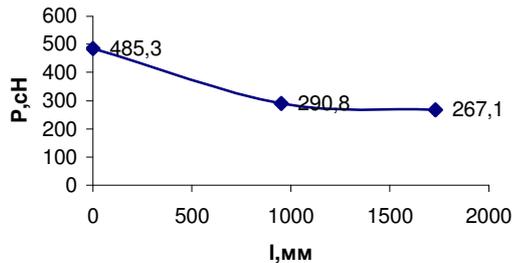


Рис. 6

Пряжа льняная суровая T=105 текс

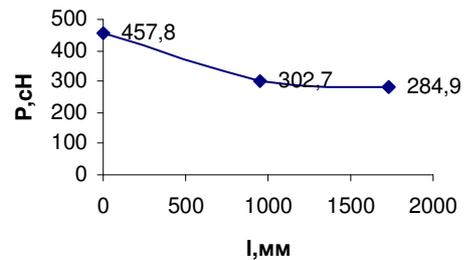


Рис. 7

Пряжа льняная суровая T=280 текс

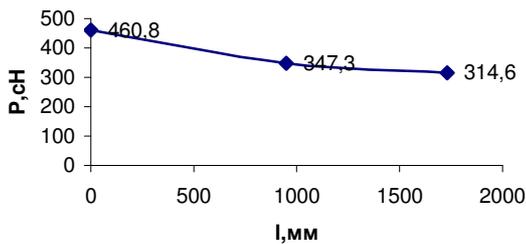


Рис. 8

Пряжа льняная крашенная T=46 текс

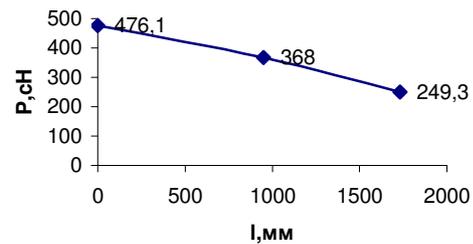


Рис. 9



Рис.10



Рис.11

Для исследования во 2-м этапе эксперимента моделируем заправку ткацкого станка.

На рис. 12 показана схема установки датчиков для исследования физико-механических свойств пряжи на различной длине заправки пряжи с элементами заправки ткацкого станка.

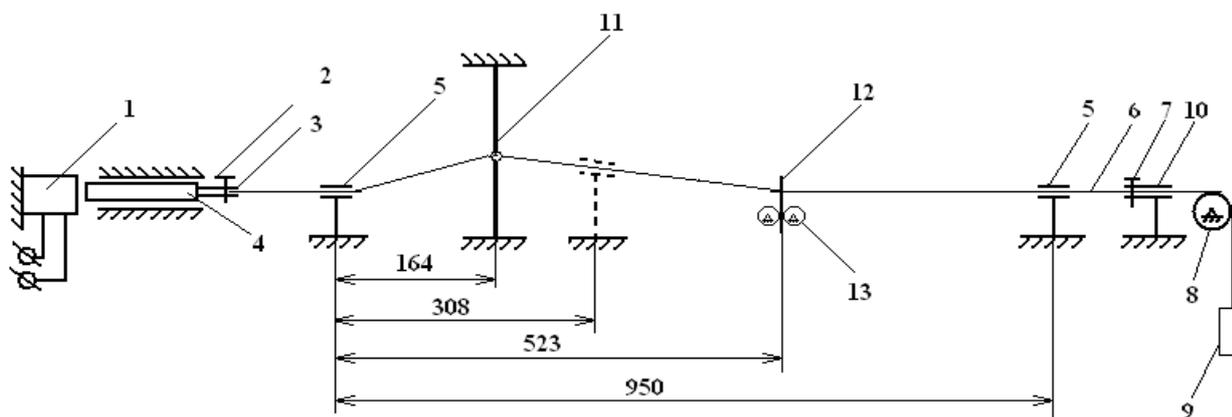


Рис. 12. Схема установки датчиков для измерения натяжения пряжи

На общей жесткой раме жестко закреплен электромагнит 1. К штоку электромагнита, который движется в направляющих крепится зажим 3, который затягивается болтом 2. На раме также жестко закреплены 2-а датчика 5. В схему включены элементы заправки ткацкого станка. На расстоянии 164 мм от первого датчика жестко закреплено проволочное галево 12. На расстоянии 359 мм от галева на нить подвешивается ламель 13, которая располагается между прутками 14, жестко закрепленными.

За вторым датчиком располагается зажим 10, жестко закрепленный на раме. Ролик 8 шарнирно закреплен на раме. Для натяжения нити используется груз 9 массой 50г.

Графики изменения натяжения пряжи во 2-м эксперименте представлены на рис. 13–22.

Пряжа льняная крашенная T=42 текс

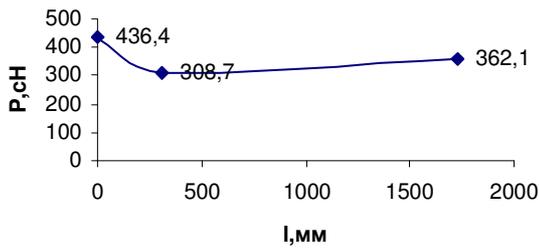


Рис. 13

Пряжа х/б T=25*2 текс

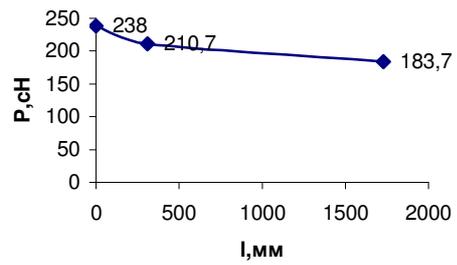


Рис. 14

Пряжа х/б крашенная T=25*2 текс

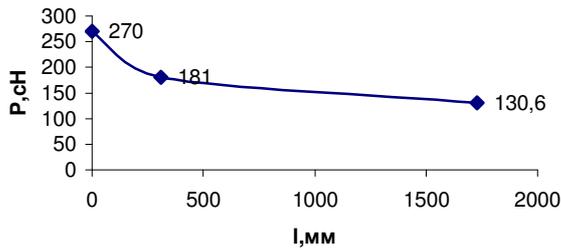


Рис. 15

Пряжа льняная суровая T=46 текс

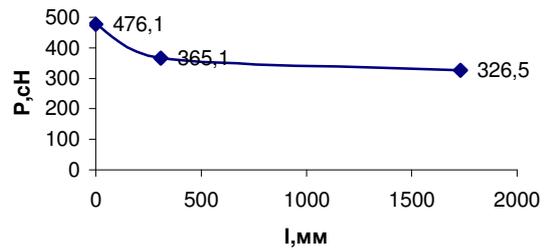


Рис. 16

Пряжа льняная суровая T=105 текс

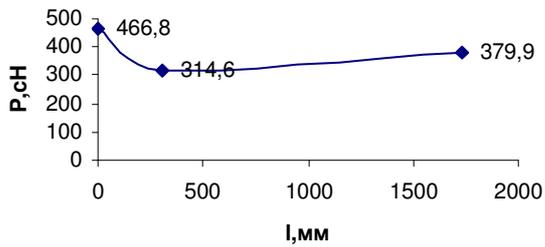


Рис. 17

Пряжа лавсаново-вискозная T=14,5*2 текс

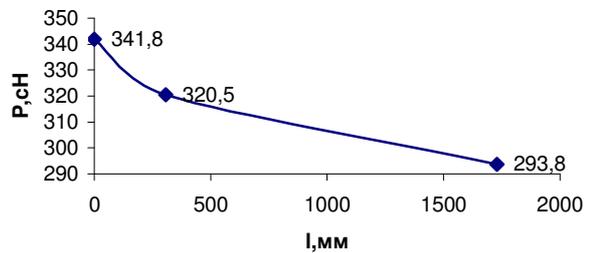


Рис. 18

Пряжа льняная суровая T=280 текс

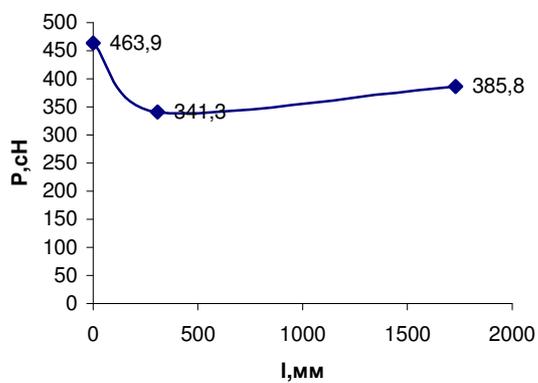


Рис. 19

Пряжа льняная крашенная T=46 текс

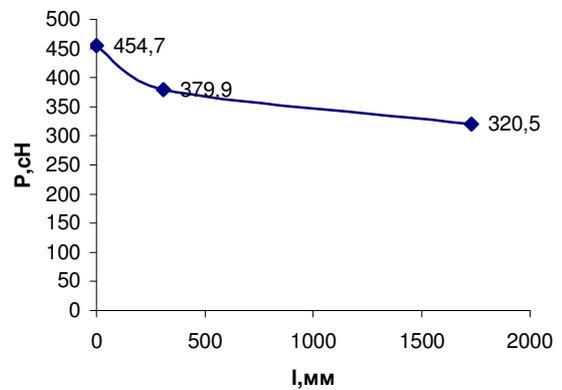


Рис. 20

Пряжа льняная беленая T=50 текс

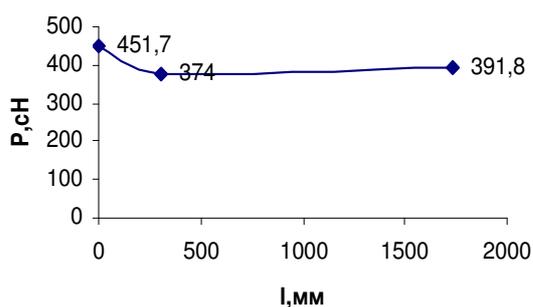


Рис. 21

Пряжа льняная крашеная T=25*2 текс

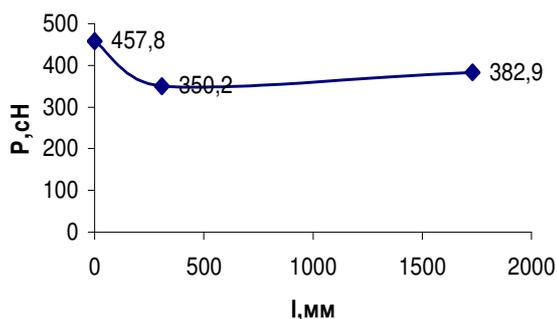


Рис. 22

Выводы

1. По результатам 1-го эксперимента можно говорить о том, что натяжение нитей, определяемое по мере удаления от задатчика деформации уменьшается.

2. По результатам 2-го эксперимента было также выявлено уменьшение натяжения по длине нити.

3. Сравнивая, одинаковые точки на расстоянии 950 мм можно говорить о том, что натяжение в 2-х этапах эксперимента различалось не существенно в пределах ошибки опыта.

4. Провалы в натяжении некоторых видов пряж можно объяснить различными фрикционными свойствами пряж и силой трением возникающим в галевках и ламелях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Широ́ва Е.А. Взаимосвязь деформации и натяжения основных нитей по глубине заправки ткацкого станка / Е. А. Широ́ва // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 1998. – №4. – С. 34–37.

УДК 677.11-487.022.782.017

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРА КРУТКИ ЛЬНЯНОЙ ВЬЮРКОВОЙ ПРЯЖИ МОКРОГО ПРЯДЕНИЯ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ЕЕ С ДВУМЯ ВЬЮРКАМИ

Л.С. Ильин, Н.С. Кузнецова, С.Е. Проталинский

Пневмовьюрковый способ прядения используется для получения пряжи мокрого прядения. Сущность процесса состоит в том, что химически обработанную ровницу, полученную обычным способом, вытягивают в вытяжном приборе, а выходящая мычка упрочняется за счет уплотнения ложным кручением и склеиванием волокон находящимися в структуре льняных волокон или наносимыми специально клеящими компонентами. Процесс прядения на пневмовьюрковой прядильной машине может осуществляться с высокой скоростью до 80–100 м/мин при низкой обрывности, т.к. при своем формировании нить испытывает невысокое натяжение, процесс прядения

идет без рывков и нить совершает прямолинейный, без каких-либо изгибов путь из зоны формирования до бобины, на которую наматывается. Пневмовьюрок работает как механизм ложного кручения. Вращение воздушного потока вызывает на участках нити до и после вьюрка появление витков крутки, равных по количеству, но противоположных по знаку.

Предыдущими исследованиями было установлено, что вьюрковая льняная пряжа мокрого прядения после наматывания на прядильную паковку и высушивания сохраняет на себе остатки ложной крутки.

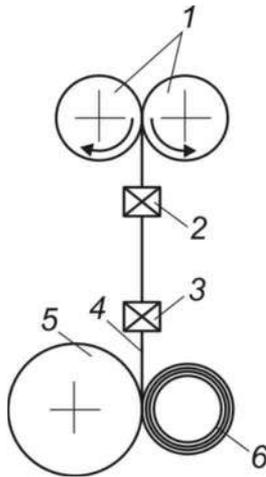


Рис. 4. Зона кручения в пневмовьюрковой прядильной машине.

- 1 – вытяжная пара;
- 2 – первый пневмовьюрок;
- 3 – второй пневмовьюрок;
- 4 – пряжа;
- 5 – мотальный барабан;
- 6 – патрон с пряжей

и высушивания сохраняет на себе остатки ложной крутки. Предположительно, она остается в связи с малой зоной раскручивания, т.е. расстоянием между последним вьюрком и мотальным барабанчиком или выводящей парой.

Ранее также было доказано, что прочность вьюрковой пряжи напрямую связана с силой уплотнения волокон, возникающей в зоне кручения. Уплотнение волокон достигается как за счет роста давления воздуха во вьюрках, так и при снижении нагона – опережения скорости выпуска скорости наматывания. Цель наших исследований заключалась в определении величины и структуры остаточной ложной крутки вьюрковой пряжи. Исследования проводились при кручении пряжи двумя пневмовьюрками с равным давлением сжатого воздуха, при разнонаправленном движении вращающегося воздушного вихря. Схема кручения представлена на рис. 1. Испытания проводились на одной скорости, без изменения нагона.

Под вытяжную пару заправлялась темная нить, которая на фоне белой выпрядаемой пряжи позволяла видеть структуру и направление крутки, а также подсчитать количество кручений (рис. 2).

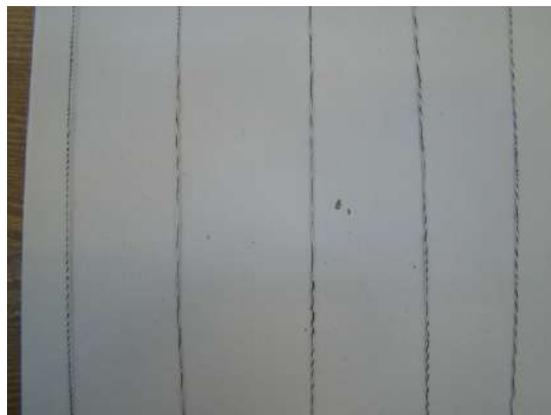


Рис. 2. Пряжа, полученная пневмовьюрковым способом

Во всех опытах характерным является чередование участков с частой круткой (к ней мы отнесли крутку с величиной 80 кр/м и более) с участками,

имеющими крутку не более 40 кр/м. Какой-либо закономерности в этом чередовании установить не удалось. Хаотичным оказалось и распределение крутки по ее направлению, т.е. левой и правой.

Наличие разнонаправленной крутки было также установлено ранее в работах ЦНИИЛВ. Можно предположить, что разнохарактерность остаточной крутки связана со следующими причинами:

- значительные колебания параметров воздушного вихря во вьюрках (давление воздуха, скорость вращения воздуха и т.д.);
- различная податливость пряжи скручиванию (жесткость волокон, тонкие и толстые участки пряжи);
- колебание натяжения пряжи (колебание "нагона", т.е. опережения скорости выпуска над скоростью наматывания или скоростью выводящей пары, разные условия наматывания по длине прядильной паковки и др.).

Поэтому основным критерием оценки величины остаточной крутки была принята общая крутка, т.е. сумма всех витков, отнесенная к длине, на которой эти витки распределены.

Результаты измерений графически показаны на рис. 3.

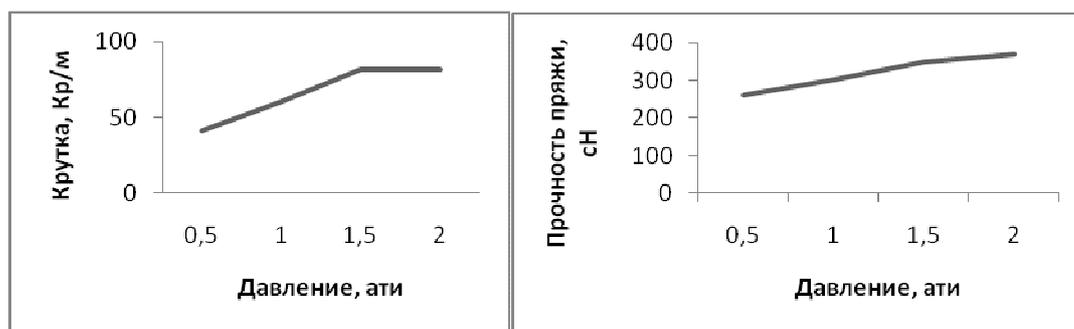


Рис. 3. Влияние давления во вьюрках на крутку и прочность пряжи

При изменении давления во вьюрках, наблюдается влияние, сходное с изменением прочности пряжи. Наибольший рост наблюдается в зоне 1,5–2 ати. Что касается структуры крутки, т.е. соотношение частой и редкой крутки, то какого-либо изменения в этом соотношении между опытами не наблюдалось. Изменялось только количество кручений на измеряемой длине пряжи. Таким образом, можно сказать об определенной связи или, по крайней мере, об определенной тенденции одинакового изменения крутки и прочности вьюрковой пряжи, что указывает на зависимость этих параметров между собой.

Было выдвинуто также предположение о том, что с увеличением скорости выпуска, величина остаточной крутки может увеличиться. Гипотеза обосновывалась сокращением времени, когда пряжа раскручивается до момента ее наматывания на прядильный патрон. Были приняты во внимание результаты предыдущих исследований КГТУ, в которых было установлено, что с изменением скорости выпуска в больших пределах фиксируемая крутка в зоне вытяжная пара – первый вьюрок не изменялась, т.е. пневматический вью-

рок обладает такой высокой скоростью кручения, что реальные в практике скорости выпуска не могут повлиять на сокращение крутки в зоне кручения.



Рис. 4. Влияние скорости выпуска на крутку пряжи

Результаты опытов представлены на рис. 4. Измерения действительно показали довольно значительное, примерно на 30%, увеличение крутки, особенно в зоне около 60 м/мин. Однако, учитывая небольшой объем исследований (малый диапазон изменения скорости и объем измеряемой пряжи) исследования в этом направлении следует продолжить.



**ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ШВЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА
И ПРОИЗВОДСТВ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

УДК 687

**РАЗРАБОТКА «КОМПЛЕКТА ВЫПУСКНИКА КГТУ»
НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ТРАДИЦИОННЫХ АТТРИБУТОВ
ВЫПУСКНЫХ ЦЕРЕМОНИЙ УЧАЩИХСЯ ВУЗОВ**

М.Л. Погорелова, О.И. Денисова, В.Н. Капустина

В статье приведены результаты анализа российских и мировых академических традиций вручения дипломов, на основе которых разработан комплект выпускника КГТУ.

Исторически и в настоящее время почти в каждом учебном заведении существовали и существуют негласные правила и традиции. Большинство из них были утрачены после революции. Традиция выпускного бала была широко распространена в России еще до революции. Следуя ей, выпускников выделяли, вручая разнообразную атрибутику, по которой можно было в любой момент узнать, какого года и учебного заведения данный выпускник.

В настоящее время уровень Российского образования начинает расти, повышается культура учебных заведений и страны в целом, поэтому начинают возрождаться традиции, существовавшие ранее, и приходят новые.

Церемонии выпускных праздников европейского студенчества исторически сопровождаются надеванием академических мантий и шапочек-конфедераток, а также получением разнообразных памятных атрибутов – фотоальбомов студенческой жизни (ежегодников), значков и т.д.

Одним из неперенных атрибутов американского и европейского выпускного праздника является вручение памятных «колец выпускников», сделанных из золота и серебра, иногда украшенных драгоценными и полудрагоценными камнями, с символикой учебного заведения и датой выпуска. Оказывается, подобная традиция существовала и в России. Пушкин и его товарищи-лицейсты многие годы были верны студенческой дружбе и называли себя «чугунниками», так как в день окончания Лицея его директор, Е.А. Энгельгардт, вручил воспитанникам сделанные из осколков разбитого лицейского колокола чугунные кольца в виде сомкнутых в приветствии рук.

В ряде столичных вузов разработаны проекты памятных колец, представленные на рисунке 1.

Церемония надевания академических мантий берет свое начало еще в 12–13 веках, когда и возникли первые университеты. В дореволюционной России мантия также считалась университетской униформой.

Академические мантии средневековых учащихся изначально не отличались от одежды духовных лиц. Академическое облачение (в англоязычных

странах academic apparel или regalia) традиционно состоит из накидки-мантии, головного убора, кисточки и специальной ленты выпускника, для магистров еще – капюшона.



Рис. 1. Проекты колец студентов и выпускников вузов

В настоящее время мантии и конфедератки не используются в качестве повседневной одежды, а являются атрибутом выпускной церемонии.

Кисточка на конфедератке – чрезвычайно важный элемент академического облачения, именно по ней определяют статус ученого человека. Если диплом еще не получен, кисточка располагается на правой стороне шляпы. Дипломированный специалист носит ее слева. Перебрасывание кисточки с одной половины головного убора на другую – один из любопытных моментов на церемонии вручения дипломов.

Кисть отличия – награда, которая торжественно одевается выпускникам-отличникам на церемонии вручения дипломов или аттестатов поверх мантии.

Цвет мантии также важен. В 1895 г. Межуниверситетская комиссия (Intercollegiate commission) приняла кодекс академической одежды, в котором каждой специальности присваивался определенный цвет мантии.

Белый цвет соответствует искусству, словесности, гуманитарным наукам, истории, литературе; светло-оранжевый – военным наукам; золотой – математике, физике; медный – экономике. Оранжевый характеризует деловое администрирование; синий – право, юриспруденцию; фиолетовый – архитектуру. Черный цвет считается классическим цветом.

Анализ литературных и информационных ресурсов выявил огромный интерес и широкое распространение в российских и зарубежных вузах различных видов традиционной одежды и атрибутов праздничных церемоний. Это характерно для таких учебных заведений как МГУ, МГИМО, РУДН, Академия им. Плеханова, Финансовая академия при Правительстве РФ, МАТИ, МАДИ, Сельскохозяйственная академия им. Тимирязева, ДГТУ, ДОН ГАУ, РМИЭУ, Международный университет в Москве и многих других.

Для Костромского государственного технологического университета разработан комплект для церемонии вручения дипломов, состоящий из шарфа выпускника с символикой вуза и шапочки-конфедератки. Эскиз и внешний вид комплекта представлен на рисунке 2.

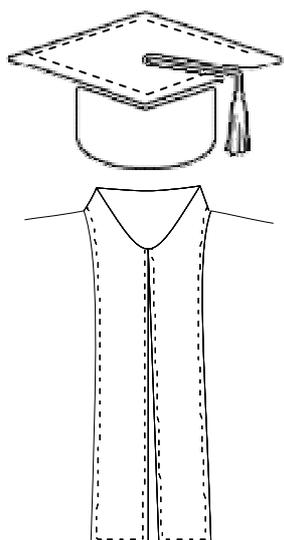


Рис. 2. Комплект выпускника

При выборе материалов учтены исторические и региональные особенности учебного заведения. В университете, прежнем Костромском технологическом институте, осуществляется всесторонняя подготовка специалистов для льняной отрасли, начиная от процесса переработки волокон, прядения, ткачества, до изготовления готовых изделий из льняных тканей. И именно льняная ткань выбрана в качестве одной из составляющих пакета материалов изделия.

Комплект выполнен из тканей двух цветов и видов волокнистого состава. В качестве основного материала используется традиционный для данного ассортимента габардин черного цвета, в качестве отделочного материала – льняная ткань. Цвет льняной ткани соответствует виду наук. Для технологического факультета рекомендуется в качестве отделочной неотбеленная льняная ткань серого цвета.

Конфедератка академическая выполнена из габардина черного цвета с кисточкой из льняной пряжи, с эластичной вставкой на задней части стенки. Квадратной формы формованное, укрепленное дно, по краю которого на расстоянии 0,5 см настроена отделочная строчка.

Шарф выпускника по внешнему виду и конструкции соответствует воротнику мантии. По краю шарфа настроена отделочная строчка на расстоянии 0,5 см от края. Шарф выпускника застегивается на крючок-петлю. С левой стороны шарфа нанесен логотип вуза, также может быть указан год выпуска.

Предварительный опрос студентов старших курсов выявил большой интерес к введению предлагаемого атрибута праздничных церемоний. Разработанный комплект позволит приобщиться к мировым академическим традициям, внести особую торжественность в церемонию вручения дипломов и установить более тесную связь выпускников со своей Alma mater.

УДК 687.03.017

ЗАВИСИМОСТЬ УСАДКИ ЭЛАСТИЧНЫХ ЛЬНОСОДЕРЖАЩИХ ТКАНЕЙ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ МОКРЫХ ОБРАБОТОК

М.Л. Королева

В работе установлена зависимость усадки льносодержащих тканей с вложением эластичных комбинированных СК-структуры нитей от температуры мокрых обработок (стирок).

Текстильные материалы должны обладать необходимым комплексом свойств и характеристик, определяющих их поведение в различных условиях.

С целью изучения свойств высокоэластичных льносодержащих тканей, в состав которых входят комбинированные СК-структуры нити, были проведены исследования усадки.

Объектами исследования выбраны образцы трех видов, отличающиеся по сырьевому составу: полульняная ткань без вложения полиуретановых нитей и льносодержащие ткани с вложением 0,30% и 0,13% сегментированного полиуретана, что соответствует соотношению прокидок одна комбинированная СК-структуры к трем льняным и одна комбинированная СК-структуры к пяти льняным. В качестве уточных нитей использованы: белая мокрого прядения высокая льняная пряжа (БМВЛ) линейной плотности 56 текс и комбинированные самокрученные нити, состоящие из двух хлопчатобумажных – линейной плотности 29 текс и одной полиуретановой нити – линейной плотности 7,8 текс. В качестве основных нитей использована хлопчатобумажная пряжа линейной плотности 29 текс. Состав полульняной ткани: лен 66,00%, хлопок 34,00%. Состав льносодержащих тканей: лен 51,00%, хлопок 48,70%, спандекс 0,50% и лен 55,00%, хлопок 44,87%, спандекс 0,13%.

Ткани выработаны в лаборатории кафедры ткачества КГТУ на станке СТБ2-180 полотняным переплетением при постоянной плотности по основе, равной 210 нитей на 10 см, плотности по утку – 140 нитей на 10 см. Исследуемые образцы являются материалами костюмно-платьевого ассортимента.

Для получения зависимости усадки тканей от температуры мокрых обработок были приняты следующие режимы:

- многократные стирки по двум рекомендуемым режимам в соответствии с ГОСТ 30157.1-95 [1]: при температуре $T=60^{\circ}\text{C}$ для полульняных тканей, при температуре $T=40^{\circ}\text{C}$ для тканей из химических волокон;

- кипячение (экспресс-метод) [2];

и в соответствии с режимами стиральной машины

- многократные стирки при $T=90^{\circ}\text{C}$;

- многократные стирки при $T=30^{\circ}\text{C}$ (деликатная стирка тканей).

Образцы подвергались мокрым обработкам до стабилизации размеров.

Проведенные исследования свидетельствуют о том, что определяющую роль в усадке эластичных тканей играют нити сегментированного полиуретана.

Установлено, что мокрые обработки приводят к усадке – уменьшению линейных размеров эластичных тканей. Величина усадки зависит от температуры, вида воздействия и присутствия нитей полиуретана в системе утка (от соотношения прокидок эластичных нитей к льняным).

В результате исследований установлено, что ткань, снятая со станка, вне зависимости от соотношения прокидок имеет одинаковую гладкую фактуру. Под воздействием мокрых обработок происходит усадка тканей с проявлением различных фактурных эффектов. Рельефность фактуры ткани зависит не только от соотношения прокидок эластичных нитей к льняным, но и от температуры мокрых обработок.

При этом, в интервале от $T=40^{\circ}\text{C}$ до $T=60^{\circ}\text{C}$ с повышением температуры стирки получается более рельефная поверхность ткани. Однако уменьшение температуры стирки до $T=30^{\circ}\text{C}$ и увеличение до $T=90^{\circ}\text{C}$ препятствует усадке полиуретановых нитей и не создает ярко выраженных фактурных эффектов на поверхности ткани.

Для традиционных льносодержащих тканей метод кипячения более удобен и менее трудоемок, чем многократные стирки. При этом не может быть рекомендован в качестве объективного метода оценки усадки тканей с вложением полиуретановых нитей, так как при кипячении пропадает характерная способность эластичных тканей к растяжению. Наблюдается потеря эффекта рельефа на поверхности ткани.

По результатам исследований получена зависимость усадки эластичных льносодержащих тканей от температуры мокрых обработок. На рис. 1, 2 представлена зависимость усадки для ткани с содержанием 0,13% спандекса.

В результате аппроксимации экспериментальных данных получены уравнения:

$$U_o(t) = -0,01t^2 + 1,32t - 13,69 \quad (1)$$

$$U_y(t) = -0,03t^2 + 3,84t - 75,21 \quad (2)$$

В результате исследований установлено, что такая зависимость характерна для всех образцов льносодержащих тканей с вложением сегментированного полиуретана.

Для создания рельефной фактуры на поверхности льносодержащих тканей с вложением эластичных комбинированных СК-структуры нитей целесообразно использовать мокрые обработки при температуре $T=40-60^{\circ}\text{C}$. При этом температура $T=40^{\circ}\text{C}$ обеспечивает меньшую усадку.

Выводы

1. Установлена зависимость усадки льносодержащих тканей с вложением эластичных комбинированных СК-структуры нитей от температуры мокрых обработок.
2. Рельефность фактуры эластичных льносодержащих тканей с вложением комбинированных СК-структуры нитей зависит как от соотношения прокидок эластичных нитей к льняным, так и от температуры мокрых обработок (стирок).

3. Вложение сегментированного полиуретана в льносодержащие ткани не позволяет использовать экспресс-метод определения усадки как объективный.
4. Рекомендуемой температурой для стирки льносодержащих тканей с вложением СК-структуры нитей является температура 40°C.

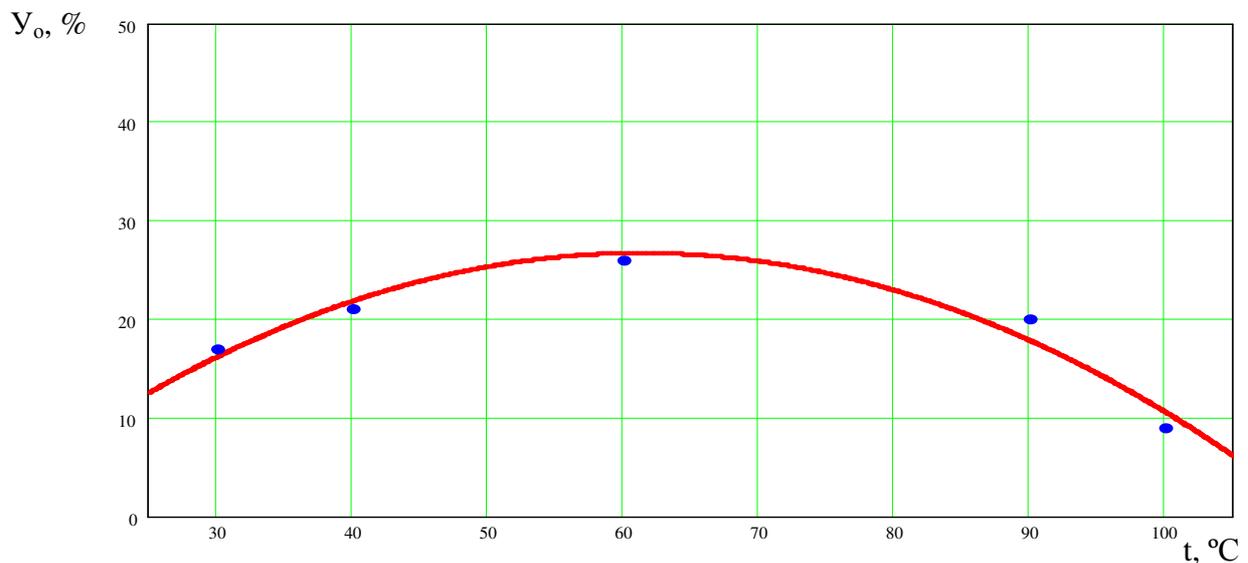


Рис. 1. Зависимость усадки ткани в направлении основы от температуры мокрых обработок

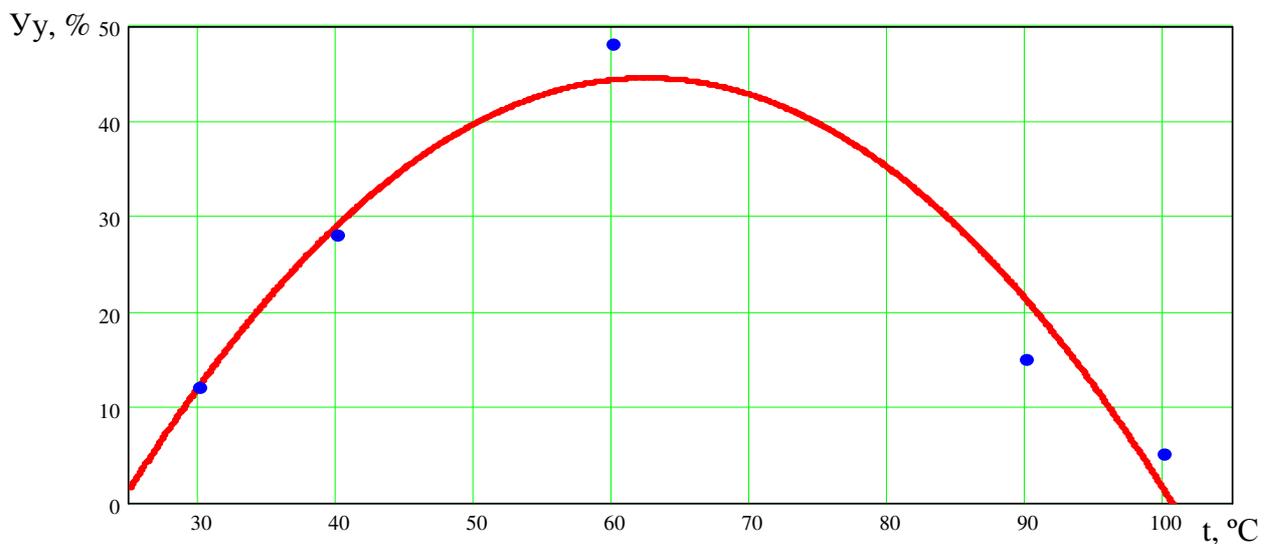


Рис. 2. Зависимость усадки ткани в направлении утка от температуры мокрых обработок

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 30157.1-95. Методы определения изменения линейных размеров материалов после мокрых обработок и химической стирки. Проведение испытаний. – М. : Издательство стандартов, 1995.
2. Смирнова Н.А. Анизотропия свойств льносодержащих тканей для одежды : учебное пособие / Н. А. Смирнова. – Кострома : КГТУ, 2005.

УДК 677.11.074.017.8

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФОРМОУСТОЙЧИВОСТИ
ЛЬНОСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УСОВЕРШЕНСТВОВАННОЙ МЕТОДИКИ**

Л.Л. Чагина, Н.А. Смирнова, Н.В. Пашкова., Е.Л. Горбунова

В соответствии со стандартной методикой определения жёсткости и упругости материалов и пакетов одежды на приборе ПЖУ-12М [1] и усовершенствованной методикой оценки показателей формоустойчивости [2,3] проведены экспериментальные исследования. В качестве объектов исследования использованы чистольняные и льнохлопковые ткани (табл. 1). Оценка условной жёсткости на изгиб (сН) материалов на предлагаемом и известном устройствах осуществлялась по величине нагрузки, необходимой для уменьшения на одну треть высоты кривизны пробы. Упругость, (%), определялась как отношение величины распрямлённого образца после снятия нагрузки к величине прогиба, заданной при определении жёсткости. При проведении испытаний по стандартной методике использовались пробы прямоугольной формы, по усовершенствованной - объёмный образец в виде полусферы.

Сопоставление экспериментальных данных показало высокую степень связи между характеристиками жесткости на изгиб, полученными по существующей и предложенной методикам, что подтверждает объективность получаемых данных. Значения жёсткости по усовершенствованной методике более высокие по абсолютной величине по сравнению с общепринятой методикой (табл. 1, рис.1), что можно объяснить формой пробы. В предлагаемой методике закреплённая целостная структура объёмного образца требует большего усилия для деформирования на 1/3 кривизны. Проведённые исследования показали, что для чистольняных тканей условная жёсткость на изгиб по стандартной методике находится в интервале 2,1–7,5 сН, достигая максимума у ткани полотняного переплетения №7 и минимума у ткани сатинового переплетения № 4. Сравнивая жёсткость чистольняных тканей по основе и утку, можно отметить, что жёсткость по основе больше чем по утку за счёт большей абсолютной плотности (количества нитей на 10 см) уточной системы. Для льнохлопковых тканей жёсткость по основе значительно меньше жёсткости по утку, что объясняется особенностями строения хлопка, обеспечивающими мягкость тканей. С увеличением поверхностной плотности жёсткость увеличивается для тканей одного и того же вида переплетения (например, полотняного). Ткань №7, обладая максимальной массой квадратного метра, отличается самой высокой жёсткостью. Ткань №5 и ткань №1 имеют одинаковую поверхностную плотность, переплетение, но отличаются линейной плотностью нитей и количеством нитей на 10 см. Подобное изменение повлекло различную жёсткость тканей (более высокую для тканей №5 с большей линейной плотностью нитей и абсолютной плотностью ткани). Сравнивая результаты исследований для тканей внутри каждой из групп (чистольняные или льнохлопковые), можно заметить, что материалы, имея близкие характеристики поверхностной плотности, заметно различаются по

показателю жёсткости. Так, чистольняная ткань полотняного переплетения №9 характеризуется более высокой величиной жёсткости, чем ткань №5 (крепового) или №3 (ломаная саржа). С увеличением длины перекрытий и уменьшением числа связей между системами нитей жесткость тканей уменьшается. Влияние переплетения на жёсткость наблюдается и у льнохлопковых тканей: с увеличением длины перекрытий и уменьшением связности жёсткость уменьшается. Проведённый анализ показывает, что характеристики строения льняных тканей оказывают непосредственное влияние на жёсткость, следовательно, изменяя характеристики строения, можно добиться требуемой жёсткости.

Таблица 1

Условная жесткость на изгиб и упругость по различным методикам

| Номер ткани | Класс переплетения | Поверхностная плотность, г/м ² | Коэффициент связности, $C = \Pi_0 \Pi_y \times$ | Стандартная методика | | | | Разработанная методика | | |
|----------------------------|--|---|---|----------------------|------|--------------|------|------------------------|--------------|-----------------------|
| | | | | жесткость, сН | | упругость, % | | жесткость, сН | упругость, % | гладкость ПОВЕРХНОСТИ |
| | | | | Основа | Уток | Основа | Уток | | | |
| Чистольняные ткани | | | | | | | | | | |
| 1 | мелкоузорчатое (креповое) | 190 | 5.44 | 3,4 | 2,3 | 90 | 85 | 11,8 | 67 | + |
| 2 | главное (саржевое) | 210 | 3.87 | 2,9 | 2,7 | 88 | 80 | 8,7 | 63 | + |
| 3 | мелкоузорчатое (производное саржевого) | 164 | 4.97 | 3,4 | 3,9 | 92 | 85 | 9,0 | 67 | + |
| 4 | мелкоузорчатое | 190 | 3.25 | 2,3 | 2,1 | 87 | 83 | 6,0 | 52 | - |
| 5 | мелкоузорчатое (креповое) | 180 | 5.64 | 3,7 | 3,1 | 91 | 89 | 13,5 | 75 | + |
| 6 | мелкоузорчатое | 170 | 5.79 | 4,7 | 3,4 | 93 | 94 | 15,1 | 75 | + |
| 7 | главное (полотняное) | 220 | 8.63 | 7,5 | 5,2 | 100 | 95 | 17,9 | 75 | - |
| 8 | главное (полотняное) | 220 | 6.91 | 5,5 | 4,4 | 96 | 92 | 14,9 | 80 | + |
| 9 | главное (полотняное) | 220 | 7.44 | 5,7 | 4,7 | 94,5 | 93 | 16,7 | 78 | + |
| 10 | главное (полотняное) | 220 | 6.8 | 5,0 | 4,4 | 98 | 85 | 13,6 | 78 | + |
| Льнохлопковые ткани | | | | | | | | | | |
| 11 | мелкоузорчатое (креповое) | 184 | 2.67 | 1,3 | 2,1 | 65 | 80 | 2,5 | 58 | - |
| 12 | жаккардовое | 190 | 6.83 | 2,3 | 6,0 | 74 | 88 | 14,6 | 89 | + |
| 13 | жаккардовое | 200 | 5.79 | 2,1 | 5,2 | 73 | 86 | 13,5 | 85 | + |
| 14 | жаккардовое | 190 | 4.91 | 1,8 | 3,9 | 65 | 83 | 6,0 | 78 | + |
| 15 | жаккардовое | 184 | 7.48 | 3,4 | 6,0 | 75 | 92 | 16,5 | 90 | + |
| 16 | жаккардовое | 190 | 6.23 | 2,3 | 6,5 | 75 | 88 | 12,8 | 86 | + |
| 17 | жаккардовое | 200 | 4.86 | 1,8 | 3,4 | 63 | 85 | 4,9 | 74 | + |
| 18 | жаккардовое | 190 | 5.85 | 1,8 | 4,4 | 70 | 86 | 12,5 | 88 | + |
| 19 | мелкоузорчатое (производ. полотняного) | 184 | 10.4 4 | 3,9 | 7,5 | 80 | 91 | 17,5 | 88 | - |
| 20 | мелкоузорчатое | 190 | 8.09 | 3,4 | 6,0 | 76 | 87 | 16,0 | 87 | - |

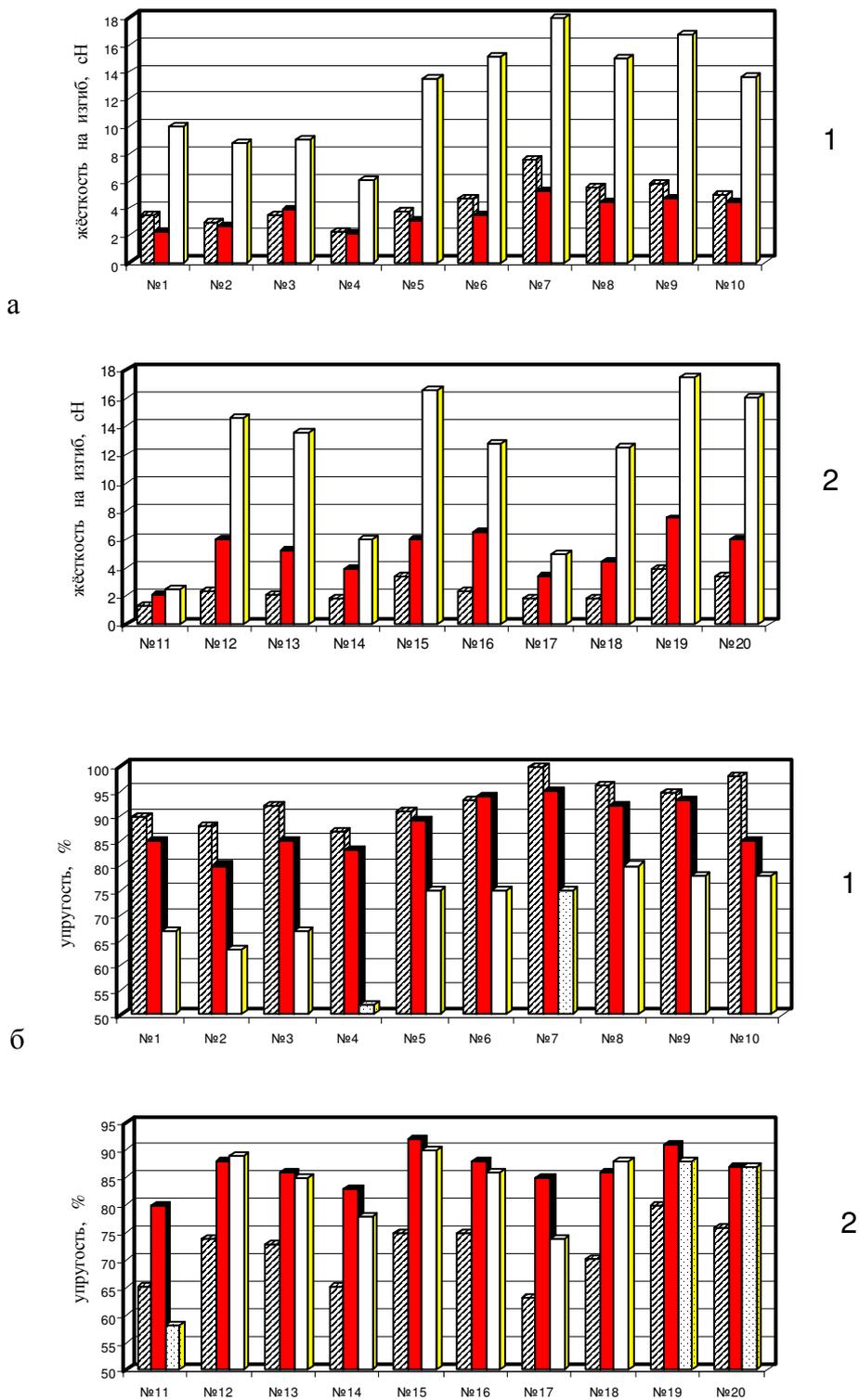


Рис.1. Жесткость на изгиб (а) и упругость (б) по различным методикам
 ▨ - по стандартной методике (основа)
 ■ - по стандартной методике (уток)
 □ - по разработанной методике;
 1 – чистольняные ткани; 2 – льнохлопковые

Сравнение результатов экспериментального определения упругости позволило предположить, что общепринятая методика материалов и пакетов одежды в некоторых случаях не позволяет дать объективную оценку способности восстановления объемной формы после приложения нагрузки. По стандартной методике высокая жёсткость обуславливает высокую упругость, а, следовательно, и формоустойчивость. Результаты экспериментальных исследований упругости по предлагаемой методике показывают, что высокая жёсткость не всегда обеспечивает высокую упругость. Этот вывод позволяет сделать анализ степени гладкости поверхности образца после испытания. Ткани №7 и №19, обладающие самой высокой жёсткостью, имеют на поверхности прогибы, что не позволяет говорить о высокой способности к восстановлению формы, а следовательно, о высокой упругости и формоустойчивости. Значения упругости по предложенной методике имеют большой разброс, например, для чистольняных (52–80 %), по сравнению со стандартной (83–98%). Причём у чистольняного образца №4 и льнохлопкового №11 с самой низкой упругостью (соответственно 52% и 58%) на поверхности обнаружены заломы и волнистость, что показывает завышенность значений упругости по общепринятой методике (87 и 65 % – по основе, 83 и 80 % – по утку).

Чистольняные и льнохлопковые ткани не обладают высокими значениями упругости, что объясняется низкими упругопластическими свойствами составляющих их волокон. Способность к восстановлению формы также как и способность сопротивляться изменению формы определяется структурными характеристиками ткани. Т.е. возможно определить рациональную структуру материала, вид переплетения, которые повышают упругие свойства ткани. Ткани №1 и №5 крепового переплетения имеют различную упругость. Более высокая связность структуры ткани №5 увеличивает способность ткани к восстановлению формы. Эта закономерность справедлива до определённого предела. Анализируя упругость тканей полотняного переплетения №7-10, видим, что увеличение связности структуры ткани несколько повышает способность к восстановлению формы, однако незначительно. У ткани №7 с самой высокой связностью структуры упругость снижается, а на поверхности макета после снятия нагрузки наблюдается нарушение гладкости. Это позволяет сделать предположение, что дальнейшее увеличение связности не рационально, более того, оно не желательно, т.к. приводит к росту жёсткости. Вид переплетения влияет на способность к восстановлению формы. Так образцы, выработанные саржевым переплетением (№3) и креповым (№5), характеризуются лучшим восстановлением формы по сравнению с тканями полотняного переплетения (№8-10). При меньшей связности структуры и прочих равных условиях (поверхностной плотности, линейной плотности нитей, количестве нитей на 10 см), ткани мелкоузорчатого переплетения №5 и №6 имеют значения упругости (75%) в сравнении с полотняным переплетением №9 (78%) , при этом жёсткость образцов №6 и №5 значительно ниже (в 1,5–1,7 раза), чем образца №9. Полученные данные доказывают влияние вида переплетения и степени связности на упругие свойства и жест-

кость тканей, а также обуславливают возможность целенаправленного изменения рассматриваемых свойств за счёт варьирования характеристик строения тканей. Актуальной становится задача реальной возможности прогнозирования и управления формоустойчивостью по данным, полученным в ходе экспериментальных исследований.

Выводы

1. Выполнены экспериментальные исследования показателей формоустойчивости льносодержащих тканей по стандартной и усовершенствованной методике.

2. Доказано, что использование объемной пробы с неразвертываемой поверхностью позволяет получить более объективную оценку стабильности формы изделия.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 8977-74. Методы определения жесткости и упругости. – М. : Изд-во стандартов, 1974. – 8 с.
2. Чагина Л.Л. Метод оценки формоустойчивости материалов и пакетов одежды / Л. Л. Чагина, Н. А. Смирнова, В. В. Лапшин // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – Иваново : ИГТА, 2008. – № 4С.
3. Патент № 15138 РФ, МКИ G 01R 1/04. Устройство для закрепления образца на приборе для определения жесткости и упругости материалов и пакетов одежды. / Смирнова Н.А., Чагина Л.Л., Смирнов А.В.

УДК 687.016.5

ИСТОРИЧЕСКИЕ И СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ШКОЛЬНОЙ ФОРМЫ

**Ю.А. Костюкова, М. Н. Белоногова,
С.В. Филатова, О.А. Овчинникова**

В статье проведен анализ исторических и современных предпосылок проектирования школьной формы в России и за рубежом. Изучен отечественный опыт формирования и развития ассортимента одежды для школьников. Обозначена проблема введения единой школьной формы. Выявлены требования к одежде для школьников, раскрыты основные задачи дизайн-проектирования. Результаты исследования использованы в разработке авторских комплектов школьной формы с учетом предложенных рекомендации.

История школьной формы в России насчитывает уже более 170 лет. В 1834 году был принят закон, утвердивший общую систему всех гражданских мундиров в империи. Этот закон сделал гимназическую форму обязательной для мальчиков. Фасон формы для мальчиков-гимназистов менялся в 1855, 1868, 1896 и 1913 гг. В 1896 году утверждено положение о гимназической форме для девочек.

Изначально школьная форма была предметом гордости. В дореволюционной России форма гимназистов относилась к сословным признакам, так как учились в гимназии лишь дети богатых родителей. Ее носили и на улице,

и дома, во время торжеств и праздников. Мальчикам тогда полагалось иметь форму военного фасона, а девочкам – темные строгие платья.

В 1918 году гимназическая форма дореволюционной России была признана буржуазным пережитком и отменена вместе со многими другими разумными наработками в области образования. С точки зрения «классовой борьбы» старая форма считалась символом принадлежности к высшим условиям (была даже презрительная кличка для сентиментальной девочки — «гимназистка»). С другой стороны — форма символизировала абсолютную несвободу ученика, его униженное и подневольное положение. Но у этого отказа от формы была и другая, более понятная, подоплёка — бедность. Ученики ходили в школу в том, что могли предоставить им родители, а государство в тот момент активно боролось с разрухой, классовыми врагами и пережитками прошлого.

Однако со временем, когда эпоха экспериментов уступила место иным реалиям, было решено возвратиться к былому образу — к коричневым строгим платьям, фартукам, ученическим курточкам с отложными воротничками. Теперь уже «свободная форма одежды» стала ассоциироваться с буржуазной разнузданностью, а всех дерзких экспериментаторов 1920-х было решено объявить «вредителями» и «врагами народа».

Строгость нравов эпохи Сталина распространялась, разумеется, и на школьную жизнь. Самые незначительные эксперименты с длиной или иными параметрами школьной формы сурово карались администрацией учебного заведения. Даже причёска должна была отвечать требованиям пуританской морали – девочки обязательно носили косы с бантами.

В 1949 г. в СССР была введена единая школьная форма. Мальчиков одели в военные гимнастерки с воротником-стойкой, девочек – в коричневые шерстяные платья с черным (повседневным) или белым (для торжественных мероприятий) фартуком, завязывавшимся сзади на бант.

«Потепление» режима не сразу сказалось на демократизации школьной формы, однако, это всё-таки произошло. Правда, повезло только мальчикам. Покрой формы стал тождественен тем направлениям моды, которые имели место в 1960-е гг. Так, в 1962 г. мальчиков переодели в серые шерстяные костюмы на четырех пуговицах.

В середине 1970-х гг. на волне всеобщего увлечения «джинсовой модой» серые костюмы мальчиков сменили брюки и куртки из полшерстяной ткани синего цвета. Покрой школьных курток напоминал классические джинсовые куртки. На боковой части рукава была нашита эмблема из мягкого пластика с нарисованным открытым учебником и восходящим солнцем. Вслед за мальчиками в 1976 г. новая форма – юбка и жакет из синей полшерстяной ткани появилась у девочек.

В начале 1980-х гг. была разработана новая форма для старшеклассников (такую форму начинали носить с восьмого класса). У мальчиков брюки и куртка уступили место брючному костюму синего цвета. У девочек появился костюм-тройка синего цвета, состоящий из юбки-трапеции со складками

спереди, пиджака с накладными карманами и жилетки. Юбку можно было носить либо с пиджаком, либо с жилетом, либо весь костюм сразу. Именно эта форма способствовала тому, что девочки стали рано осознавать свою привлекательность. Плиссированная юбка, жилет и главное – блузки, с которыми можно было экспериментировать, превращали практически любую школьницу в «юную даму».

Обязательным дополнением к школьной форме, в зависимости от возраста ученика, были октябрятский (в начальных классах), пионерский (в средних классах) или комсомольский (в старших классах) значки. Пионеры должны были также обязательно носить пионерский галстук. Помимо обычного пионерского значка существовал особый вариант для пионеров, активно занимающихся общественной работой. Он был немного больше обычного, и на нём была надпись «За активную работу».

В 1988 г. некоторые школы в порядке эксперимента отказались от обязательного ношения школьной формы, а в 1992 году школьную форму официально отменили во всех школах России.

Основные события истории отечественной школьной формы кратко отображены в таблице.

Таблица

История развития отечественной школьной формы

| Дата | Основные события |
|-----------------|---|
| 1834 г. | Принят закон, утвердивший общую систему всех гражданских мундиров в Российской империи. В нее вошли гимназический и студенческий мундиры военного фасона |
| 1896 г. | Утверждено положение о гимназической форме для девочек. |
| 1918 г. | Принят декрет 'О единой школе...' , который отменил форму учащихся, признав ее наследием царско-полицейского режима |
| 1949 г. | В СССР вновь введена единая школьная форма: для мальчиков - военные гимнастерки с воротником стоечкой; для девочек - коричневые шерстяные платья с черным (или белым) передником |
| 1962 г. | Новая форма для мальчиков – серые шерстяные костюмы на четырех пуговицах |
| 1973 г. | Новая форма для мальчиков – синий костюм из полушерстяной ткани с эмблемой и алюминиевыми пуговицами |
| 1976 г. | Новая форма для девочек – юбка и жакет из синей полушерстяной ткани |
| 1980 г. | Новая форма для старшеклассников: для мальчиков – брючный костюм-тройка синего цвета; для девочек - костюм-тройка синего цвета, состоящий из юбки-трапеции со складками спереди, пиджака с накладными карманами и жилетки |
| 1988 г. | Некоторые школы в порядке эксперимента отказываются от обязательного ношения школьной формы |
| 1992 г. | Официально отменена форма единого образца в школах Российской Федерации |
| 1999 – 2002 гг. | Отдельные субъекты Российской Федерации принимают местные нормативные акты о введении обязательной школьной формы |

Сегодня в России нет закона, который бы вводил обязательную форму во всех школах. Лишь немногие учебные заведения, в основном, престижные лицеи и гимназии, могут себе позволить свою собственную форму. Такой

опыт имеют школы Москвы и Санкт-Петербурга, Волгоградской, Саратовской, Ярославской и Омской областей. В отдельных школах делаются попытки ввести некое подобие единой формы: педагоги настаивают на строгом, деловом стиле одежды; запрещена одежда ярких, броских тонов, не разрешается приходить в школу в шортах, коротких юбках, майках, спортивной одежде и т.п. Примерно в каждой второй школе никаких специальных требований к одежде нет – дети ходят на уроки в чем угодно.

Так нужна или не нужна форма современной школе? В этой связи интересно проанализировать зарубежный опыт. В Европе страной школьной формы традиционно считается Великобритания. Во многих её бывших колониях форма не была отменена даже после объявления независимости (например, в Индии, Ирландии, Сингапуре и Южной Африке).

Во Франции единая школьная форма существовала с 1927 г. и была упразднена в 1968 г. Сейчас французское правительство всерьез озабочено внешним видом школьниц, которые стремятся перещеголять друг друга в дороговизне и откровенности своих нарядов. В связи с этим все чаще поступают предложения о возобновлении школьной формы. Кроме того, в 2004 году во Франции был принят закон, запрещающий ношение мусульманских платков и других "ярко выраженных" религиозных символов в государственных школах.

В Германии нет единой школьной формы, хотя ведутся дебаты о её введении. Что характерно, даже во времена Третьего Рейха школьники не имели единой формы — они приходили на занятия в повседневной одежде, в форме Гитлерюгенда (или иных детских общественных организаций).

В США и Канаде школьная форма существует во многих частных школах. В государственных школах единой формы нет, хотя в некоторых школах введены определенные правила ношения одежды (dress code).

На Кубе форма обязательна для всех учащихся школ и высших учебных заведений.

Для большинства средних и старших школ Японии школьная форма считается обязательной. В каждой школе она своя, но на самом деле вариантов не так уж много. Школьники начальных классов, как правило, одеваются в обычную детскую одежду.

В Австралии дети ходят на занятия в джинсах и футболках (кроме экономических классов – будущие финансисты носят строгий костюм).

Таким образом, отечественный и зарубежный опыт показывает, что в настоящее время существует реальная проблема подбора одежды для занятий в школе. Так, по данным социологического опроса по 55 субъектам Российской Федерации за введение школьной формы высказались 100 % руководителей общеобразовательных учреждений, 91 % учителей, 78 % родителей и 38 % обучающихся.

По данным статистики очевидно, что меньше всего нововведений хотят сами школьники, особенно подростки. При этом многие из них являются непримиримыми противниками школьной формы. По их мнению, введение

школьной формы – это шаг к уравниловке, к обезличиванию, она лишает школьников свободы выбора и проявлению своей индивидуальности. Отчасти они правы - качество и разнообразие одежды для школы оставляет желать лучшего: ограниченный ассортимент, малая вариантность комплектации, низкое качество материалов. И если детей младших классов еще удается одеть в школьную форму, то старшеклассники ни в какую не соглашаются одеваться одинаково. Школьники считают, что их одежда должна быть обязательно модной, современной, удобной, учитывать весь диапазон антропоморфных и морфологических признаков. Это позволит быть привлекательными всем, а не только высоким и стройным. Кроме того, согласно общепринятым нормам, школьная форма должна иметь высокое качество изготовления и цену, доступную потребителю.

Не многие дизайнеры решаются работать для подростков. Задачи дизайн-проектирования школьной формы усложняются тем, что помимо общих требований к выбору номенклатуры физических свойств материалов, определяющих микроклимат пододежного пространства и эксплуатационных требований к одежде, особое значение приобретают эстетические требования. По своему внешнему виду школьная форма должна быть одновременно строгой, чтобы выполнять свою основную функцию делового костюма школьника, и модной, чтобы не вызывать эстетического неприятия. Характер членений поверхности формы, соотношение отдельных частей и деталей одежды обусловлены ростовыми процессами, адаптацией изделия к изменению размерных признаков фигуры школьника, расширением основной целевой функции, цветового и фактурного решения.

Эстетическая выразительность школьной формы может оказать дополнительное образовательное воздействие на учащихся, так же служит фактором престижа, элементом рекламы различных образовательных учреждений, средством визуального отличия внутри коллектива школы.

Следовательно, работа в области проектирования школьной формы является одним из приоритетных направлений в дизайне костюма. На рис. 1 представлен один из комплектов школьной формы для девочек, разработанный с учетом проведенных исследований.



Рис. 1. Комплект школьной формы для девочек

УДК 677.025

ЧАСТОТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОЦЕССА ВЯЗАНИЯ**Н.В. Банакова, В.Р. Крутикова, Д.Е. Егоров**

Натяжение нити является комплексной характеристикой технологического процесса, отражающей взаимодействие нити со всеми рабочими органами вязальной машины. В тензограмме нити заложена информация не только об уровне и колебаниях натяжения, но и о нарушениях технологического процесса, а также о преобладающем влиянии какого-либо взаимодействия нити с рабочим органом. Необходимую информацию можно получить, используя частотный анализ реализации натяжения нити за цикл вязания. Частотный анализ проводят, как правило, с помощью классического и быстрого преобразования рядов Фурье. Параметры частотного анализа удобно использовать для автоматизации контроля за условиями протекания технологического процесса вязания.

Вид спектрограммы определяется характером тензограммы нити и зависит от периодичности работы различных органов вязальной машины и настройки технологических параметров процесса вязания. Основные частотные характеристики процесса вязания приведены в табл.1. Основной частотой, определяющей периодический характер тензограмм нити, является *частота f процесса вязания*, которая зависит от ширины хода и скорости каретки. *Частота f_n вынужденных колебаний компенсатора при подъеме* зависит от величины выбега каретки и ее скорости. *Частота f_k вынужденных колебаний компенсатора за цикл его перемещения (подъем и опускание)* зависит от величины выбега каретки, опережения нитевода и скорости каретки. *Частота f_v процесса формирования трикотажа* определяется количеством игл в заправке, опережением нитевода и скоростью каретки. *Частота f_{p1} процесса петлеобразования при однофонтурном вязании* зависит от характеристик процесса петлеобразования (игольного шага и скорости каретки). *Частота f_{b1} сматывания нити с паковки при однофонтурном вязании* определяется длиной нити в витке паковки и скоростью потребления нити. В табл.1 представлено влияние изменения технологических параметров процесса вязания на частоту вынужденных колебаний рабочих органов машины, где E – класс машины, I_v – выбег каретки, V – скорость каретки, I – ширина вязания, D – средний диаметр паковки.

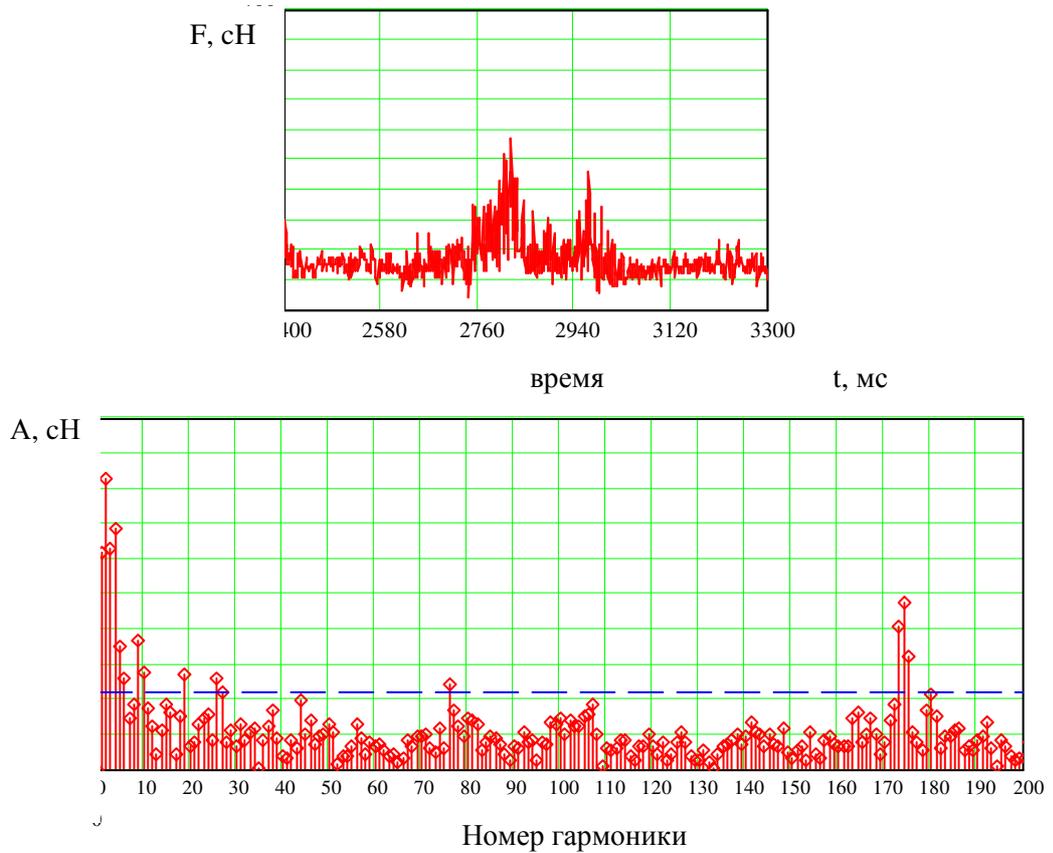
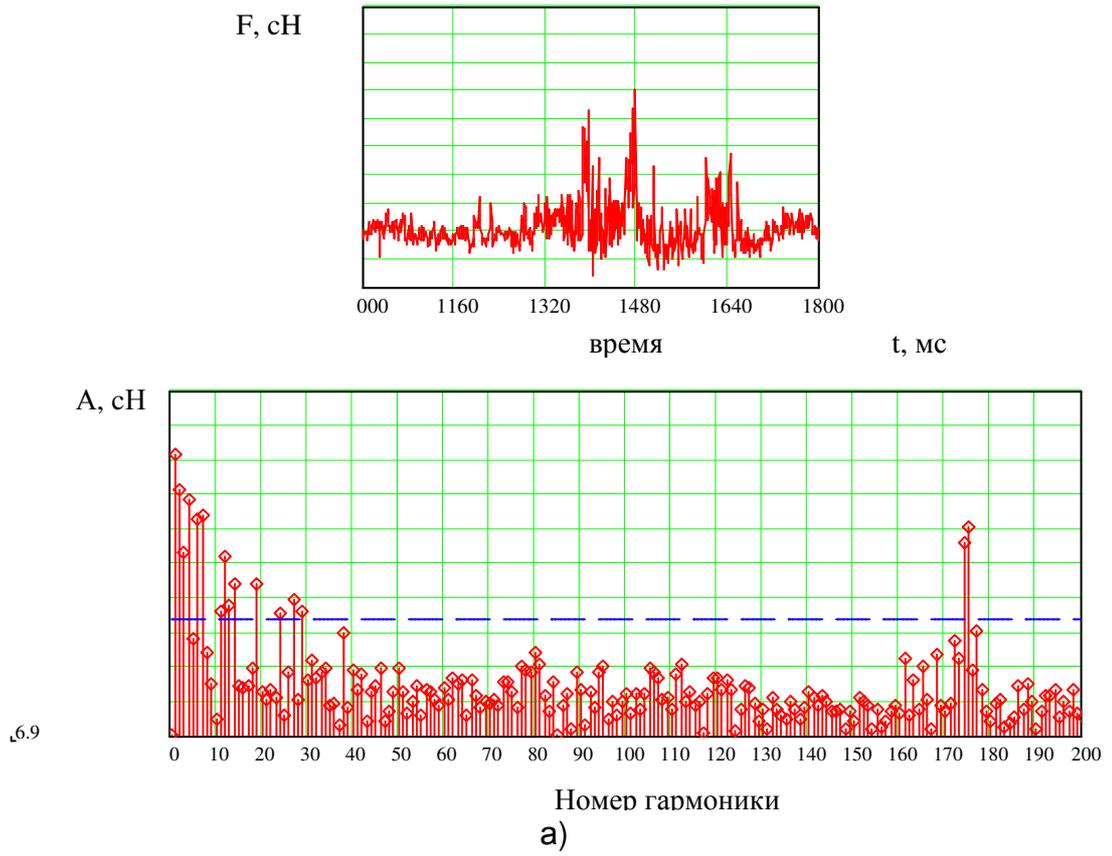
В результате анализа частотных характеристик процесса вязания установлено, что увеличение класса вязальной машины приводит к возрастанию практически всех частот, за исключением частоты сматывания нити с паковки. С увеличением количества игл по ширине вязания и на участке выбега каретки уменьшается частота процесса вязания и частоты вынужденных колебаний компенсатора. Увеличение скорости каретки приводит к возрастанию всех частотных характеристик. Частота сматывания нити с паковки уменьшается с увеличением диаметра паковки, устанавливаемой на питании.

Таблица 1

| Технологические параметры | | f, Гц | f _n , Гц | f _k , Гц | f _v , Гц | f _{p1} , Гц | f _{b1} , Гц |
|---------------------------|-----|-------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| E | 7 | 2,4 | 4,1 | 4,6 | 3,2 | 165,4 | 8,6 |
| | 8 | 2,7 | 4,7 | 5,2 | 3,6 | 189,0 | |
| | 10 | 3,4 | 5,9 | 6,6 | 4,5 | 236,2 | |
| I _v , игл | 10 | 2,4 | 4,1 | 4,6 | 3,2 | 165,4 | 8,6 |
| | 12 | 2,2 | 3,4 | 4,1 | 3,1 | | |
| | 14 | 2,1 | 3 | 3,8 | 3,0 | | |
| V, м/с | 0,6 | 2,4 | 4,1 | 4,6 | 3,2 | 165,4 | 8,6 |
| | 0,7 | 2,8 | 4,8 | 5,4 | 3,7 | 192,9 | 10,0 |
| | 0,9 | 3,5 | 6,2 | 6,9 | 4,8 | 248,0 | 12,8 |
| I, игл | 50 | 2,4 | 4,1 | 4,6 | 3,2 | 165,4 | 8,6 |
| | 70 | 1,8 | | | 2,3 | | |
| | 100 | 1,4 | | | 1,6 | | |
| D, мм | 40 | 2,4 | 4,1 | 4,6 | 3,2 | 165,4 | 12,8 |
| | 60 | | | | | | 8,6 |
| | 80 | | | | | | 6,4 |

По результатам спектрального анализа экспериментальных тензограмм нити установлено, что основными частотами, оказывающими влияние на характер натяжения, являются низкочастотные составляющие. Высокочастотные составляющие, принадлежащие процессу петлеобразования, как правило, имеют невысокую амплитуду и не являются ярко выраженными в частотном спектре. Как правило, высокочастотные составляющие проявляются в случае какого-либо нарушения в процессе вязания. Например, в результате анализа большого количества тензограмм нити была выявлена группа тензограмм, которые давали специфические спектрограммы (рис.1, 2). Наличие у высокочастотной составляющей амплитуды (см. рис.1), превышающей среднее значение амплитуд спектрограммы, свидетельствует о нарушении технологии вязания. Поскольку данная частота имеет значение 175 Гц сопоставимое по уровню с диапазоном значений 165-248 Гц частот процесса петлеобразования, то можно предположить, повреждение иглы, ее поломку, или наличие дефектов в пазах игольницы. В данном конкретном случае была обнаружена дефектная игла.

У другой группы тензограмм на спектрограммах (см. рис. 2) обнаружено устойчивое наличие высокочастотной составляющей с большой амплитудой. Уровень частоты 102 Гц не соответствует каким-либо значениям частот операций вязания, указанных в табл.1, но явно указывает на нарушение технологического процесса. Дополнительная проверка состояния системы нитенаправляющих глазков позволила выявить трещину в креплении одного из глазков. После замены направляющего глазка тензограмма и спектрограмма приняли характерный вид.



б)
Рис.1

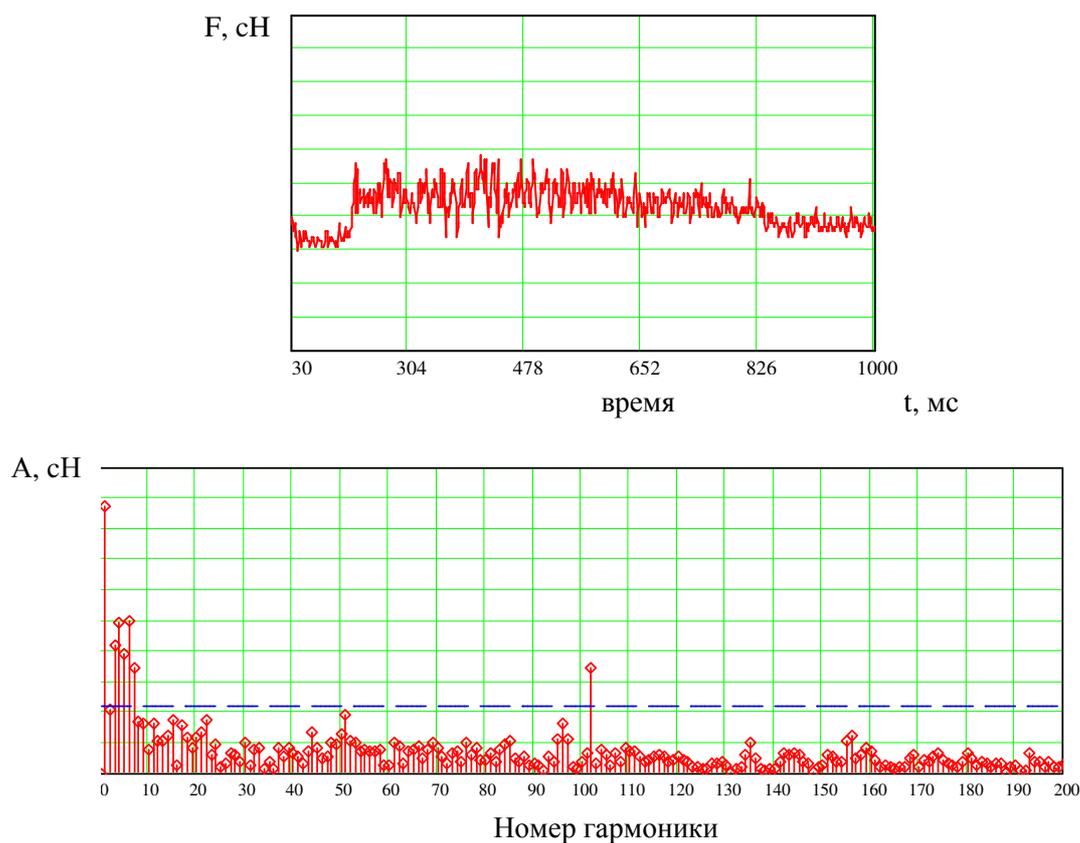


Рис.2

Вывод

Частотный анализ вынужденных колебаний органов вязальной машины и спектральный анализ реализации натяжения нити позволяет оперативно выявлять нарушения технологического процесса вязания.

УДК 677.07.004.12

О ТРЕБОВАНИЯХ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫХ К ПРЕДМЕТАМ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЛИЧНОЙ ГИГИЕНЫ ДЕТЕЙ¹

Ю.Г. Метелкина

Настоящая работа затрагивает вопрос личной гигиены новорожденных и детей ясельной группы. Речь идет о детских подгузниках – первых предметах индивидуальной личной гигиены малышей, которыми они начинают пользоваться уже с первых мгновений своей жизни. Какими же должны быть эти изделия, чтобы дети росли здоровыми? Какую могут иметь конструкцию и из каких материалов должны выпускаться, чтобы уход за малышами был достаточно прост и приятен? И какие, вообще, требования следует предъявлять к детским подгузникам?

Как известно, гигиенические требования к детской одежде повышены. Это обусловлено рядом физиологических особенностей детей, таких как:

¹ Работа выполнена под руководством к.т.н., доцента Г.Г. Соковой

слабо развита центральная нервная система; кожа детей нежна и ранима, а кожное дыхание имеет больший удельный вес в обменных процессах организма, чем у взрослых; несовершенны механизмы терморегуляции; большая двигательная активность. Степень безопасности изделий определяется гигиенической классификацией, где основными классифицирующими элементами являются: площадь непосредственного контакта с кожей (менее 15 %, более 15%, не соприкасается); возраст пользователя (новорожденные, до 3 лет, от 4 до 7 лет, от 8 до 12 лет, от 13 до 15 лет, от 16 лет) и продолжительность непрерывной носки (ежедневно от 4 часов и более, 1-2 раза в неделю – не более 4 часов) [1]. Особо выделяют изделия для новорожденных (первые 28 дней жизни), в том числе для недоношенных детей, для которых недопустимы: швы и узлы в местах возможного соприкосновения с кожей, конструкции изделий, одевающихся через голову ребенка, материалы из синтетических волокон. Одежда для грудничков должна изготавливаться только из натуральных тканей и полотен. При изготовлении белья используются мягкие тонкие ткани трикотажной структуры, обеспечивающие такие гигиенические требования как: воздухопроницаемость, паропроницаемость, гигроскопичность, влагоёмкость, гидрофильность. Такими качествами обладают шерстяные, хлопчатобумажные, льняные и шелковые ткани. Они отличаются высокими гигроскопичностью и теплозащитными свойствами, хорошо пропускают воздух. Только натуральные материалы в изделиях бельевой группы следует использовать также детям, страдающим кожными и аллергическими заболеваниями.

Учитывая растущий в последние годы детский ассортимент новых материалов и изделий, считаем необходимым серьезно и глубоко оценить существующие на сегодняшний день общепринятые правила и нормы с точки зрения их безопасности для здоровья детей и, соответственно, применимости к постоянно обновляющемуся рынку детских изделий. В п.3.7. действующего на настоящий момент СанПиН [1] перечислены следующие гигиенические требования к подгузникам: органолептические, санитарно-химические и токсиколого-гигиенические требования к подгузникам должны соответствовать требованиям пунктов 3.2, 3.4, 3.5 настоящих санитарных правил; не допускаются к реализации подгузники, не прошедшие клинических испытаний. Нами по этому поводу был произведен запрос в Испытательный лабораторный центр материалов, производств и товаров для детей, на который было дано разъяснение, что речь в СанПиН идет исключительно об одноразовых подгузниках. Что же касается многоразовых изделий, то их подвергать клиническим испытаниям не требуется. Таким образом, можно сделать вывод о том, насколько масштабно и глубоко внедрилось в наше «отечественное» сознание понятие о том, что в качестве подгузника могут использоваться только одноразовые «памперсы». Такой подход, во-первых, исключает всякую возможность выбора для потребителя, а, во-вторых, мешает российским производителям продвигать свою продукцию многоразовых подгузников из натуральных материалов на рынок. А, между тем, выбор есть,

а значит, есть и необходимость в освещении всех интересующих потребителя вопросов, касающихся как одноразовых, так и многоразовых подгузников.

Рассмотрим и сравним различные конструкции подгузников. Известно, что многоразовыми подгузниками, если можно так сказать, пользовались еще со средних веков, используя для этого лоскут, ветошку и пр., в то время как одноразовые подгузники известны только с 1957 года, их автор – химик В. Миллз. К положительным сторонам одноразовых подгузников можно отнести: удобство при уходе за ребенком; отсутствие ежедневных стирок; всегда сухая наружная поверхность подгузника; обеспечен принцип «широкого пеленания». К отрицательным обычно относят: весьма недешевая цена; используемое в составе сырье, как правило, неизвестного происхождения; замедление процесса выработки рефлексов; риск получения острых и хронических заболеваний; закрывают 30% поверхности тела ребенка.

Многоразовые подгузники в свою очередь: экологичны; не нарушают кожного дыхания; способствуют естественному выработыванию рефлексов; обеспечивают «широкое пеленание»; могут быть использованы для детей с чувствительной кожей; обходятся родителям намного дешевле, чем «памперсы», т.к. могут использоваться повторно и не для одного ребенка; противопоказаний для пользования нет. К минусам многоразовых подгузников следует отнести необходимость их стирки и сушки.

Проанализируем конструкции многоразовых подгузников известных производителей. В связи с тем, что состав, а также принцип изготовления и функционирования одноразовых подгузников практически одинаков у всех фирм-производителей, нам представляется наиболее интересным анализ конструкций многоразовых подгузников известных мировых марок (см. табл. 1).

Исходя из высокой стоимости, а в некоторых случаях еще и неудобной конструкции и недостаточной воздухопроницаемости продукции зарубежных производителей, приходим к выводу о необходимости расширения отечественного рынка многоразовых предметов личной гигиены для детей из экологически чистых натуральных материалов, которые, в свою очередь, требуется разработать и внедрить в массовое производство.

Для реализации данной задачи требуется разработать такой подгузник, который: отвечает всем правилам и нормам гигиены (с высокими показателями воздухопроницаемости, гигроскопичности и пр.); является пакетным изделием, обладая высокой водопоглощаемостью и низкой водопроницаемостью и позволяя изделиям, надетым поверх подгузника, дольше оставаться сухими; имеет удобную конструкцию, обеспечивая фиксацию на теле ребенка. Кроме того, материалы для соответствующего пакета подгузника должны обладать максимально низкими и близкими по величине параметрами изменения линейных размеров под воздействием влажно-тепловой обработки; для тканей из натуральных нитей очень важно снизить такой технологический показатель, как осыпаемость.

Таблица 1

Результаты анализа конструкций многоразовых подгузников известных производителей [2–6].

| Наименование | Производитель | Сырьевой состав | Цена за ед., руб. | Достоинства | Недостатки |
|---------------------|-----------------------------------|---|-------------------|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Штаны-непромокашки | Bummi SWW, Канада | 100% хлопок. Фланель с покрытием из ламинированного полиэстера | 580 | 1. Не промокают 2. Удобная конструкция | 1. Низкая воздухопроницаемость 2. Высокая цена |
| Штанишки | Ruskovilla, Финляндия | 100% «экологический латиноамериканский хлопок» | 400 | 1. Удобная конструкция 2. Экологически чистый натуральный материал | 1. Высокая цена |
| Штаны-подгузники | Snappy Au Naturele, Англия | 100% хлопок, махровая ткань | 360 | 1. Удобная конструкция 2. Натуральный материал | 1. Высокая цена |
| Штаны-подгузники | Hemp Hour Bamboo, Финляндия | 100% волокно бамбука | 790 | 1. Удобная конструкция 2. Натуральный материал 3. Высокое водопоглощение | 1. Очень высокая цена |
| Штаны-подгузники | Hemp Hour Strap Couler, Финляндия | 55% конопля, 45% «органический хлопок» | 350 | 1. Удобная конструкция 2. Натуральный материал 3. Высокое водопоглощение | 1. Высокая цена |
| Штаны-подгузники | Lenya, Германия | 100% мериносовая шерсть | 790 | 1. Удобная конструкция 2. Натуральный материал 3. Высокое водопоглощение | 1. Очень высокая цена 2. Может вызвать аллергию |
| Подгузник | Bat Micro, Германия | 100% хлопок | 370 | 1. Натуральный материал | 1. Высокая цена 2. Неудобство конструкции |
| Подгузник | Bamboo Hour Basic, Финляндия | 100% волокно бамбука | 390 | 1. Натуральный материал 2. Высокое водопоглощение | 1. Высокая цена 2. Неудобство конс. |
| Система подгузников | Bambino Mio, Великобритания | 1. Подгузник - 100% хлопок, ткань с покрытием 2. Вкладыш – 100% хлопок 3. Биоразлагающаяся салфетка | 530 | 1. Не промокают 2. Удобная конструкция 3. Более длительный срок использования | 1. Высокая цена 2. Дополнительные затраты на салфетки 3. Недостаточная воздухопроницаемость |

Окончание табл. 1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--------------------|------------------|--|--------|---|--|
| Штаны-подгузник | Kushies, Канада | 1.Подгузник -100% хлопок, ткань с покрытием 2.Вкладыш – 100% хлопок 3.Биоразлагающаяся салфетка | От 536 | 1.Не промокают 2.Удобная конструкция 3.Более длительный срок использования | 1.Высокая цена 2.Дополнительные затраты на салфетки 3.Недостаточная воздухопроницаемость |
| Система пеленания | Disana, Германия | 100% «био-хлопок», 100% «био-шерсть». | 5310 | 1.Экологически чистый натуральный материал 2. Высокое водопоглощение (у «био-шерсти») | 1.Очень высокая цена 2.Специальный уход |
| Подгузник марлевый | Россия | 100% хлопок | 15 | 1.Натуральный материал 2.Низкая цена | 1.Неудобство в использовании 2.Недолговечность 3.Быстро намокают |
| Штаны-непромокашки | Zlata,Россия | Внешний слой - трикотажная сетка, средний - специальная гигиеничная непромокаемая плёнка PVC, третий, внутренний слой из трикотажного материала AQUATEX® | 130 | 1.Не промокают 2. Удобная конструкция 3.Невысокая цена | 1.Низкая воздухопроницаемость 2.Специальный уход 3.Большой % синтетических материалов |

На основе проведенного анализа считаем возможным сделать следующие выводы и рекомендации:

1. Действующий СанПиН слабо освещает вопрос, касающийся подгузников, не учитывая современных материалов и конструкций многоразовых изделий.

2. С точки зрения сохранения здоровья детей, соблюдения требований гигиены и экологии, а также минимальных финансовых вложений использование многоразовых подгузников предпочтительнее по сравнению с одноразовыми.

3. В России сегодня существует необходимость в выпуске современных конкурентоспособных подгузников, изготовленных из натуральных материалов, обладающих высокими гигиеническими и технологическими свойствами.

ЛИТЕРАТУРА

1. СанПиН 2.4.7./1.1.1286-03 Гигиенические требования к одежде для детей, подростков и взрослых.
2. www.mamalama.ru.
3. www.zlata.ru.
4. www.naturalgoods.ru.
5. www.slingomama.ru.
6. www.zabota.by/good_bambinomio.html.



**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ
И СОЗДАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ
ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
В МАШИНОСТРОЕНИИ, ТЕКСТИЛЬНОЙ
И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

УДК 677.054

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ДИАГНОСТИКИ
И ВОССТАНОВЛЕНИЯ КУЛАЧКОВ ТКАЦКОГО СТАНКА**

В.В. Романов, С.М. Клопов

Поиск диагностических критериев общего технического состояния станка, пригодных для использования в стационарных диагностических системах, привел к анализу возможности использования в качестве такового угловой скорости главного вала [1, 2]. Однако этот параметр является комплексным, включающим в себя влияние большого количества возмущающих факторов. Поэтому в данной работе для диагностирования состояния конкретного механизма предлагается приблизить место контроля к объекту диагностики. Например, для диагностики батанного механизма предлагается измерять скоростные параметры батанного вала D (рис.1). В условиях минимального износа кулачкового механизма, очевидно, скорость и ускорение батанного вала должны соответствовать теоретическим значениям, рассчитанным исходя из кинематического закона движения батана и частоты вращения главного вала станка. При наличии существенного износа, когда радиусы кулачков значительно отличаются от первоначальных, фактические скорость и ускорения должны также существенно отличаться от первоначально заданных [3].

Статическую составляющую неравномерности вращения батанного вала можно оценить из следующих соображений. Если частота вращения главного вала станка (n , т.А) равна n , мин^{-1} , то время поворота на 1° составит

$$t_1 = \frac{n}{60 \cdot 360} = \frac{n}{21600}, \text{ с}^{-1}$$

Приращение радиуса при повороте на 1° составляет $\Delta R = R_{i+1} - R_i$. Линейная скорость (\bullet)C составит (при некоторой линеаризации)

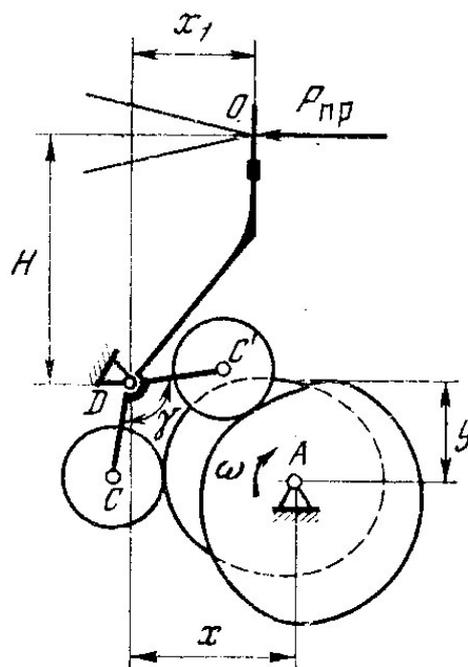


Рис. 1. Кинематическая схема батанного механизма

$$V_i = \frac{\Delta R}{t_1}, \quad (1)$$

а ускорение в этой точке

$$a_i = \frac{\Delta V}{t_1} = \frac{V_{i+1} - V_i}{t_1}. \quad (2)$$

Динамическая составляющая момента нагружения является переменной величиной, которую можно определить из дифференциального уравнения вращения тела с переменным приведенным моментом инерции [1],

$$J_{\text{ПР}} \frac{d^2 \varphi_1}{dt^2} + \frac{\omega_{\text{СР}}^2}{2} \frac{dJ_{\text{ПР}}}{d\varphi} = M_{\text{ДВ}} - M_{\text{ПС}} \quad (3)$$

где $M_{\text{ДВ}}, M_{\text{ПС}}$ – соответственно движущий момент и момент сил сопротивления, приведенные к батанному валу машины;

$J_{\text{ПР}}$ – приведенный к батанному валу машины момент инерции звеньев батанного механизма;

φ_1 – текущий угол поворота батанного вала.

Для случая плоскопараллельного движения звеньев механизмов из условия равенства кинетических энергий звена приведения и отдельных звеньев

$$J_{\text{ПР}}(\varphi_1) = \sum_{i=1}^n J_i \left[\Pi'_{\varphi_i}(\varphi_1) \right]^2 + \sum_{i=1}^n m_i \left[\Pi'_{S_i}(\varphi_1) \right]^2, \quad (4)$$

где $\Pi'_{\varphi_i} = \frac{d\Pi_{\varphi_i}}{d\varphi_1}$ – первая передаточная функция звена i при повороте;

$$\Pi'_{S_i} = \sqrt{\left(\frac{d\Pi_{X_i}}{d\varphi_1} \right)^2 + \left(\frac{d\Pi_{Y_i}}{d\varphi_1} \right)^2} - \text{первая передаточная функция поступательного}$$

перемещения центра тяжести звена i ;

n – число подвижных звеньев механизма.

Для звеньев, совершающих вращательное движение около неподвижной оси, в зависимости (4) достаточно сохранить лишь слагаемые первой суммы, если воспользоваться моментами инерции звеньев относительно оси поворота.

После подстановки выражения (4) в (3) и некоторого упрощения для определения динамической составляющей момента нагружения батанного вала получим;

$$M_D = \omega_1^2 \left[\sum_{i=1}^n J_i \Pi'_{\varphi_i}(\varphi_1) \Pi''_{\varphi_i}(\varphi_1) + \sum_{i=1}^n m_i \Pi'_{S_i}(\varphi_1) \Pi''_{S_i}(\varphi_1) \right]. \quad (5)$$

Здесь $\Pi''_{\varphi_i} = \frac{d^2 \Pi_{\varphi_i}}{d\varphi_1^2}$; $\Pi''_{S_i} = \sqrt{\left(\frac{d^2 \Pi_{X_i}}{d\varphi_1^2} \right)^2 + \left(\frac{d^2 \Pi_{Y_i}}{d\varphi_1^2} \right)^2}$ – вторая передаточная функция

механизмов.

Анализ формулы (3) показывает, что при постоянных инерционно-массовых характеристиках звеньев изменение величины M_D , а следовательно, $S(t)$ определяется произведением первой и второй передаточных функций звеньев механизмов.

Следовательно, отклонение фактического закона движения батанного вала от теоретического должно быть еще более значительным.

Для восстановления рабочих поверхностей кулачков, в отличие от методики [4], предлагается использовать технологию электро-эрозионной обработки (ЭЭО) фасонных поверхностей [5]. Данная технология обладает целым рядом преимуществ по сравнению со шлифованием:

1. Гибкая переналадка на любой профиль и размер кулачка;
2. Возможность обработки материалов с заданными свойствами поверхностного слоя.

Для обработки «закрытых» контуров возможно использование специального приспособления для отвода проволоки.

Данная технология апробирована на уменьшенных моделях кулачковых валиков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сигачева В.В. Возможность определения общего технического состояния ткацкого станка по изменению динамических характеристик главного вала / В. В. Сигачева // Автоматизация оборудования и технологических процессов текстильной промышленности, межвузовский : сб. науч. тр. – Л. : ЛИТЛП, 1987. – С. 93–99.
2. Клопов С.М. Измерение скорости главного вала ткацкого станка / С. М. Клопов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2008. – №4С.
3. Гусев В.А. Разработка методики оценки геометрической точности профилей кулачков батанного механизма станка СТБ / В. А. Гусев [и др.] // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007. – №6С.
4. Данилов В.В. Восстановление работоспособности кулачковых валиков батанных коробок станка СТБ / В. В. Данилов // Вестник КГТУ. – Кострома, 2003. – №7. – С. 58–59.
5. Шеховцева Е.В. Исследование и совершенствование технологии изготовления рабочих поверхностей зубчатых колес ГТД с использованием электроэрозионной обработки : дис. ... канд. тех. наук / Шеховцева Евгения Владимировна. – Рыбинск, 2008. – 250 с.

УДК 677.054

АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК САУ ОСНОВНОГО РЕГУЛЯТОРА СТАНКА СТБ И СПОСОБЫ ИХ УЛУЧШЕНИЯ

И.С. Никифоров, В.В. Романов, Д.Е. Григорьев

Основной регулятор станка СТБ (также АТПР и Зульцер) представляет собой замкнутую механическую систему автоматического управления с регулированием по отклонению (принцип Ползунова-Уатта). Данный регулятор обладает рядом существенных недостатков, на что указывается в ряде работ [2, 3]. Обоснованную оценку техническим характеристикам САУ ос-

нового регулятора можно дать, лишь используя методы теории автоматического регулирования. На рис. 1 изображена кинематическая схема рассматриваемой САУ.

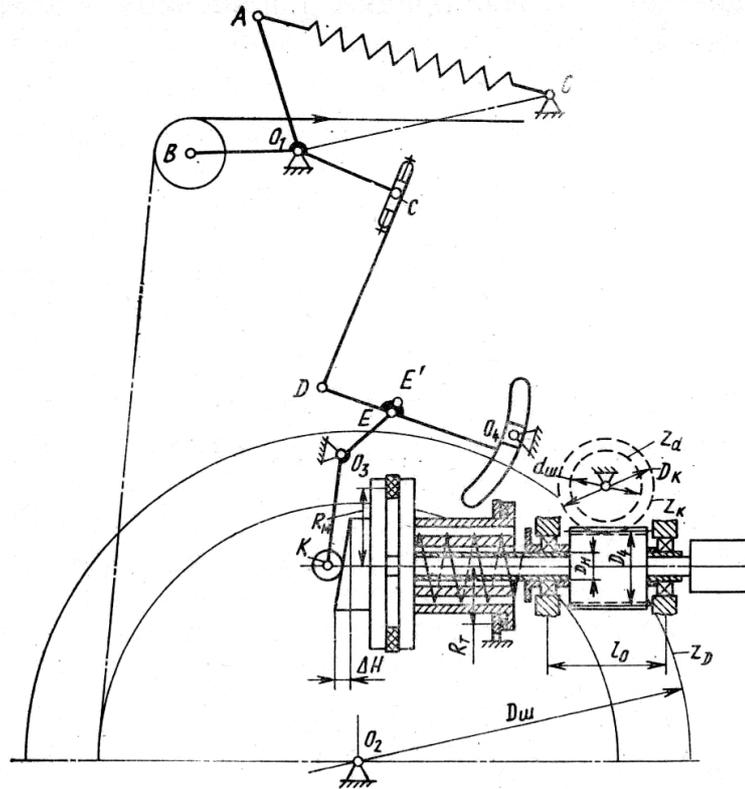


Рис. 1. Кинематическая схема основного регулятора станка СТБ [1]

Назначение регулятора состоит в отпуске основы с навоя, соразмерно ее расходу в процессе ткачества. Фактически регулятор стабилизирует не отпуск основы, а положение качающегося скала. Оно изначально задается установкой натяжных пружин и стабилизируется в заданных пределах благодаря отрицательной обратной связи. На характер передаточной функции данной САУ определяющее влияние оказывают вязкоупругая система заправки (апериодическое звено) и подпружиненное скало (колебательное звено). Остальные звенья являются пропорциональными (без учета зазоров, трения и импульсного режима работы фрикционной муфты). Передаточная функция системы имеет вид:

$$W(p) = \frac{T_1' p + k}{T_2^2 p + T_1 p + 1} \quad (1)$$

Для проверки системы на устойчивость по критериям Найквиста и Михайлова были построены соответствующие годографы. Годограф Михайлова (рис. 2.) начинается на положительной вещественной полуоси $D(0) = k + 1$, проходит последовательно 2 квадрантов против часовой стрелки не нарушая порядок следования квадрантов и не обращаясь в нуль, следовательно, система устойчива. Из графика на рис. 3. видно, что годограф разомкнутой сис-

темы не охватывает точки с координатами $(-1, j0)$ на комплексной плоскости, то есть система опять же устойчива.

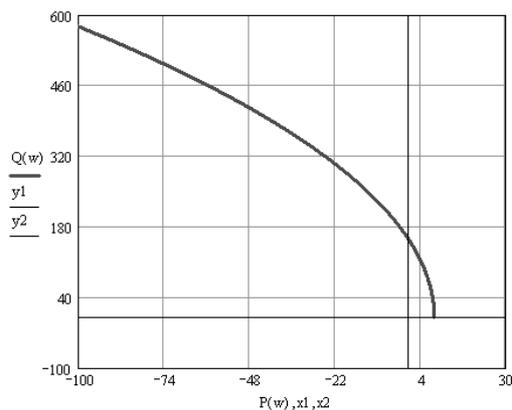


Рис. 2. Годограф Михайлова

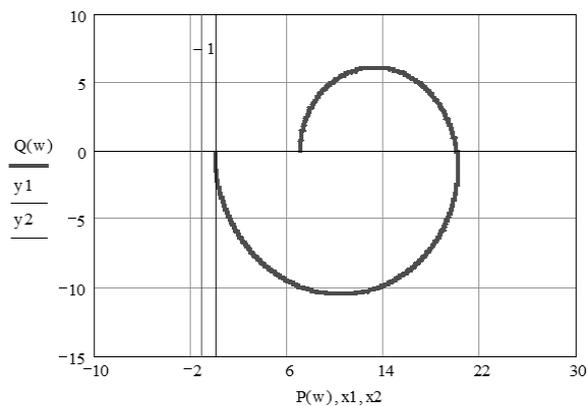


Рис. 3. Годограф Найквиста

То, что система устойчива еще не означает, что это хорошая система. Качество САУ характеризуют такие параметры как продолжительность и вид переходного процесса, переходная и установившаяся ошибки. График переходной функции (реакции на одиночное ступенчатое воздействие) $h(t)$ изображен на рис. 4. На графике видно, что система обладает значительным перерегулированием (порядка 50%). Это обусловлено задержкой в передаче сигнала ошибки, вносимой подпружиненным скалом, которое выполняет по совместительству функцию датчика натяжения.

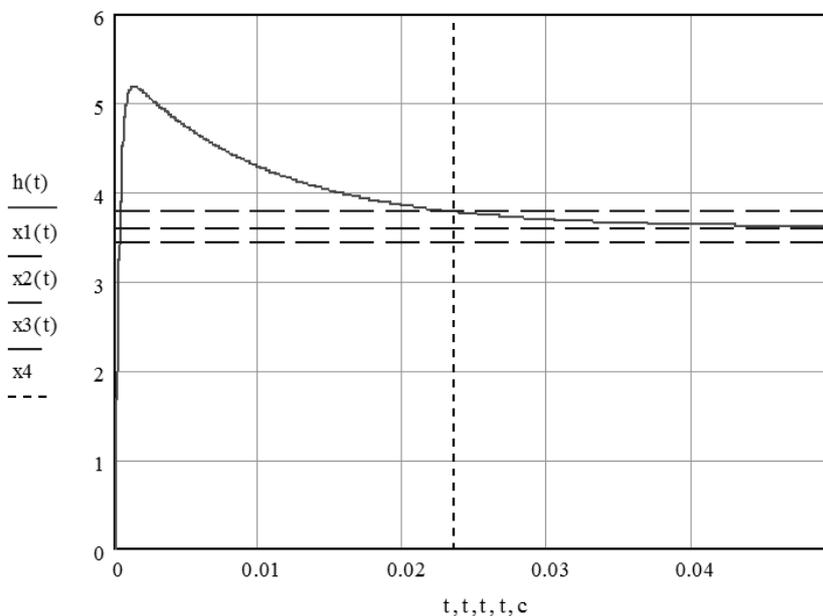


Рис. 4. Переходная функция системы

Очевидно, что САУ основного регулятора нуждается в коррекции. Коррекцию можно осуществить введением в закон управления производных от сигнала ошибки. В данном случае интерес представляет вторая производная от перемещения двухплечего рычага, поскольку ее изменения характери-

зуют изменения ускорения подвижной системы скала, а, следовательно, и изменения вращающего момента от равнодействующей сил натяжения основы. Выделить вторую производную от перемещения чувствительного элемента механическим способом затруднительно, поэтому целесообразна замена некоторых механических узлов системы на электронные и электромеханические.

Для преобразования угловых перемещений скала в электрически измеряемые величины можно использовать множество типов датчиков, однако учитывая особенности режима работы скала – постоянные колебания, предпочтительнее будут бесконтактные датчики (емкостные, индуктивные, оптические, магниторезистивные). Фрикционную муфту следует заменить электромагнитной муфтой или обеспечить прямой привод ведомой полумуфты шаговым двигателем. Для выделения второй производной от сигнала датчика удобно использовать дифференцирующие звенья на основе электронных компонентов.

Широко известным недостатком рассматриваемого регулятора является зависимость коэффициента передачи чувствительного элемента, а, следовательно, и натяжения основы, от диаметра катушки намотки. Кривые на рис. 5. отображают эти зависимости. Кривая 1 соответствует заправочному натяжению, 2 – натяжению при зевобразовании, 3 – натяжению при прибое. Диаметр катушки в направлении оси уменьшается.

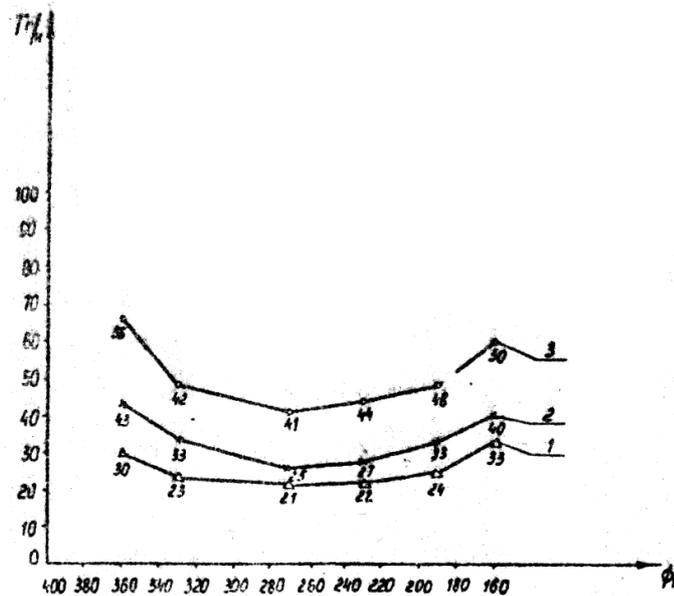


Рис. 5. Зависимость натяжения в зоне скало-ламели от диаметра катушки

Этого нежелательного эффекта можно избежать внесением изменений в конструкцию станка, например установкой дополнительного направляющего скала, но гораздо проще корректировать параметры САУ в зависимости от диаметра катушки намотки, то есть сделать систему инвариантной к этому возмущению. Датчиком диаметра катушки в простейшем случае может быть щуп, соединенный с потенциометром. Выходной сигнал потенциометра по-

сле функционального преобразования может управлять коэффициентом передачи системы, компенсируя тем самым возможные ошибки в определении натяжения основы.

В качестве элементной базы для разработки современного основного регулятора с учетом вышеизложенных рекомендаций удобно использовать современные микроконтроллеры, которые обладают значительной вычислительной мощностью, а также оснащены многоканальными АЦП и ЦАП. Замена механических регуляторов микроконтроллерными позволит улучшить стабилизацию натяжения, упростить конструкцию станка, сократить затраты времени на наладку и обслуживание регулятора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дицкий А.В. Основы проектирования машин ткацкого производства / А. В. Дицкий. – М. : Машиностроение, 1983.
2. Забелин В.И. Исследование механизмов отпуска и натяжения основы с целью их совершенствования : дис. ... канд. техн. наук / В. И. Забелин. – Кострома. 1983.
3. Федотов Н.Г. Исследование основного регулятора ткацких станков АТПР и СТБ : дис. ... канд. техн. наук / Н. Г. Федотов. – Москва, 1974.
4. Зайцев Г.Ф. Теория автоматического управления и регулирования / Г. Ф. Зайцев. – Киев : Выща школа, 1988.

УДК 658.58

ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОПЕРАТИВНОЙ ДИАГНОСТИКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТКАЦКОГО СТАНКА НА ОСНОВЕ НЕЙРОСЕТЕВОГО АНАЛИЗАТОРА.

И.М. Тарасов

Все более расширяется использование средств технической диагностики в разных отраслях народного хозяйства, что показало их высокую эффективность в повышении долговечности машин и оборудования, в увеличении сроков между капитальными ремонтами и снижении затрат на них, а также в увеличении производительности труда и улучшении качества выпускаемой продукции за счет выявления неисправностей на стадии появления и современного их устранения. Наибольшее распространение при диагностировании различной техники и технологического оборудования получили средства, использующие в своей основе виброакустические методы [1]. В последние годы в связи с бурным развитием микропроцессорной техники стали развиваться системы диагностирования на ее основе. К сожалению, в отраслях легкой промышленности происходит отставание внедрения систем диагностики. Существующие системы в других отраслях применять для диагностики ткацких машин не представляется возможным в виду их узкой применимости.

При выявлении возможности контроля технического состояния ткацких машин было обращено внимание на сложную кинематическую структуру

приводных механизмов рабочих органов, обусловленную необходимостью задания определенного закона их взаимодействия, а также высокой точностью их настройки. Появление неисправностей в одном из узлов станка может привести к снижению качества полотна и ужесточению режимов работы параллельных механизмов. Для устранения износа и возможности поломки необходимо выявлять неисправности на ранних стадиях.

Рассматривая данную проблему, ее можно декомпозировать на несколько самостоятельных задач:

1. Определение наиболее информативных точек замера и техническая реализация этих замеров (что мерить? где мерить? чем мерить?).
2. Определение взаимосвязи между показаниями многофакторной измерительной системы и технического состояния ткацкого станка.
3. По результатам диагностики определение действий по улучшению работы станка и по предупреждению аварийных ситуаций.

Для решения первой задачи работа ткацкого станка описывается в виде отдельных информационных моделей «вход – выход», связывающие изменения показателей отдельных информативных точек с показателями качества получаемой продукции (например, натяжение навоя и обрывность) и техническим состоянием отдельных узлов (например, уровень шумов и состояние подшипникового узла).

Данная задача решается аналитически путем получения моделей, связывающих информационные и диагностические параметры, на основе теории чувствительности, а также получением моделей экспериментальным путем.

Для решения второй задачи необходимо построить модель, связывающую вектор входных информационных сигналов и вектор, образованный множеством диагностируемых параметров.

При решении третьей задачи, необходимо определить, какие отклонения от номинального режима могут быть ликвидированы за счет систем автоматического управления без остановки работы станка, какие отклонения могут быть ликвидированы путем переналадки станка и какие отклонения устраняются путем проведения работ по замене отдельных узлов станка.

В настоящее время имеется много публикаций, посвященных аналитическим и экспериментальным зависимостям, связывающим отдельные модели. Поэтому первоочередным является проведение классификации этих моделей и выявление технических возможностей реализации локальных цепей измерений, а также выявление новых оригинальных методов измерения технического состояния станка и параметров выпускаемой продукции путем использования последних достижений метрологической науки и техники.

Для построения многосвязной модели диагностики классические методы моделирования из-за сложности получаемых моделей не приводят к желаемым результатам. Поэтому перспективным является применение методов искусственного интеллекта. Наиболее предпочтительным для этих целей является использование нейронных сетей.

Из всего многообразия нейронных сетей для данного класса задач целесообразно использовать два типа:

1. Самоорганизационная сеть Кохонена на основе конкуренции.
2. Многослойная персептронная аппроксимирующая сеть.

Сеть Кохонена должна использоваться для классификации информационных сигналов с датчиков по их максимальной информативности и чувствительности к изменениям параметров производимой продукции и технического состояния станка, т.е. для решения первой задачи.

Многослойный персептрон наиболее эффективен для построения многосвязной модели, диагностирующей состояние станка по всему комплексу сигналов с датчиков состояния станка. Очевидно, что наибольший эффект можно получить объединив эти две сети в одну гибридную сеть [2].

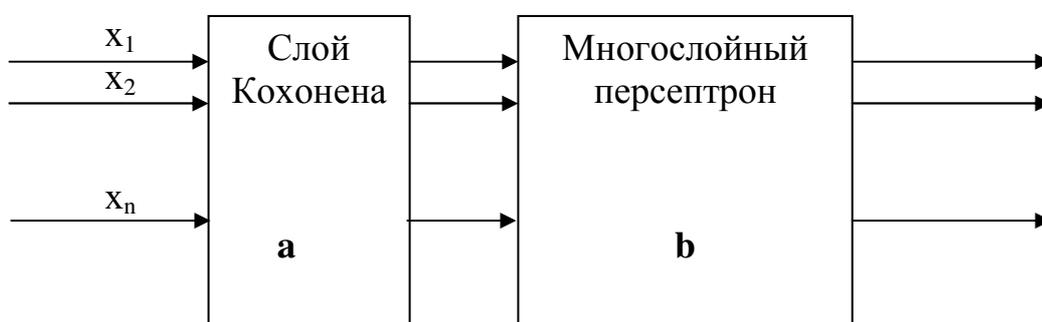


Рис.1. Структура гибридной нейронной сети:
 а – классификатор диагностических сигналов;
 б – анализатор технического состояния станка

Обучение данной гибридной сети происходит следующим образом. Вначале на множестве входных векторов X обучается слой Кохонена. В результате нейроны этого слоя организуются таким образом, что векторы их весов наилучшим образом отображают распределение данных обучающих векторов X . По завершении обучения слоя Кохонена веса его нейронов замораживаются и проводится анализ их выходных сигналов при подаче на вход сети последовательности сигналов, т.е. вектора X , из обучающего множества.

Многослойный персептрон обучается с учителем по завершении тренинга самоорганизующегося слоя. Обучающими сигналами для нее является множество пар (q_i, d_i) , где q_i – компоненты вектора, составленного из выходных сигналов нейронов слоя Кохонена, а d_i – компоненты вектора ожидаемых значений оригинального отображения (x_i, d_i) , которым соответствуют компоненты вектора q_i . Сеть обучается как по алгоритму обратного распространения, так и градиентным методом. Процесс обучения в этом случае может протекать во много раз быстрее, чем для одиночной персептронной сети, благодаря хорошей локализации данных, обеспеченной первым слоем Кохонена.

В настоящее время на основе научных публикаций осуществлена классификация показателей качества изделия и технического состояния ткацкого станка и их взаимосвязь с диагностируемыми параметрами. Также определен

состав и структура четырехслойной гибридной сети: входной слой, слой Кохонена, слой персептрона, выходной слой.

Предварительные эксперименты показали перспективность использования гибридной сети для диагностики ткацких машин.

ЛИТЕРАТУРА

1. Стрешнев А.Е. Совершенствование методов обработки диагностической информации / А. Е. Стрешнев, В. В. Сигачева Всероссийская научно-техн. конференция студентов и аспирантов. «Дни науки-2004». – СПб., 2004. – С.155.
2. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации / С. Осовский ; перевод с польского И. Д. Рудинского. – Москва, 2004. –344 с..

УДК 681.5

ПРОБЛЕМЫ КЛАССИФИКАЦИИ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ РЕГУЛЯТОРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

М.А. Смирнов

В статье предложена классификация микропроцессорных регуляторов и намечены пути ее дальнейшего совершенствования. Данная классификация позволит упростить практический выбор наиболее эффективных регуляторов.

Важнейшим устройством любой системы автоматического регулирования (САР) является регулятор, задающий основной закон управления. Замена классических аналоговых регуляторов универсальными программируемыми микроконтроллерами (МК), способными программно перестраиваться на реализацию сложных законов регулирования, записанных в их память, обеспечивает повышение точности, надежности, гибкости, производительности и снижение стоимости систем управления. Большим достоинством универсальных МК является их способность выполнять ряд дополнительных системных функций: автоматизацию процесса настройки, автоматическое обнаружение ошибок, контроль предельных значений параметров, оперативное отображение состояния систем и т. п.

Благодаря большой вычислительной мощности, возможности программирования стали появляться регуляторы самого разного принципа действия и структуры. Многообразие современных микропроцессорных регуляторов настолько велико, что заказчик сталкивается с проблемой выбора подходящего для его конкретного случая прибора.

В связи с этим задача данной статьи – попытаться классифицировать современные микропроцессорные регуляторы применительно к объектам и требованиям, предъявляемым к процессам регулирования. Зная характеристики объекта, требования к качеству регулирования, исходя из стоимости системы, можно с достаточной степенью точности выбрать подходящий регулятор.

Все объекты управления можно поделить на хорошо формализуемые, т.е. поддающиеся достаточно точному математическому описанию, и плохо

формализуемые. Плохо формализуемые объекты либо вообще не поддаются идентификации, либо нет возможности ее произвести. Кроме того, объекты могут быть нестационарными, описываться линейными или нелинейными дифференциальными уравнениями, что также необходимо учитывать при выборе регулятора.

Классификация регуляторов по принципу действия алгоритма (законов) управления приведена на рис.1.

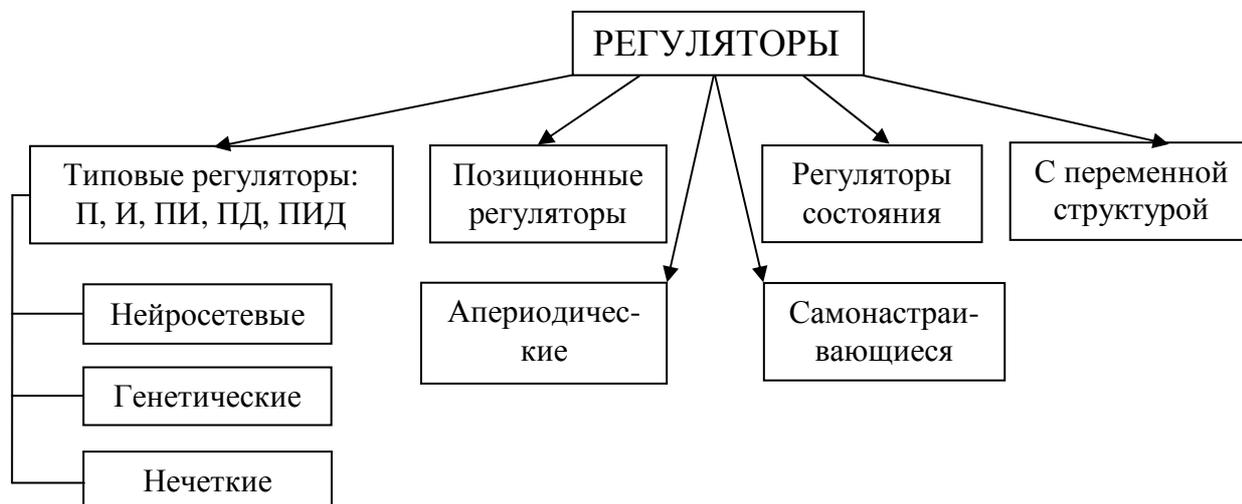


Рис 1. Классификация регуляторов по принципу действия алгоритма (законов) управления

По видам реализации алгоритмов управления различают аналоговые, цифровые, дискретные, импульсные регуляторы. В настоящее время все типы алгоритмов практически реализуются с помощью МК. Поэтому в дальнейшем будем называть такие регуляторы микропроцессорными.

Позиционные регуляторы

Применяются в технологических объектах управления (ТОУ) большой ёмкости (обладают большой инерционностью), без значительного запаздывания; требования к качеству управления низкие. Различают:

– двухпозиционные регуляторы (и их модификации – регулирование с дополнительным воздействием по первой производной, прерывистое двухпозиционное регулирование, двухпозиционное статическое регулирование, двухпозиционное изодромное и др.);

– трехпозиционные регуляторы.

Типовые регуляторы

– пропорциональные регуляторы (П-регуляторы) применяются на ТОУ средней ёмкости с небольшим запаздыванием при плавном изменении нагрузки (обычно в объектах с одной доминирующей постоянной времени – одноёмкостных), допускается статическая ошибка.

– интегральные регуляторы (И-регуляторы) применяются в хорошо демпфированных ТОУ (ТОУ с большим самовыравниванием), любой ёмкости, с малым запаздыванием и при плавном изменении нагрузки, статическая ошибка не допускается.

– пропорционально-интегральные регуляторы (ПИ-регуляторы) применяются в ТОО со значительным запаздыванием, любой емкости, при медленном изменении нагрузки, статическая ошибка не допускается.

– пропорционально-дифференциальные регуляторы (ПД-регуляторы) применяются в ТОО при резком изменении нагрузки, статическая ошибка допускается.

– пропорционально-интегрально-дифференциальные регуляторы (ПИД-регуляторы) применяются в объектах любой емкости, со значительным запаздыванием, при резком изменении нагрузки, статическая ошибка не допускается.

Модификации ПИД-регуляторов, например, предиктор Смита применяется в системах с большой транспортной задержкой при условии неизменности параметров объекта. ПИД-регулятор отношений применяется в ТОО, где важно поддерживать не абсолютные значения параметров, а соотношение между ними.

Регулятор состояния

Из-за того, что реальные объекты САУ в большинстве своем не описываются обыкновенными дифференциальными уравнениями и поэтому не обладают свойствами наблюдаемости и управляемости, регулятор состояния не может получить заметного практического применения. В основном его эффективно используют в различных электромеханических системах.

Цифровые регуляторы

– цифровой И, ПИ, ПИД-регуляторы целесообразно применять для объектов не выше третьего порядка или в системах подчиненного или каскадного регулирования, особенно для стабилизации выходной координаты при $u_3 = \text{const}$. Достоинством этих регуляторов является наличие разработанных рекомендаций для их настройки, особенно для случаев, когда синтез можно производить по непрерывному описанию системы управления.

– апериодический регулятор целесообразно использовать только для хорошо демпфированных устойчивых объектов или в системах адаптивного управления с идентификацией параметров объекта.

Нечеткие, нейросетевые и генетические регуляторы

– нечеткое управление (управление на основе методов теории нечетких множеств) используется при недостаточном знании объекта управления, но наличии опыта управления им, в нелинейных системах, идентификация которых слишком трудоёмка, а также в случаях, когда по условию задачи необходимо использовать знания эксперта. Примером может быть доменная печь или ректификационная колонна, математическая модель которых содержит много эмпирических коэффициентов, изменяющихся в широком диапазоне и вызывающих большие затруднения при идентификации. В то же время квалифицированный оператор достаточно хорошо управляет такими объектами, пользуясь показаниями приборов и накопленным опытом.

Регуляторы с нечеткой логикой в настоящее время используются в коммерческих системах для наведения телекамер при трансляции спортив-

ных событий, в системах кондиционирования воздуха, при управлении автомобильными двигателями, для автоматического управления двигателем пылесоса и в других областях.

– нейросетевые регуляторы имеют то же назначение, что и нечеткие, т.е. применяются для плохо формализуемых объектов. В отличие от нечёткого регулятора, где эксперт должен сформулировать правила настройки в лингвистических переменных, при использовании нейронной сети от эксперта не требуется формулировки правил – достаточно, чтобы он несколько раз сам настроил регулятор в процессе «обучения» нейронной сети.

– генетические регуляторы используются совместно с нечеткими и нейросетевыми. Генетические алгоритмы являются мощным методом оптимизации, позволяющим найти глобальный оптимум быстрее, чем другие методы случайного поиска. Недостаток – большое время поиска экстремума, что не позволяет их использовать в быстродействующих системах реального времени.

Регуляторы с переменной структурой

Могут применяться для объектов, динамические характеристики которых претерпевают существенные изменения за короткое время. Данные системы применяются при автоматизации таких технологических процессов, как теплоэнергетический (регулирование уровня воды в барабане котлоагрегата), металлургический (регулирование температуры и скорости горячего дутья доменной печи), химический (регулирование температуры рабочего тела на выходе печи пиролиза) и др.

Самонастраивающиеся регуляторы

Применяются в нелинейных объектах, имеющих переменные параметры в различных технологических циклах, где присутствуют переменные оценки (критерии) эффективности регулирования (управления) на различных этапах режимов работы ТОО.

Выводы

Порядка 90–95% регуляторов, находящихся в настоящее время в эксплуатации, используют ПИД-алгоритм. Причинами столь высокой популярности являются простота построения и промышленного использования, ясность функционирования, пригодность для решения большинства практических задач и низкая стоимость. Среди ПИД-регуляторов 64% приходится на одноконтурные регуляторы и 36% – на многоконтурные. Большинство производителей микропроцессорных регуляторов в связи с этим практически не занимаются выпуском «экзотических» регуляторов. Этим занимаются организации, которые «изобретают» регулятор конкретно под свой объект, что является причиной такого разнообразия видов и типов регуляторов, предлагаемых на рынке. В связи с этим в настоящее время возникает проблема в правильном выборе эффективного регулятора с необходимыми настройками и функциями, который должен соответствовать поставленной задаче управления.

Для решения этой проблемы необходимо создание специально методики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Денисенко В.В. ПИД-регуляторы: принципы построения и модификации / В. В. Денисенко // Современные технологии автоматизации. – 2006. – № 4. – С. 66–74; 2007. – № 1. – С. 78–88.
2. Дорф Р. Современные системы управления / Р. Дорф, Р. Бишоп ; пер. с англ. Б. И. Копылова. – М. : Лаборатория базовых знаний, 2002. – 832 с.
3. Фролов С.В. Сравнительный анализ систем двухпозиционного регулирования / С. В. Фролов, И. А. Елизаров, С. А. Лоскутов // Промышленные АСУ и контроллеры. – 2005. – № 9. – С. 33–37.

УДК 677.11.051

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ УСТРОЙСТВА КОНТРОЛЯ ПЛОТНОСТИ В ПЕРВИЧНОЙ ОБРАБОТКЕ ЛУБЯНЫХ ВОЛОКОН
С.М. Вихарев, Н.М. Федосова, А.И. Фролов

Известно, что получение стабильного выхода длинного волокна высокого качества из сырья, однородного по основным физико-механическим свойствам, возможно при переработке стеблевого слоя одинаковой линейной плотности, оптимальной для данного типа льняной тресты.

С внедрением рулонной технологии состояние слоя тресты, поступающей на механическую обработку, существенно ухудшилось [1]. Увеличились механические повреждения стеблей, и резко возросла неровнота свойств, определяющих технологическую ценность льна. Вместе со значительной дезориентацией стеблей в слое наблюдается повышенное варьирование толщины ленты из рулона, а значит, и линейной плотности слоя. Для исключения указанных недостатков слоя перед механической обработкой осуществляется операция слоеформирования, целью которой является создание стеблевого слоя, непрерывного, равномерного по толщине и линейной плотности. В итоге произошло снижение выхода длинного трёпаного волокна. Таким образом, очевидна необходимость контроля линейной плотности и массы слоя, поступающего на обработку в мяльно-трепальный агрегат.

В связи с этим предлагается использовать устройство контроля массы в потоке поступающей льнотресты. Рассмотрим возможный вариант реализации такого устройства. Поставленная задача может быть решена с помощью установки платформенных весов между составными частями мяльно-трепального агрегата (МТА). Структура устройства изображена на рис. 1.

Предлагаемое устройство состоит из электронных платформенных весов 1, перемещающего волокнистый материал колкового транспортера 2 и блока цифровой индикации ЦИ. В ЦИ вычисляется значение массы и плотности проходящего волокнистого материала в зависимости от установленной скорости транспортера 2 и рабочей площади весов 1, производится необходимая фильтрация шума показаний. Устройство устанавливается между двумя перемещающими волокнистый материал транспортерами. Указанное при-

способление позволяет получать оперативную информацию о массе и линейной плотности волокнистого материала.

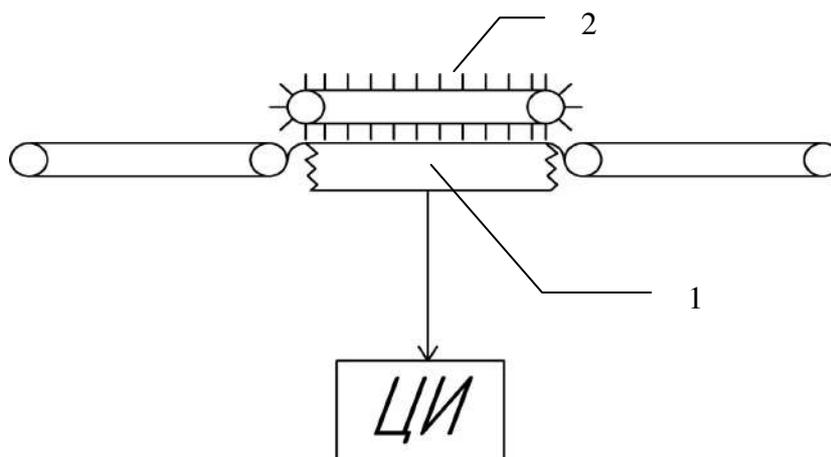


Рис. 1. Устройство для измерения массы льнотресты в потоке

К числу наиболее легко измеряемых и легко регулируемых параметров МТА относится скорость зажимного транспортера трепальной секции [2, 3]. На основе известной зависимости [3], связывающей между собой пропускную способность МТА, линейную плотность материала и линейную скорость зажимного транспортера трепальной секции, зная первые две величины, можно вычислить необходимую линейную скорость. В настоящее время изменение скорости осуществляется вручную. При увеличении или уменьшении линейной плотности материала величина выхода длинного волокна значительно изменяется. Поэтому возникает необходимость регулирования скорости с целью получения максимально возможного выхода длинного волокна при каждом конкретном значении линейной плотности материала.

На рис. 2 схематично изображена реализация указанного способа. Между слоеформирующей машиной СМ и мяльной машиной ММ установлены электронные весы с верхним колковым транспортером (устройство контроля плотности – УКП). Слой тресты, выходящий из СМ, попадает в УКП, которое фиксирует его массу, полученная информация в цифровом виде поступает в блок анализа БА, где на основе известной зависимости, связывающей между собой пропускную способность МТА, линейную плотность материала и линейную скорость зажимного транспортера трепальной секции, вычисляется необходимая линейная скорость зажимного транспортера. Одновременно в БА поступает информация о скорости зажимного транспортера трепальной машины. После сопоставления указанных величин формируется управляющее воздействие на исполнительный механизм, осуществляющий регулирование скорости зажимного транспортера трепальной секции.

Также УКП может быть использовано для регулирования давления на зажимном транспортере трепальной машины. Поскольку слой обрабатываемого в трепальной машине сырца испытывает постоянное натяжение, транспортер, перемещающий материал вдоль трепальной секции, должен обеспе-

чивать достаточно надежный зажим его. Иначе в процессе трепания происходит вытаскивание отдельных прядей сырца, которые попадают в отходы, снижающее выход длинного волокна. На рис. 3 изображена схема реализации указанного способа регулирования. Между слоеформирующей и мяльной частями МТА устанавливается УКП, соединенное с блоком анализа БА, содержащим информацию об оптимальном давлении для каждого значения линейной плотности материала и формирующим управляющее воздействие на группу гидроцилиндров, установленных на зажимных транспортерах трепальных секций. При увеличении линейной плотности формируется воздействие по уменьшению давления на транспортеры. При уменьшении величины линейной плотности формируется воздействие по увеличению давления на транспортеры.

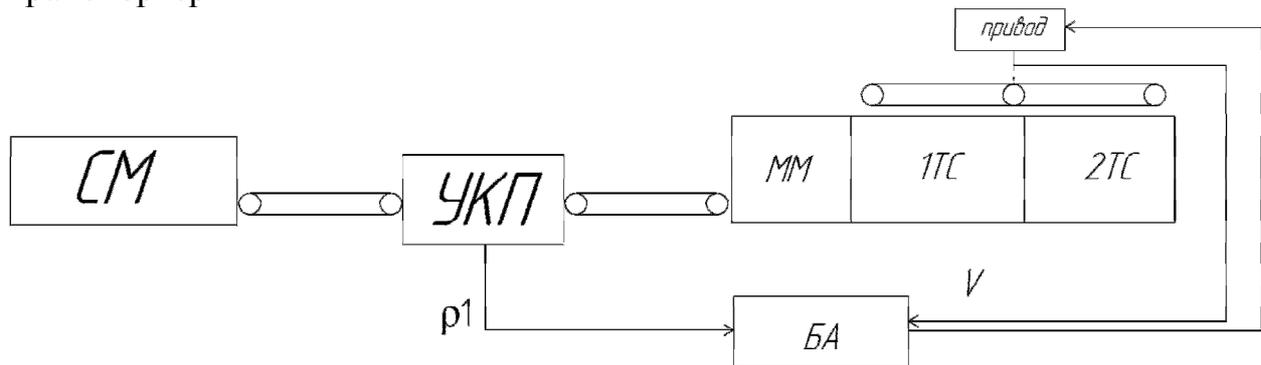


Рис. 2. Способ регулирования скорости зажимного транспортера трепальной секции

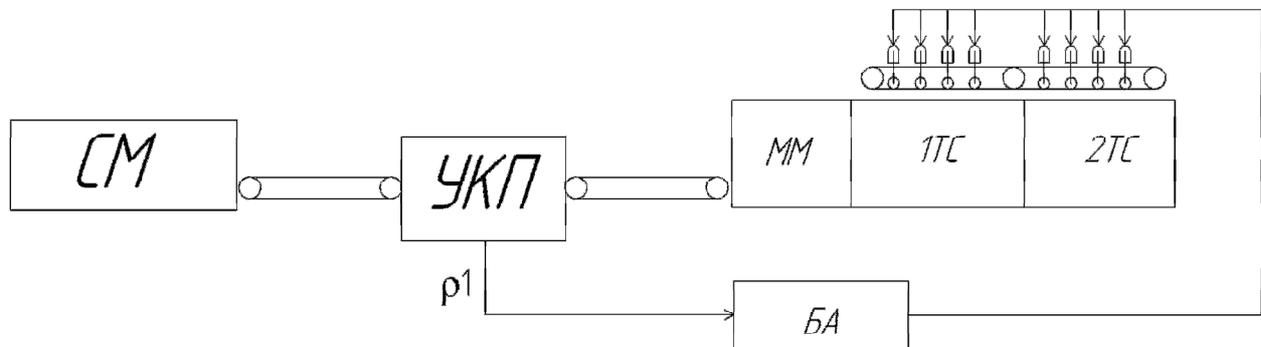


Рис. 3. Способ регулирования давления на зажимном транспортере трепальной машины

Реализация предложенных способов дифференциации технологического процесса переработки льняной тресты, вероятно, будет способствовать увеличению выхода длинного волокна и росту его качества за счет создания наиболее оптимальных условий для выпадения костры и слабых волокнистых фракций в процессе трепания сырца.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пашин Е.Л. Агропромышленные технологии получения льна. Ч.2. Оценка качества, заготовка и хранение: учеб. пособие / Е. Л. Пашин, Н. М. Федосова, Л. В. Пашина. – Кострома : КГТУ, 2006.

2. Дьячков В.А. Проектирование машин первичной обработки лубяных волокон : учебник / В. А. Дьячков. –2-е изд., перераб. и доп. – Кострома : КГТУ, 2006.
3. Марков В.В. Первичная обработка лубяных волокон / В. В. Марков, Н. Н. Сусллов, В. Г. Сусллов, А. М. Ипатов. – М. : Легкая индустрия, 1974.

УДК 629.7.07

ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКОН ДЛЯ ДИАГНОСТИКОВАНИЯ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ

Н.И. Баурова (Московский автомобильно-дорожный институт (ГТУ)) _____

Введение. В последние годы все большее внимание уделяется разработке интеллектуальных материалов, которые способны реагировать на изменение внешних условий и могут быть использованы в качестве сенсоров. Такие материалы называют «адаптивными» («adaptive»), «управляемыми» («controlled»), активными («active»), «самонастраивающимися», «разумными» («smart») или «интеллектуальными» («intelligent») [1].

Существует множество способов получения интеллектуальных материалов [2] и один из наиболее простых и эффективных – это использование в качестве сенсоров углеродных волокон. Известно [3], что углеродные волокна обладают способностью реагировать изменением своего электрического сопротивления на изменение внешней нагрузки. Именно это свойство углеродных волокон, нитей и тканей позволяет применять их в качестве чувствительных элементов для оценки напряженно-деформированного состояния деталей и соединений.

Углеродные волокна принято подразделять на высокопрочные и высококомодульные, которые различаются между собой тем, что на первом технологическом этапе получают карбонизированные (или высокопрочные), а на втором – графитизированные (или высококомодульные) волокна [4]. Экспериментальные исследования показали, что при диагностировании металлоконструкций следует использовать высококомодульные углеродные волокна марок УКН-2-500, УКН-П, УКН-М/6к и углеродные ленты «Кулон» и ЛЖУ-35, поскольку величины электрического сопротивления этих материалов изменяются в большом диапазоне при изменении внешних нагрузок, т.е. они являются более тензочувствительными по сравнению с высокопрочными волокнами.

Методика проведения и результаты эксперимента. Первоначально в работе методом линейной дилатометрии исследовались значения коэффициентов термического расширения (табл. 1) углеродных волокон и лент при однократном и многократном нагревах. Низкие значения коэффициентов термического расширения углеродных волокон приводят к тому, что в изделии с их использованием отсутствуют термические напряжения и практически отсутствует усадка.

Из полученных экспериментальных данных следует, что значения КЛТР при первом и вторичном нагревании существенно отличаются. Это связано с тем, что в волокне имеются некоторые остаточные термические на-

пряжения. Первичный нагрев приводит к стабилизации КЛТР и к его существенному уменьшению. Во всем рассмотренном диапазоне температур после первичного нагрева углеродные волокна имеют значение $\text{КЛТР}=\text{const}$.

Таблица 1

Коэффициенты линейного термического расширения (КЛТР)
углеродных волокон и лент при последовательных нагревах

| Марка углеродного волокна | Температура испытания, °С | КЛТР в зависимости от количества нагрева, $10^{-7}, \text{K}^{-1}$ | | | | |
|---------------------------|---------------------------|--|-------|-------|-------|-------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Кулон (лента) | 30 | -20,7 | -3,6 | -3,4 | -3,2 | -3,2 |
| | 100 | -13,2 | -5,5 | -5,5 | -5,3 | -5,2 |
| УКН-П (волокно) | 30 | -10,5 | -7,3 | -7,2 | -7,1 | -7,0 |
| | 100 | -9,81 | -8,80 | -8,79 | -8,78 | -8,78 |
| ЛЖУ-35 (лента) | 30 | -16,3 | -5,8 | -5,7 | -5,6 | -5,5 |
| | 100 | -9,5 | -7,8 | -7,6 | -7,6 | -7,5 |

Таким образом, по этому показателю углеродные волокна могут быть использованы в качестве термостабильных датчиков, поскольку у них отсутствуют (или минимальны) остаточные напряжения. Если бы такие напряжения имелись, то в этом случае углеродные волокна изменяли бы свое напряженно-деформированное состояние под действием исходных остаточных напряжений, неизбежно возникающих в процессе получения микроуглепластика (волокно и нанесенным на него слоем связующего после отверждения последнего превращается в микроуглепластик). При практически нулевых исходных значениях остаточных напряжений углеродные волокна реагируют только на изменения эксплуатационных нагрузок, что и позволяет диагностировать металлоконструкции (т.е. определять уровень возникших напряжений) в условиях реального времени.

Для измерения величины электрического сопротивления в настоящей работе использовался стандартный омметр. В результате экспериментальных исследований (при использовании углеродных волокон марок УКН-П и УКН-2-500) было установлено, что исходное значение электрического сопротивления практически линейно зависит от длины волокна. При увеличении длины волокна нелинейность данной зависимости возрастает, и также увеличивается разброс данных (табл. 2).

Полученные результаты свидетельствуют, что при увеличении длины волокна значения дисперсии также возрастают, и при длине 10 м достигают 15,6 Ом, что составляет 20,8 %. Столь большой разброс данных можно объяснить существенной неоднородностью углеродных волокон, которая обусловлена разной длиной и толщиной в одну монокристаллическую фибру, из которых непосредственно и состоят углеродные волокна.

Следовательно, при разработке нового метода диагностирования при использовании углеродных волокон в качестве основы тензочувствительного элемента, нельзя ограничиться общими рекомендациями. Каждое конкретное углеродное волокно определенной длины характеризуется своими электро-

физическими свойствами, которые существенно изменяются при варьировании длины волокна.

Таблица 2

Зависимость точности определения величины электрического сопротивления углеродного волокна УКН-П от числа образцов и длины волокна

| Число образцов углеродных волокон | Длина волокна, мм | Точность определения электрического сопротивления, Ом | |
|-----------------------------------|-------------------|---|-----------|
| | | Электрическое сопротивление | Дисперсия |
| 10 | 100 | 4 | 0,5 |
| | 1000 | 13 | 1,64 |
| | 1500 | 27 | 3,3 |
| | 2000 | 38 | 5,7 |
| | 5000 | 58 | 9,4 |
| | 10000 | 75 | 15,6 |
| 25 | 100 | 3,8 | 0,45 |
| | 1000 | 13,5 | 1,1 |
| | 10000 | 78,8 | 12,35 |
| 50 | 100 | 3,75 | 0,44 |

Экспериментально установлено, что еще одной особенностью углеродных волокон является неравномерность значений электрического сопротивления под действием постоянного тока во времени. Установлено, что величина электрического сопротивления углеродных волокон с течением времени самопроизвольно (т.е. без какой либо внешней нагрузки) под действием постоянного тока существенно изменяется. Для волокна марки УКН-2-500 длиной 200 мм исходное значение электрического сопротивления (т.е. в начальный момент времени) составляло 23 Ом, через 10 ч – 45 Ом; через 24 ч – 68 Ом; через 48 ч – 84; через 7 суток – 105 Ом. Далее, с течением времени величина электрического сопротивления уже не изменялась. Если в течение этого времени на несколько секунд подачу тока прекратить, а потом снова включить, то сопротивление после повторной подачи тока скачкообразно падало, а потом в достаточно быстро снова достигало тех же значений, при которых ток был выключен.

Такое изменение электрических свойств углеродных волокон, связано с особенностью их структуры. Используемые в настоящей работе углеродные волокна не являются непрерывным моноволокном, а состоят из большого числа тонких нитей разной длины. В зависимости от марки волокна, толщина и количество этих нитей в волокне разное. В соответствии с законом Ома увеличение сопротивления с течением времени связано с уменьшением сечения волокна. Эффект разъединения мононитей волокна под действием электрического тока заметен даже визуально без использования оптических приборов.

Также в настоящей работе экспериментально исследовалась способность углеродных волокон изменять свои электрические свойства под действием внешней механической нагрузки. Для определения зависимости электрического сопротивления от разрывной нагрузки были использованы два

типа материалов: волокно (марки УКН-2-500) и лента («Кулон»). Полученные результаты приведены в табл. 3 и 4.

Таблица 3

Результаты испытаний углеродного волокна УКН-2-500 длиной 300 мм на растяжение

| № образца | Электрическое сопротивление, Ом | | % изменения электрического сопротивления | Разрушающее напряжение, МПа |
|-----------|---------------------------------|-------------------------|--|-----------------------------|
| | Начальное R_0 | В момент разрыва, R_p | | |
| 1 | 17,5 | 19,8 | 13 | 280 |
| 2 | 11,3 | 15,4 | 36 | 320 |
| 3 | 14,9 | 16,8 | 13 | 315 |
| 4 | 21,8 | 29,4 | 34 | 260 |
| 5 | 9,4 | 14,3 | 52 | 235 |
| 6 | 24,3 | 36,2 | 48 | 545 |
| 7 | 24,2 | 34 | 40 | 440 |
| 8 | 17,6 | 22,5 | 28 | 280 |
| 9 | 20,8 | 29,7 | 43 | 390 |
| 10 | 18,5 | 29,4 | 59 | 410 |
| 11 | 21,3 | 26,5 | 24 | 415 |
| 12 | 14,5 | 20,2 | 39 | 320 |
| 13 | 25,2 | 37,4 | 48 | 290 |
| 14 | 20,7 | 24,5 | 18 | 410 |
| 15 | 19,4 | 27,2 | 40 | 350 |

Таблица 4

Результаты измерений электрического сопротивления углеродной ленты Кулон, длиной 300 мм при разрушении при растяжении

| № образца | Электрическое сопротивление, Ом | | Увеличение сопротивления $\Delta R = R_p - R_0$ | % изменения электрического сопротивления |
|-----------|---------------------------------|-------------------------|---|--|
| | Начальное R_0 | В момент разрыва, R_p | | |
| 1 | 123 | 178 | 55 | 45 |
| 2 | 190 | 245 | 55 | 29 |
| 3 | 188 | 230 | 42 | 22 |
| 4 | 145 | 205 | 60 | 41 |
| 5 | 176 | 238 | 62 | 35 |
| 6 | 119 | 134 | 15 | 13 |
| 7 | 176 | 217 | 41 | 23 |
| 8 | 129 | 180 | 51 | 39,5 |

По сравнению с литературными данными [2] на первый взгляд может показаться, что испытанные углеродные волокна обладают очень низкой прочностью, однако в данном случае испытывалось непосредственно отдельное углеродное волокно, а не микроуглепластик, как это делается традиционно [1].

Чем больше значение ΔR , тем точнее возможно диагностировать напряженно-деформированное состояние. Как показали результаты испытаний, более высокие значения ΔR получены при использовании углеродной ленты,

однако это только в абсолютных единицах. Если сравнить процент изменения электрического сопротивления при разрыве, то максимальные значения в 45% получены только при разрыве одного образца. В то же время среднее значение прироста для углеродной ленты составило 31%, что лишь незначительно ниже, чем для углеродного волокна (среднее значение прироста сопротивления составило 35,9). Таким образом, наиболее эффективно в качестве тензочувствительного элемента использовать не углеродную ленту, а углеродное волокно, точнее микроуглепластик на его основе.

Вывод

Использование углеродных волокон при контроле технического состояния металлоконструкций позволит повысить их надежность, обеспечив диагностирование в режиме реального времени с высокой степенью точности, путем использования нового способа сбора информации о поведении конструкции в процессе ее длительной эксплуатации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тростянская Е.Б. Тенденции применения и развития композиционных материалов в самолетостроении / Е. Б. Тростянская, Ю. А. Михайлов, С. В. Бухаров // *Авиационная промышленность*. – 2002. – №2. – С. 18–22.
2. Гуняев Г.М. Современные полимерные композиционные материалы / Г. М. Гуняев, Б. В. Петров, Р. Е. Шалин // *Авиационные материалы на рубеже XX–XXI веков : научно-технический сборник*. – М. : ВИАМ, 1994. – С.211–219.
3. Басов Ф.А. Интеллектуальные композиционные материалы и перспективы их применения / Ф. А. Басов // *Все материалы. Энциклопедический справочник*. – М. : Наука и технологии, 2006. – №1, – С. 3–7.
4. *Справочник по композиционным материалам* / под ред. Любина Дж. – М. : Машиностроение, 1998. – 348 с.

УДК 629.7.07

МЕТОД КОНТРОЛЯ

ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ ПРИ ПОМОЩИ УГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКОН

Н.И. Баурова (Московский автомобильно-дорожный институт (ГТУ)) _____

Введение. Для металлоконструкций характерны усталостные повреждения, приводящие к отказам конструкции и вызывающие аварийные ситуации. В связи с этим актуальной задачей является своевременное диагностирование усталостных повреждений металлоконструкций.

Целью данного исследования является разработка методологии применения углеродных волокон при диагностировании и ремонте, которая позволит создать систему мониторинга технического состояния металлоконструкций.

Углеродные волокна (ткани и ленты) достаточно давно используются в различных системах обогрева и как электропроводящий материал для съема информации в авиационной промышленности [1, 2]. Предлагаемый метод диагностирования основан на способности углеродного волокна проводить

электрический ток. Известно, что углеродным волокнам свойственна тензочувствительность, т.е. способность реагировать изменением своего электрического сопротивления на внешнее напряжение (нагрузку) [3]. Измеряя сопротивление микроуглепластика можно вести мониторинг напряженно-деформированного состояния конструкции и делать выводы о его усталостной долговечности и степени повреждения.

Методика проведения и результаты эксперимента. Технология предлагаемого метода диагностирования заключается в следующем: наиболее «слабые» (более подверженные усталостному разрушению) участки металлоконструкции, диагностирование которых необходимо проводить в режиме реального времени, покрывают слоем связующего (диэлектрика). Затем вручную их обматывают графитизированным углеродным волокном, полученным на основе ПАН-волокна. Шаг намотки может быть выбран произвольным, однако необходимо учитывать, что чем он меньше, тем точнее диагностирование. При намотке волокно должно быть нанесено на участок металлоконструкции, предварительно покрытый слоем связующего, обеспечивающего изоляцию волокна от металла, с максимальным натягом, который можно обеспечить вручную. Если волокно будет располагаться на металлоконструкции свободно (т.е. с некоторым, пусть даже и очень незначительным провисанием), то это создаст дополнительные сложности при дальнейшей его пропитке связующим. Для обеспечения натяга волокна его фиксируют на металлоконструкции любым удобным способом, например, с помощью липкой ленты, и дальше наматывают по всей длине диагностируемой конструкции. После завершения намотки конец волокна также фиксируют с помощью липкой ленты.

Связующее наносят тонким слоем непосредственно на волокно по его наружной поверхности на всей протяженности диагностируемой металлоконструкции. После нанесения связующего необходимо, чтобы оно полностью перешло в отвержденное состояние, при этом должно обеспечиваться соответствие величины относительного удлинения отвержденного связующего и волокна, чтобы при нагружении конструкции не происходило его растрескивание. Основное назначение связующего - обеспечение монолитности материала, передачи и распределения напряжений. Кроме этого, именно связующее определяет тепло-, влаго-, огне- и химическую стойкость микроуглепластика.

Стойкость микроуглепластиков к растрескиванию изучалась на пленках толщиной 1 мм, из которых вырубались образцы в виде стандартных лопаток. Нагрузка прикладывалась статически в течение 24 ч. Внешний вид образцов после нагружения изучался с помощью оптического микроскопа при 5-кратном увеличении. В результате установлено, что первые трещины появляются в образцах при нагрузках, составляющих всего 10% от разрушающей при условии, если относительное удлинение связующего меньше или равно удлинению волокна [2].

Экспериментально установлено, что удлинение полимерного связующего в отвержденном состоянии должно быть выше, чем у волокна, но не более чем на 10–20% от его удлинения (при удлинении волокна 0,2%, удлине-

ние связующего должно составлять 0,22–0,24%). Если относительное удлинение ниже или равно удлинению волокна, то имеет место растрескивание связующего в процессе нагружения конструкции. Если относительное удлинение связующего выше более чем на 20%, чем у волокна, то микроуглепластик начинает терять тензочувствительную способность, поскольку возникающие в материале напряжения частично релаксируются в связующем и частично в нем накапливаются. Для точного диагностирования необходимо, чтобы связующее при нагрузках работало точно так же, как и волокно и никак не изменяло напряженно-деформированного состояния.

В настоящей работе использован следующий состав связующего: смола ЭД-20 и отвердитель полиэтиленполиамин (ПЭПА). Традиционно ПЭПА вводят в ЭД-20 в количествах 12 масс.ч. на 100 масс.ч. ЭД-20 [4]. В настоящей работе количество ПЭПА уменьшено до 9 масс.ч., что позволило обеспечить связующему после отверждения требуемые значения деформационных свойств (табл.1).

Таблица 1

Свойства связующего, содержащего ЭД-20 и ПЭПА

| Свойства | Содержание ПЭПА на 100 ЭД-20, масс.ч. | | | |
|--|---------------------------------------|-------|---------|-------|
| | 6 | 9 | 12 | 15 |
| Количество эпоксидных групп, вступивших в реакцию, % | 60–65 | 70–75 | 80–90 | 100 |
| Адгезионная прочность, МПа | 6–10 | 13–16 | 17,5–19 | 10–14 |
| Относительное удлинение, % | 0,5 | 0,12 | 0 | 0 |

Как видно из представленных данных, максимальное значение прочности $\tau = 17,5–19$ МПа соответствует 12 масс.ч. ПЭПА. При содержании ПЭПА в количестве 9 масс.ч. адгезионная прочность несколько уменьшается и составляет $\tau = 13–16$ МПа. Однако такое падение адгезионной прочности не является существенным, поскольку для диагностирования важно обеспечить требуемые значения относительного удлинения.

После отверждения связующего концы углеродного волокна подсоединяют к прибору, позволяющему измерять электрическое сопротивление – омметру. Исходное значение электрического сопротивления фиксируют. Далее в режиме реального времени фиксируют любые изменения величины электрического сопротивления. При возникновении усталостных повреждений значения электрического сопротивления начинают интенсивно расти. Таким образом можно заранее определить время, когда эксплуатация конструкции должна быть прекращена.

Поскольку условия работы конструкций (особенно высотных дорожно-строительных машин) могут носить периодический характер, достаточно часто наблюдаются ситуации, когда после перерыва в эксплуатации значения электрического сопротивления перестают увеличиваться и даже несколько снижаются. В этом случае периодичность измерения электрического сопротивления целесообразно увеличить, но эксплуатация техники может быть продолжена.

Вывод

Предлагаемый способ диагностирования рекомендуется для различных металлоконструкций (в первую очередь, элементов грузоподъемных машин) в режиме реального времени, а также для устранения дефектов в металлоконструкциях с дальнейшим диагностированием их долговечности. Данный способ обеспечивает получение своевременной и достоверной информации, что позволит более точно планировать дальнейший срок эксплуатации данной конструкции и проведение ремонтно-восстановительных работ.

ЛИТЕРАТУРА

5. Тростянская Е.Б. Тенденции применения и развития композиционных материалов в самолетостроении / Е. Б. Тростянская, Ю. А. Михайлов, С. В. Бухаров // *Авиационная промышленность*. – 2002. – №2. – С. 18–22.
6. Гуняев Г.М. Современные полимерные композиционные материалы / Г. М. Гуняев, Б. В. Петров, Р. Е. Шалин // *Авиационные материалы на рубеже XX–XXI веков : научно-технический сборник*. – М. : ВИАМ, 1994. – С.211–219.
7. Басов Ф.А. Интеллектуальные композиционные материалы и перспективы их применения / Ф. А. Басов // *Все материалы. Энциклопедический справочник*. – М. : Наука и технологии, 2006. – №1, – С. 3–7.
8. *Справочник по композиционным материалам* / под ред. Любина Дж. – М. : Машиностроение, 1998. – 348 с.

УДК 677.051.151.256.011.56

ТЕХНИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯМИ ТРЕПАЛЬНЫХ БАРАБАНОВ МТА

В.Г. Дроздов, Е.В. Маина

Для осуществления управления частотой вращения двигателей трепальных секций МТА в качестве варианта технического решения может быть использован тиристорный преобразователь частоты (ТПЧ). В данной статье предлагается способ инженерной организации такого управления.

Одним из главных направлений автоматизации производства длинного волокна является создание автоматической системы контроля параметров льносырья на базе мяльно-трепального агрегата (МТА). Эта задача стала реально осуществима вследствие того, что сегодня практически 100 % агрегатов льнозаводов снабжается электроприводом, который позволяет не только обеспечить работу рабочих органов агрегата с определенной частотой, но и решить вопросы регулирования частоты вращения агрегата. Оптимизация режимов получения льноволокна на МТА может осуществляться за счет комплексного контроля за параметрами льносырья, среди которых ключевое место занимает влажность льнотресты. Слой стеблей, поступающий на обработку в МТА, обладает неравномерной влажностью. Это обусловлено условиями хранения, транспортировки сырья, особенностями процесса сушки и изменениями условий окружающей среды. Точное определение влажности слоя позволит выбрать оптимальный режим работы МТА и повысить выход

фракции длинного волокна. Наша задача состоит в создании системы управления частотой вращения трепальных барабанов в зависимости от величины влажности тресты на входе агрегата для получения оптимального выхода длинного волокна. Система содержит датчик влажности сырья, сигнал с которого с помощью устройства сопряжения подается в ЭВМ; программное обеспечение определяет максимум функции выхода длинного волокна; после определения этого максимума программа вырабатывает управляющий сигнал, который через устройство сопряжения подается на управляемый электропривод трепальных барабанов и задает оптимальную частоту их вращения. При осуществлении поиска технического решения управления частотой вращения двигателей трепальных секций МТА мы остановились на использовании тиристорного преобразователя частоты (ТПЧ).

Применяемые в настоящее время ТПЧ, укомплектованные промежуточным звеном постоянного тока, достаточно совершенны и обеспечивают реализацию в электроприводе всех режимов работы и торможения электродвигателя. Такой преобразователь состоит из управляемого выпрямителя УВ и автономного инвертора АИ (рис.1). Оба блока обычно выполняют на силовых тиристорах, для управления которыми используется система импульсно-фазового управления СИФУ.

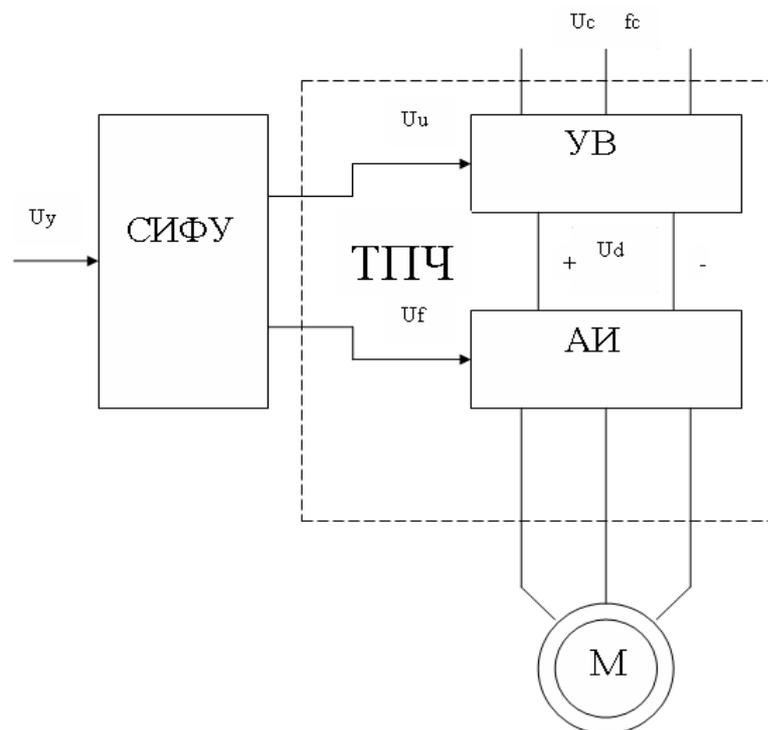


Рис. 1. Организация САУ с тиристорным преобразователем частоты

Управляющий сигнал U_y поступает на вход СИФУ из системы автоматического регулирования (САР). Этот сигнал несет информацию о значениях напряжения U_1 и частоты f_1 , которые необходимо подать на обмотку статора, чтобы обеспечить требуемый режим работы двигателя. На выходе СИФУ формируются сигналы U_u и U_f . Сигнал U_u подается на вход управляемого выпрямителя УВ и определяет уровень напряжения постоянного тока U_d , ко-

торое подается на вход автономного инвертора АИ, чтобы на выходе ПЧ обеспечить требуемое значение напряжения U_1 . Сигнал U_f поступает на инвертор АИ и определяет необходимое значение частоты переменного тока f_1 на выходе ПЧ. Требуемая связь между значениями частоты f_1 и напряжения U_1 на выходе ПЧ регулируется его параметрами в соответствии с требованиями режимов регулирования.

Преобразователь частоты обычно дополняют функцией энергосбережения. Работая в режиме энергосбережения, такой ПЧ отслеживает силу потребляемого двигателем тока и, если нагрузка электропривода уменьшается, то напряжение на входе двигателя понижается до минимально допустимого, что способствует снижению потерь и повышению КПД и коэффициента мощности двигателя. Эта функция энергосбережения наиболее эффективна в электроприводах, работающих с переменной нагрузкой. Экономия электроэнергии в этом случае может достигать 50%.

Преобразователи частоты обеспечивают «мягкий» пуск с заданными значениями пусковых токов.

Преобразователи частоты серии Р имеют диапазон изменения частоты от 2 до 50 Гц и напряжения от 10 до 380 В. Эти преобразователи выполняют функции: регулирование частоты вращения двигателей, стабилизацию частоты вращения (при переменной нагрузке), управление пуском и остановом двигателя и его защиту.

Для двигателей трепальных секций МТА номинальной мощностью 7.5 кВт подходит преобразователь частоты Р10, имеющий следующие параметры: номинальный ток нагрузки – 20 А; пределы регулирования по частоте – 20-60 Гц; пределы регулирования напряжения – 10-380 В; КПД в номинальном режиме – 0.97; габаритные размеры – 500×400×230; масса – 18 кг.

Хорошие технические характеристики имеют также преобразователи частоты серии ПЧ – ТПЧТ.

Таким образом, применение тиристорных преобразователей частоты ТПЧ повысит управляемость и надежность электропривода, сделает его более компактным и удобным в эксплуатации, будет способствовать энергосбережению.

ЛИТЕРАТУРА

1. Онищенко Г. Б. Электрический привод : учебник для вузов / Г. Б. Онищенко. – М. : Академия, 2006.
2. Терехов В.М. Системы управления электроприводов : учебник для вузов / В. М. Терехов, О. И. Осипов. – 2-е изд., стер. – М. : Академия, 2006.
3. Электрооборудование и электроснабжение заводов первичной обработки лубяных волокон : учеб. пособие для вузов / В. Н. Башмаков, Е. Б. Плаксин, В. Н. Попов [и др.] ; под ред. В. П. Чулкова. – Кострома : КГТУ, 2006.
4. www.platan.ru



ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 65.011

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ В АДАПТИВНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

О.В. Щекочихин, Е.С. Кириллова

В статье рассмотрены вопросы, связанные с определением, классификацией и описанием структуры бизнес-процессов в адаптивных информационных системах.

Одним из наиболее перспективных направлений развития современного менеджмента является управление на основе бизнес-процессов – так называемое процессно-ориентированное управление. Определяющим фактором в таком подходе становится проектирование оптимальных бизнес-процессов и организационной структуры предприятия. Одним из перспективных методов проектирования, реализации и использования процессного подхода являются адаптивные информационные системы [1, 2].

Прежде чем рассматривать вопросы проектирования, необходимо определить бизнес-процесс как понятие, проанализировать классификацию и структуру бизнес-процессов на предприятии или в организации.

На сегодняшний день практически каждый специалист дает свое понятие бизнес-процессов. Приведем несколько характерных определений.

- Процесс – логичный, последовательный, взаимосвязанный набор мероприятий, который потребляет ресурсы поставщика, создает ценность и выдает результат потребителю [3].
- Бизнес-процесс – устойчивая, целенаправленная совокупность взаимосвязанных видов деятельности (последовательность работ), которая по определенной технологии преобразует входы в выходы, представляющие ценность для потребителя [4].
- Бизнес-процесс – совокупность различных видов деятельности, в рамках которой используется один или несколько ресурсов, в результате чего создается продукт, представляющий ценность для потребителя [5].

Как видно, все вышеозначенные определения сводятся к общей сути: бизнес-процесс представляется как совокупность последовательных взаимосвязанных действий, направленных на преобразование входных ресурсов в выходную ценность. В зависимости от результата работы процесса (выходной ценности) можно выделить три вида бизнес-процессов: основные, вспомогательные и управляющие [6]. Очевидно, что наиболее существенное влияние на функционирование организации оказывают основные процессы, тогда как вспомогательные процессы направлены на повышение эффективности основных бизнес-процессов. Назначение же управляющих сводится к осуществлению контроля правильности и результативности выполнения ос-

новых и вспомогательных процессов. Эти бизнес-процессы периодически необходимо подстраивать к изменениям.

Все перечисленные бизнес-процессы имеют общую структуру. При проектировании любого бизнес-процесса в первую очередь требуется выделить следующие элементы: владельца процесса, входы, выходы, работу [7]. Входы – это в общем случае сырье, необходимое для реализации процесса. Выходы – результаты работы процесса. Выполняемые действия – набор мероприятий для преобразования входов в выходы. Владелец процесса – лицо, ответственное за бизнес-процесс. Владелец осуществляет управляющую функцию. Таким образом, получили обобщенную схему бизнес-процесса, представленную на рис. 1.

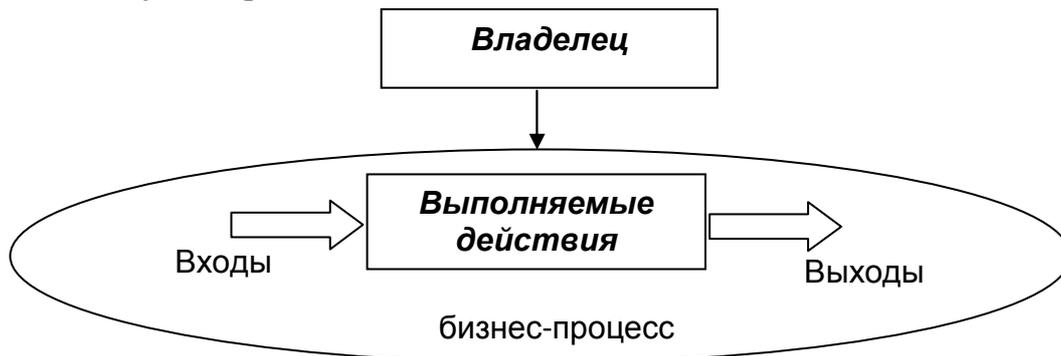


Рис. 1. Схема модуля бизнес-процесса

В настоящее время на практике для описания структуры бизнес-процессов применяется один из трех основных способов [8]: текстовый, табличный, графический.

Первый представляет собой текстовое последовательное описание бизнес-процесса, при этом в ряде случаев используются специальные регламентирующие документы.

При применении табличного способа строят структурированную таблицу, в которой каждый столбец и строка имеют определенное значение. Как правило, столбцы соответствуют структурным элементам бизнес-процесса (выполняемое действие, владелец, входы, выходы), а строки – выполняемой в ходе процесса работе. Табличное представление процессов в сравнении с текстовым описанием является более структурированным, удобным для всевозможных аналитических исследований бизнес-процессов.

Наиболее эффективным способом с точки зрения описания, анализа и оптимизации является графическое представление структуры бизнес-процессов. Такое описание выполняется обычно в виде некоей схемы, состоящей из определенного вида блоков (представляют различные работы) и специальных переходов (описывают входы и выходы, а также управляющее воздействие). Графические подходы интенсивно применяются как в классических стандартах описания бизнес-процессов (DFD и WFD), так и в современных методологиях.

В настоящей работе применен гибридный способ описания бизнес-процесса. Его суть заключается в том, что наряду с графическим построени-

ем структуры бизнес-процесса возможно адаптивное построение информационного обеспечения системы управления предприятием. Такой способ описан в работе [2]. Разработана последовательность действий участников бизнес-процессов.

На рисунках 2, 3 представлены примеры описания основных и вспомогательных бизнес-процессов в адаптивной информационной системе «Cobra++».

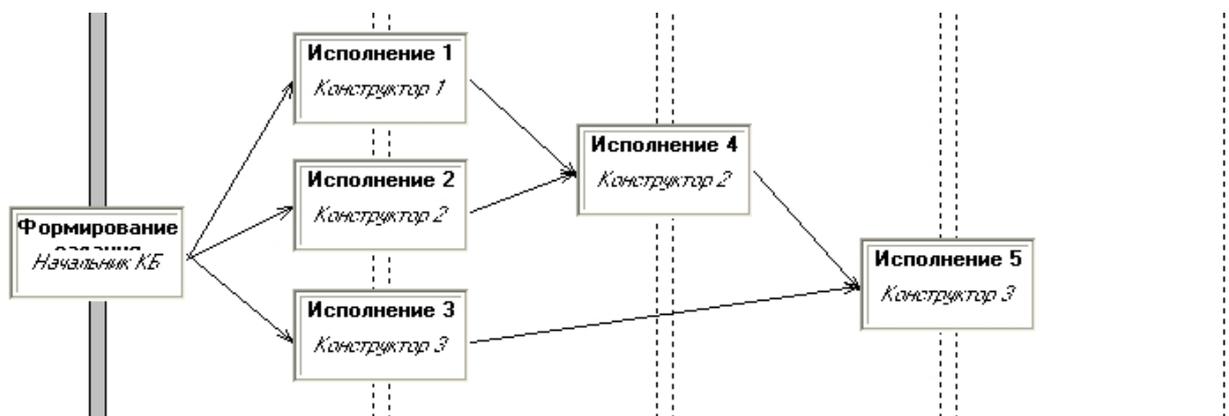


Рис. 2. Пример описания основного бизнес-процесса в системе «Кобра»

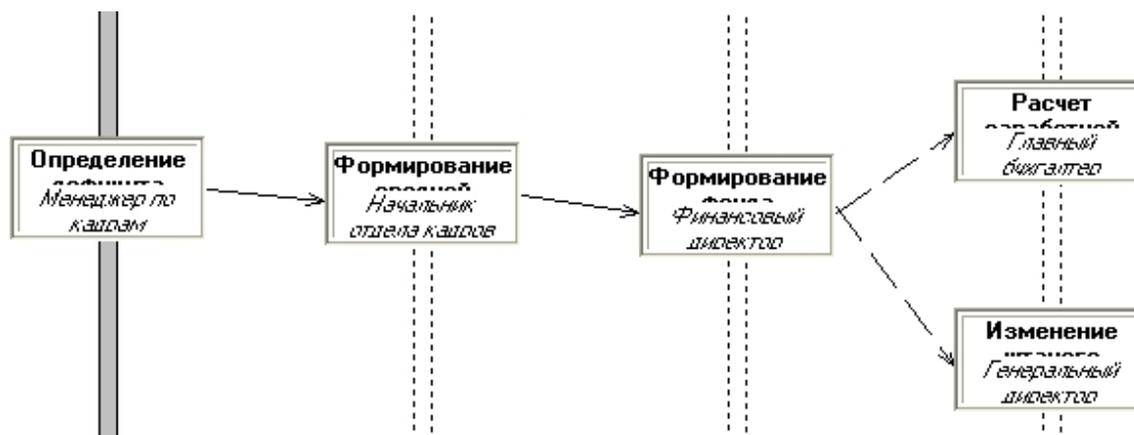


Рис. 3. Пример описания вспомогательного бизнес-процесса в системе «Кобра»

Определение, описание и документирование структуры бизнес-процессов – это начальный этап, ориентированный на повышение эффективности анализа и улучшения процессов. Следующим шагом является оптимизация бизнес-процессов и проектирование эффективной организационной структуры предприятия.

Выводы

- Описание и документирование бизнес-процессов – необходимое условие эффективного процессно-ориентированного управления.
- При проектировании и описании структуры процессов выделяют основные элементы: владельца, работу, входы и выходы.
- Выбор способа и методологии описания бизнес-процессов производится в соответствии со спецификой предприятия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шведенко В.Н. Технология быстрой разработки баз данных и приложений пользователя в системе «Собра++» / В. Н. Шведенко, Р. А. Набатов // Программные системы и продукты. – М., 2008. – № 2. – С. 78–81.
2. Шведенко В.Н. Адаптивная система проектирования и управления бизнес-процессами / В. Н. Шведенко, Р. А. Набатов, О. В. Щекочихин // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – М. : Научтехлитиздат, 2008. – № 6. – С.10–12.
3. Харрингтон Д. Оптимизация бизнес-процессов / Джеймс Харрингтон, К. С. Эсселинг, Харм Ван Нимвеген.. – СПб. : Азбука, 2002. – 328 с.
4. ГОСТ Р ИСО 9001-2001. Система менеджмента качества.
5. Слепцов С. Бизнес-процессы: реинжиниринг и оптимизация / С. Слепцов // Генеральный директор. – №1. – 2008.
6. Риб С.И. Различные подходы к выделению и описанию бизнес-процессов / С. И. Риб, И. В. Кремлева [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http // www.betec.ru](http://www.betec.ru). – 2008.
7. Шеер А.В. Моделирование бизнес-процессов : пер. с англ. / А. В. Шеер. – М. : Вестъ-МетаТехнология, 2000. – 205 с.
8. Ковалев. С.М. Описание бизнес-процессов – к вершинам мастерства / С. М. Ковалев, В. М. Ковалев [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http // www.betec.ru](http://www.betec.ru). – 2008.

УДК 65.01

**КЛАССИФИКАЦИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ
В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССАМИ**

Д.А. Богачев

При управлении бизнес-процессами промышленного предприятия задействованы специалисты предметной области и менеджеры. При проектировании бизнес-процесса нужно обеспечить достижение цели, которую он преследует. Для проверки достижения цели управления бизнес-процессами предлагается классифицировать и кодировать компетентность центра ответственности, которые используются для оценки варианта структуры бизнес-процесса.

В промышленности достаточно часто встречаются задачи управления изменениями существующих моделей изделий. Имеется устойчивая тенденция к разработке оригинальных проектов на основе базовых решений. Чтобы обеспечить максимальную эффективность принимаемых решений при управлении изменениями предлагается использовать объектно-функциональное управление бизнес-процессами [1]. При объектно-функциональном управлении интегрированная информационная система обеспечивает информацией всех работников, объединенных в команду для достижения цели бизнес-процесса. Чтобы работа команды была эффективной, предлагается оценивать компетентность принятых управленческих решений.

Для автоматизации принятий управленческих решений необходима классификация и кодирование объектов и функций управления этими объектами. Кодирование традиционными системами не дают полной информации об объекте.

Система классификации компетентности менеджеров базируется на следующих утверждениях: классификационные признаки являются независимыми, то есть классификационные группировки невозможно разделить последовательно по одному и тому же признаку и разрабатываемая классификация должна быть универсальна и применима для любого типа производства, что может потребовать использования не предусмотренных признаков, а, следовательно, изменения системы.

На основании выполненного анализа классификационных систем и свойств массива компетенций можно сделать вывод о том, что для решения поставленной задачи возможно применение фасетной системы, так как она имеет резервную емкость признаков, возможность модификации системы без изменений структуры классификационных группировок, возможность построения системы кодирования. Фасетная классификация предполагает использование независимых параллельных фасетов, то есть некоторых наборов классификационных признаков. Порядок следования фасетов задается структурной формулой классификации и определяется условиями конкретных задач, для решения которых осуществляется классифицирование информации.

Схема построения фасетной системы классификации в виде таблицы может быть представлена следующим образом. Названия столбцов соответствуют выделенным классификационным признакам (фасетам), обозначенным $V_1, V_2, \dots, V_i \dots V_N$. в каждой клетке хранится конкретное значение фасета.

Для систематизации и классификации компетентности менеджеров среднего звена промышленного предприятия были рассмотрены такие признаки как: управление деятельностью, ресурсами, людьми, информацией и качеством. Данные признаки компетентности могут быть представлены ключевыми ролями.

Для каждого блока компетентности определены: ключевые слова и концепции (определения), требуемые знания и понимания в областях, персональные компетентности, критерии выполнения работ, необходимые знания и понимания для выполнения работ.

Используем следующие обозначения ключевых ролей: ключевая роль А (управление деятельностью), В (управление ресурсами), С (управление людьми), D (управление информацией), Е (управление качеством), F (управление проектами). Далее каждый фасет подразделяется на подгруппы, например, А (управление деятельностью) состоит из: А1 – ведение деятельности в соответствии с существующими требованиями, А2 – управление деятельностью в соответствии с существующими требованиями, А3 – управление деятельностью в соответствии с требованиями потребителя, А4 – содействие улучшениям в работе, А5 – управление изменениями в деятельности организации, А6 – анализ внешнего и внутреннего операционного окружения, А7 – утверждение стратегии для определения направлений работы вашей организации А8 – оценка и улучшение организационной деятельности.

Другим объектом кодирования стали управленческие функции менеджера. Предлагается следующие фасеты для кодирования управленческих

функций. Первым фасетом в предлагаемой классификации является уровень управления. В соответствии с этим признаком все функции бизнес-процессов можно классифицировать как менеджерские и исполнительские. К менеджерским относятся функции, требующие принятия решений. Исполнительские функции сводятся к процессам подготовки производства и поддержки менеджерских функций. Вторым фасетом являются функции, выполняемые специалистами в соответствии со своими должностными обязанностями. Третьим фасетом является код объекта управления в соответствующем бизнес-процессе (см. рис. 1).

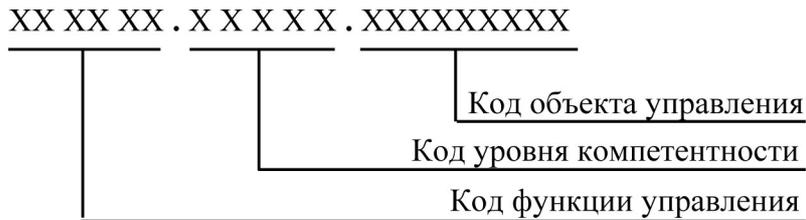


Рис.1. Структура кода управленческой функции и компетентности принятого управленческого решения

Выводы

Предложена система классификации и кодирования профессиональных компетенций для системы управления бизнес-процессами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шведенко В.Н. Объектно-функциональная система управления предприятием / В. Н. Шведенко // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2004. – № 4. – С.104–110.

УДК 65.01:681.3

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ «СОВРА++» ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РАСЧЕТНЫХ МОДЕЛЕЙ В ПРОМЫШЛЕННОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

А.С. Чувиляева, Ж.В. Дорохова

Рассмотрены особенности промышленного строительства и возможности автоматизация процессов его управления. В системе «Совра++» разработаны программные модули, которые поддерживают процесс взаимодействия участников промышленного строительства.

Промышленное строительное производство представляет собой взаимосвязанный комплекс строительных и монтажных работ и процессов, результатом которых являются готовые к эксплуатации здания и сооружения, готовые к монтажу технологического оборудования.

Управление строительством можно рассматривать, как процесс воздействия подсистемы управления на работников строительной организации, контроль и регулирование для обеспечения эффективного достижения поставленной цели [1].

В строительном производстве, как правило, участвуют коллективы, объединенные в строительные организации, вступаая при этом в определенные производственные отношения.

Для эффективной организации строительного производства следует обеспечивать целенаправленность всех организационных, технических и технологических решений на достижение конечного результата. Это ввод в действие объекта с необходимым качеством и в установленные сроки.

Целью производственного планирования строительного производства является определение и контроль за исполнением различных строительных объектов и различных задач, выполняемых в зависимости от организационных форм управления, договоров, способов производства, ресурсов и методов календарного планирования, которые в наибольшей степени обеспечили бы их реализацию.

В условиях рыночной экономики строительные организации должны удовлетворять требованиям: большой гибкостью в организации и управлении строительством; точно выдерживать договорный (контрактный) срок и продолжительность строительства. При этом следует систематически анализировать объем выручки, получаемой от реализации строительной продукции (работ или услуг) и затраты на ее производство; контролировать и добиваться повышения качества строительно-монтажных работ; следить за конкурентным уровнем производства и внедрять передовые достижения науки, техники и технологии в строительное производство.

Строительство каждого объекта допускается осуществлять только на основе предварительно разработанных решений по организации строительства и технологии производства работ, которые должны быть приняты в проекте организации строительства и проектах производства работ. Состав и содержание проектных решений и документации в проекте организации строительства и проектах производства работ определяются в зависимости от вида строительства и сложности объекта строительства в соответствии с указаниями. Организация строительного производства регулируется СНиП [1]. Данные нормы и правила устанавливают общие требования к организации строительного производства при строительстве новых, а также расширении и реконструкции действующих объектов (предприятий, зданий, сооружений и их комплексов), которые должны соблюдаться всеми участниками строительства объектов.

Разнообразные условия, в которых функционируют предприятия строительной индустрии, препятствуют использованию при автоматизации управления и созданию информационных технологий (ИТ) типовых проектов систем. Более целесообразным и гибкими является подход, который позволяет создавать ИТ решения, отвечающие требованиям конкретных предприятий, на основе типовых элементов (модулей).

Модули позволяют вводить, корректировать, просматривать, распечатывать информацию; структурировать номенклатуру продуктов, ресурсов, услуг, финансовых показателей и технологий в хозяйстве и на предприятии; проводить работу по анализу и формированию оргструктуры, распределению функций и задач управления; обеспечивать увязку внутривозвратной

производственной и финансовой деятельности с плановыми производственно-финансовыми ограничениями хозяйства или предприятия в целом; осуществлять как бюджетирование производственной деятельности, так и управленческий текущий учет по месяцам и кварталам (контроль).

На основе системы «Собга++» был разработан ряд проектных модулей. Модули дают возможность производить большой спектр расчетов по определению:

- объемов выпусков и затрат каждого подразделения и всего хозяйства на основе имеющихся технологий и производственных мощностей;
- сводных производственных и финансовых показателей, как каждого подразделения, так и всего хозяйства;
- сводных показателей по месяцам и кварталам и за год; налоговых и арендных платежей подразделений;
- размеров собственных фондов (подразделений) и нормативов;
- себестоимости, внутренних цен на продукцию, ресурсов и услуг;
- индексации цен, степени централизации и финансовой самостоятельности подразделений.

Из модулей можно построить систему движения показателей по центрам ответственности и согласовать работу этих центров. С помощью рационального производственного планирования достигается оптимальный выбор способов финансирования, производственной и кадровой политики, а так же максимально эффективное с точки зрения всей организации, распределение ресурсов, требуемых для отдельных объектов или видов работ.

Производственное планирование объекта по степени детализации и срокам выполнения можно разделить на группы: карточка проекта (описание проекта и смета), логистика (этапы заключения договоров) и исполнение работ (акты сдачи-приемки).

Между группами производственного планирования существует обмен информацией. На основе составленной сметы, программа автоматически подсчитывает отклонения от сроков выполнения работ. При необходимости, график строительства можно откорректировать вручную (сделать его более точным).

После составления графика работ система «Собга++» позволяет составить график финансирования строительства и график потребности ресурсов в соответствии с этапами исполнения.

Использование данного подхода позволяет:

- получать сводные оценки по выполнению строительного проекта;
- контролировать каждый этап строительства любого объекта;
- связать показатели по результатам строительства с бизнес-процессами строительной компании для контроля места возникновения критических ситуаций в бизнес-процессе;
- контролировать выполнение планов по строительству;
- контролировать расходование денежных средств и исполнение бюджетов;

- выстроить систему мотивации персонала на основании результатов выполнения планов по строительству.

Использование адаптивной системы «Собга++» позволяет сформировать модули информационной системы, поддерживающие систему управления промышленным строительством.

ЛИТЕРАТУРА

1. Организация строительного производства : учебник для вузов / Т. Н. Цай, П. Г. Грабовый, В. А. Большаков [и др.]. – М. : Изд-во АСВ, 1999. – 432 с.

УДК 004.22

АДАПТИВНО-ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОБРАЗЦОВ НОВОЙ ТЕХНИКИ

Е.А. Руссу

В статье рассматривается метод проектирования и изготовления образцов новой техники в едином информационном пространстве предприятия. Описана стратегия адаптивно-параллельного проектирования, ее структура, способ организации и управления.

Адаптивная стратегия является сочетанием линейной, циклической, разветвленной и стратегии случайного поиска. При таком подходе, каждый последующий шаг выбирается на основе анализа уже построенной конструкции. Этот подход к проектированию является трудноформализуемым, и для него невозможно заранее определить четкую схему, поскольку в процессе проектирования происходит смена тактики с нисходящей (от узла к элементам) на восходящую (от элементов к узлу) и обратно. Для такой стратегии предлагается оригинальная методика адаптивно-параллельного проектирования и изготовления образцов новой техники. Для её реализации необходимы следующие виды обеспечения: методическое, программное информационное и организационное. Они должны представлять из себя открытую систему дающую возможность гибко и адаптивно реагировать на внешние и внутренние возмущающие воздействия. Методическое обеспечение включает в себя обобщенную схему адаптивно-параллельного проектирования. Программное обеспечение состоит из универсальных САПР, которыми могут быть Pro/Engineer, Solid Edge, Solid Works, T-Flex, Компас и другие подобные системы. Информационное обеспечение представляется в виде баз данных и баз знаний. Для решения подобного класса задач используется проблемно-ориентированная СУБД Собга++. Организационное обеспечение реализуется по типу команды, где связаны единую систему конструкторско-технологические, логистические и производственные процессы.

Для адаптивно-параллельного метода разработана организационная структура проектной группы, которая представлена на рисунке. В группе должны быть специалисты трех направлений: менеджер проекта, конструктор, технолог и цеховые рабочие.



Рис. Схема организационной структуры адаптивно-параллельного метода проектирования образцов новой техники

Основные этапы жизненного цикла проекта при адаптивно-параллельном методе проектирования следующие.

- Оценка экономической эффективности выпуска той или иной продукции, проводятся маркетинговые исследования, составляется бизнес-план;
- Предпроектные исследования, в результате которых оценивается возможность разработки нового, уникального оборудования, и возможность открытия «ноу-хау», определяются основные технологические требования к оборудованию;
- Инженерный поиск идей, определение концепции проекта, на этом этапе появляются новые патентоспособные разработки;
- Создание новой конструкции, в процессе изготовления создаются необходимые эскизы и чертежи, которые позволяют главному конструктору распределить, распараллелить изготовление деталей и узлов.

Уникальность адаптивно-параллельного проектирования заключается в том, что на первоначальном этапе выбирается та часть конструкции, которая становится инвариантной и изменять геометрию и характеристики которой в дальнейшем запрещено за исключением случая несоблюдения технического задания. Изначально эта инварианта выбирается из условия обеспечения работоспособности узла, которая в дальнейшем будет определять выходные характеристики проектируемой конструкции. Далее осуществляется в итера-

ционном цикле эскизное проектирование деталей и узлов, входящих в инвариант конструкции. На этом этапе без предварительного создания технологической документации по эскизам осуществляется изготовление деталей, а необходимые расчеты на прочность жесткость и другие виды нагрузок выполняются по трехмерным моделям программными средствами. Итерационный цикл заканчивается тогда, когда найден оптимальный вариант этих элементов конструкции. Критерием оптимальности являются минимальные затраты на изготовление образца. Параллельно с процессом конструирования текущих узлов и деталей осуществляется изготовление инварианта предыдущего итерационного цикла. Как только начинается процесс изготовления и сборки деталей и узлов текущего итерационного цикла они считаются инвариантом и в дальнейшем изменению не подлежат. В случае если не выполняется одно из условий технического задания возможно внесение корректировок в детали и узлы конструкции.

Для поддержки процесса адаптивного проектирования важное значение имеют актуальные базы данных по материальным ресурсам, технологические базы данных и базы данных по типовым технико-технологическим решениям. База данных по материальным ресурсам, включает в себя набор материалов, полуфабрикатов, комплектующих и т.п. Технологическая база содержит набор операций и их параметров, инструментов, приспособлений и т. п. База типовых решений включает известные конструкторские решения различных узлов, а также предусматриваются технологические решения в виде типовых технологических процессов. В базу знаний закладывается алгоритм «оценка экономической целесообразности» покупки готовой детали, узла, агрегата при условии удовлетворения необходимых критериев, или заказа изготовления детали, узла, агрегата на другом предприятии. Если рассмотреть структурную схему проектирования, можно выделить три участка, на которые опирается поисковое проектирование, это материальная база, технологическая база и база типовых решений. Для сокращения сроков поискового проектирования требуется иметь гибкий инструмент призванный автоматизировать поиск нужной конструкторской информации. Программа содержит информацию о материальной базе текущего предприятия, где хранится весь список доступных ресурсов находящихся в распоряжении конструктора. Также в базе храниться список оборудования с его технологическими параметрами и на основании введенного списка оборудования программа автоматически находит максимальные параметры для определенных технологических операций.

Таким образом, предложен адаптивно-параллельный метод проектирования образцов новой техники, который обеспечивает многократный переход от нисходящего к восходящему конструированию. При этом последовательность создания деталей, определяется непосредственно в ходе проектирования. На этапе создания конструкции учитываются материальные и технологические возможности предприятия. Появляется возможность одновременно выполнять проектные работы и осуществлять изготовление деталей и сборку узлов.

УДК 621.022.6.011.56

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ МИКРОЛОГИСТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ПРОИЗВОДСТВА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ

Е.А. Демчинова

Разработаны математические модели пооперационных запасов предмета труда в производственном процессе. Дано описание диспозитивной микрологистической системы производства поршня, позволяющей детально управлять пооперационными запасами.

С развитием рыночных отношений в России все больше предприятий обращают пристальное внимание на логистику как наиболее эффективный метод управления материальными и сопутствующими им финансовыми и информационными потоками, позволяющий выйти на качественно новый уровень производственно-коммерческой деятельности. Сегодня организация эффективной микрологистической системы является одним из самых существенных направлений конкурентной борьбы, позволяющим максимально приблизить продукцию предприятия к потребителю за счет предоставления ему возможности получения нужного товара необходимого качества в нужном месте, в нужное время, в нужном количестве и с минимальными затратами.

Информационные микрологистические системы на уровне отдельного предприятия существуют трех видов: плановые, диспозитивные (диспетчерские) и исполнительские (оперативные) [1]. Плановые системы создаются на административном уровне управления и служат для принятия долгосрочных решений стратегического характера. Диспозитивные системы создаются на уровне управления цехом и служат для обеспечения отлаженной работы логистических систем, основной из которых является детальное управление запасами (местами складирования). Исполнительные информационные системы создаются на уровне оперативного управления в режиме реального времени. Наиболее высокий уровень стандартизации при решении задач плановых информационных системах, что позволят применять адаптированное стандартное программное обеспечение. В диспозитивных и исполнительных системах возможность приспособления стандартных пакетов программ значительно ниже, и поэтому в этих системах, как правило, применяется индивидуальное программное обеспечение.

В ходе исследования процессов производства поршней ДВС установлено, что процессы формирования запасов не оптимизированы, что приводит к увеличению времени производства, образованию застоев и пролеживаний материалов, что в конечном итоге сказывается на себестоимости конечной выпускаемой продукции и приводит предприятие к уменьшению конкурентоспособности на рынке.

Тенденция развития современного управления производством состоит в том, что все больше задач перекладывается на плечи специалистов среднего звена управления, которые и определяют политику предприятия. В связи с трудностями, переживаемыми предприятиями в последнее десятилетие ситуация осложняется еще и уходом высококвалифицированных кадров. Это приво-

дит к тому, что предприятия теряют драгоценный опыт управления, накопленный десятилетиями. Новые кадры требуют дополнительных затрат на обучение и адаптацию. В таких условиях возрастают требования к системам управления и информационным системам, которые позволили бы сгладить этот эффект.

В свою очередь материальные потоки могут находиться либо в динамичном, либо статичном состоянии. В большинстве случаев продвижение материального потока является дискретным. Т.е. материальный поток меняет свое динамичное состояние на статичное и обратно. По некоторым данным материальный поток, сосредоточенный в запасах, находится в динамичном состоянии 2–3% совокупного, обусловленного хранением, времени, а статичном – 97–98% этого времени.

Цели и виды запасов могут быть различными, но независимо от этого запасы представляют собой очень значимую составляющую производственного процесса. Их объем, места расположения и динамическая зависимость от потребителей последующих стадий производства в большей степени определяют эффективность материальных потоков.

Основой любого предприятия, независимо от того производит оно услугу или продукцию, является производственный процесс.

Графическое представление оптимизации запасов в производстве (рис. 1).

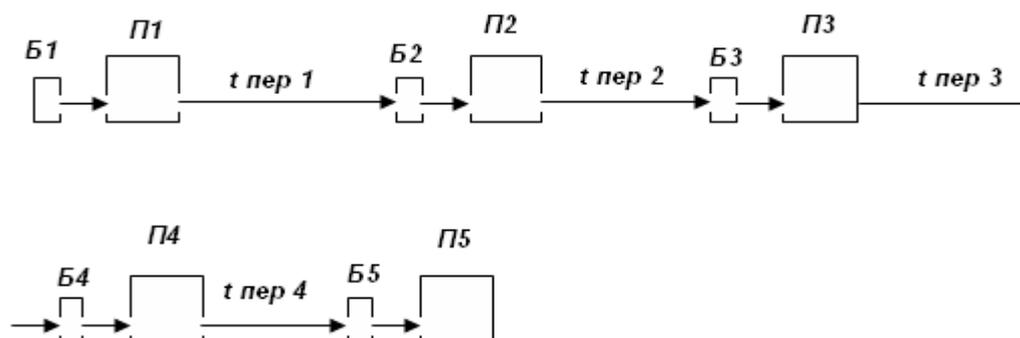


Рис.1. Модель производственного процесса механической обработки поршня
 B_n – буферная зона, $П_n$ – производственная зона,
 $t_{пер\ n}$ – время перехода заготовки между операциями

Данными при проектировании микрологистической системы являются следующие: объемы заказов на производство, производительность оборудования, время переходов между операциями, время пролеживания материала, компилируемое с объемом запасов в буферной зоне,

Для построения математической модели предмета труда использованы следующие данные производственного процесса: $П_n = const$, производительность оборудования – величина постоянная, V_b – объем запаса заготовок в буферной зоне, требуемый для обеспечения бесперебойной работы оборудования, $t_{пер\ n}$ – время перехода заготовок в производственных операциях. Этот показатель может существенно меняться даже при производстве идентичных деталей. Это объясняется тем, что в зависимости от величины заказа при формировании физической модели ТП оборудование может перемещаться и выстраиваться в линейную модель при больших объемах заказов. В этом

случае время перемещения заготовки минимизируется. При небольших объемах производства деталей выбирается вариант существующего расположения оборудования в цехе и тогда время перемещения обрабатываемого изделия значительно увеличивается, следовательно, запасы заготовок в буферных зонах также должны быть увеличены. Выбор варианта архитектуры производственного процесса (под которой будем понимать пространственно-временное перемещение предмета труда) зависит от ряда факторов, в частности, от объема заказа, наличия и приоритета исполнения параллельных заказов, специфики производства.

Тогда математическая модель запасов предмета труда в буферной зоне производственной единицы будет иметь вид:

$$V_b = f(\Pi_n, t_{\text{пер } n}), t_{\text{пер } n} = f(\Pi_n, V_z),$$

где V_z – объем заказа.

От объема заказа зависит принятие решения о смене архитектуры производственного процесса. Если величина объема заказа находится в диапазоне

$$V_z = (V_{\text{min}} \dots V_k), \text{ то } t_{\text{пер } n} \rightarrow \text{min},$$

где V_{min} – минимальный объем заказа, являющийся рентабельным для предприятия;

V_r – объем заказа, при котором принимается решение об изменении архитектуры производственного процесса.

Под $t_{\text{пер } n} \rightarrow \text{min}$ понимается время перехода заготовок между операциями, зависящее от расстояния между производственными единицами при линейном расположении оборудования в производственной линии.

Если величина объема заказа находится в диапазоне

$$V_z = (V_k \dots V_{\text{max}}), \text{ то } t_{\text{пер } n} \rightarrow \text{max},$$

где V_{max} – максимальный объем заказа, определяемый производственными мощностями предприятия и наличием параллельных заказов.

Под $t_{\text{пер } n} \rightarrow \text{max}$ понимается время перемещения предмета труда при существующем расположении оборудования предприятия на момент поступления заказа.

Расчет величины единиц оборудования ($K_{об}$), производящего одну и ту же операцию в производственной линии, является обязательной процедурой проектирования технологического процесса. Оптимизация этой величины ведет к снижению производственных затрат, и, следовательно, повышению его эффективности.

$$K_{об} = f(\Pi_n, V_z) \rightarrow \text{optim.}$$

Оптимизация количества оборудования в производственном процессе может осуществляться и за счет управления запасами в буферной зоне.

Постоянная востребованность в подобных расчетах при проектировании производственных процессов диктует необходимость разработки автоматизированной микрологистической системы. Пример разработки такой системы реализован при проектировании ТП поршня. Специфика данного

производства заключается в том, что оно относится к серийному типу производства, предприятие работает на заказ, следовательно, существует наличие многих параллельных заказов, когда одно и то же оборудование может быть использовано для реализации нескольких заказов.

На первом этапе расчета из базы данных ТП выбирается один из типовых технологических процессов, существующих на данном предприятии. Далее в приложении раскрывается описание выбранного типового технологического процесса, в котором содержится последовательное описание операций.

В результате производимых приложением расчетов могут быть получены следующие варианты результатов. Если выбирается вариант, когда минимизируется время пролеживания материала, то в буферной зоне вводится величина, равная 1. Тогда результатом расчета является количество необходимого оборудования для производства объема заказа. Если выбирается вариант максимальной загрузки оборудования и КПД его использования, тогда результатом расчета является необходимое количество заготовок в буферной зоне перед каждой единицей оборудования. Результирующая форма приложения с требуемым расчетом для реализации заказа показана на рис. 2.

| N_oper | Name | Proizvod | Bufer | Time | Kol_OB |
|--------|--------------|----------|-------|------|--------|
| 20 | токарная | 68 | 1 | 1 | 1 |
| 25 | расточная | 176 | 1 | 3 | 1 |
| 30 | расточная | 107 | 1 | 2 | 1 |
| 35 | сверлильная | 193 | 1 | 4 | 1 |
| 40 | токарная | 41 | 1 | 2 | 1 |
| 45 | токарно-копи | 30 | 1 | 5 | 1 |
| 50 | токарная | 65 | 1 | 2 | 1 |
| 55 | токарная | 36 | 1 | 1 | 1 |
| 60 | комбиниров | 68 | 1 | 2 | 1 |
| 65 | расточная | 29 | 1 | 3 | 1 |
| 70 | раскатка | 91 | 1 | 2 | 1 |
| 75 | слесарная | 144 | 1 | 2 | 1 |
| 80 | промывка | 167 | 1 | 1 | 1 |
| 100 | укладыв-е | 295 | 1 | 1 | 1 |

Рис. 2. Форма расчета логистических параметров технологического процесса производства поршня

Таким образом, разработанная автоматизированная микрологистическая система производства поршня позволяет оптимизировать количество используемого оборудования в ТП, запасов предмета труда в буферной зоне производственного процесса, что позволяет сократить время принятия решения при проектировании ТП и сократить затраты производства за счет оптимизации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Табачный Е.М. Логистика : учебное пособие / Е. М. Табачный ; Московский технический университет. – М., 2002. – 196 с.

УДК 658.78.011.56:621.022.54

**АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СКЛАД ИНСТРУМЕНТА
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ
НА БАЗЕ АДРЕСНОЙ СИСТЕМЫ ХРАНЕНИЯ**

А.С. Перепелкин, С.В. Нечаюк

Одной из эффективно действующих на практике, признанных во всем мире концепций повышения качества является концепция непрерывного совершенствования «Кайдзен» [1]. С китайского языка иероглиф Кайдзен переводится как улучшения. Базовыми положениями концепции Кайдзен являются следующие: первое – улучшения осуществляются без привлечения больших капиталов путем вовлечения всех работников предприятия, второе – то, что процесс улучшений является постоянно продолжающимся. Практика использования концепции показала, что наиболее эффективным является ее применение в производственных процессах, так как для большинства производственных операций характерно то, что только малая доля суммарных затрат времени и усилий работающих реально работает на увеличение конечной потребительской стоимости товара. Путем четкого определения “ценностной характеристики” каждого конкретного изделия или услуги с позиций их конечного потребителя можно все остальные, не участвующие в формировании цены, виды деятельности сделать целью для поэтапного устранения. То есть, оценивая, какие качества продукции важны для клиента, предприятие должно стремиться искоренить процессы и операции, не создающие конечной ценности и являются потерями.

Для производства концепцией определены семь видов потерь, к основным из которых относятся такие, как «хранение материалов, деталей и полуфабрикатов между производственными стадиями», «ненужная транспортировка материалов», «ненужное перемещение людей, например, в поисках инструмента, материалов и т.д.». Анализ производственных процессов крупного машиностроительного предприятия серийного типа производства позволил установить наличие такого вида производственных потерь, ведущих к потере качества производимой продукции, увеличению себестоимости и длительности жизненного цикла ее производства. Решением этой проблемы может быть рациональная организация производственных, вспомогательных и логистических процессов на основе использования современных информационных технологий. Рассмотрим применение положений концепции Кайдзен постоянного улучшения на основе применения информационных технологий на примере совершенствования процессов хранения и поиска машиностроительного инструмента. В последнее время данный вспомогательный процесс на исследуемом предприятии – Костромском ОАО "Мотордеталь" осуществлялся с использованием автоматизированной системы склада, созданной сотрудником предприятия на базе технологий FoxPro. Однако основным недостатком такого подхода является сложность процесса передачи информации от отдельного склада в единый массив данных. Поэтому, сотрудники пред-

приятия вынуждены были вернуться к традиционным методам сбора информации с использованием бумажных носителей вручную, и только на последнем этапе использовалась информационная система учета инструмента.

В настоящее время на исследуемом предприятии созданы условия для внедрения информационных систем, построенных на базе клиент-серверных технологий. Имеется в наличии полноценный сервер, создана и постоянно развивается локальная сеть предприятия, что позволяет разработать автоматизированную складскую систему с поддержкой удалённого администрирования и единой базой данных. На рынке программного обеспечения предлагаются системы автоматизированного склада универсального назначения, которые, как известно, требуют адаптации к технологиям учета и хранения различных производственных объектов с учетом особенностей предприятия. Поэтому собственные разработки автоматизированных приложений не только экономически более выгодны, но значительно проще и эффективнее в использовании. Использование автоматизированного склада значительно сократит время учета и поиска инструмента, что позволит оптимизировать и его маршрутизацию в рамках склада.

Однако, используя подход концепции постоянного улучшения производственных процессов Кайдзен, существует возможность дальнейшего совершенствования этих процессов при их автоматизации на основе адресного подхода хранения инструмента. Адресная подход – это автоматизированный процесс оптимизации размещения на складе с учетом характеристик склада (количество ячеек), а также системное управление пополнением и взятием объектов (в нашем случае инструмента). Существует два способа организации адресной системы: статическое, которое характеризуется расположением объектов в адрес области хранения, соответствующей группы, и динамическое, при котором хранения за группой не закреплена определенная область склада. При втором способе работа производится по принципу камеры хранения, а поступающий на склад товар распределяется на любое свободное место [2]. На практике наиболее эффективно сочетание этих двух методов, при котором на объекты хранения могут накладываться ограничения, определяющие место их хранения на складе. Динамический аспект означает то, что внутри области хранения все ячейки равнозначны, и поэтому не имеет значения, в какую ячейку области товар будет размещен.

Для разработки алгоритмов при проектировании автоматизированной системы была проведена формализация процесса адресного размещения инструмента на складе. Деталь, для обработки которой необходимо использовать инструмент, хранимый на складе, может состоять из нескольких конструктивных элементов (Э_n), каждый из которых формируется в результате нескольких операций (О_m). Для каждой операции используется конкретный инструмент (И_i). Комплект состоит из одного или нескольких инструментов и может использоваться для обработки различных деталей. Каждый инструмент может входить в несколько комплектов, пример группирования комплекта приведен на рис. 1.

Схема формирования комплекта инструмента для обработки детали приведена на рис. 2.

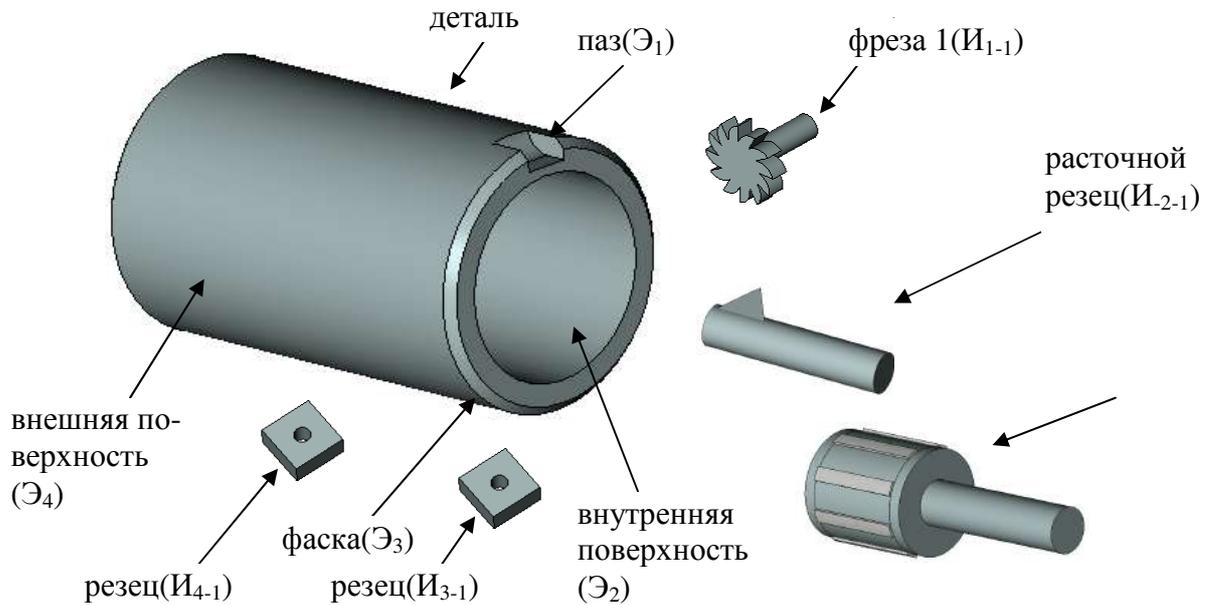


Рис. 1. Группирование комплекта инструмента для обработки детали

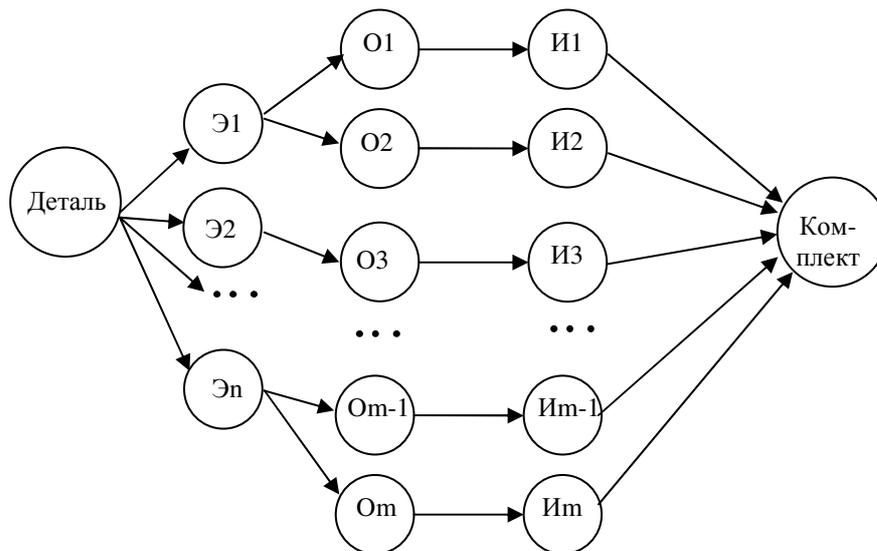


Рис. 2

На базе выбранного подхода адресного хранения инструмента разработана автоматизированная система хранения и учета инструмента, ориентированная на работу в локальной сети предприятия с максимальным использованием имеющихся ресурсов. Для системы выбрана архитектура «клиент-сервер», что основано на возможности доступа из локальной сети и предусматривает всего лишь одно требование для клиентов данной системы – это наличие соединения с сетью. Кроме того, выбор архитектуры диктуется наличием программных и технических средств на предприятии.

В этом случае система разбивается на две части – клиентскую и серверную, которые могут выполняться в разных узлах сети. Прикладная программа или конечный пользователь взаимодействуют с клиентской частью системы, которая в простейшем случае просто обеспечивает над сетевой интерфейс.

Основными функциями программы «Автоматизированный склад» являются: поиск, возврат инструмента; дополнение и изменение информации об инструменте. Кроме того, система содержит окна конструкции стендов с ячейками хранения инструмента и различные формы отчетов. В справочниках программы осуществляется добавление, редактирование, удаление сплавов, фирм изготовителей, мест хранения, изделий, цехов, участков, линий, операций, оборудования и пользователей.

На рисунке 3 показана экранная форма добавления нового инструмента на склад и изменения данных об инструменте.

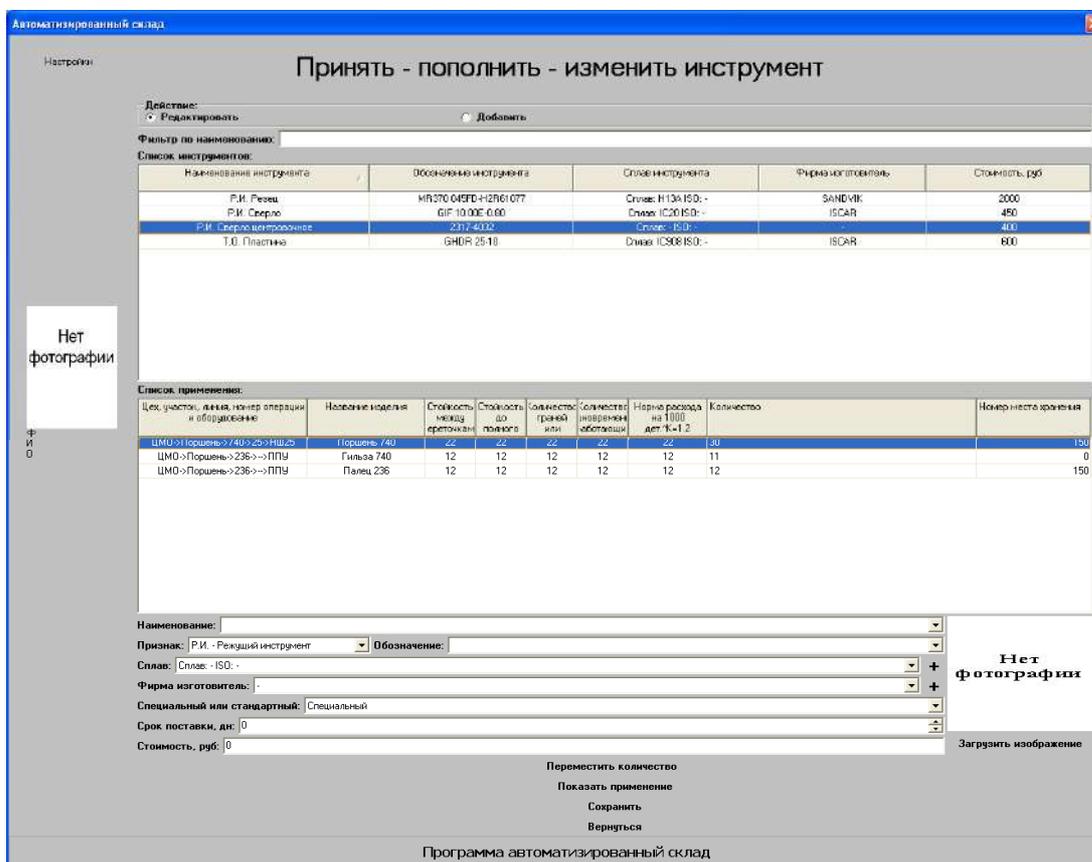


Рис. 3. Экранная форма приложения

Программа позволяет получать такие формы отчетов, как нормы расхода, ведомости оснастки, ведомости потребности в режущем инструменте, детальный список склада, ведомости применения инструмента, статистику пользователей, списки инструмента для изделий, ведомости поиска инструментов по заданным параметрам.

В программе предусмотрено получение экранных форм конструкции стендов, приведенных на рис. 4.

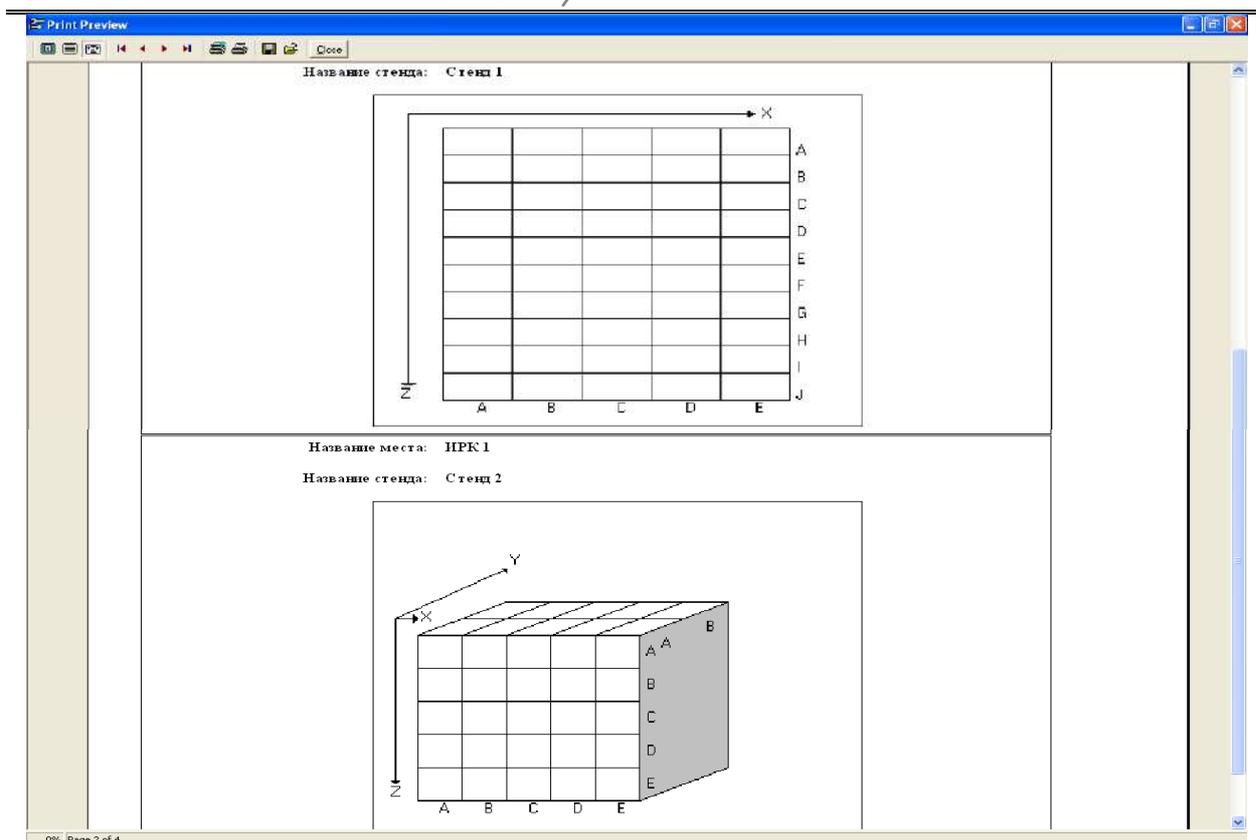


Рис. 4. Форма конструкции стенов

Таким образом, использование автоматизированной программы учета и хранения инструмента с применением системы его адресного хранения позволяет повысить эффективность работы склада машиностроительного предприятия. Повышение эффективности осуществляется за счет сокращения времени, затрачиваемого на поиск необходимого инструмента на складе машиностроительного предприятия и снижения трудозатрат на машиностроительном предприятии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Имаи М. Гемба кайдзен: путь к снижению затрат и повышению качества / Ма-сааки Имаи. – М. : Альпина Бизнес Букс, 2005. – 346 с.
2. Автоматизированный склад для хранения и выдачи инструмента ToolBoss // Стружка. – 2005. – № 12. – С. 23–27.

УДК 553.97

СИСТЕМНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФУНКЦИЙ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ВЛИЯНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗВИТИЯ ТОРФЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ О.А. Кутузова

Принятие наиболее рациональных управленческих решений по планированию, развитию и управлению территориально – распределёнными про-

мышленными производствами (комплексами) осложняется необходимостью учёта пространственного влияния объектов инфраструктуры. Дорожно-транспортные сети, производственные и энергетические системы, сети торговли и т.д. отличаются тем, что главным фактором, влияющим на процессы проектирования, создания и управления такими объектами является территориальная распределённость, в значительной степени определяющая взаимодействие и эффективность их функционирования.

Данными причинами обусловлено появление в последние десятилетия целого направления в теории и практике принятия решений при проектировании и управлении – это системный, интеграционный подход к анализу и учёту пространственного фактора как определяющего их функционирование. Наиболее системно и методически обосновано, идея анализа свойств территориально – распределённых объектов была сформулирована профессором Удмурдского государственного университета Голевым Р.В., которую он оформил в виде метода определения топологических объектных свойств территории (ТОСТ-метод). Этот метод основывается на структурном представлении обрабатываемой информации. Рассмотрим особенности применения этого метода для анализа и выбора наиболее перспективных торфяных месторождений для промышленного использования. Информационной основой анализа является созданная ГИС торфяных залежей Костромской области. Оцифровка проводилась с общегеографической карты Костромской области. Информация о торфяных месторождениях взята из справочника торфяного фонда Костромской области [1].

На карту нанесены 569 месторождений площадью от 1 до 10 га, 458 месторождений площадью от 11 до 100 га, 167 месторождения площадью от 101 до 1000 га и 26 месторождений площадью более 1000 га.

Базы данных содержат 36 характеристик месторождений: площадь, глубина залегания, объём залежей, тип торфа, его химический состав.

Алгоритм практического использования «ТОСТ-метода» для оценки и исследования территории торфяных массивов состоит в следующем:

1. Определение наиболее значимых объектов обследуемой территории.
 - 1.1. Формирование перечня объектов.
 - 1.2. Нанесение объектов на карту исследуемой территории.
2. Определение свойств объектов обследуемой территории.
 - 2.1. Формирование и классификация перечня свойств объектов.
 - 2.2. Задание конкретных значений всех свойств объектов, участвующих в исследовании свойств территории.
 - 2.3. Ранжирование и сведение к нормированной безразмерности свойств объектов с учетом цели анализа
3. Математическое моделирование топологии объектных свойств территории.
 - 3.1. Формирование математических моделей функций пространственного распределения свойств выделенных объектов в безразмерном нормированном виде.

2. Свойства объектов обследуемой территории.

К наиболее значимым свойствам торфяных залежей относятся: запас торфа 40-% влажности; зольность; степень разложения.

Конкретные данные по рассматриваемым месторождениям представлены в таблице 1.

Таблица 1

Значения свойств объектов

| Название | | Запас торфа 40-% влажности, тыс.тонн | Зольность А | Степень разложения R |
|------------------|----|---|----------------|-------------------------|
| Большое | 1 | 2536 | 17.3 | 67 |
| Песочное | 2 | 56 | 4.8 | 45 |
| Чернышовское | 3 | 52 | 6.5 | 44 |
| Белолужье | 4 | 265 | 31.9 | 70 |
| Тыновка | 5 | 13 | 28 | 59 |
| Варакинский | 6 | 33 | 40.5 | 53 |
| Филино | 7 | 10 | 9.3 | 67 |
| Чапыга | 8 | 21 | 14 | 52 |
| Козловское | 9 | 242 | 3.4 | 35 |
| Манкурсткое | 10 | 1302 | 4.6 | 27 |
| Корабль и Чистое | 11 | 1134 | 5.4 | 24 |
| Бубенево | 12 | 45 | 2.1 | 16 |

Методика ранжирования объектов и свойств состоит из следующих этапов:

- объекты выстраиваются по убыванию веса выбранного свойства;
- максимальный объект принимает вес равный единице.
- назначается относительное уменьшение значимости в парной последовательности объектов для каждой пары.
- ряд сводится к нормированной безразмерности выбранного свойства объекта.

В результате проведения этих операций получен ранжированный по объемам запасов список месторождений, который представлен в таблице 2.

Таблица 2

Ранжированный список объектов

| Название | | Нормирование по запасам, αV | Нормирование по зольности, αA | Нормирование по степени разложения αR |
|------------------|----|---|---|---|
| Большое | 1 | 1 | 0,428 | 0,957 |
| Манкурсткое | 10 | 0,513 | 0,116 | 0,386 |
| Корабль и Чистое | 11 | 0,447 | 0,136 | 0,343 |
| Белолужье | 4 | 0,105 | 0,878 | 1 |
| Козловское | 9 | 0,096 | 0,086 | 0,5 |
| Песочное | 2 | 0,031 | 0,121 | 0,643 |
| Чернышовское | 3 | 0,029 | 0,161 | 0,629 |
| Бубенево | 12 | 0,025 | 0,053 | 0,229 |
| Варакинский | 6 | 0,018 | 1 | 0,757 |
| Чапыга | 8 | 0,011 | 0,348 | 0,743 |
| Тыновка | 5 | 0,007 | 0,692 | 0,843 |
| Филино | 7 | 0,005 | 0,23 | 0,757 |

Взвешенная величина отклонения отдельных значений показателей от средней величины определяется по формуле:

$$\sigma = \sqrt{\sum (X_N - X_{\text{ср}})^2 / (N-1)},$$

где X_N и $X_{\text{ср}}$ – значение параметра N – ого объекта и среднее значение этого объекта.

Среднеквадратическое отклонение степени затухания влияния объема залежи $\sigma_V = 2,211$, зольности $\sigma_A = 4,081$, степени разложения $\sigma_R = 7,459$.

3. Формирование математических моделей функций плотности j -х свойств для всех i -х объектов имеет следующий вид

$$\mu_A(x, \sigma, c, b) := \exp \left[- \left[\frac{(x - c)}{\sigma} \right]^{2 \cdot b} \right],$$

где X – расстояние распространения влияния,

c, b, σ – параметры, определяемые экспертно на основе данных таблицы 2.

С помощью разработанной подпрограммы моделирования [2] на основе использования данной функции определяется пространственное влияние каждого месторождения и затем эти «влияния» суммируются

В результате определяем свойства каждой точки территории через влияние торфяных объектов, находящихся на данной территории. Графически это влияние представляется в виде поверхности (виртуального рельефа). В частности, на рис. 2 представлена карта при принятом диапазоне влияния, равном 8 км.

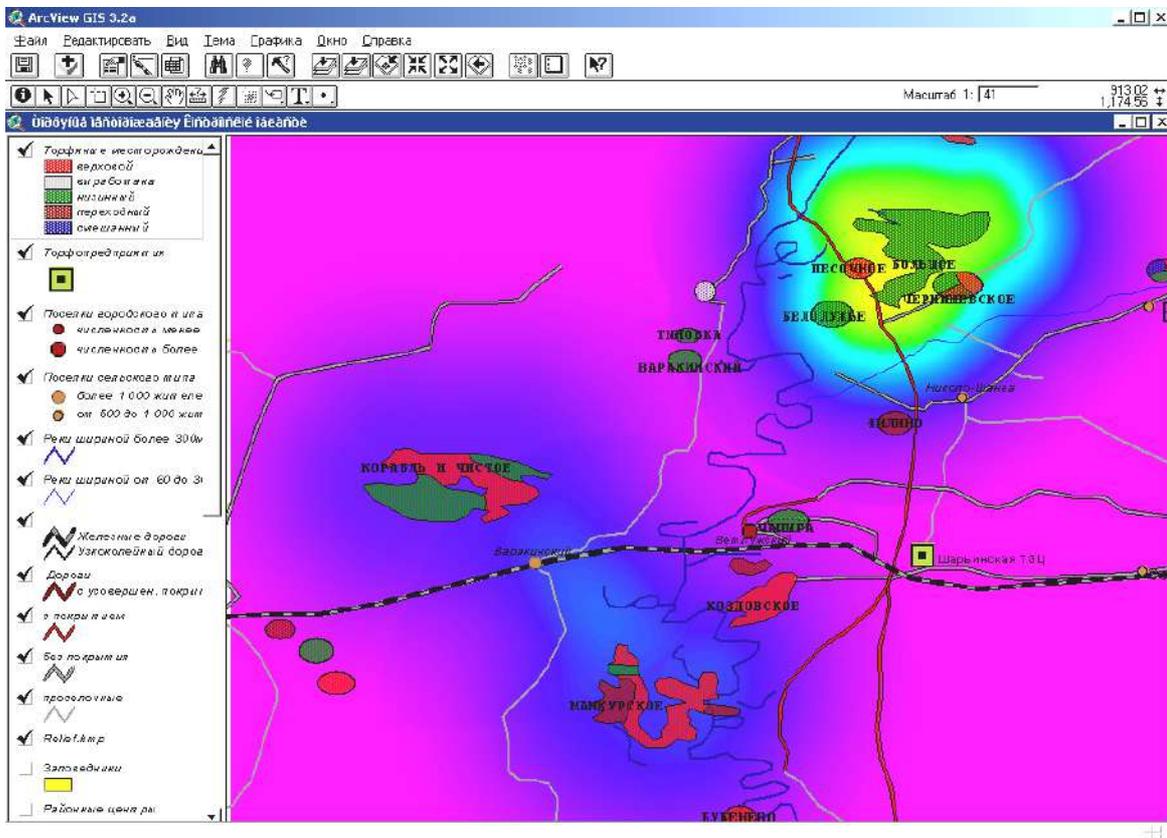


Рис.2. Фрагмент электронной карты, с выделением цветом территориального влияния торфяных месторождений

В настоящее время для полного анализа территориальной ситуации осуществляется разработка моделей и определение значений параметров влияния транспортных коммуникаций, так как оценка перспектив промышленного использования месторождения должна быть дополнена рельефом, учитывающим эти коммуникации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Справочник торфяного фонда Костромской области. – Кострома, 1971.
2. Гнатюк А.Б. Геоинформационные системы и их применение в управлении территориально распределёнными объектами / А. Б. Гнатюк, Б. А. Староверов. – Кострома : КГТУ, 2006. – 115 с.

УДК 681.5

РАСПРЕДЕЛЕННАЯ АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ТЕРМООБРАБОТКИ СВАРОЧНЫХ ЭЛЕКТРОДОВ

В.В. Олоничев, Д.С. Плотникова

В статье предлагается распределенная автоматизированная система, основу которой составляет фоновый процесс, выполняющийся на ЭВМ, подключенной с одной стороны к сети терморегуляторов через интерфейс RS-485, а с другой стороны к локальной сети, в которой имеется сервер БД, на котором хранятся базовые программы термообработки и хранимые процедуры для их коррекции, а также неограниченное количество клиентов, осуществляющих программное управление или мониторинг и процессов термообработки.

Выбранным нами для автоматизации процессом является термообработка сварочных электродов. Данная технологическая операция производится в специализированных камерных печах с электрическим нагревом и обычно включает в себя две стадии: провяливание и прокалка. На этих этапах температура в печи стабилизируется на заданном уровне, который зависит от марки электродов и может изменяться в пределах от 80 до 400 градусов. На стадии провяливания производится сушка электродов в мягком режиме; на стадии прокалики – окончательная досушка. При переходе с одной стадии на другую температура в печи должна подниматься достаточно плавно. Продолжительность провяливания и скорость первоначального подъема температуры зависят от начальной температуры и влажности электродов. Начальная влажность электродов может изменяться в диапазоне от 10 до 4 процентов и зависит от многих факторов, которые трудно стабилизировать в условиях реального производства, в частности от продолжительности естественного провяливания на рамках после опрессовки, а также плотности жидкого стекла, входящего в состав обмазки, и давления пресса. Кроме того, электроды могут быть предварительно пропущены через конвейерную сушильную печь, и в этом случае стадия провяливания может быть пропущена [2]. В таких условиях использование программных терморегуляторов неэффективно, так как последние предполагают работу с небольшим количеством неизменяемых в процессе эксплуатации программ.

На Судиславском заводе сварочных материалов разработана и внедрена распределенная система для термообработки сварочных электродов. Она использует набор базовых программ термообработки, хранящихся в базе данных, и реализует алгоритмы их коррекции по начальным условиям. Центральная ЭВМ передает требуемые значения уставок на терморегуляторы, а те, в свою очередь, управляют работой исполнительных механизмов. В данной системе используются терморегуляторы, выпускаемые, Российской фирмой «Овен», оснащенные интерфейсом RS-485, позволяющим осуществлять не только получение информации о текущих значениях контролируемых параметров для последующего анализа и обработки, но и изменять настройки прибора без остановки процесса регулирования. Управление исполнительными механизмами терморегуляторами, а не самой ЭВМ снижает нагрузку на сеть RS-485 за счет уменьшения частоты опросов; а в случае остановки центральной ЭВМ работа прокаточных печей может быть продолжена в режиме ручного изменения уставок.

Для этой системы (рис. 1) необходимы два сервера: сервер баз данных и сервер терморегуляторов, а также локальная сеть, к которой может быть подключено неограниченное количество клиентов. На сервере баз данных хранится информация, необходимая для получения программ термообработки, т.е. таблиц, задающих зависимость температуры в камерной печи от времени. Для модификации программ термообработки электродов в зависимости от их начальной влажности и температуры используются хранимые процедуры, поскольку все бизнес-правила желательно хранить на стороне сервера, в качестве которого используется PostgreSQL на 64-х разрядной ОС Linux.

В функции сервера терморегуляторов входит получение и обработка запросов от клиентов, выполняющих программу термообработки. Запрос включает в себя коды параметров, которые следует прочитать с прибора и отправить клиенту, а также коды и значения параметров, которые следует отправить на прибор для записи.

Для дальнейшей автоматизации данного процесса перед нами возникают следующие задачи:

1. Изучение объекта управления – печи. Для этого необходимо построить математическую модель объекта. Сложность на этом этапе заключается в том, что температура внутри печи распределена не равномерно, что осложняет моделирование.

2. Рассмотрение возможных способов управления данным процессом, выбор наилучшего способа. Построение наиболее подходящего для этой системы регулятора.

3. Изучение передачи данных по сети терморегуляторов и локальной сети на предмет обеспечения требуемой для технологического процесса скорости.

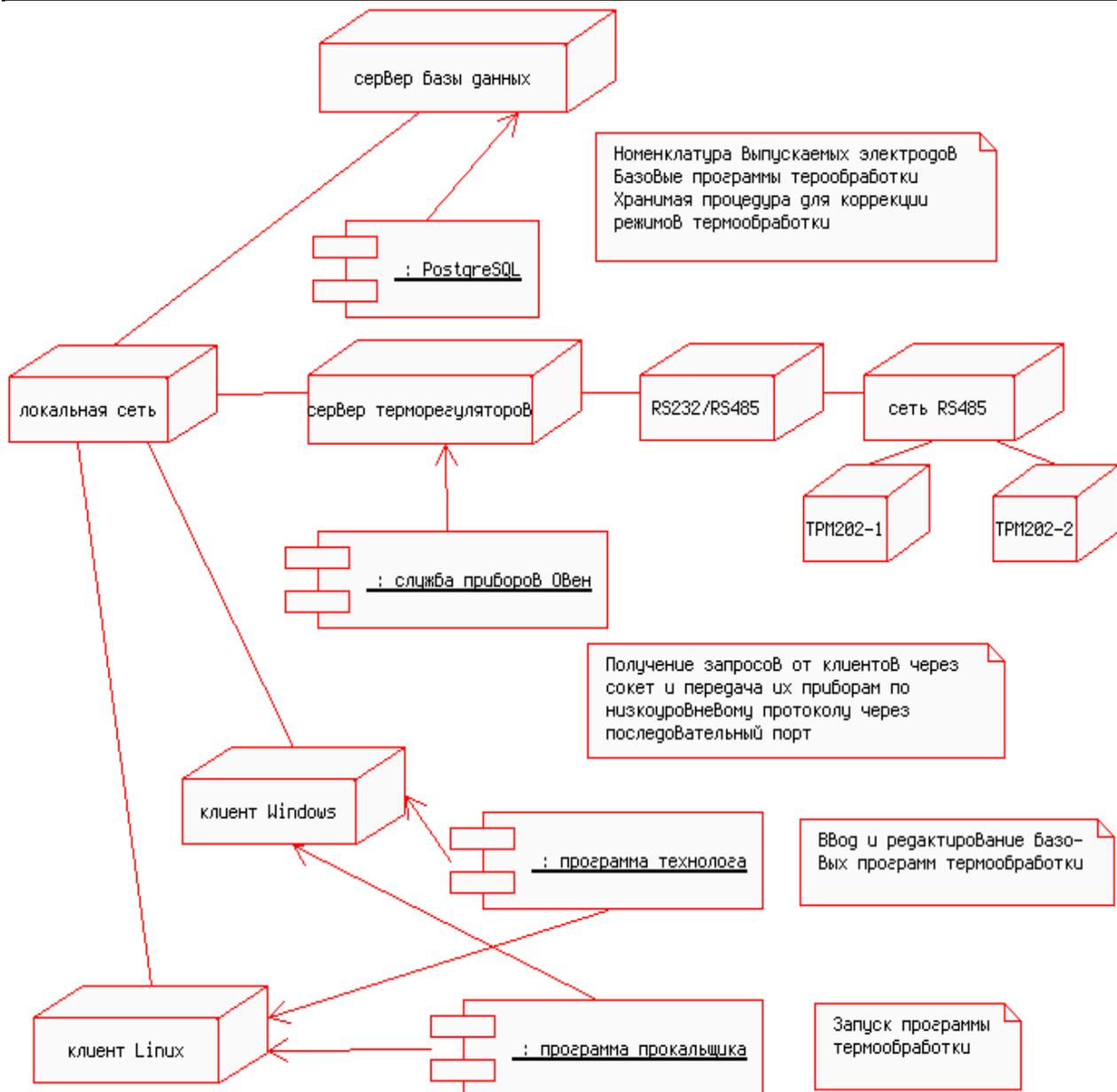


Рис 1. Диаграмма развертывания автоматизированной системы термообработки электродов

ЛИТЕРАТУРА

1. Овен: Каталог продукции, программное обеспечение, паспорта и руководства по эксплуатации. Версия 09.07.[Электронный ресурс]. – Режим доступа : file:///mnt/cdrom/pass.
2. Сварочные материалы для дуговой сварки : справочное пособие : в 2-х т. Т. 2: Сварочные проволоки и электроды / Н. Н. Потапов, Д. Н. Баранов, О. С. Каковкин [и др.] ; под общ. ред. Н. Н. Потапова. – М. : Машиностроение, 1993. – 768 с.

УДК 377.4:621.187

ОБУЧАЮЩАЯ ПРОГРАММА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ОСНОВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ И ОСОБЕННОСТЕЙ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОТОПИТЕЛЬНОЙ КОТЕЛЬНОЙ

А.Е. Савенков, С.А. Чистяков, И.Н. Моклокова, В.Г. Шуваев _____

Обучающая программа является частью программного комплекса, направленного на изучение вопросов автоматизации теплофикации городского хозяйства, на изучение технологического процесса и оборудования отопительной котельной.

Значительная часть тепловой энергии (до 30%), необходимой для нужд отопления и горячего водоснабжения, вырабатывается районными котельными, которые обеспечивают централизованное теплоснабжение бытовых и производственных потребителей. Задача их автоматизации особенно актуальна сегодня. Решение этих задач позволит не только существенно сократить потребление тепловой энергии (сегодня потребление энергетических ресурсов в РФ в разы превышает потребление в развитых странах), но и обеспечить качественно иной уровень обслуживания населения, доступный сегодня лишь в индивидуальных отопительных системах.

Задачи автоматизации теплоснабжения и обеспечения оптимальных режимов работы теплопроизводящих, теплопередающих и теплоиспользующих установок осложняются устаревшим оборудованием, плохим состоянием тепловых сетей. Решение поставленных задач возможно лишь на основе анализа технологических процессов, модернизации и автоматизации существующего оборудования, внедрения новых современных методов управления.

Операторы котельных обязаны хорошо знать технологический процесс, принцип действия, устройство и особенности функционирования оборудования, владеть знаниями в области научной организации труда и техники безопасности. Необходимые материалы по всему комплексу данных вопросов сосредоточены в различных нормативных, производственно-технических источниках, использование которых в практической работе не всегда удобно. В связи с сезонностью производства для каждой котельной разработаны правила организации работы с персоналом, которые предусматривают обучение новых рабочих, переподготовку в установленные сроки, повышение квалификации, специальную подготовку и проверку полученных знаний. Данная программа обязана помочь в решении данных вопросов в условиях действующего производства и, кроме того, может быть полезна студентам, изучающим автоматизацию технологических процессов в теплоэнергетике.

Обучающая программа знакомит первоначально с упрощенной технологической схемой (рис.1) основными контурами и основным оборудованием котельной [1].

Изучая технологический процесс, обучаемый может выделить любой из технологических контуров или несколько из них, щелкнув мышкой, вызвать схему и описание соответствующего оборудования (рис. 2) [1].

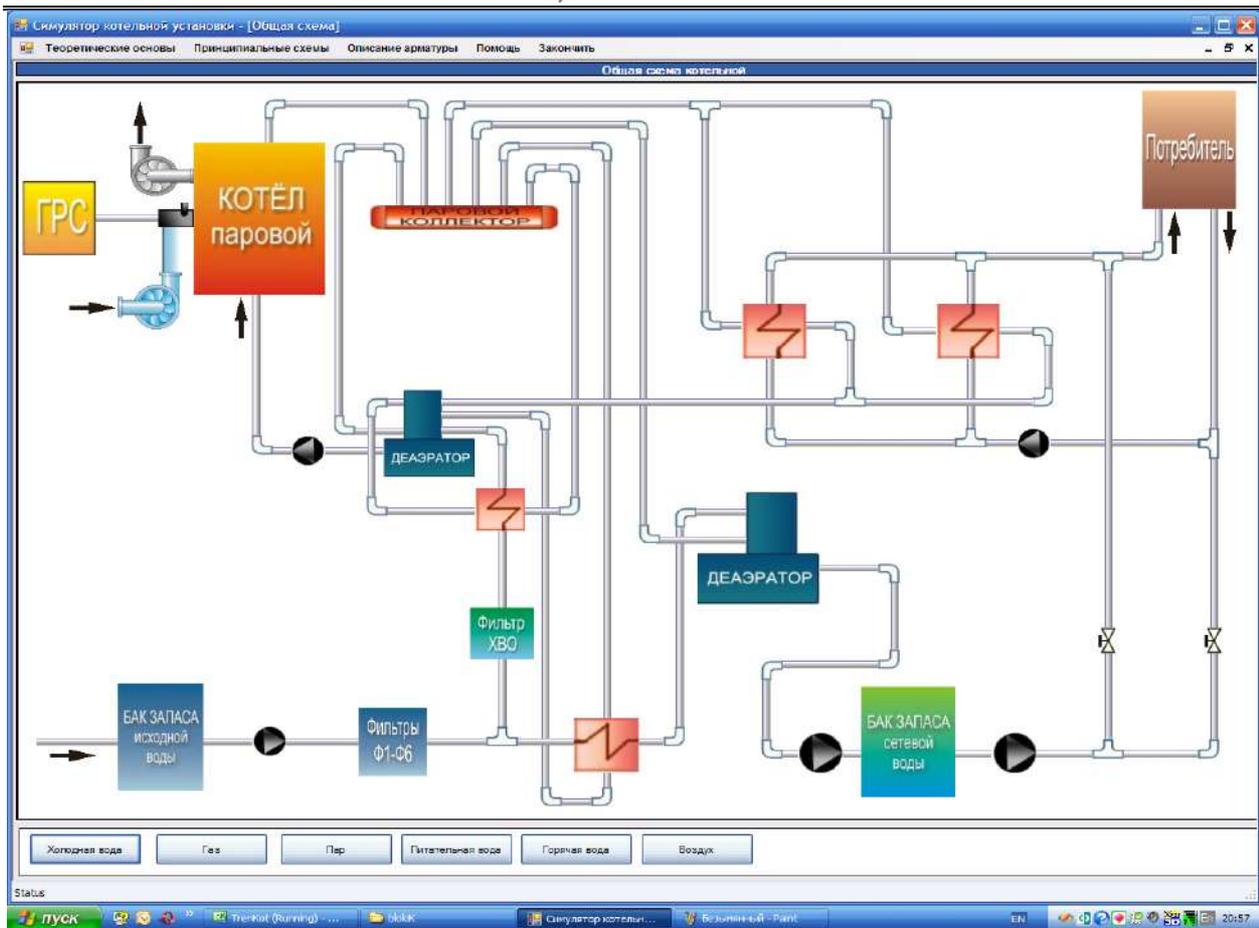


Рис. 1. Упрощенная технологическая схема котельной

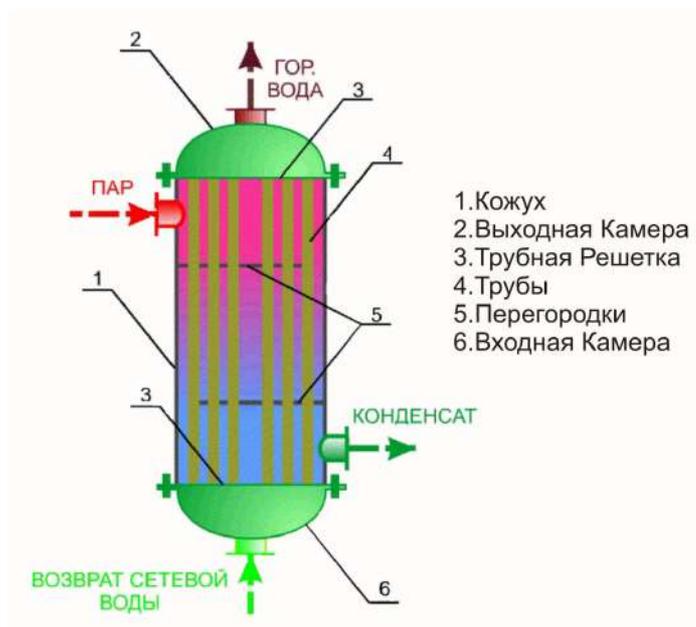


Рис. 2. Подогреватель сетевой воды

После изучения упрощенной схемы можно перейти к полной схеме котельной и изучить её функционирование до мелочей. В случае затруднения следует только навести указатель мыши на элемент схемы, и всплывает подсказка (рис.3).

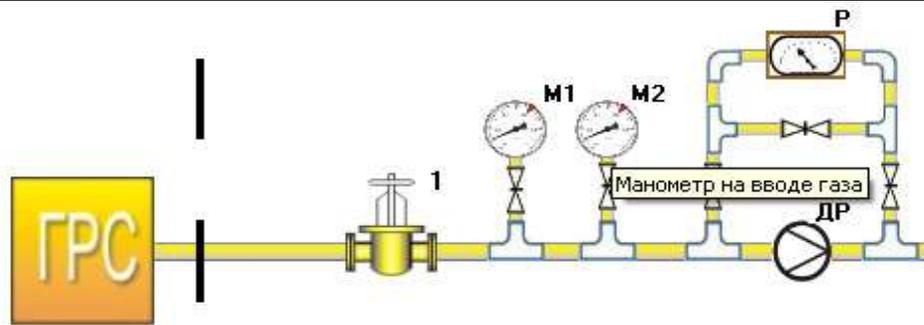


Рис. 3. ГРП манометр на вводе газа

Универсальность предлагаемого программного комплекса состоит в том, что он жестко не связан с математическими моделями объектов управления, т.к. не решает задач исследования поведения объектов в динамических режимах, а лишь имитирует определенную последовательность действий регламентируемых технологическим процессом.

В программе предусматривается 3 режима:

- *Ознакомительный режим* дает возможность ознакомиться с технологическим процессом и оборудованием котельной.
- *Режим обучения* позволяет изучить последовательность операций при различных режимах котельной.
- *Режим тестирования* предполагает контроль знаний последовательности операций с выявлением и численным указанием допущенных ошибок.

Программа обладает интуитивно понятным интерфейсом и позволяет работать с ней людям, имеющим минимальный опыт работы с ПК. Программа опробована в учебном процессе.

При создании программы был использован пакет Microsoft Visual C# [2–5].

Системные требования: ПК с частотой CPU от 600 МГц и свободным местом на HDD – 50 Мб; система ОС Windows любых версий.

Выводы

1. В статье представлена программа представляющая практический интерес и позволяющая сделать процесс обучения более наглядным.

2. В программе предусмотрен контроль знаний, полученных в ходе обучения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Быстрицкий Г.Ф. Энергосиловое оборудование промышленных предприятий : учебное пособие / Г. Ф. Быстрицкий – М. : Академия, 2004. – 304 с.
2. Жарков В.А. Компьютерная графика, мультимедиа и игры на Visual C# / В. А. Жарков. – М. : Жарков Пресс, 2005. – 812 с.
3. Лабор В.В. C#. Создание приложений для Windows / В. В. Лабор. – Минск : Харвест, 2003. – 384с.
4. Троелсен. Э. C# и платформа .NET. Библиотека программиста / Э. Троелсен. – СПб. : Питер, 2004. – 796с.
5. Шилдт Г. Полный справочник по C# / Г. Шилдт : пер. с англ. – М. : Вильямс, 2004. – 752с.

УДК 677.021

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ МОРФОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ЛЬНЯНЫХ СТЕБЛЕЙ¹

В.А. Болонкин

Одной из проблем селекционной работы со льном, которые существуют в настоящее время, является отсутствие простых и надежных методов оценки материала. В данный момент морфологический анализ является [1] достаточно надежным способом оценки качества одиночных растений льна. Он основан на расчете вспомогательных характеристик стеблей. Ввиду значительной трудоемкости объем проб бывает, как правило, небольшим – всего несколько экземпляров. Это приводит к снижению точности оценки в целом. Решением указанной проблемы является [2] разработка метода оценки морфологических характеристик стеблей по их фотоизображениям, полученным с применением современной цифровой техники.

В настоящее время нами разрабатывается программный комплекс, который позволяет по фотографии стебля определить его геометрические характеристики и на основе полученных данных дать оценку представленному образцу.

Работа с программным комплексом проходит в несколько этапов. Во-первых, необходимо получить фотографии стеблей. Для этого растения помещаются на листы белой бумаги (для автомасштабирования на первом листе печатается 5-сантиметровый мерный отрезок). Съемки производятся с помощью 12-мегапиксельной фотокамеры. Освещенность должна быть равномерной по площади. Свет может быть как комнатным, так и искусственным. Требуется отсутствие резких теневых перепадов [3].

После того как фотографии получены, их копируют на ЭВМ и загружают в программный комплекс. С изображением проводится подготовительная работа – настраиваются параметры автоматического анализа. Известно, что белые листы светлее льняного стебля. На основе этого подбираются нижняя и верхняя (верхняя, как правило, всегда максимальная – абсолютно белая) цветовые границы, в пределах которых изображение будет отмечено как фон. То, что в них не попадет, считается стеблем. В настоящее время этап подбора занимает примерно 1-2 минуты и почти всегда сопровождается несколькими пробными запусками обработки (по их результатам судят об адекватности настроек).

После выбора параметров происходит анализ изображения. В зависимости от производительности компьютера и размера фотографии его продолжительность составляет 10–30 секунд. Осуществляется количественная оценка таких морфологических показателей, как общая длина стебля, длина соцветия, техническая длина, толщина стебля в средней части, у соцветия и в комлевой части. На основе полученных данных рассчитываются мыклость и сбежистость.

¹ Работа выполнена под руководством С.М. Вихарева

Программа сохраняет изображение-результат обработки, по которому можно судить об адекватности анализа. На картинке отмечаются точки начала и конца стебля, точка конца соцветия, середина технической длины.

Если есть сразу несколько изображений стеблей одного сорта-образца, возможен пакетный анализ фотографий по заданным параметрам. Результаты обработки записываются в текстовый файл. В нем хранятся результаты для каждого из стеблей, а также средние значения всех морфологических характеристик, среднеквадратических отклонений и коэффициентов их вариации.

Для проверки программного комплекса были проведены [4] рекогносцировочные исследования – стебли льна сначала измерялись вручную, затем с применением программных средств. Результаты обработки приведены на рисунках 1 и 2.

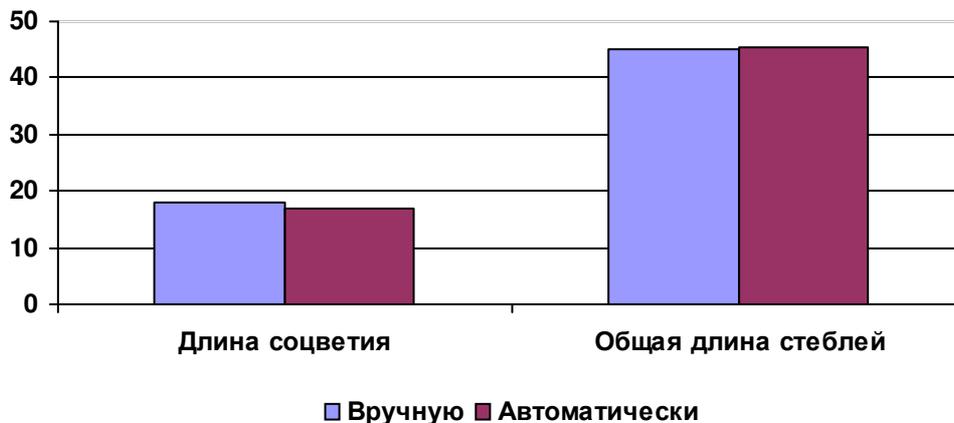


Рис 1. Результаты измерения длины стеблей вручную и с помощью разработанных программных средств (в см)

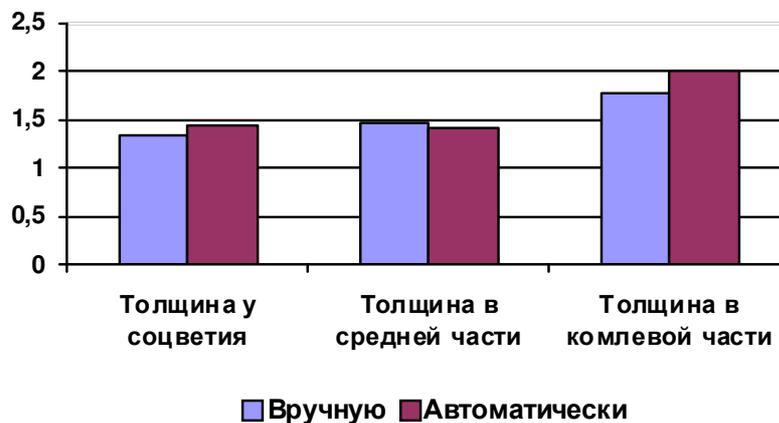


Рис 2. Результаты измерения толщины стебля вручную и с помощью разработанных программных средств (в мм)

Проведенный корреляционный анализ значений, полученных при анализе вручную, и значений, полученных после обработки изображений программным комплексом, показал наличие прямой сильной связи между такими показателями, как общая длина, техническая длина и толщина в середине стебля, а также прямой средней связи между такими показателями, как толщина у соцветия и толщина на конце.

Преимущество автоматического распознавания свойств льна по морфологическим признакам заключается в том, что программная обработка занимает меньше времени, чем ручная. Кроме того, при фотосъемке не происходит деформации стеблей. Применение программных средств также дает возможность стандартизировать морфологический анализ, сделать статистическую обработку результатов и сравнить полученные массивы данных.

Однако необходимо также отметить и проблемы, с которыми придется сталкиваться при использовании программного комплекса. Первая проблема – получение качественных фотографий. Помимо современной техники, необходимо также и оборудованное место для съемок, с хорошим освещением. Перед получением изображений следует избавляться от визуальных помех. Главное, что может помешать адекватному анализу, – это тень, которую отбрасывают приподнятые над поверхностью части стебля. Решением этой проблемы может стать помещение стебля под стекло. Но в этом случае возможны нежелательные блики. Всем стеблям свойственна изогнутость. При нахождении длины это учитывается, однако не берется в расчет при определении толщины. Поэтому алгоритм нужно усовершенствовать. Кроме того, на подбор настроек тратится определенное время. В идеале программный комплекс параметры обработки должен определять автоматически. А для этого фотографии должны быть максимально возможного качества.

Разработанный программный комплекс позволяет оценивать качество льна по таким морфологическим признакам, как длина и толщина стеблей. Были проведены рекогносцировочные исследования, свидетельствующие об адекватности результатов морфологического анализа, полученных предлагаемым способом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тихвинский С. Ф. Улучшение качества прядильного льна / С. Ф. Тихвинский. – Ленинград, 1978.
2. Федосова Н. М. Разработка методики прогнозирования технологической ценности льна-межеумка / Н. М. Федосова, Е. Л. Пашин // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института по переработке лубяных волокон. – Кострома, 2007. – № 3.
3. Виноградова А. Е. Определение группы цвета льняного волокна / А. Е. Виноградова, Е. Л. Пашин // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института по переработке лубяных волокон. – Кострома, 2007. – №3.
4. Болонкин В. А. Автоматизация оценки технологической ценности льна по морфологическим признакам / В. А. Болонкин // Современные наукоемкие инновационные технологии развития промышленности региона : сб. тр. международной научно-технич. конф. – Кострома : КГТУ, 2008.



**ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ
ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА.
ХИМИЯ. ЭКОЛОГИЯ**

УДК 681.5

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ЛИНИЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ ФАНЕРЫ

А.Г. Горбачева, Е.В. Саликова, В.П. Чулков

Фанерные предприятия имеют в своем составе целый ряд производственных участков, каждый из которых выполняет определённую функцию в технологическом процессе. От организации транспортировки обрабатываемого продукта внутри участков и между участками зависит эффективность работы предприятия в целом.

Переход к стационарному автоматизированному транспорту входит в число задач, решаемых в процессе модернизации одной из производственных площадок предприятия ОАО «Фанплит». В данной работе рассматриваются вопросы разработки системы управления автоматизированной линией обрезки фанеры.

В настоящее время транспортировка фанеры на линии обрезки выполняется с помощью электрокаров. Электрокары, являясь универсальными механизмами, могут выполнять переместительные и погрузочно-разгрузочные операции. Однако эксплуатация электрокаров вызывает определённые организационные трудности, связанные с тем, что одна машина должна обслуживать большое количество позиций. Зачастую несколько участков одновременно требуют услуг электрокара, что может привести к простоею части участков.

Для решения этой проблемы предлагается установить автоматизированную стационарную транспортную линию, связывающую участки обрезки и шлифования фанеры. Структурная схема линии представлена на рис.1. В ее состав входят: две траверсные тележки (Т14, Т18); станция перекрёстная (СП17); три приводных рольганга (Р15.1, Р15.2, Р15.3); рольганг разгрузочный (Р16).

Цепи управления электродвигателями транспортного оборудования М1 – М10 размещены в шкафу управления (ШУ). На дверке ШУ размещен пульт управления (ПУ) для управления транспортом в ручном режиме.

Позиции тележки определяются датчиками положения. На каждой позиции установлено по 2 датчика: первый определяет нахождение тележки около позиции и подаёт сигнал на уменьшение скорости движения. Это датчики Д1, Д3, Д5, Д7. Второй определяет нахождение тележки на позиции и подаёт сигнал на блокировку движения. Это датчики Д2, Д4, Д6, Д8. Перемещение тележек сопровождается мигающим светофором и сиреной.

Наличие стопы определяется датчиками положения Д9 – Д16. Цикл перегрузки возможен только при наличии стопы на поверхности (тележки, рольганга, поворотного стола), с которой она перегружается, и при отсутствии стопы на поверхности, на которую она перемещается.

Для предотвращения наезда тележки на рольганг предусматривается защита от наездов П1-31, П2-32, П3-33, П4-34. Подключение датчиков и электродвигателей к ШУ осуществляется через разветвительные коробки КР1 – КР7.

Управление работой линии производится от программируемого контроллера «Siemens» S7-200 в соответствии в программой, введённой в его память. Контроллеры этой серии обладают такими преимуществами, как высокая эффективность при небольших затратах, простота монтажа, программирования и обслуживания, работа в реальном масштабе времени, компактные размеры.

Программа управления предусматривает два режима работы: ручной и автоматический.

Алгоритм автоматического режима работы приведен на рис. 2.

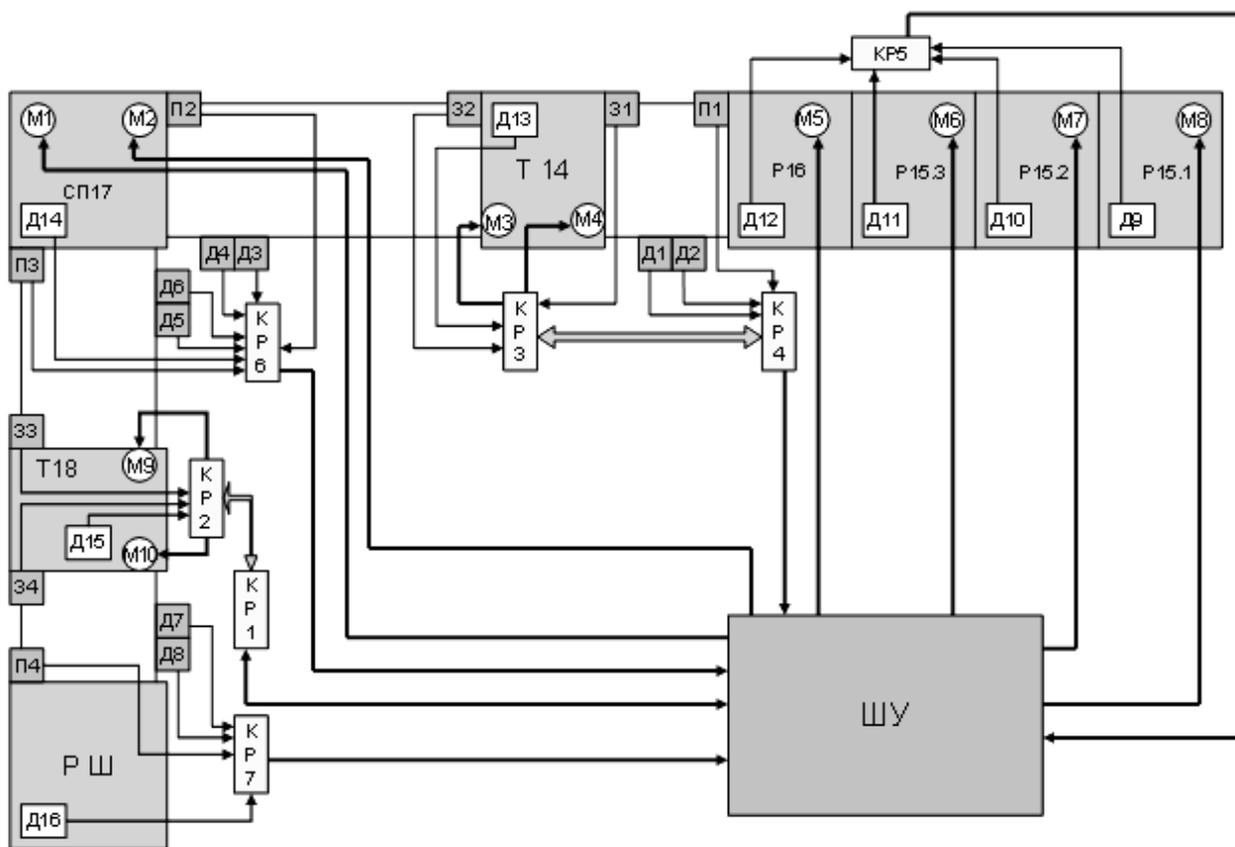


Рис. 1. Структурная схема автоматизированной транспортной линии

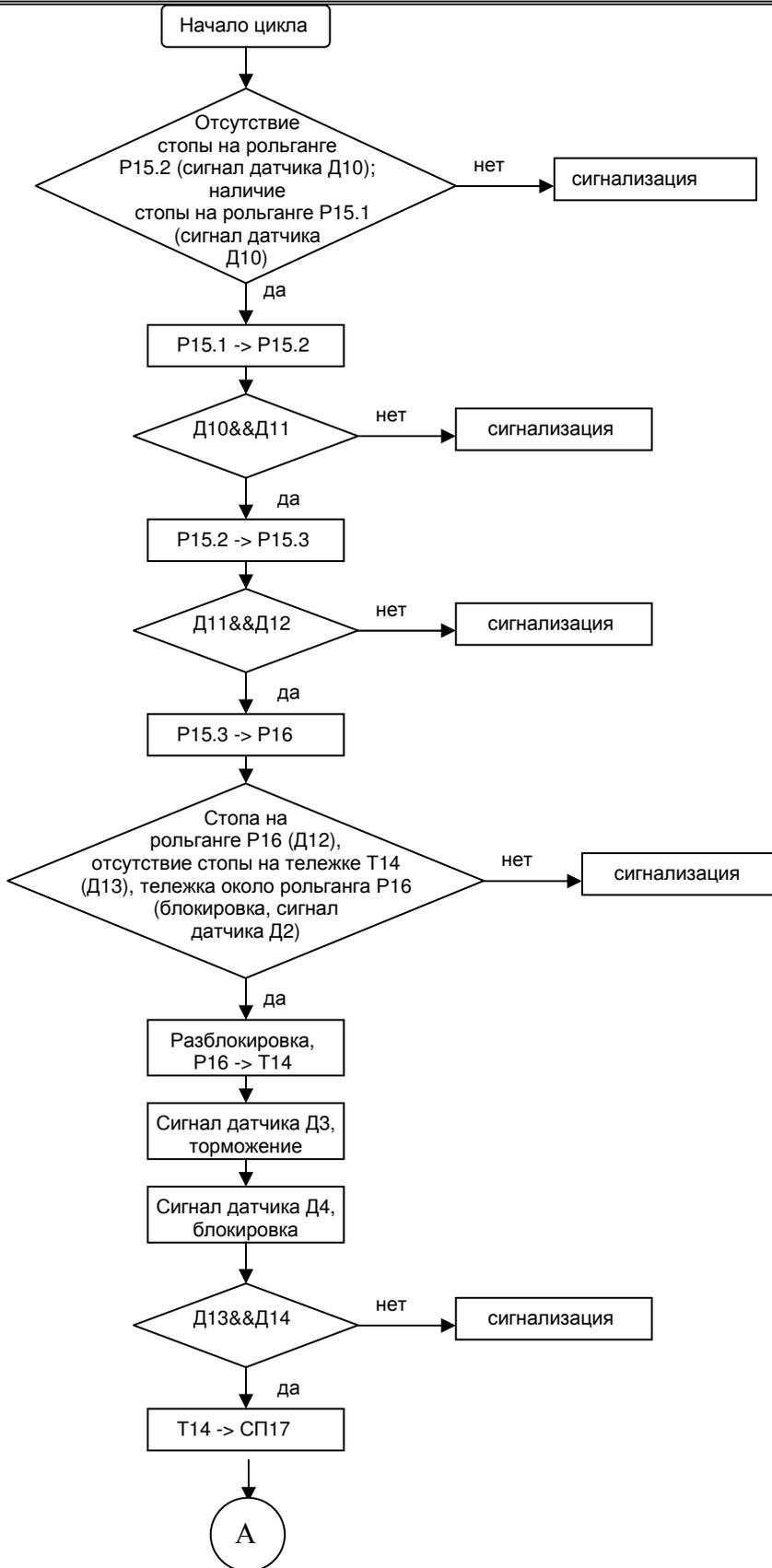


Рис. 2. Схема алгоритма линии перемещения стопы

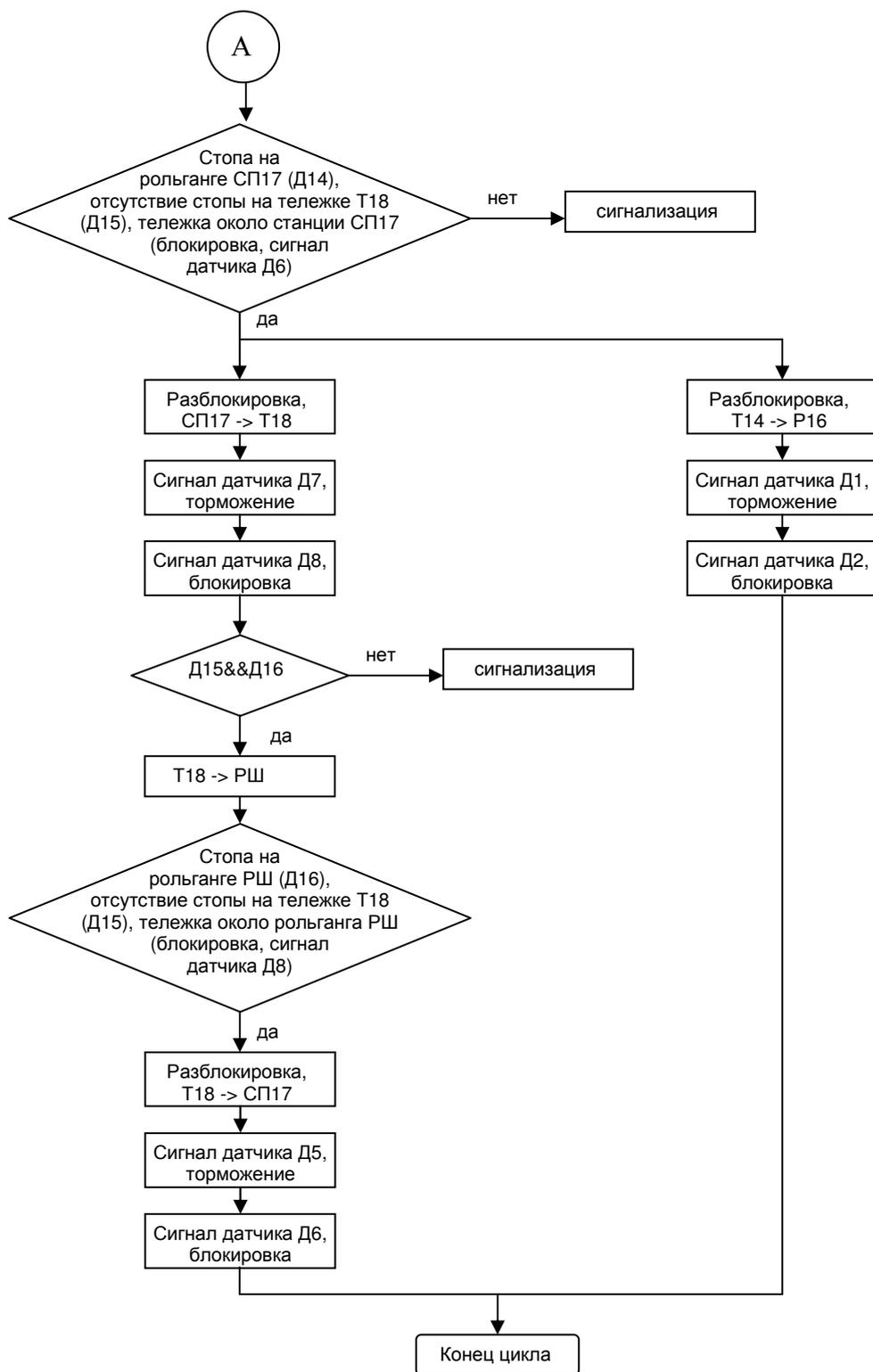


Рис. 2. Окончание

Предложенная автоматизированная линия транспортировки фанеры позволяет сократить время производственного цикла и ликвидировать ручные операции.

УДК 674.815.017.8

СНИЖЕНИЕ ТОКСИЧНОСТИ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

Т.Н. Вахнина, Н.М. Парфенова

На основе карбамидоформальдегидных смол изготавливают плиты с высокими физико-механическими показателями, но не всегда удовлетворяющие в полной мере экологическим требованиям. Это связано в первую очередь с токсичностью связующего, применяемого для производства ДСтП, и его исходных компонентов. Карбамидоформальдегидные смолы – продукт конденсации карбамида и формальдегида. Доля формальдегида в них зависит от мольного соотношения карбамид:формальдегид и составляет, как правило, 40...50%. Формальдегид практически находится в смоле в связанном состоянии и лишь незначительная его часть – в свободном состоянии. При получении древесностружечных плит карбамидоформальдегидные олигомеры под воздействием теплоты и катализатора отверждаются с образованием формальдегида. После прессования в плитах остаётся некоторое количество формальдегида, который в процессе эксплуатации плит выделяется в окружающую среду.

В древесностружечных плитах на основе карбамидоформальдегидных смол существует несколько потенциальных источников выделения формальдегида. Источники первой группы: 1) свободный, газообразный формальдегид; 2) формальдегид в растворе; 3) полимеры формальдегида (полиоксиметиленовые соединения). Источники второй группы: 1) неполностью отверждённые смолы (в особенности выделения из метилольных групп); 2) полностью отверждённые смолы (под действием гидролиза).

Проблема снижения токсичности древесностружечных плит на современном этапе развития плитного производства является одной из самых актуальных. Особую озабоченность производителей плитной продукции вызывает снижение нормы выделения свободного формальдегида для класса эмиссии E1 до 8 мг на 100 г абсолютно сухой плиты. Эта норма устанавливается в новой редакции ГОСТ 10632, в максимальной степени гармонизированной с европейским стандартом на древесностружечные плиты EN 312. Еще более осложняет ситуацию то, что для использования в мебельном производстве будут разрешены только плиты класса эмиссии E1.

Среди всего многообразия направлений обеспечения экологической безопасности плит можно выделить следующие три, имеющие наибольшую практическую значимость и актуальность:

- разработка и применение современных низкотоксичных синтетических смол;
- модификация карбамидоформальдегидных смол и клеев на их основе;
- применение природных смол и клеев на основе материалов растительного происхождения.

Среди этих направлений снижения токсичности ДСтП особенно перспективно в технологическом плане использование добавок, одновременно играющих роль как акцептора свободного формальдегида, так и отвердителя.

На кафедре МТД ведутся работы по исследованию показателей качества плит на карбамидоформальдегидном связующем с добавкой аллюмоборфосфатного концентрата (АБФК) и полифосфата аммония (ПФА). Одна из многих проблем, возникающая при работе с такими связующими – высокая степень активности фосфатных добавок. Неправильный выбор доли фосфатной добавки может привести к очень высокой скорости реакции поликонденсации. Отсутствие экспериментального обоснования делает технологически невозможным производство плит на совмещенном органо-фосфатном связующем.

Для обоснования возможности производства древесностружечных плит пониженной токсичности на кафедре МТД проведены эксперименты по исследованию влияния технологических факторов процесса производства плит с фосфатными добавками на выделение свободного формальдегида и прочность ДСтП. Для этого был использован план второго порядка ВЗ.

При обработке экспериментальных данных получены математические модели прочности плит при статическом изгибе (Y_1) и выделения свободного формальдегида (Y_2) от основных технологических факторов процесса производства – удельной продолжительности прессования (X_1), температуры плит пресса (X_2) и доли фосфатной добавки (X_3):

- в эксперименте с АБФК

$$Y_1 = 19,48 + 1,63 X_1 - 0,155 X_2 - 0,08 X_3 - 1,35 X_1^2 - 1,78 X_2^2 - 1,545 X_3^2 - 0,615 X_1 X_2 - 0,48 X_1 X_3 - 0,81 X_2 X_3 ;$$

$$Y_2 = 10,51 - 1,575 X_1 - 0,37 X_2 - 0,77 X_3 - 3,41 X_1^2 + 4,66 X_2^2 - 2,6 X_3^2 - 0,535 X_1 X_2 + 1,67 X_1 X_3 ;$$

- в эксперименте с ПФА

$$Y_1 = 13,04 + 0,65 X_1 - 0,015 X_2 - 0,08 X_3 + 2,55 X_1^2 - 0,07 X_2^2 - 0,61 X_3^2 - 0,47 X_1 X_2 + 0,37 X_1 X_3 + 0,665 X_2 X_3 ;$$

$$Y_2 = 8,9 + 0,18 X_1 - 0,47 X_2 + 0,47 X_3 + 4,15 X_1^2 - 1,4 X_2^2 - 1,72 X_3^2 - 0,28 X_1 X_2 + 0,92 X_1 X_3 + 0,45 X_2 X_3 .$$

Результаты эксперимента позволяют сделать вывод о возможности снижения эмиссии свободного формальдегида из ДСтП путем использования фосфатных добавок в качестве отвердителя на стадии осмоления стружки.

Задача уменьшения выделения свободного формальдегида из плитной продукции – только часть общей проблемы снижения её токсичности. В нашей стране традиционно отвердителем карбамидоформальдегидных смол служит хлористый аммоний. Он сравнительно дешёв. Но хлористый аммоний, кроме того, что придаёт хрупкость отверждённому связующему, имеет и

ещё один существенный недостаток: содержит соединение хлора. В настоящее время хлорсодержащие химические соединения признаны канцерогенными и должны быть исключены из материалов, применяемых в контакте с человеком [1,2].

Поэтому задача снижения токсичности ДСтП органично связана с разработкой новых отвердителей, не только снижающих выделение формальдегида из плит, но и не содержащих хлора.

Соответствие европейским требованиям к безопасности плит позволит повысить конкурентоспособность отечественных древесностружечных плит, что послужит базой для повышения конкурентоспособности российского мебельного производства. Кроме того, снижение эмиссии свободного формальдегида из ДСтП может стать необходимой предпосылкой нормативной работы по возобновлению использования этих плит в жилищном строительстве. Диверсификация плитных материалов строительного назначения создает дополнительные возможности как для строительной индустрии, так и для устойчивого развития отечественного производства древесностружечных плит.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бурдин Н.А. Деревообрабатывающая промышленность (базовые подотрасли) в начале XXI века / Н. А. Бурдин, В. М. Шлыков // *Деревообрабатывающая промышленность*. – 2002. – № 2. – С. 4–7.
2. Кржижановская С.Г. Федеральный закон «О техническом регулировании»: первые результаты его исполнения в мебельной и деревообрабатывающей промышленности / С. Г. Кржижановская // *Деревообрабатывающая промышленность*, 2006. – № 4. – С. 2–4.

УДК 674.815:691.115

ПРОИЗВОДСТВО ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ СТРОИТЕЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Т.Н. Вахнина

Производство древесностружечных плит строительного назначения активно развивалось в нашей стране в 70–80 гг. XX в. В 80-х годах XX в. в СССР существовала программа развития производства ДСтП для строительства [1].

В настоящее время древесностружечные плиты (ДСтП) для строительства в России не производятся. И это при том, что в мире строительство является равноправным потребителем древесностружечных плит. В США 25 % ДСтП используется для производства строительных конструкций (главным образом – черновых полов), 15 % – для обшивки домов, 10 % – специальные плиты для индустриального строительства. Наибольший процент потребления древесностружечных плит в строительстве был характерен в конце XX в. для Чили (64%), Японии, Канады, Великобритании, Швеции (около 50 %) [2].

Производство панельных домов ориентировалось на укрупнение размеров сборных элементов, поэтому тенденция к уменьшению массы здания

нашла отражение в разработке и применении плит, обладающих улучшенными прочностными и теплофизическими свойствами (теплозвукоизоляционными, отделочными и т.д.), а также повышенной водо- и атмосферостойкостью. Экспериментальные исследования влияния технологических факторов процесса производства на показатели плит специального назначения проводятся на кафедре МТД [3, 4].

Задача обеспечения соответствия показателей качества плит современным требованиям нормативной документации является не только необходимым условием функционирования конкурентоспособного производства древесностружечных плит, но и условием возможности возобновления использования древесностружечных плит в жилищном строительстве.

Диверсификация потребителей плитной продукции и повышение конкурентоспособности отечественных ДСтП особенно актуальны в плане поставленных перед Российским лесопромышленным комплексом задач достижения лидерства в мировой экономике [5]. Достижение этой цели складывается из системного решения целого комплекса научных, технологических, организационных и других задач в различных областях [6]. В том числе, для этого необходимо решение следующих задач:

- исследование потребностей российских потребителей ДСтП и ламинированных древесностружечных плит (ЛДСтП) в области строительства;
- исследование рынков поставщиков в Россию плитных материалов для строительства и прогнозирование параметров изменения этих рынков;
- анализ показателей ДСтП, необходимых для их использования в качестве строительных материалов;
- научное обоснование способов производства конкурентоспособных ДСтП для строительства;
- обеспечение соответствия показателей качества продукции отечественного производства плит специального назначения требованиям нормативной документации, гармонизированной с международными нормами.

На кафедре МТД КГТУ проводятся исследования в данном направлении:

- проведено исследование влияния технологических факторов процесса производства на показатели качества плит на фенольном связующем, исследована стойкость полученных плит к циклическим колебаниям температурно-влажностных условий;
- проведено исследование влияния модифицирующих добавок к карбамидоформальдегидному связующему на огнестойкость ДСтП.

В ходе данных исследований получены математические модели зависимостей основных показателей качества плит строительного назначения, разработаны рекомендации по некоторым технологическим факторам процесса производства.

Исследования позволяют утверждать, что существуют технологические возможности конкурентоспособного производства ДСтП строительного назначения. Это крайне важно с экономической точки зрения, ибо отходы различных производств ЛПК не уничтожаются, а используются для производства

качественной продукции, способствуя сохранению природных богатств России, внося вклад в стратегию устойчивого развития ее отраслей, в том числе синтеза строительной индустрии и производства древесностружечных плит.

ЛИТЕРАТУРА

1. Корчаго И.Г. Применение древесноплитных материалов в строительстве / И. Г. Корчаго. – М. : Стройиздат, 1984. – 94 с.
2. Ребрин С.П. Развитие производства древесностружечных плит за рубежом / С.П. Ребрин // Плиты и фанера: обзор. – М. : ВНИПИЭИЛеспром, 1976. – 48 с.
3. Вахнина Т. Н. Повышение огнестойкости древесностружечных плит / Т. Н. Вахнина // Вестник Костромского государственного технологического университета. – Кострома: КГТУ, 2007. – №15. – С. 113–115.
4. Вахнина Т. Н. Производство древесностружечных плит повышенной водостойкости / Т. Н. Вахнина, Н. С. Миничева // Студенты и молодые ученые КГТУ – производству : материалы 57-й межвузовской научно-технической конференции ученых и студентов. – Кострома : КГТУ, 2004. – С. 107.
5. Титунин А. А. Эколого-экономические аспекты безотходных технологий переработки лесных ресурсов / А. А. Титунин, В. М. Каравайков, Т. Н. Вахнина // Безопасность жизнедеятельности. – 2007. – № 4. Приложение. – 24 с.
6. Вахнина Т. Н. Системный подход к организации производства древесностружечных плит / Т. Н. Вахнина, В. М. Каравайков // Вестник Костромского государственного университета им. Н.А.Некрасова. Системный анализ. Теория и практика. – Кострома, 2007, №1 (Том 13). – С. 31–35.

УДК 674.812-419

ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ СВОБОДНОГО ФОРМАЛЬДЕГИДА В КОСТРОПЛИТАХ¹

Е.А. Боровков, С.А. Угрюмов, А.С. Свешников

Представлены результаты математической обработки результатов экспериментального плана по оценке содержания свободного формальдегида в костроплитах, изготовленных с применением модифицированных клеевых составов.

В настоящее время отходы сельскохозяйственного производства, в частности костра льна, не находят широкого применения в производстве клеевых материалов, что связано с отсутствием специализированных мощностей по их переработке, нерациональным расположением и разбросанностью источников образования отходов, трудностями их сбора и транспортировки на крупные предприятия. В то же время костра льна является дешевым сырьем для производства конструкционных и теплоизоляционных плит и других прессованных материалов высокого качества.

Опыт работы отечественных и зарубежных предприятий показывает, что плиты на основе костры льна (костроплиты) уступают древесностружечным по физико-механическим характеристикам. Это связано, прежде всего, с меньшей когезионной прочностью частиц костры по сравнению с древесными, а также особенностями образования адгезионного контакта.

¹ Работа выполнена в рамках гранта РФФИ №08-08-99073-р_офи.

Экспериментальные исследования [1] показали, что поверхностное натяжение костры меньше, чем у древесины. При этом при применении традиционных синтетических смол с достаточно высоким поверхностным натяжением затруднена операция осмоления – клей по поверхности частиц распределяется неравномерно, что приводит к нестабильности свойств готового материала по сечению и формату. Применение клеевых составов, модифицированных на стадии смешивания компонентов поверхностно-активными веществами (например, спиртами), позволяет снизить поверхностное натяжение, доведя его до значений, характерных для костры. Это позволяет улучшить качество осмоления, что приводит к повышению физико-механических характеристик костроплит и их конкурентоспособности.

В последние годы особое внимание уделяется экологическим показателям плитной продукции. При разработке и внедрении в производство нового вида клееной продукции необходимым условием является ее соответствие с точки зрения выделения свободного формальдегида требованиям стандартов на продукцию-аналог.

Костра льна по анатомическим и химическим свойствам сходна с древесиной [2], поэтому процесс горячего прессования костроплит подчиняется основным закономерностям производства древесностружечных плит.

В данном исследовании путем обработки результатов экспериментального плана оценено влияние основных технологических факторов на содержание свободного формальдегида в костроплитах – плотности плиты, расхода связующего, количества модификатора для повышения смачивающей способности, количества гидрофобных добавок.

При осуществлении опытных запрессовок применялся клей на основе карбаминоформальдегидной смолы КФН-66 и кислотного отвердителя хлористого аммония, для повышения смачивающей способности в качестве модификатора использовался бутановый спирт (бутанол-1), для повышения водостойкости – парафиновая эмульсия.

Изготовление плит проводилось при следующих постоянных факторах:

- толщина плиты 16 мм;
- температура прессования 150°С;
- давление прессования 2 МПа;
- время выдержки под давлением 6,5 мин (0,4 мин на 1 мм толщины).

Содержание формальдегида определялось перфораторным методом [3].

Уровни варьирования управляемых факторов представлены в табл.1.

Матрица планирования эксперимента с выходной величиной представлена в табл. 2.

Математическая обработка полученных результатов проведена по стандартной методике [4]. Установлено, что полученные выборки не содержат грубых результатов, а дисперсии опытов являются однородными.

После исключения количественно незначимых членов математическая модель влияния рассмотренных факторов в кодированном обозначении на содержание свободного формальдегида имеет следующий вид:

$$Y = 8,59 + 0,06X_1 + 2,26X_2 - 0,36X_3 - 0,07X_4 + 0,21X_1^2 - 0,09X_4^2.$$

Таблица 1

Управляемые факторы и уровни их варьирования

| Наименование факторов | Обозначение | | Интервал варьирования | Уровень варьирования | | |
|--------------------------------------|-----------------|--------------|-----------------------|----------------------|--------------|--------------|
| | Натуральное | Кодированное | | Нижний (-1) | Основной (0) | Верхний (+1) |
| Плотность плиты, кг/м ³ | ρ | X1 | 100 | 500 | 600 | 700 |
| 2. Расход связующего, % | P _{св} | X2 | 5 | 10 | 15 | 20 |
| 3. Количество модификатора, % | K _м | X3 | 1 | 0 | 1 | 2 |
| 4. Количество парафиновой добавки, % | K _п | X4 | 0,5 | 0 | 0,5 | 1 |

Таблица 2

Матрица планирования эксперимента

| № оп. | Управляемые факторы | | | | | | | | Содержание формальдегида, мг/100 г |
|-------|----------------------------|----------------|----------------|----------------|---------------------------|---------------------|--------------------|--------------------|------------------------------------|
| | В кодированном обозначении | | | | В натуральном обозначении | | | | |
| | X ₁ | X ₂ | X ₃ | X ₄ | ρ, кг/м ³ | P _{св} , % | K _м , % | K _п , % | |
| 1 | -1 | -1 | -1 | -1 | 500 | 10 | 0 | 0 | 6,7 |
| 2 | +1 | -1 | -1 | -1 | 700 | 10 | 0 | 0 | 6,9 |
| 3 | -1 | +1 | -1 | -1 | 500 | 20 | 0 | 0 | 11,4 |
| 4 | +1 | +1 | -1 | -1 | 700 | 20 | 0 | 0 | 11,5 |
| 5 | -1 | -1 | +1 | -1 | 500 | 10 | 2 | 0 | 6,2 |
| 6 | +1 | -1 | +1 | -1 | 700 | 10 | 2 | 0 | 6,1 |
| 7 | -1 | +1 | +1 | -1 | 500 | 20 | 2 | 0 | 10,5 |
| 8 | +1 | +1 | +1 | -1 | 700 | 20 | 2 | 0 | 10,7 |
| 9 | -1 | -1 | -1 | +1 | 500 | 10 | 0 | 1 | 6,6 |
| 10 | +1 | -1 | -1 | +1 | 700 | 10 | 0 | 1 | 6,7 |
| 11 | -1 | +1 | -1 | +1 | 500 | 20 | 0 | 1 | 11,2 |
| 12 | +1 | +1 | -1 | +1 | 700 | 20 | 0 | 1 | 11,3 |
| 13 | -1 | -1 | +1 | +1 | 500 | 10 | 2 | 1 | 6,1 |
| 14 | +1 | -1 | +1 | +1 | 700 | 10 | 2 | 1 | 6,0 |
| 15 | -1 | +1 | +1 | +1 | 500 | 20 | 2 | 1 | 10,3 |
| 16 | +1 | +1 | +1 | +1 | 700 | 20 | 2 | 1 | 10,6 |
| 17 | -1 | 0 | 0 | 0 | 500 | 15 | 1 | 0,5 | 8,7 |
| 18 | +1 | 0 | 0 | 0 | 700 | 15 | 1 | 0,5 | 8,9 |
| 19 | 0 | -1 | 0 | 0 | 600 | 10 | 1 | 0,5 | 6,3 |
| 20 | 0 | +1 | 0 | 0 | 600 | 20 | 1 | 0,5 | 10,8 |
| 21 | 0 | 0 | -1 | 0 | 600 | 15 | 0 | 0,5 | 8,9 |
| 22 | 0 | 0 | +1 | 0 | 600 | 15 | 2 | 0,5 | 8,3 |
| 23 | 0 | 0 | 0 | -1 | 600 | 15 | 1 | 0 | 8,5 |
| 24 | 0 | 0 | 0 | +1 | 600 | 15 | 1 | 1 | 8,5 |

Математическая модель в натуральном обозначении факторов, позволяющая спрогнозировать значения выходных величин при любых сочетаниях факторов в рассмотренном диапазоне, имеет вид:

$$E_{\phi} = 9,35 - 0,0246 \rho + 0,452 P_{\text{св}} - 0,36 K_{\text{м}} + 0,22 K_{\text{п}} + 0,000021 \rho^2 - 0,36 K_{\text{п}}^2 .$$

Данные модели являются адекватными и эффективными.

Анализ полученных результатов позволил определить, что на содержание свободного формальдегида в костроплитах наибольшее влияние оказывает расход связующего, с его увеличением происходит рост содержания свободного формальдегида. Существенное значение оказывает наличие модификатора в связующем, с увеличением количества которого происходит снижение содержания свободного формальдегида, вероятно за счет химического взаимодействия формальдегида со спиртом. Количество парафиновой добавки имеет меньшую значимость, при ее введении в клеевой состав происходит несущественное снижение содержания свободного формальдегида.

Анализ полученных математических моделей и их оптимизация при минимизации содержания свободного формальдегида позволили определить рациональные условия производства плитных материалов на основе костры льна:

- плотность плит 700 кг/м³;
- расход связующего 15% от массы наполнителя;
- количество модификатора клеевого состава (бутанола-1) 2% от массы жидкой смолы;
- количество парафиновой добавки 0,5% от массы наполнителя;
- температура прессования 150°С;
- давление прессования 1,8...2,0 МПа;
- время выдержки под давлением 0,4 мин на 1 мм толщины плиты.

При изготовлении плит при данных условиях удастся получить материал с содержанием формальдегида порядка 8,5 мг/100 г, что соответствует требованиям класса эмиссии E1 ГОСТ 10632-89 на аналогичные древесностружечные плиты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Угрюмов С.А. Применение основных положений теории адгезии для расчета поверхностного натяжения костры льна / С. А. Угрюмов, В. Е. Цветков // Деревообрабатывающая промышленность. – 2008. – №1. – С. 22–23.
2. Угрюмов С.А. Сравнительная оценка свойств древесины и костры льна, как наполнителей композиционных материалов / С. А. Угрюмов, Е. А. Боровков, А. Б. Щербаков // Научные труды молодых ученых КГТУ. – Кострома : КГТУ, 2007. – Вып. 8, Часть I. – С. 135–138.
3. ГОСТ 27678-88. Плиты древесностружечные и фанера. Перфораторный метод определения содержания формальдегида. – М. : Издательство стандартов, 1998. – 9 с.
4. Пижурин А.А. Исследование процессов деревообработки / А. А. Пижурин, М. С. Розенблит. – М. : Лесная промышленность, 1984. – 232 с.

УДК 556.531.3

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ РЕКИ ВОЛГА В Г. КОСТРОМЕ

В.Н.Комаров, Н.В.Потехина, Е.М.Дурандин

Цель настоящих научных исследований направлена на дальнейшее изучение экологического состояния воды в реке Волга с учётом динамики микробиологических и паразитологических показателей, а также влияния сезонно-климатических условий на образование тороса, который наблюдался 26 января 2007 года. Реальное значение выполненной работы обусловлено большим интересом широких масс населения города Костромы, использующих воду из реки в питании и хозяйственных нуждах.

Исключительно важно постоянно помнить, что река Волга имеет не только транспортное значение, но прежде всего она обеспечивает питьевой и хозяйственной водой людей, которые проживают по обоим её берегам. В настоящее время на берегах Волги проживает 60 млн человек, т. е. реально каждый второй россиянин. К великому сожалению в её воды поступает ежегодно 367 тысяч т. органики, 45 тысяч т. азота, 20 тысяч т. фосфора, 13 тысяч т. нефтепродуктов, поэтому содержание фенола и альдегидов превышает ПДК в 21 раз. В такой экологической ситуации чрезвычайно велико значение водного мониторинга, который ведёт комвод, в том числе наш водоканал, санэпиднадзор и экологи.

Мониторинг – это система наблюдений, оценки и прогнозы над антропогенным воздействием на водные ресурсы. Нашим водоисточником является р. Волга, длина ее 3530 км. Самая большая река в Европе. Вода открытых водоемов содержит много взвешенных частиц, сильно загрязнена бактериями и не может быть использована в питьевых целях без дополнительной обработки и дезинфекции. Река Волга является открытым водоисточником. Температура воды колеблется в течение года от + 0,1°С зимой до +25°С летом. Чем меньше t° воды, тем хуже идет процесс коагулирования и труднее процесс очистки. Природные поверхностные воды никогда не бывают прозрачными из-за наличия в них взвешенных частиц, песка, ила, органических взвесей. Ливневой смыв в период сильных дождей увеличивает мутность в несколько раз. Мутность резко повышается во время паводка весной, наименьшая — зимой, когда река покрыта льдом.

Чистая вода, взятая в малом объеме, бесцветна. В толстом слое она имеет желто-зеленый оттенок. Цветность — т.е. окраска колеблется от 19 до 90° цветности. Цветность придает воде неприятный вид. Норма цветности питьевой воды — 20°. В Костроме вода очищается до 7°. В Ярославле делают воду 15°...18°, поэтому она имеет желтый оттенок. Запах и вкус воды зависит от примесей, находящихся в воде. Вкусовая характеристика воды оценивается 4 видами вкуса: Солёный, горький, сладкий и кислый. Остальные виды вкусовых ощущений называются привкусом (хлорный, рыбный, металлический и т.д.). Оценка питьевой воды по запаху не более 2 баллов. Запахи и вкусы такой интенсивности не привлекают внимания со стороны потребителей. Оценивают запах при 20 и 60°С.

Окисляемость обуславливается содержанием органических примесей. В грунтовых водах от 1 до 5 мгО/л, в реке от 10 до 30 мгО/л. Если повышается окисляемость, то значит водоисточник загрязняется сточными водами.

Река Волга постоянно загрязняется в результате поступления в нее неочищенных и недостаточно очищенных в микробиологическом и паразитологическом отношении сточных вод. Выше г. Костромы находится крупный промышленный центр – г. Ярославль. Издержками цивилизации являются амины, которые сбрасывает завод лакокраски. Нефтеперерабатывающий завод, моторный завод сбрасывают в Волгу нефтепродукты. В Костроме водозабор НФС находится ниже фанерного комбината. Отходами этого производства являются фенолы и формальдегиды. Водозабор ДОСВ расположен ниже крахмалопаточного завода.

В 2000 г. костромскому водопроводу исполнилось 135 лет. Благодаря «Водоканалу» Кострома стала цивилизованным городом. Костромской Водоканал занесен в Золотую книгу лучших предприятий России. Здесь проложены сотни км сетей водопровода, канализации, по которым в дома подается вода, и принимаются стоки. Идет невидимая, круглосуточная напряженная работа. Водоканал является жизненно важным объектом. Человек способен неделями обходиться без пищи, а вот без воды — только 2-3 дня. Для взрослого человека суточная потребность в воде составляет 3л, сюда входит и вода, входящая в состав пищевых продуктов. Вода нужна для гигиенических целей, производственных, отопления, поливку улиц и зеленых насаждений.

Более 70% нашей планеты покрыто водой, но только крошечную ее часть, 1%, составляет пресная вода, которую может использовать человек. Пресная вода стремительно превращается в дефицитный природный ресурс. Сегодня более 2 млрд. человек на нашей планете страдает от нехватки питьевой воды. Вода бесценна, как и воздух и заменить ее ничем нельзя.

Производством питьевой воды в г. Костроме занимаются 3 водопроводные станции. Левобережные ОСВ (НФС) – производительность 90 кубических метров в сутки. Обеспечивают питьевой водой левобережную часть города, кроме п. Октябрьский и микрорайонов Давыдовских. Правобережные ДОСВ – производительность 60 кубических метров в сутки. Обеспечивают водой правобережную часть города, а также п. Октябрьский и Давыдовские микрорайоны. И станция обезжелезивания подземной воды в Башутино – производительность 7,5 кубических метров в сутки. С водопроводных станций большими потоками насосы подают воду по трубам. Сначала прокладывают трубы диаметром 1400 мм, затем кладут отводы d-1000-400 мм, потом 100-50 мм. Получается водопроводная сеть, напоминающая гигантского паука. А для того, чтобы можно подать воду в любую точку города даже в случае аварии на каком-либо участке сетей или на одной из водопроводных станций, сеть закольцовывают. Весь процесс от забора воды из Волги до подачи ее в водопроводную сеть занимает 4 часа. Контроль за качеством воды осуществляется в лаборатории НФС по химическим, бактериологическим и паразитологическим показателям. Питьевая вода, подаваемая со станции в город, безвредна по химическому составу и имеет благоприятные органолептические свойства.

Наряду с окисляемостью и цветностью воды важное значение имеет проведённый нами анализ микробиологических и паразитологических показателей за 2006-2007 годы, таких как ОМЧ, ОКБ, ТКБ, колифагов, клостридии и цисты лямбий, а результаты исследования представлены в таблице 1.

Таблица 1

Динамика микробиологических и паразитологических показателей

| Сезон года, месяц | Показатель, КОЕ в 100 мл | | | | | |
|----------------------|--------------------------|------|------|------|----------|------|
| | ОКБ | | ТКБ | | Колифаги | |
| | 2006 | 2007 | 2006 | 2007 | 2006 | 2007 |
| Весна | 1410 | 182 | 1370 | 182 | 19 | 16 |
| | 1060 | 68 | 1060 | 68 | 28 | 11 |
| | 144 | 43 | 144 | 43 | 6 | 1 |
| Лето | 1980 | 339 | 1880 | 339 | 5 | 2 |
| | 1740 | 387 | 1700 | 374 | 0 | 0 |
| | 1183 | 137 | 1206 | 137 | 0 | 0 |
| Осень | 450 | 92 | 448 | 92 | 1 | 0 |
| | 540 | 122 | 540 | 122 | 7 | 4 |
| | 810 | 725 | 821 | 725 | 9 | 9 |
| Зима | 560 | 177 | 560 | 207 | 15 | 14 |
| | 1693 | 378 | 1693 | 376 | 19 | 14 |
| | 948 | 109 | 948 | 109 | 4 | 4 |

Прежде всего необходимо отметить, что на водоисточнике СанПиН имеется ПДК, но содержанию в 100мл ОКБ не более 1000 КОЕ, ТКБ не более 100 и колифагов не более 10 БОЕ. При этом, анализ полученных данных показал, что кроме осеннего периода в 2006 году показатели существенно превысили допустимую норму, особенно в летний период. Вместе с этим данные таблицы 1 свидетельствуют, что в 2007 году качество воды в р. Волга значительно улучшилось, а изученные параметры в течение года находились почти в норме. Нельзя не отметить, что динамика подконтрольных показателей сильнее колебалась внутри каждого месяца, чем по сезонам года. Так, в 2006 году изменения ОКБ в апреле составило от 60 до 5900 КОЕ в 100мл, а в июне соответственно от 110 до 17000. Аналогично по ТКБ в апреле составило 5840 и в июне 16890 КОЕ. Количество ОМЧ, колифагов и клостридий изменялось незначительно, а цисты лямбий отсутствовали вовсе. За 2007 год величина ОКБ колебалась от 45 до 2200 максимально в июне, ТКБ от 4 единиц в апреле, до 2200 в июне, а количество колифагов значительно сократилось, также как ОМЧ и клостридии, цисты лямбий за период наблюдений не обнаружены.

Нами проведены специальные наблюдения влияния сезонно-климатических условий на экологическое состояние костромской экватории реки Волга, которое вызвало весной 2007 года интересное природное явление - торос, т.е. затор изо льда.

Данные таблицы 2 показывают значительный сдвиг наступления ледостава и зимы за последние 5 лет. К примеру в 2002 году ледостав наступил 12 ноября, в 2004 году это произошло 23 ноября, а в 2006 году 26 декабря, что позже на 33 дня. На наш взгляд слишком позднее наступление зимы привело 26

января 2007 года к образованию тороса на Волге в районе Козелино, его высота составило 0,5 метра. В этот день было очень тепло, и лёд под собственной тяжестью провалился в реку. Уровень воды в Рыбинском водохранилище 25 января поднялся на высоту 2 метра, а 26 января на 3 метра. Торосы образуются тогда, когда сильным течением реки отрывает льдины и наслаивает их друг на друга, вырастает айсберг по всему периметру реки, который может перекрыть русло реки и затопить г. Ярославль, г. Кострому и другие. Торосы характерны для рек Енисея и Лены, поэтому их взрывают сапёры или бомбят авиацией.

Таблица 2

Наступление ледохода-ледостава на реке Волга

| Год | Ледоход | Ледостав |
|------|-----------|------------|
| 2002 | 27 марта | 12 ноября |
| 2003 | 20 апреля | 5 декабря |
| 2004 | 25 марта | 23 ноября |
| 2005 | 8 апреля | 6 декабря |
| 2006 | 13 апреля | 26 декабря |
| 2007 | 22 марта | 15 ноября |

Антропогенная нагрузка на окружающую среду не ослабевает и экологическая ситуация остаётся напряжённой. Продолжается крупномасштабное загрязнение биосферы, сравнительно ухудшается здоровье населения. По мнению некоторых экспертов до 40 % заболеваний людей обусловлено действием качества питьевой воды, при этом более 85% населения используют в питании воду из поверхностных водоёмов, которые многие годы служат приёмниками сточных вод.

Таким образом постепенно, но уверенно природные ресурсы всё более и более подвергаются огромной опасности из-за сильного снижения государственного контроля. В рыночных условиях, а точнее и вернее капиталистических расчётов самая главная цель-прибыль любой ценой, поэтому сейчас варварски используются основные запасы биосферы, в том числе и воды. Возникла острая необходимость в усилении строгого контроля за природопользованием, в том числе и водопользованием, за сбросами и стоками использованной воды, а также во введении неотвратимости наказания тех, кто загрязняет окружающую среду через реально непомерную штрафную систему в соответствии со статьёй 260 Уголовного кодекса РФ.

Выводы

1 Водоканал г. Костромы успешно ведет водный мониторинг по комплексу признаков и обеспечивает население качественной водой для пищевых и хозяйственных целей.

2 Установлено незначительное изменение изученных показателей по сезонам года, чем за время месяца, поэтому содержание микробиологических и паразитологических организмов весьма стабильно.

3 Исследованиями установлена причина образования торосов, которыми являются плюсовые температуры воздуха в зимний период и поздний период наступления ледостава и зимы.



БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ОХРАНА ТРУДА

УДК 614.84(470.317)

**ОЦЕНКА ОЖИДАЕМОЙ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ
НА ПРИМЕРЕ ГАЛИЧСКОЙ ГОРОДСКОЙ БОЛЬНИЦЫ**

И.В. Сусоева, В.И. Пантелеев, Б.В. Смирнов

В статье приведена краткая характеристика объекта, натурное обследование объекта, объемно-планировочные и конструктивные решения, система противопожарного водоснабжения, противопожарные организационно-технические мероприятия городской больницы г. Галича. Выполнена оценка функциональной пожарной опасности и расчет годовых потерь от пожара. Предложены мероприятия по обеспечению пожарной безопасности на объекте.

Крупные и катастрофические пожары приводят к гибели людей, уничтожают склады готовой продукции, постройки и промышленные объекты, задымляют смежные территории и пространства. Чаще всего причинами пожаров является элементарное несоблюдение и нарушение правил пожарной безопасности.

В данный момент на территории Галичского района сложилась сложная ситуация по пожарной обстановке. Это вызвано недостаточной оснащенностью противопожарной охраны техникой и средствами пожаротушения. Также существует проблема противопожарного водоснабжения, многие пожарные гидранты находятся в неисправном состоянии, что зачастую приводит к осложнениям при тушении пожаров. На многих предприятиях и учреждениях отсутствует пожарная сигнализация или находится в неисправном состоянии, что существенно влияет на время обнаружения и ликвидацию пожаров.

Одним из главных объектов г. Галича, нуждающихся в обеспечении пожарной безопасности является городская больница.

На территории городской больницы расположены следующие здания и сооружения (рис. 1):

1. Поликлиника ЦРБ представляет собой 4-этажное здание с подвалом размерами в плане 60х12 м, пристроенное к зданию стационара, второй степени огнестойкости. Стены и перегородки здания кирпичные, перекрытия железобетонные, кровля мягкая. Имеется технический этаж и подвал. В здании отсутствует автоматическая пожарная сигнализация и система оповещения людей о пожаре. Имеется внутренний пожарный водопровод с девятью кранами, укомплектованными пожарными рукавами и стволами. Пожарная нагрузка в здании не превышает 25 кг/м².

2. Здание стационара представляет собой пятиэтажное здание, второй степени огнестойкости, размером в плане 100х12 м. Стены и перегородки здания кирпичные, перекрытие железобетонное, кровля мягкая. В здании стационара имеется подвал и технический этаж. В здании отсутствует авто-

матическая пожарная сигнализация и система оповещения людей о пожаре. Имеется внутренний пожарный водопровод с пятнадцатью кранами, укомплектованными пожарными рукавами и стволами. Здание стационара имеет переход в здание поликлиники. Пожарная нагрузка в здании не превышает 25 кг/м^2 .

3. Детское отделение представляет собой двухэтажное здание, второй степени огнестойкости, размером в плане 77×12 м. Стены и перегородки здания кирпичные, перекрытие железобетонное, кровля мягкая. В здании детского отделения имеется технический этаж и подвал. В здании отсутствует автоматическая пожарная сигнализация и система оповещения людей о пожаре. Имеется внутренний пожарный водопровод с шестью кранами, укомплектованными пожарными рукавами и стволами. Из детского отделения имеется переход в поликлинику. Пожарная нагрузка в здании не превышает 25 кг/м^2 .

4. Прачечная представляет собой одноэтажное кирпичное здание, второй степени огнестойкости, размером в плане 37×12 м. Стены и перегородки здания кирпичные, перекрытие железобетонное, кровля мягкая. Пожарная нагрузка не превышает 5 кг/м^2 .

5. Морг представляет собой одноэтажное кирпичное здание, второй степени огнестойкости, размером в плане 27×12 м. Стены и перегородки здания кирпичные, перекрытие железобетонное, кровля мягкая. Пожарная нагрузка не превышает 5 кг/м^2 .

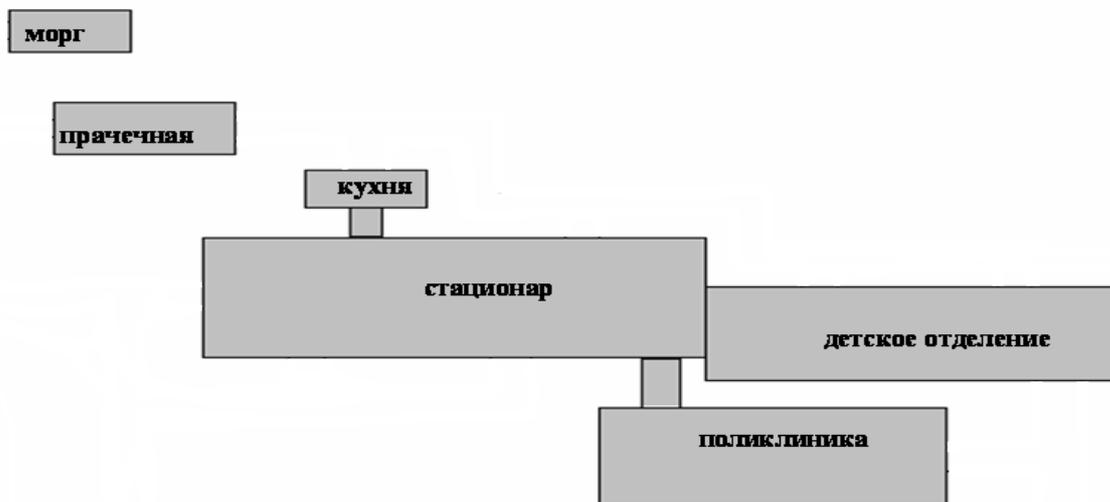


Рис.1. Схема расположения ЦРБ

Все здания имеют центральное, водяное отопление. В здании стационара, поликлиники, детском отделении принудительная вентиляция, выполненная металлическими коробами с заслонками (шиберами).

Во всех зданиях, освещение электрическое напряжением 220В. В производственных зданиях расположены кабельные линии напряжением 380В для подключения промышленного оборудования. Электропроводка выполнена в соответствии с требованиями ПУЭ.

Планировочное решение здания поликлиники представляет собой набор административно-бытовых помещений, имеющих выходы в общий коридор, ведущий в лестничные клетки.

Здание имеет две рассредоточенные обычные лестничные клетки 1-го типа, имеющие выходы наружу. Выходы из подвала предусмотрены через общие лестничные клетки. Из лестничной клетки имеется выход на чердак.

Объемно-планировочные и конструктивные решения, принятые в проекте, отвечают требованиям СНиП 2.09.04-87 «Административные и бытовые здания».

Для внутреннего пожаротушения в здании имеется противопожарный водопровод, обеспечивающий расход воды 2,5 л/с. Наружное пожаротушение предусматривается от гидрантов городской водопроводной сети с расходом 20 л/с.

В пространстве между поликлиникой и стационаром выполнена встройка, в которой размещены бытовые помещения, в результате чего площадь первого этажа здания увеличена до 1088 м. Конструкции встройки выполнены с использованием металлических элементов. Встройка размещена таким образом, что помещения находятся за противопожарной стеной, отделяющей здание поликлиники от стационара.

Внесены некоторые изменения в размещение ряда помещений первого этажа. Изменение конструктивных и планировочных решений не меняет степени огнестойкости здания и не является отступлением от требований действующих нормативных документов.

Внешний осмотр бетонных и кирпичных строительных конструкций позволяет сделать вывод об их износе. В некоторых местах отделка и облицовка стен не позволяет определить состояние основной конструкции.

Проверка внутренних пожарных кранов и наличие требуемого расхода воды на пожаротушение производится периодически. Внутренние пожарные краны размещены в специальных шкафах на лестничных площадках, имеют необходимый инвентарь и обеспечены свободным доступом.

Наружное пожаротушение предусматривается от пожарных гидрантов городского водопровода, к которым обеспечен свободный доступ и подъезд для пожарных автомобилей.

Здание оснащено первичными средствами пожаротушения, которые размещены в местах, имеющих свободный доступ, есть указатели о местах их хранения. Пожарные щиты укомплектованы пожарным инвентарем не полностью.

Согласно Правилам пожарной безопасности в больнице на видных местах вывешены планы (схемы) эвакуации людей в случае пожара, а также предусмотрена система оповещения людей о пожаре.

Руководителем больницы в дополнение к схематическому плану эвакуации людей при пожаре разработана инструкция, определяющая действия персонала по обеспечению безопасной и быстрой эвакуации людей.

Функциональная пожарная опасность объекта и расчет годовых потерь от пожаров оцениваются вероятностью возникновения пожара и величиной

пожарной нагрузки в соответствии со СНиП 21-01-97 «Пожарная безопасность зданий и сооружений».

Для зданий административно-бытового назначения вероятность возникновения пожара может быть принята на основе статистических данных для данного объекта или для других объектов того же назначения, имеющих аналогичные объемно-планировочные и конструктивные решения.

При наличии данных об эксплуатируемых объектах вероятность возникновения пожара определяется по формуле:

$$\lambda = Q/F, \quad (1)$$

где λ – вероятность возникновения пожара, $1/\text{м}^2$ в год;

Q – количество пожаров, произошедших на объектах наблюдения;

F – общая площадь объектов наблюдения.

Обобщение статистических данных о пожарах показывает, что в зданиях административно-бытового назначения основными причинами пожаров и загораний являются:

- курение в неустановленных местах;
- неосторожное обращение с электронагревательными приборами;
- неисправности в электропроводке или в электроприборах.

Вероятность возникновения пожара для административно-бытового здания на основе статистических данных составляет $5 \cdot 10^{-6}$ $1/\text{м}^2$ в год.

Количественным показателем, характеризующим длительность и интенсивность возможного пожара, является пожарная нагрузка в $\text{МДж}/\text{м}^2$. Она может заключаться в начинке зданий и помещений (функциональная) или в строительных конструкциях и их элементах (конструктивная). Пожарную нагрузку составляют вещества и материалы, способные гореть или поддерживать горение. Определение вида, величины и распределения пожарной нагрузки выполнялось на основе визуального обследования всех помещений здания. Как показало обследование, пожарная нагрузка в конторских помещениях здания является однородной и состоит из деревянной мебели, бумаги в стопках, рулонах, на стеллажах, оргтехники. В бытовых помещениях находится одежда в металлических шкафчиках, товар в горючей упаковке. В подвальном помещении имеются скопление промасленной пакли, отходов древесины и другой горючий мусор. На 4-м этаже в коридорах установлены деревянные стеллажные шкафы.

При определении пожарной нагрузки составляется перечень всех помещений, в которых имеются горючие вещества и материалы, и вычисляется для каждого помещения величина равномерно распределенной пожарной нагрузки по формуле:

$$P = \sum_{j=1}^n H_j M_j / S, \quad (2)$$

где P – пожарная нагрузка, $\text{МДж}/\text{м}^2$;

H_j – низшая теплота сгорания j -го горючего вещества или материала;

M_j – масса j -го вещества или материала;

S – площадь пола помещения или площадь размещения пожарной нагрузки, m^2 ;

n – число веществ и материалов, составляющих пожарную нагрузку.

В результате обследования административно-бытового корпуса и расчетов по формуле (2) составлена сводная таблица с указанием величины пожарной нагрузки в помещениях (табл.1).

Таблица 1

Пожарная нагрузка помещений административного корпуса

| № п/п | Наименование помещений | Пожарная нагрузка, МДж/м ² |
|-------|------------------------|---------------------------------------|
| 1 | Канторские помещения | 500-650 |
| 2 | Диспетчерская | 450 |
| 3 | Архив | 1100 |
| 4 | Приёмный покой | 900 |
| 5 | Столовая | 450 |
| 6 | Раздевалка | 250 |
| 7 | Подвал | 250 |
| 8 | Регистратура | 1100 |

В течение срока эксплуатации объекта с определенной вероятностью на объекте возможны загорания и пожары. Их развитие обусловлено как закономерными, так и случайными факторами и может прогнозироваться с учетом имеющихся сведений о пожарной опасности объекта и средствах, направленных на противопожарную защиту. Часть загораний ликвидируется с помощью первичных средств пожаротушения на небольшой площади. Пожары, которые не потушены первичными средствами из-за их или недостаточной эффективности, или позднего обнаружения, развиваются и тушатся при своевременном прибытии подразделений пожарной охраны. Часть пожаров, прибытие на которые подразделений пожарной охраны по каким-то причинам не оказалось своевременным, развиваются на большие площади и происходят с обрушением строительных конструкций. С учетом вероятности каждого из перечисленных вариантов развития пожара могут быть построены сценарии пожаров и рассчитаны вероятностные годовые потери на объекте.

В соответствии с методикой расчета годовые потери от пожара рассчитывают по формуле:

$$M(\Pi) = M_1(\Pi) + M_2(\Pi) + M_3(\Pi), \quad (3)$$

где $M_1(\Pi)$, $M_2(\Pi)$, $M_3(\Pi)$ – математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных соответственно первичными средствами пожаротушения, подразделениями пожарной охраны, при отказе средств тушения.

Математического ожидания годовых потерь для административно-бытового корпуса в соответствии с методикой составят:

$$M_1(\Pi) = 46,110 \text{ тыс.руб.},$$

$$M_2(\Pi) = 201,002 \text{ тыс. руб.},$$

$$M_3(\Pi) = 645,120 \text{ тыс.руб.}$$

Таким образом, математическое ожидание годовых потерь от пожаров на объекте $M(\Pi) = 892,232$ тыс.руб.

Для оценки уровня пожарной опасности используется количественный показатель, характеризующий соотношение величины возможного ущерба и стоимости материальных ценностей:

$$U_{n.o.} = M(\Pi) / C_{m.ц.}, \quad (4)$$

где $U_{n.o.}$ – уровень пожарной опасности объекта;

$C_{m.ц.}$ – стоимость защищаемых от пожара материальных ценностей.

Значение показателя уровня пожарной опасности для административно-бытового корпуса для существующего состояния здания составит:

$$U_{n.o.} = 2304,030 / 2303491,000 = 10 \text{ коп} / 100 \text{ руб.}$$

При выполнении на объекте пожарной сигнализации по всем пожароопасным помещениям:

$$U_{n.o.} = 892,232 / 2303491,000 = 3,8 \text{ коп} / 100 \text{ руб.}$$

Кроме того, на объекте могут быть выполнены и другие мероприятия, повышающие его пожарную безопасность и которые могут быть учтены при определении величины ожидаемых потерь. Например, возможно снижение вероятности возникновения пожаров, повышение эффективности первичных средств пожаротушения, ограничение возможности быстрого распространения горения.

Анализируя полученные результаты натурального обследования и расчетов годовых потерь, для городской больницы г.Галича можно рекомендовать выполнение следующих мероприятий по обеспечению пожарной безопасности:

- оборудовать все пожароопасные помещения автоматической пожарной сигнализацией;
- не допускать загромождение проходов предметами, препятствующими свободному выходу людей и эвакуации техники в случае пожара;
- следить за исправностью оборудования и электроустановок и принимать немедленные меры к устранению обнаруженных неисправностей, которые могут привести к пожару;
- очистить подвальное помещение от горючего мусора;
- полностью укомплектовать пожарные щиты инвентарем;
- оборудовать помещения ЭВМ углекислотными огнетушителями;
- приказом директора назначить ответственных за пожарную безопасность в каждом помещении здания;
- использовать электроприборы, пригодные для существующей сети;
- не оставлять приборы работающими без присмотра;
- в чердачном помещении убрать деревянные изделия;
- провести обучение мерам пожарной безопасности сотрудников учреж-

дения.



СОДЕРЖАНИЕ

Секция I

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ПЕРВИЧНАЯ ОБРАБОТКА
ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

| | |
|--|----|
| С.А. Щербинин | 3 |
| С.М. Вихарев, Н.М. Федосова | 6 |
| Р.В. Корабельников, Х.И. Иброгимов, А.Р. Корабельников | 9 |
| М.С. Енин, С.Е. Маянский, Е.Л. Пашин | 13 |
| В.Г. Дроздов, Л.В. Мочалов | 17 |
| Э.В. Новиков, А.Н. Овсянникова, Р.И. Ахриев | 19 |
| Э.В. Новиков, Б.В. Опарин, Р.В. Мальцев | 23 |
| А.А. Баринов, С.Е. Маянский, Е.Л. Пашин | 26 |

Секция II

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРЯДЕНИЯ И ТКАЧЕСТВА

| | |
|---|----|
| А.А. Шатрова, Ю.С. Молдаванцева, А.П. Соркин | 30 |
| Е.К. Боровкова, В.И. Жуков | 33 |
| А. Н. Субботина, В.В. Лазарев | 36 |
| В.А. Акулов, В.В. Лазарев | 40 |
| Л.С. Ильин, Н.С. Кузнецова, С.Е. Проталинский | 45 |

Секция III

ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ШВЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА
И ПРОИЗВОДСТВ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

| | |
|---|----|
| М.Л. Погорелова, О.И. Денисова, В.Н. Капустина | 49 |
| М.Л. Королева | 52 |
| Л.Л. Чагина, Н.А. Смирнова, Н.В. Пашкова., Е.Л. Горбунова | 55 |
| Ю.А. Костюкова, М. Н. Белоногова, С.В. Филатова, О.А. Овчинникова | 59 |
| Н.В. Банакова, В.Р. Крутикова, Д.Е. Егоров | 64 |
| Ю.Г. Метелкина | 67 |

Секция IV

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ
И СОЗДАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В МАШИНОСТРОЕНИИ,
ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

| | |
|--|----|
| В.В. Романов, С.М. Клопов | 73 |
| И.С. Никифоров, В.В. Романов, Д.Е. Григорьев | 75 |
| И.М. Тарасов | 79 |
| М.А. Смирнов | 82 |
| С.М. Вихарев, Н.М. Федосова, А.И. Фролов | 86 |
| Н.И. Баурова (Московский автомобильно-дорожный институт (ГТУ)) | 89 |
| Н.И. Баурова (Московский автомобильно-дорожный институт (ГТУ)) | 93 |
| В.Г. Дроздов, Е.В. Маина | 96 |

Секция V

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

| | |
|---|-----|
| О.В. Щекочихин, Е.С. Кириллова | 99 |
| Д.А. Богачев | 102 |
| А.С. Чувиляева, Ж.В. Дорохова | 104 |
| Е.А. Руссу | 107 |
| Е.А. Демчинова | 110 |
| А.С. Перепелкин, С.В. Нечаюк | 114 |
| О.А. Кутузова | 118 |
| В.В. Олоничев, Д.С. Плотникова | 123 |
| А.Е. Савенков, С.А. Чистяков, И.Н. Моклокова, В.Г. Шуваев | 126 |
| В.А. Болонкин | 129 |

Секция VI

ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ
ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА. ХИМИЯ. ЭКОЛОГИЯ

| | |
|---|-----|
| А.Г. Горбачева, Е.В. Саликова, В.П. Чулков | 132 |
| Т.Н. Вахнина, Н.М. Парфенова | 136 |
| Т.Н. Вахнина | 138 |
| Е.А. Боровков, С.А. Угрюмов, А.С. Свешников | 140 |
| В.Н. Комаров, Н.В. Потехина, Е.М. Дурандин | 144 |

Секция VII

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ОХРАНА ТРУДА

| | |
|--|-----|
| И.В. Сусоева, В.И. Пантелеев, Б.В. Смирнов | 148 |
|--|-----|

Научное издание

НАУЧНЫЕ ТРУДЫ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ КГТУ

Выпуск 10

Часть 1

Секции I–VII

Издаются в авторской редакции

Компьютерная верстка Н.И. Поповой

Подписано в печать 13.04.09. Формат бумаги 60×84 1/16.
Печать трафаретная. Печ. л. 9,69. Заказ 274. Тираж 400 (1 з. 75).

Редакционно-издательский отдел
Костромского государственного технологического университета

156005, г. Кострома, ул. Дзержинского, 17

ISBN 5 - 8285 - 0447 - 9

