

**МЕТОД КОНТРОЛЯ ЗА ХОДОМ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРЯДЕНИЯ
И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ВЫРАБАТЫВАЕМОЙ ПРЯЖИ**

**METHOD OF MONITORING THE TECHNICAL CHARACTERISTICS
OF THE NODES RING SPINNING MACHINES
AND CONTINUOUS CONTROL OF PARAMETERS OF YARN PRODUCED**

Д.Н. БЕЛЯЕВ, А.А. СТОЛЯРОВ
D.N. BELYAEV, A.A. STOLYAROV

(Ивановский государственный политехнический университет)
(Ivanovo State Polytechnical University)
E-mail: stolyarovanatoly@yandex.ru

В статье рассматривается вопрос оснащения технологического оборудования прядильного производства системами автоматики для оперативного контроля технологических параметров и нормирования качественных показателей пряжи и нитей.

The article discusses the issue of equipping of technological equipment of spinning production automation systems for operational control of technological parameters and regulation of quality indicators yarn and threads.

Ключевые слова: прядильная машина, автоматические системы контроля, качество пряжи, структура пряжи, свойства пряжи.

Keywords: spinning machine, automatic control systems, quality yarn, yarn structure, properties yarn.

В выполнении качественной и продуктивной работы самым весомым и фундаментальным критерием является верная постановка задачи. Следствием неполного, нелогичного, либо некорректно поставленного задания, зачастую является непредсказуемая сложность его реализации, а если задача вовсе не поставлена, то нет смысла приступать к работе.

В настоящее время на отечественном рынке, к сожалению, преобладают товары импортного производства. Для повышения конкурентоспособности текстильной продукции, выпускаемой российскими производителями, необходимо решать самые разнообразные задачи, в том числе необходимо проанализировать и выявить слабые звенья в цикле производства. Составляющие этого цикла могут составить достаточно емкий перечень, охватывая всю многогранность производственной

системы. Приоритетными направлениями нашего исследования являются совершенствование кольцевой прядильной машины и разработка технических средств контроля вырабатываемой пряжи.

Задача оснащения отечественного прядильного оборудования системами автоматики для оперативного контроля технологических параметров и нормирования качественных показателей пряжи и нитей является наиболее значимой в настоящее время. Мониторинг состояния оборудования в режиме реального времени способствует повышению эффективности производства, а применение современных микропроцессорных узлов, интегрированных с ЭВМ и оснащенных современными средствами коммутации, как проводными (USB), так и беспроводными (Bluetooth, Wireless USB, Wi-Fi), делает устройство

актуальным в современном мире информационных технологий.

Прежде чем анонсировать нашу разработку, следует сказать, что оно обладает всеми достоинствами образца, способного занять свое место на рынке метрологических систем и приборов. Устройство позволяет определять показания числа кручений движущегося продукта, а также основные характеристики узлов кольцевой прядильной машины, принимающих непосредственное участие в процессе формирования нити и пряжи.

Прибор собран на базе электронных компонентов зарубежных производителей, широко распространенных на российском рынке. Минимизация размеров современных деталей позволяет выполнить прибор в компактном исполнении, не теряя при этом в функциональности. Схемотехническое решение составлено таким образом, что при функциональном расширении, изменении требований или условий работы, делает устройство максимально универсальным – доработка коснется лишь программной части, тем самым открываются большие перспективы для изобретателей и разработчиков промышленных лабораторий.

В дополнении к указанным функциям устройство способно осуществлять вычисление составляющих и расчетных величин [5], благодаря которым можно контролировать технологический процесс кольцевой прядильной машины в зоне формирования продукта. Собранные данные образуют массив, выявляя закономерность их изменения, а также причины и элементы зависимости, влияющие на качество пряжи. Применение средств обратной связи даст возможность коррекции и управления технологическим процессом.

В качестве функционального ядра выбран современный высокопроизводительный микроконтроллер (МК) компании Silicon Laboratories, поддерживающий возможность передачи данных на ЭВМ по шине USB. Программирование микроконтроллера производилось с учетом теории и технологии изготовления пряжи кольцевого способа прядения. Основой для программирования устройства явля-

ются математические выражения определения крутки пряжи, которую та приобретает в процессе формирования. Компоненты математического выражения описывают рабочие характеристики основных узлов машины (частота вращения веретен, бегунка, скорость вращения выпускного цилиндра и пр.).

Известно, что за один оборот бегунка по бортику кольца пряжа получает одно кручение, следовательно, задача состоит в определении числа оборотов на отрезке продукта, подаваемого в зону кручения [5]. Регистрация периодов вращения происходит путем преобразования механического движения в электрический сигнал различного рода датчиками. При попадании бегунка в высокочастотное электромагнитное поле индуктивного датчика на его выводах возникает сигнал, который служит стартовой отметкой для запуска вычислительных операций на МК. Обладая релейной (бинарной) характеристикой, выходной сигнал чувствительного элемента кратковременным изменением уровня напряжения сообщает о появлении объекта в его активной зоне.

Для регистрации показателей вращения выпускного цилиндра используется оптический датчик с диффузионным отражением от объекта или так называемый датчик черной метки. На поверхность цилиндра наносятся маркерная метка либо полоска самоклеющейся пленки. Коэффициент контрастности метки и поверхности цилиндра подбирается таким образом, чтобы на выводе датчика возбуждался импульс, схожий с тем, который получен на выходе индуктивного преобразователя. Далее сигнал пропускается через триггер Шмитта. Триггер необходим для приведения неправильной формы сигнала, пришедшего с датчика, к виду прямоугольного импульса, а также для устранения явления "дребезга". После чего импульс усиливается до требуемого значения и удовлетворяющий всем условиям поступает на цифровой вход МК для дальнейшей обработки. В настоящее время в структуре современных датчиков присутствуют все необходимые узлы, которые обеспечивают на выводах

сигнал требуемой формы. Применение таких образцов позволяет избежать усложнения схемы прибора, упростить процесс изготовления и отладки.

Прибор оснащен аналоговым входом для подключения источников аналогового сигнала. Известно устройство динамометрического веретена [6], устройство для измерения натяжения нити между бегунком и паковкой [7] и схемы измерения натяжения пряжи в точке наматывания [3], [4]. В качестве аналого-цифрового звена устройства используется 16-разрядный преобразователь фирмы Analog Devices. Режим

коррекции в отключенном состоянии тензорезистивного датчика [3] присваивает показанию на выводах значение начальной точки отсчета, приняв его за ноль. В момент прихода импульса с бегунка на контроллере срабатывает прерывание. МК дает команду, и преобразователь приступает к обработке значения, пришедшего с выхода усилителя, характеризующего мгновенное натяжение нити в точке наматывания. Как только данные оцифрованы, МК их считывает и помещает в соответствующий регистр.

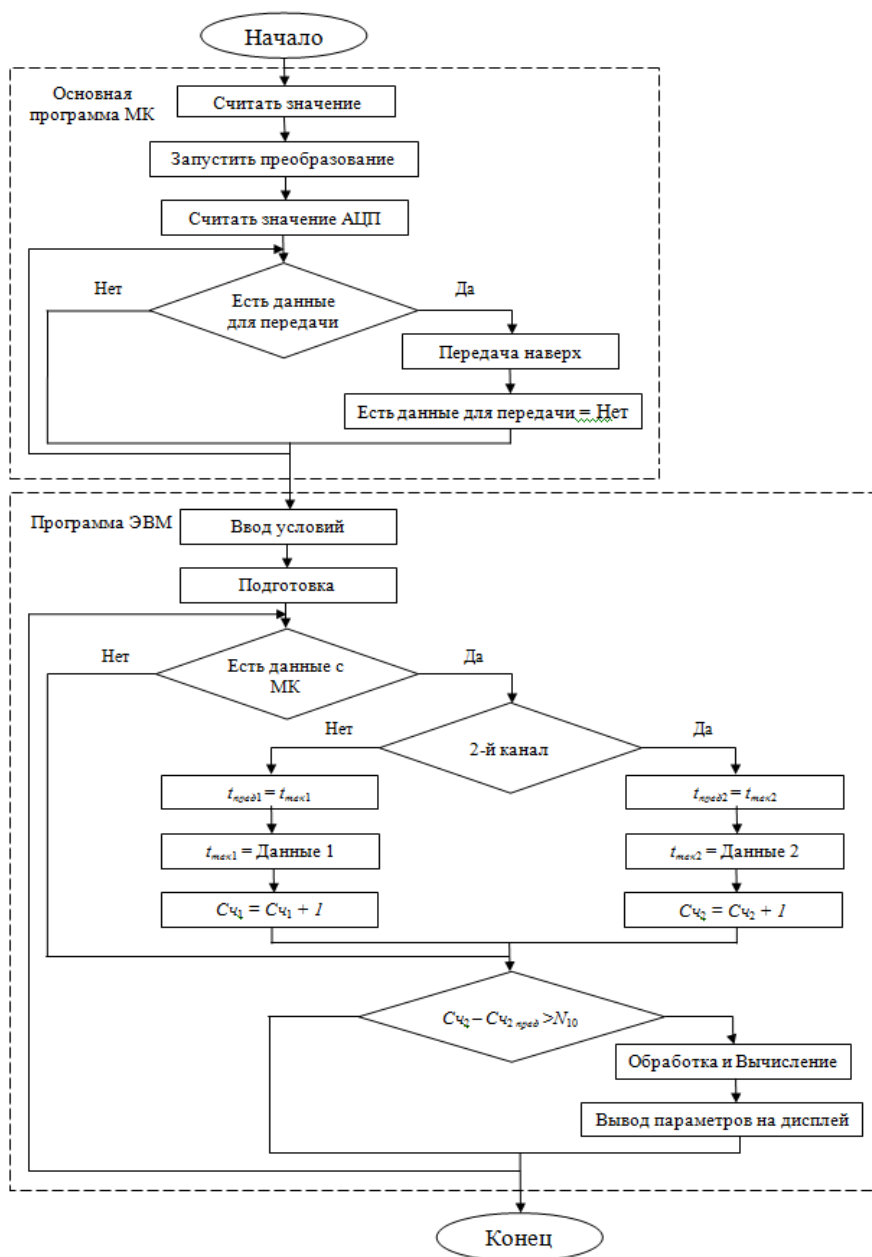


Рис. 1

Отслеживать и выполнять все необходимые расчеты и манипуляции будет прикладная программа на ЭВМ, а устройство будет осуществлять процесс измерения, приводить результаты к соответствующему виду и посылать их на верхний уровень. Объективное распределение задач системы устройство – ЭВМ позволит увеличить точность измерений, повысить быстродействие, переместив основную нагрузку на ЭВМ, а также снизить энергопотребление и значительно упростить процесс разработки. На рис.1 представлена блок-схема алгоритма программы.

В МК запущен таймер в 32-разрядном режиме, который реализован средствами двух 16-разрядных. Это позволит избежать ошибок, возникших вследствие переполнения таймера. Модуль захват/сравнение настроен на работу в режиме захвата, управляемый фронтом импульса. В этом режиме активный фронт на внешнем выводе приведет к захвату значения таймера/счетчика ПМС и загрузке его в 16-разрядный регистр захвата/сравнения соответствующего модуля. Показания таймера $T_{\text{пред}}$ и $T_{\text{тек}}$ являются основными данными, участвующими в алгоритме. Значения $|\Delta T| = T_{\text{пред}} - T_{\text{тек}}$ достаточно для расчета частоты вращения. Из известных значений диаметров находятся соответствующие длины окружностей (S_K и $S_{B.C.}$) и, следовательно, скорости вращения. В качестве примера для пояснений используются технические характеристики узлов кольцевой прядильной машины П-66-5М4: диаметр выпускного цилиндра – 25мм, диаметр кольца – 42 мм, частота вращения веретена – 13000 мин⁻¹. Значения вводятся в окно программы, так как являются исходными данными для расчетов. В данном случае процесс точных измерений производится примерно 270 раз в секунду, причем скорость вычислительных операций изменяется в зависимости от рабочей частоты вращения. Предельный диапазон работы измерительного устройства для частот вращения веретена достаточно широкий и принят от 10 000 до 40 000 об/мин. Это позволит эксплуатировать прибор на

кольцепрядильных машинах различного класса.

Момент прихода значений таймера на ЭВМ несет в себе информацию о совершении бегунком или выпускным цилиндром одного полного оборота. Прикладная программа сохраняет их в массив и увеличивает значение счетчика ($C_{ч1}$ и $C_{ч2}$) на 1. Значение счетчика служит множителем для последующего определения длин исходного и готового продукта. На основании анализа теории кручения волокнистого материала [1], [2], а именно методики определения коэффициента укрутки – как отношение длины полученного продукта к длине мычки – с каждым оборотом веретена бегунок или метка на поверхности выпускного цилиндра проходит одинаковое расстояние. При условии известного диаметра кольца и цилиндра не составляет труда определить это расстояние, а следовательно узнать количество волокнистого материала, которое потребовалось затратить на изготовление известной длины готовой пряжи или нити.

Согласно данным, приведенным в [5], показания укрутки пряжи на отрезке длиной в 1 м варьируется в пределах 2...6%. Исходя из нашей методики максимальная погрешность в измерении этого параметра при тех же условиях возрастает до 8% и более. Причиной такой большой ошибки являются относительно большие значения диаметров выпускного цилиндра и кольца, так как в метровом отрезке продукта укладывается только 7 полных значений S_K , что соответствует отметке 0,92 м. Взяв во внимание высокую скорость и инерционность вращающихся органов, измерения можно проводить каждые 10 м. Аналогично максимальная погрешность в измерении периодов вращения выпускного цилиндра составит около 6%. Значения отклонений, полученные аналитическим методом, выходят за допустимые пределы, делая устройство непригодным для применения в данной области. Решение проблемы сводится к следующему: в начале программы создается условие, определяющее номер импульса, фронт которого будет максимально ближе к этой отмет-

ке (N_{10}), тем самым формируя условие ($S_{ч1} - S_{ч2} > N_{10}$), при котором периодически, через каждые 10 метров продукта, будут рассчитываться текущие значения крутки и других параметров; после чего десятикратное значение будет приводиться к нормальному виду и помещаться в массив. Такой ход повысит точность измерения, снизив погрешность на порядок.

Таким образом, в расчетах производных и составляющих величин будут принимать участие только результаты десятиметровой отметки – 3 раза в секунду, согласно [5]. Для удобного наблюдения за измерительным процессом последние значения будут выводиться из массива на экран каждую секунду. Стоит отметить, что при всех нюансах работы программы полученные в процессе измерения результаты не будут утеряны, а будут помещаться в память программы, откуда их можно извлечь. По завершению измерительного цикла результаты можно оформить в удобной для обработки, изучения и хранения форме средствами графиков, схем или таблиц.

Основным достоинством данной разработки является то, что процесс контроля осуществляется в ходе формирования пряжи, чего нельзя сказать о лабораторном оборудовании. Мониторинг технологического состояния узлов кольцевой прядильной машины, участвующих в процессе крутки, позволит выявить слабые места, а также установить закономерность и причины, влияющие на качество получаемой продукции. Доступна возможность сохранять результаты измерений в памяти ЭВМ на протяжении, например, рабочей смены или намотки партии. На основании резуль-

татов измерения можно сформировать графики и использовать их как задающее воздействие в средствах обратной связи.

В целом применение прибора сократит время, затрачиваемое на нормирование крутки, сократит вероятность брака и, как следствие, повысит производительность труда и качество выпускаемой продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Корицкий К.И.* Вопросы структуры и проектирования хлопчатобумажной пряжи. – М.-Л.: Государственное издательство легкой промышленности, 1940.
2. *Соколов Г.В.* Вопросы теории кручения волнообразных материалов. – М.: Государственное научно-техническое издательство легкой промышленности СССР, 1957.
3. *Столяров А.А.* Способ определения натяжения нити на кольцевой прядильной машине в зоне бегунок-паковка // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2003, №5. С.28...31.
4. *Столяров А.А.* Построение и анализ диаграммы натяжения нити на кольцевой прядильной машине // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2009, №2. С.28...31.
5. *Павлов Ю.В. и др.* Теория процессов, технология и оборудование прядения хлопка и химических волокон / Под ред. Ю.В. Павлова. – Иваново: ИГТА, 2000.
6. Патент на изобретение № 2202662 Российской Федерации, МПК⁷ D 01 H 13/26. Веретено динамометрическое [Текст] / Бархоткин Ю.К., Столяров А.А. Оpubл. 20.04.2003, Бюл. № 11.
7. Патент на изобретение № 2485226 Российской Федерации, МПК⁷ D 01 H 13/26. Устройство для измерения натяжения нити между бегунком и паковкой кольцевой прядильной машины [Текст] / Столяров А.А. Оpubл. 20.06.2013, Бюл. №17.

Рекомендована кафедрой технологии текстильных изделий. Поступила 15.05.14.