

**НОВЫЙ СПОСОБ ИССЛЕДОВАНИЯ НАТЯЖЕНИЯ ТКАНИ
В ЗОНЕ ВАЛЬЯН-ГРУДНИЦА
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЕРВОПРИВОДА***

**NEW WAY OF RESEARCH OF A TENSION OF A FABRIC
IN THE DOFFER/BREAST BEAM ZONE
WITH SERVO-DRIVER USE**

А.П. ГРЕЧУХИН
A.P. GRECHUKHIN

(Костромской государственный технологический университет)
(Kostroma State Technological University)
E-mail: niskstu@yandex.ru

В статье представлен способ определения натяжения ткани в зоне вальян-грудница с использованием сервопривода в составе: частотный преобразователь, программируемый контроллер, серводвигатель. Для управления серводвигателем использовали контур с обратной связью, что позволяет получать значения крутящего момента на валу серводвигателя по градусам поворота главного вала станка. Предложен способ исключения из общего момента на валу серводвигателя динамической и статической составляющих, связанных с движением самого механизма.

In article the way of definition of a tension of a fabric in in the doffer/breast with servo-driver use in structure is presented: the frequency converter, the programmed controller, a servomotor. For management of a servomotor used a feedback control contour, therefore could receive an apportion on degrees of turn of the main shaft. For elimination of influence of the dynamic making and static component caused by a friction in support, the weight of the mechanism transferring rotation on the doffer, defines inertial characteristics of a drive.

Ключевые слова: натяжение ткани, момент на валу двигателя, вальян, грудница.

Keywords: fabric tension, the moment on an engine shaft, doffer, breast.

Известно, что натяжение ткани при прибое является важнейшим технологическим показателем процесса ее формирования [1] и определяет степень напряженности процесса ткачества вместе с натяжением нитей основы при прибое и силой прибоя. Комплексные теоретические и экспериментальные исследования процесса формирования ткани должны включать исследования натяжения ткани или ссылки на их фактические значения, как, например, это сделано в работах [2...7]. Традиционно натяжение ткани исследовалось с

помощью тензобалочки на груднице или валика-консоли [8]. При этом требуется определенное изменение конструкции ткацкого станка, что, как правило, ведет к изменению геометрии заправочной линии.

Следует отметить, что за последние 15 лет в литературе практически не встречаются работы, анализирующие изменение натяжения ткани в зоне перед грудницей. Исследователи ограничиваются анализом натяжения нитей основы в зоне скало-ламели, как, например, это сделано в работе [9].

* Работа выполнена по гранту РФФИ № 14-08-00475.

Нами проведена модернизация ткацкого станка СТБ2-175 с целью расширения ассортиментных возможностей. При этом товарный регулятор заменен сервоприводом. В состав сервопривода входят: частотный преобразователь, программируемый контроллер и серводвигатель. В качестве последнего использовали серводвигатель переменного тока DeltaElectronics марки ЕСМА-Е11315FS (1,5 кВт) [10] на валу товарного регулятора, внешний вид серводвигателя представлен на рис. 1.



Рис. 1

Для управления указанным серводвигателем использовали сервопреобразователь

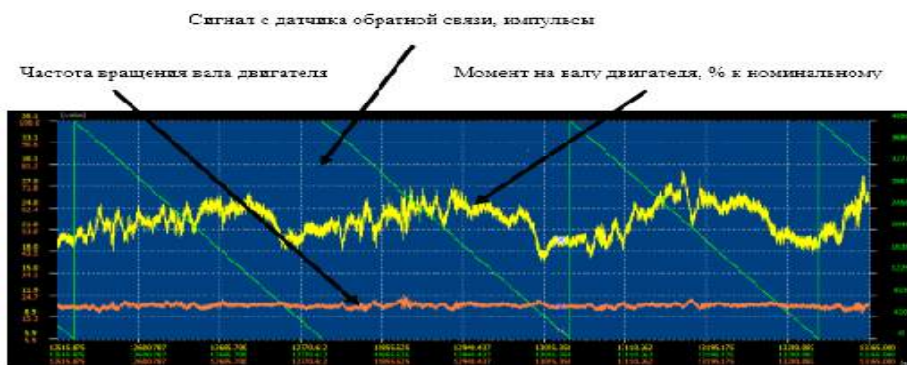


Рис. 2

Момент на валу двигателя можно определить следующим образом [11]:

$$M_{\text{двиг}} = M_{\text{вал}} + M_{\text{дин}} + M_{\text{стат}}, \quad (1)$$

где $M_{\text{двиг}}$ – крутящий момент на валу двигателя; $M_{\text{вал}}$ – крутящий момент на валу двигателя от натяжения ткани; $M_{\text{дин}}$ – динамический крутящий момент на валу дви-

гателя; $M_{\text{стат}}$ – статический крутящий момент сопротивления на валу двигателя. В указанной модели номинальный момент составляет 7,16 Н·м. При этом поддержка требуемого момента осуществляется во всем диапазоне рабочих скоростей вала двигателя.

Программное обеспечение Data Scope [10] фирмы DeltaElectronics позволяет в режиме реального времени измерять крутящий момент на валу двигателя (в процентах к номинальному значению). Нами предлагается использовать эту возможность для контроля за натяжением ткани в зоне перед грудницей. Вращающий момент на валу серводвигателя равен моменту на вальяне. Зная диаметр вальяна, можно легко определить натяжение ткани при входе на него.

Значения крутящего момента определяются через градусы поворота главного вала станка. Вид экспериментальных данных в окне программы DataScope представлен на рис. 2.

Тогда

$$M_{\text{вал}} = M_{\text{двиг}} - M_{\text{дин}} - M_{\text{стат}}. \quad (2)$$

Формула для расчета динамического момента на валу двигателя выглядит следующим образом:

$$M_{\text{дин}} = \varepsilon(I_{\text{рот}} + I_{\text{прив}}), \quad (3)$$

где ε – угловое ускорение вала двигателя, рад/с²; $I_{\text{рот}}$ – момент инерции ротора двигателя ($11,9 \cdot 10^{-4}$ кг·м² [9]); $I_{\text{прив}}$ – момент инерции нагрузки, приведенный к оси вращения вала двигателя ($1,3 \cdot 11,9 \cdot 10^{-4}$ кг·м²).

С целью исключения динамической составляющей из результатов измерения необходимо определить инерционные характеристики привода. Для этого в программном обеспечении сервопривода есть специальная функция, которая выдает значение момента инерции подвижных частей привода, приведенного к валу двигателя (отнесенное к моменту инерции ротора двигателя). Во всех экспериментах товарный валик отключали. Отношение момента инерции подвижных частей привода, приведенного к оси вращения вала двигателя к моменту инерции ротора двигателя, составило 1,3. Для расчета углового ускорения вальяна использовался сигнал пропорциональный частоты вращения, который сглаживался с помощью быстрого преобразования Фурье в среде Mathcad. Переведя значение частоты вращения в рад/с и найдя первую производную по времени, получаем значение углового ускорения и на его основе определяем зависимость значения динамической составляющей крутящего момента.

Значение $M_{\text{стат}}$ замеряли, пустив привод в работу с постоянной скоростью, приблизительно равной средней рабочей скорости (20 об/мин). Полученные значения момента составили 4,5% от номинального значения (7,16 Н·м). График значений $M_{\text{стат}}$ на валу серводвигателя представлен на рис. 3.

Зная динамическую и статическую составляющие крутящего момента, по формуле (2) определяли момент, вызванный натяжением ткани.

Результаты вычислений на интервале времени 250 мс, приблизительно соответствующему одному обороту главного вала станка, представлены на рис. 4.

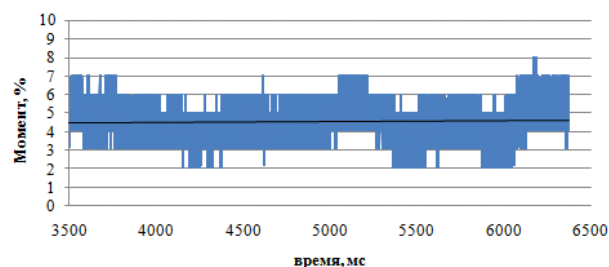


Рис. 3

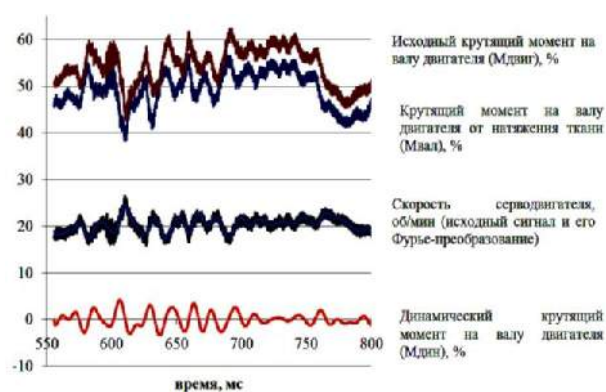


Рис. 4

Зная экспериментально полученный закон изменения крутящего момента, можно определить зависимость натяжения ткани от времени. Таким же образом могут быть получены данные крутящего момента на валу двигателя от технологической нагрузки при установке сервоприводов на другие механизмы станка (рапирный механизм передачи точной нити, главный вал станка, батанный механизм и др.).

Приведем пример расчета натяжения ткани в зоне вальян–грудница при прибое на станке СТБ2-175. Можно либо построить график зависимости натяжения ткани от времени, либо определить натяжение ткани в конкретный момент времени.

Количество импульсов датчика обратной связи на 1 оборот главного вала станка – 4096. Прибой в 70° поворота главного вала станка. Датчик установлен так, что 4096 импульсов датчика совпадает с 0° поворота главного станка. Тогда количество импульсов от нулевой точки ($K_{\text{имп}}$):

$$K_{\text{имп}} = \frac{4096 \cdot 70}{360} \approx 796.$$

Поскольку количество импульсов уменьшается по мере вращения главного вала станка (рис. 2), то значение, в котором необходимо определять натяжение ткани, составляет $4096 - 796 = 3300$ импульсов.

Был проведен эксперимент по определению натяжения ткани в зоне вальян – грудница при выработке льняной ткани на станке СТБ2-175 с плотностью по утку 130 нит/10 см, по основе – 164 нит/10 см. В основе и в утке использовали льняную пряжу 50 текс БМВЛ. Получено значение по результатам 52 замеров 39,84 %, относительная ошибка измерений 2,29 %.

Значения момента в программе Data Score получены в процентах от номинального значения. Необходимо осуществить перевод единиц измерения из процентов в ньютонь. Расчет натяжения ткани ведется по формуле:

$$F_{\text{тк}} = \left(\frac{M_{\text{вал}}}{100} Mi \right) / mR_{\text{в}}, \quad (4)$$

где $F_{\text{тк}}$ – натяжение ткани, Н; M – номинальный момент на валу двигателя; i – передаточное отношение (56,75); m – количество нитей в основе (2688); $R_{\text{в}}$ – радиус вальяна (0,08 м).

Используя формулу (4), получаем значение 0,752 Н.

ВЫВОДЫ

1. Разработана методика определения натяжения ткани на ткацком станке в зоне вальян–грудница с использованием сервопривода. Использование современных сервоприводов позволяет определять инерционные характеристики механизмов, значения крутящего момента на валу двигателя в режиме реального времени, что значительно упрощает задачу определения нагрузок на исполнительном механизме.

2. Предложенную методику можно использовать при определении нагрузок на исполнительных механизмах, заменяющих и прочие узлы и механизмы ткацкого станка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гордеев В.А., Волков П.В. Ткачество. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.
 2. Налетов В.В. Влияние дополнительного перемещения ткани в сторону грудницы в процессе приобоя утка на условия приобоя на ткацком станке // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1973, № 3. С.75...80.
 3. Налетов В.В. Влияние принудительной подачи ткани навстречу берду во время приобоя утка на условия приобоя на ткацком станке // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1974, № 4. С. 63...66.
 4. Ямицков С.В. Развитие теории формирования ткани и методов прогнозирования технологических параметров процесса ткачества: Дис. ... докт. техн. наук. – Кострома, КГТУ, 1997.
 5. Примаченко Б.М. Разработка методов прогнозирования структуры и эксплуатационных свойств тканей бытового и технического назначения на основе технологических параметров их производства: Дис. ... докт. техн. наук. – Санкт-Петербург: СПбГУТиД, 2009.
 6. Степанов С.Г. Развитие теории формирования и строения ткани на основе нелинейной механики гибких нитей: Дис. ... докт. техн. наук. – Иваново: ИГТА, 2007.
 7. Проталинский С.Е. Развитие теории и вопросы приложения механики нитей к задачам текстильной технологии: Дис. ... докт. техн. наук. – Кострома: КГТУ, 1999.
 8. Севостьянов А.Г., Кудинов А.Е., Литвинов М.С. и др. Методы и средства исследования механико-технологических процессов в текстильной промышленности: лабораторный практикум: Учеб. пособие для вузов / Под ред. А.Г. Севостьянова. – М.: Легпромбытиздат, 1986.
 9. Брут-Бруляко А. Б. Ерохова М.Н. Исследование влияния величины заступа на натяжение основных нитей // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №4. С. 81...84.
 10. http://www.deltronics.ru/product/servo/series_57.html?vkl=files-vkl.
 11. Кацман М.М. Электрический привод. – 5-е изд., стер. – М.: Издательский центр "Академия", 2013.
- Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин, деталей машин и проектирования технологических машин. Поступила 26.03.15.