

БЕССТУПЕНЧАТЫЙ ТОВАРНЫЙ РЕГУЛЯТОР С ИНДИВИДУАЛЬНЫМ ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ*

И.С. НИКИФОРОВ

(Костромской государственной технологической университет)
E-mail: vanassmeister@gmail.com

Предложена модифицированная конструкция товарного регулятора станка СТБ2-175 с приводом от индивидуального асинхронного электродвигателя, управляемого от электронного преобразователя частоты типа КЕВ Combivert F5.

The acetylated design of a cloth beam regulator of the machine tool STB2-175 with a driver from the individual asynchronous electric motor operated from the electronic converter of frequency of type КЕВ is offered herein.

Ключевые слова: товарный регулятор, преобразователь частоты, компенсация деформации зевообразования.

В работах [1], [2] показано, что обрывность нитей основы зависит не столько от величины нагружения нити, сколько от его длительности. В [3] предлагается способ компенсации деформации нити при зевообразовании. В настоящей работе рассматривается иной подход к решению этой задачи.

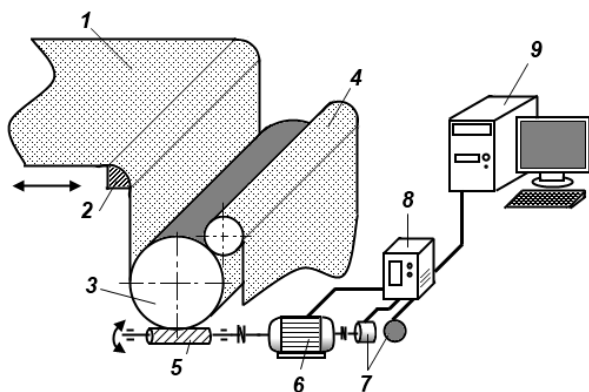


Рис. 1

Принцип работы модифицированного товарного регулятора иллюстрирует рис. 1. Ткань 1, огибая грудницу 2, вальцы 3 и прижимной ролик 4, наматывается на то-

варный валик (на схеме не показан). Вальцы приводятся в движение индивидуальным асинхронным электродвигателем 6 (АД) через червячную передачу 5. Углы поворота ротора двигателя и главного вала станка контролируются фотоимпульсными датчиками 7, подключенными к преобразователю частоты 8. Для настройки регулятора и контроля его работы используется компьютерный терминал 9. При раскрытии зева вальцы отводят ткань в зону формирования, компенсируя рост натяжения системы заправки. При закрытии зева происходит обратный процесс – излишки ткани отводятся из зоны формирования. Скорость вращения вальца определяется суммой постоянной скорости, задающей плотность ткани по утку, и знакопеременной компенсирующей скорости.

Для определения динамических свойств регулятора определим закон движения ротора АД и приведенный к ротору двигателя момент инерции механизма. Допустим, что на станке СТБ2-175 вырабатывается ткань полотняного переплетения. Скорость вращения главного вала

* Работа выполнена под руководством доц., канд. техн. наук В.В. Романова в соответствии с проектом № НК-632П/38(3) в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009 – 2013 годы.

250 мин⁻¹. Зевобразовательный механизм ткацкого станка работает по синусоидальному закону с выстоями. Исходя из геометрических параметров зева определена зависимость угла поворота ротора двигателя от времени $\varphi_{\text{eng}}(t)$, необходимая для компенсации деформации системы заправки в процессе зевобразования (рис. 2).

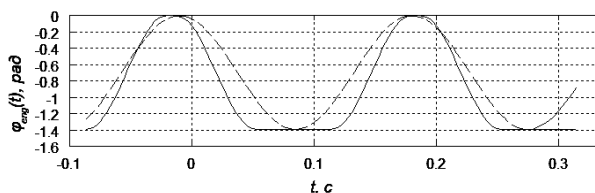


Рис. 2

Сплошная линия на рис. 2 соответствует полной компенсации. С практической точки зрения полная компенсация выглядит трудноосуществимой, поскольку в моменты стыковки синусоиды с прямой (начало и окончание выстоев) имеют место скачкообразные изменения скорости и ускорения ремиз. При точном следовании закономерности, представленной сплошной линией, требуются резкие разгон и торможение регулирующего органа (вальяна), что потребует избыточной мощности от электропривода. Потому за основу взят синусоидальный закон (штриховая линия), обеспечивающий плавность изменения скорости и ускорения.

Момент инерции механизма, приведенного к ротору двигателя, определяется:

$$J_{\Sigma}^{\text{ПП}} = J_1 + J_2 + J_3 \frac{\omega_3}{\omega_1} + J_4 \frac{\omega_4}{\omega_1}, \quad (1)$$

где J_1 – момент инерции ротора двигателя; J_2 – момент инерции червяка; J_3 – момент инерции вальяна; J_4 – момент инерции прижимного валика; ω_1 – угловая скорость ротора; ω_3 – угловая скорость вальяна; ω_4 – угловая скорость прижимного валика. По результатам расчетов величина $J_{\Sigma}^{\text{ПП}}$ составила $2,17 \cdot 10^{-2} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$.

Вычислим момент от сил натяжения ткани, действующий на вальян. Примем заправочное натяжение одиночной нити $F_{z0}=25$ сН/нить. При заправочной ширине 175 мм и числе нитей 2464 равнодействующая сил натяжения заправки F_z будет равна 616 Н. Коэффициент трения ткани по стали $\mu=0,3$. Угол охвата грудницы тканью $\phi \approx \pi/2$ радиан. Рассчитанная по формуле Эйлера сила $F_{ze} = 384,5$ Н, а момент от силы F_{ze} , приведенный к ротору, $M_{ze,r}=1,025$ Н·м. Таким образом, из условия квазистатического равновесия моментов можно получить следующее выражение для момента электродвигателя:

$$M_{\text{eng}} = 0,0217\varepsilon_{\text{eng}} + 1,025, \quad (2)$$

где ε_{eng} – угловое ускорение ротора двигателя. Закон изменения $\varepsilon_{\text{eng}}(t)$ получен двойным численным дифференцированием $\varphi_{\text{eng}}(t)$ (рис. 2). Дифференцированием определено пиковое значение ускорения $\varepsilon_{\text{eng}}=750$ рад·с⁻². Подставляя это значение в выражение (2), получим пиковое значение момента двигателя $M_{\text{eng,max}}=18,325$ Н·м. Такой момент способен развивать асинхронный электродвигатель мощностью 1,5 кВт при питании от преобразователя частоты (современные преобразователи частоты обеспечивают перегрузочную способность по моменту до 250%). Средняя потребляемая мощность составит менее 1 кВт.

Средствами программного пакета MatLab была построена динамическая модель САУ (рис.3). Модель состоит из двух апериодических звеньев первого порядка, соединенных последовательно и охваченных 100%-ной отрицательной обратной связью.

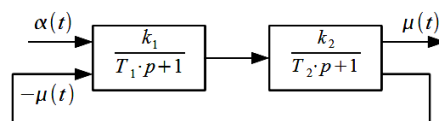


Рис. 3

Первое звено характеризует преобразователь частоты. Его постоянная времени

$T_1=0,01$ с – минимальное время установления частоты (по паспортным данным). Второе звено имитирует двигатель с исполнительным механизмом. Электромеханическая постоянная времени T_2 для второго звена, определенная по формуле (3), составила 0,025 с [5]:

$$T_2 = J_{\Sigma}^{пп} \frac{\Omega_0}{M_0}, \quad (3)$$

где Ω_0 – скорость холостого хода; M_0 – пусковой момент двигателя.

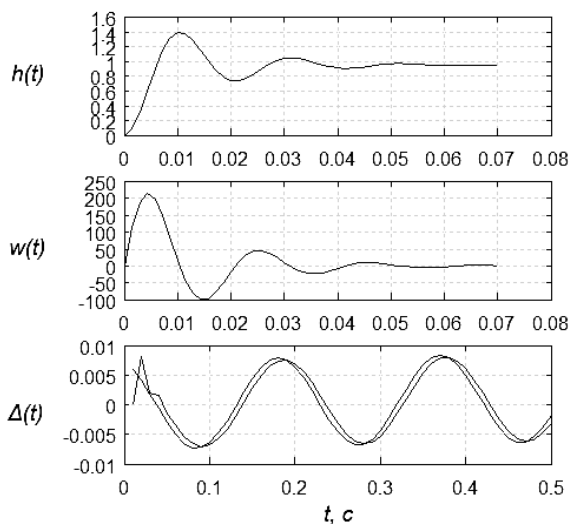


Рис. 4

В процессе симуляции работы системы с реальным входным сигналом подобран оптимальный коэффициент внутрипетлевого усиления $k=20$, при котором система сохраняет стабильность и показывает достаточную точность. Переходная $h(t)$ и весовая $w(t)$ функции системы, а также поведение $\Delta(t)$ (дуга поворота вальяна) при ре-

альном задающем воздействии $\Phi_{eng}(t)$ изображены на рис. 4. Анализ параметра $\Delta(t)$ показывает, что ошибка воспроизведения задающего воздействия регулирования не превышает 15%, что говорит об удовлетворительной точности системы регулирования.

ВЫВОДЫ

1. Предложена конструкция бесступенчатого товарного регулятора с индивидуальным асинхронным электроприводом, позволяющая снизить нагрузку на нити основы в процессе зевообразования.

2. Исследование динамической модели системы показало, что система устойчива и обладает удовлетворительной точностью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Николаев А.С., Оников Э.А. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1999, №6. С.83...86.
2. Проталинский С.Е., Болотный А.П. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2009, №4С. С.81..83.
3. Соловьев В.А. Электротехнические системы с непрерывным токовым управлением вентильными двигателями: Дис.... докт. техн. наук. – М.: МГТА, 2006.
4. Дорф Р., Бишоп Р. Современные системы управления. – М.: Лаборатория базовых знаний, 2002.
5. Бессекерский В.А., Попов Е.П. // Теория систем автоматического регулирования. – М: Наука, 1975.

Рекомендована кафедрой технологии машиностроения. Поступила 04.06.10.