

**РЕГУЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ  
ОБРАБАТЫВАЕМЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ  
СРЕДСТВАМИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА**

**REGULATION OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS  
OF THE TREATED TEXTILE MATERIALS  
BY MEANS OF AUTOMATED ELECTRIC DRIVE**

*В.Ф. ГЛАЗУНОВ*  
*V.F. GLAZUNOV*

(Ивановский государственный энергетический университет)  
(Ivanovo State Power University)  
E-mail: glazunov@drive.ispu.ru

*В статье рассматриваются системы автоматического регулирования параметров текстильных материалов, обрабатываемых на оборудовании непрерывного и периодического действия, построенные на базе автоматизированного электропривода.*

*The article deals with the system of automatic control of parameters of textile materials being processed on the equipment of continuous action, built on the basis of automated electric drive.*

**Ключевые слова:** электропривод, ткань, основа, намотка, натяжение, математическая модель.

**Keywords:** electric drive, the fabric, base, winding, tensioning, mathematical model.

Современный электропривод является одним из ключевых элементов в решении многих задач автоматизации текстильного производства. Уровень развития технологий непрерывной обработки текстильных материалов существенно ужесточает требования к системам электроприводов текстильных машин в отношении показателей их надежности, экономичности и быстро-

действия. При этом обрабатываемый материал необходимо рассматривать как элемент конструкции машины и ее системы электропривода [1].

Так, при разработке систем электроприводов поточных линий для обработки ткани в расправленном виде в начальном периоде обрабатываемый материал рассматривался как элемент системы элек-

тропривода без учета его вязкоупругих свойств. Это было возможно в связи с низкими требованиями к качеству продукции, малой производительностью оборудования и несовершенством используемых в то время систем электроприводов.

Внедрение в промышленное производство новых технологий обработки материалов, а также систем электроприводов и средств автоматизации нового поколения открыли перспективу существенного повышения производительности оборудования, его энергоэффективности и улучшения качества обработки материалов. При этом экономически целесообразной стала замена электроприводов постоянного тока на частотно-регулируемый асинхронный электропривод, имеющий более высокие показатели надежности, экономичности и не уступающий электроприводу постоянного тока по показателям статической и динамической точности, открывающий широкие возможности для решения задач оптимизации технологических процессов обработки текстильных материалов.

Однако успешная реализация возможностей, открывающаяся с внедрением новых систем электроприводов, сдерживается отсутствием достоверных и по возможности простых, рассчитанных на микропроцессорную реализацию математических моделей процессов транспортирования и деформации обрабатываемых материалов.

Так, вязкоупругие свойства ткани при обработке ее на оборудовании непрерывного действия оказывают существенное влияние на формирование требований к системе электропривода, обеспечивающей необходимый диапазон регулирования скорости обработки и точность стабилизации натяжения материала. Здесь одним из главных требований, предъявляемых к электроприводу, является стабилизация натяжения на минимальном, по условиям образования складок, уровне как в статическом, так и в динамическом режимах работы. При этом чем большее быстродействие имеет система электропривода при отработке возмущений, тем с меньшим

натяжением и вытяжкой может обрабатываться материал.

Так, в простейшей зоне деформации транспортируемого материала, не имеющих направляющих роликов, с электроприводами валковых пар на ее входе и выходе, представляемых аperiodическими звеньями с некоторой постоянной времени, при ступенчатом изменении одной из скоростей величина натяжения зависит от соотношения этой постоянной с постоянной времени зоны деформации. Повысить быстродействие системы автоматического регулирования натяжения в переходном процессе возможно введением канала силового воздействия на полотно [2], согласованного с традиционным контуром его регулирования.

Известные системы стабилизации вытяжки, построенные на базе электропривода и датчиков скорости материала или его длины на входе и выходе из зоны деформации, обеспечивают регулирование вытяжки материала независимо от его плотности. Так как обычно полотно сшивается из кусков суровья, имеющих разную линейную плотность, обусловленную разной настройкой ткацких станков, то возможно ее выравнивание в системе соответствующим регулированием натяжения [3].

Важное место в непрерывном технологическом процессе текстильного производства занимает намотка длинномерных материалов (ткань, основа), выполняемая при жестких требованиях к ее качеству на осевых наматывающих устройствах.

Несмотря на большое число выполненных исследований процесса осевой намотки текстильных материалов, на сегодняшний день нет единого подхода к решению задачи его математического моделирования. При этом отсутствует возможность использования существующих в других отраслях промышленности моделей намотки гибких материалов, что связано со спецификой и свойствами текстильного материала и его анизотропной и подвижной структурой.

В процессе наматывания сновальных паков требуется обеспечить их одинаковые плотность и длину намотанной осно-

вы, необходимые при разматывании на шлихтовальной машине в процессе формирования ткацкого навоя. Известные математические модели намотки, построенные на основе аналитических методов исследования с использованием, например, теории упругости [4], метода Лагранжа [5], позволяют оценивать параметры формируемой паковки без учета случайного характера действующих возмущений, что вызывает определенные трудности при использовании таких моделей в системе электропривода, обеспечивающего оперативное управление намоткой.

В связи с этим заслуживают внимания результаты экспериментальных исследований, представленные в [6], вскрывающие механизм действующих внутри паковки напряжений.

Одним из подходов к решению задачи математического моделирования процесса намотки, ориентированного на структурную организацию и простоту модели, которые необходимы для ее микропроцессорной реализации, является метод механических аналогий [7]. Особенностью такой модели являются громоздкость вычислительных процедур, осуществляемых в процессе намотки и требующих высокого быстродействия микропроцессора.

В большей степени ориентированной на использование в системе электропривода для управления процессом намотки является математическая модель, представленная спиралью Архимеда [8], связывающая угол поворота сновального вала с его радиусом и позволяющая оперативно в процессе намотки, используя простой алгоритм, вычислять длину основы, радиус намотки и ее плотность. Ключевым параметром здесь является параметр спирали Архимеда, управляя которым можно влиять на намотку.

Необходимое значение параметра спирали Архимеда поддерживается в процессе намотки электроприводом механизма укатывающего вала, обеспечивающего его отвод от тела паковки в функции угла поворота сновального вала [9].

Управление плотностью намотки может осуществляться также на основе изме-

рения угла поворота сновальной паковки и ее радиуса и регулирования коэффициента толщины слоя, осуществляемого микропроцессором [10].

В подготовительном отделе ткацкого производства вязкоупругие свойства нити осложняют возможность практической реализации технологических требований к качеству формируемых сновальных паковок, что вызывает необходимость усложнения системы электропривода сновальной машины и реализуемого на ее основе управления процессом намотки. При этом в качестве электродвигателей механизмов сновального и укатывающего валов используются асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором и питанием их соответственно от преобразователя частоты и тиристорного регулятора напряжения [11]. Здесь могут быть различные варианты построения системы управления электроприводом укатывающего вала. Так, за начальное значение параметра спирали Архимеда может приниматься толщина основы, вычисленная по измеренному радиусу паковки и числу ее оборотов и используемая в дальнейшем в качестве задающей координаты системе управления отводом укатывающего вала [12].

В качестве исходной информации для отвода укатывающего вала может использоваться наружный радиус паковки и ее радиус с учетом деформации в месте контакта сновального и укатывающего валов, определяемый по частотам их вращения [13].

Среднее значение параметра спирали Архимеда может также вычисляться на основе измерения длины материала на входе в паковку, частоты ее вращения и объема [14].

Практическая реализация рассмотренных технических решений связана с выбором датчиков технологических параметров намотки и их погрешностью. Так, контактные способы измерения длины движущегося материала и радиуса намотки имеют погрешность, связанную с упругим скольжением в месте контакта чувствительного элемента датчика и материала [15]. Бесконтактные способы измерения радиуса, основанные на измерении длины материа-

ла и числа оборотов тела намотки, имеют погрешность контактного датчика измерения длины.

В заключение необходимо также отметить проблему параметрической грубости систем электропривода наматывающих механизмов, работающих в условиях естественной вариации параметрических и внешних возмущений, решение которой в условиях современного развития средств электропривода и автоматики позволит улучшить эксплуатационные характеристики оборудования.

## ВЫВОДЫ

Практическая реализация преимуществ частотно-регулируемого электропривода в решении задач автоматического регулирования технологических параметров обрабатываемых на оборудовании непрерывного и периодического действия текстильных материалов обуславливает необходимость совершенствования математических моделей процессов их деформации, транспортирования и намотки с учетом требований микропроцессорной реализации.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кузнецов Г.К. Исследование взаимного влияния конструктивных параметров текстильного оборудования и свойств обрабатываемых материалов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2006, № 1. С. 130...131.
2. Глазунов В.Ф., Вилков П.В. Стабилизация натяжения ткани в оборудовании непрерывного действия // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, № 3. С. 110...113.
3. Глазунов В.Ф., Филичев В.Т., Вилков П.В. Управление вытяжкой ткани в зоне деформации валковых машин // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, № 3. С. 110...114.
4. Суриков В.И. Аналитическое исследование напряженного состояния ткани в рулоне // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1974, № 3. С. 154...157.
5. Кленов В.Б. Математическая модель процесса деформации паковок рулонного типа // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1973, № 1. С. 124...127.
6. Ульянов В.И. Экспериментальные исследования процесса формирования рулона ткани // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1968, № 4. С. 186...188.

7. Глазунов В.Ф., Куленко М.С., Сидякин В.Ф. Математическое моделирование процесса формирования рулона ткани в системе управления намоткой // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2001, № 5. С. 80...87.

8. Кутьин А.Ю. Проектирование текстильных паковок рулонного типа и методы их воспроизводства. – Иваново: Научно-производственный центр «Стимул», 2006.

9. Глазунов В.Ф. О построении асинхронного электропривода намотки сновальных валов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014, № 6. С. 95...98.

10. Демидов Н.А. Микропроцессорная система контроля кинематических параметров партионного снования // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, № 4. С. 159...161.

11. Глазунов В.Ф., Виноградов А.Б., Шишков К.С. Асинхронный электропривод механизма формирования сновальных валов // Вестник ИГЭУ, 2011, вып 1. С. 81...87.

12. Патент РФ № 2493088 МПК В65Н 77/00. Устройство управления формированием сновальных валов // Глазунов В.Ф., заявл. 19.12.2011, опубл. 20.09.2013. Патентодержатель ИГЭУ.

13. Патент РФ № 2525798 МПК D0Н 13/00. Устройство управления формированием сновальных валов // Глазунов В.Ф., заявл. 21.09.2012, опубл. 27.09.2014, бюл. № 23. Патентодержатель ИГЭУ.

14. Патент РФ № 2537145 МПК D2Н 13/10. Устройство управления формированием сновальных валов // Глазунов В.Ф., заявл. 23.04.2013, опубл. 27.12.2014, бюл. № 27. Патентодержатель ИГЭУ.

15. Кулида Н.А., Круглов А.В. Обеспечение контакта измерительного ролика с поверхностью сновального вала // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014, № 3. С. 88...92.

## REFERENCES

1. Kuznecov G.K. Issledovanie vzaimnogo vlijanija konstruktivnyh parametrov tekstil'nogo oborudovanija i svojstv obrabatyvaemyh materialov // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2006, № 1. S. 130...131.
2. Glazunov V.F., Vilkov P.V. Stabilizacija natjazhenija tkani v oborudovanii nepreryvnogo dejstvija // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2011, № 3. S. 110...113.
3. Glazunov V.F., Filichev V.T., Vilkov P.V. Upravlenie vytjazhkoj tkani v zone deformacii valkovyh mashin // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2011, № 3. S. 110...114.
4. Surikov V.I. Analiticheskoe issledovanie naprjazhennogo sostojanija tkani v rulone // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 1974, № 3. S. 154...157.
5. Klenov V.B. Matematicheskaja model' processa deformacii pakovok rulonnogo tipa // Izv. vuzov.

Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 1973, № 1. S. 124...127.

6. Ul'janov V.I. Jeksperimental'nye issledovanija processa formirovanija rulona tkani // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 1968, № 4. S. 186...188.

7. Glazunov V.F., Kulenko M.S., Sidjakin V.F. Matematicheskoe modelirovanie processa formirovanija rulona tkani v sisteme upravljenija namotkoj // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2001, № 5. S. 80...87.

8. Kut'in A.Ju. Proektirovanie tekstil'nyh pakovok rulonnogo tipa i metody ih vosproizvodstva. – Ivanovo: Nauchno-proizvodstvennyj centr «Stimul», 2006.

9. Glazunov V.F. O postroenii asinhronnogo jelektroprivoda namotki snoval'nyh valov // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2014, № 6. S. 95...98.

10. Demidov N.A. Mikroprocessornaja sistema kontrolja kinematicheskikh parametrov partionnogo snovanija // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2012, № 4. S. 159...161.

11. Glazunov V.F., Vinogradov A.B., Shishkov K.S. Asinhronnyj jelektroprivod mehanizma formiro-

vanija snoval'nyh valov // Vestnik IGJeU, 2011, vyp 1. S. 81...87.

12. Patent RF № 2493088 MPK V65N 77/00. Ustrojstvo upravljenija formirovaniem snoval'nyh valov // Glazunov V.F., zajavl. 19.12.2011, opubl. 20.09.2013. Patentoderzhatel' IGJeU.

13. Patent RF № 2525798 MPK D0H 13/00. Ustrojstvo upravljenija formirovaniem snoval'nyh valov // Glazunov V.F., zajavl. 21.09.2012, opubl. 27.09.2014, bjul. № 23. Patentoderzhatel' IGJeU.

14. Patent RF № 2537145 MPK D2H 13/10. Ustrojstvo upravljenija formirovaniem snoval'nyh valov // Glazunov V.F., zajavl. 23.04.2013, opubl. 27.12.2014, bjul. № 27. Patentoderzhatel' IGJeU.

15. Kulida N.A., Kruglov A.V. Obespechenie kontakta izmeritel'nogo rolika s poverhnost'ju snoval'nogo vala // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2014, № 3. S. 88...92.

Рекомендована кафедрой электропривода и автоматизации промышленных установок. Поступила 04.02.16.