

УДК 677.022.001

**АЭРОДИНАМИЧЕСКОЕ САМОКРУТОЧНОЕ ПРЯДЕНИЕ.  
ОБЗОР НОВЫХ РАЗРАБОТОК**

**AERODYNAMICAL SELF-TWIST SPINNING.  
REVIEW OF THE NEW DEVELOPMENTS**

*А.А. ТЕЛИЦЫН*  
*A.A. TELITSYN*

(Костромской государственной технологической университет)  
(Kostroma State Technological University)  
E-mail: dm@kstu.edu.ru

*В статье приведена история развития аэродинамического самокруточного (СК) способа формирования пряжи, предложенного российскими учеными. Дан обзор исследований, выполненных в Костромском государственном технологическом университете.*

*The article provides a history of development of aerodynamical self-twist (ST) method of yarn formation, offered by Russian scientists. There is presented review of researches, what was carried out by scientists of Kostroma State Technological University.*

**Ключевые слова:** прядильная самокруточная машина, аэродинамическое крутильное устройство, вытяжной прибор, червячная передача, жидкостное трение, прядильный модуль, ременная передача, несимметричное крутильное устройство, комбинированная нить, прочность самокрученной пряжи.

**Keywords:** self-twist spinning machine, aerodynamical twisting device, draft system, worm-gear, liquid friction, spinning module, belt drive, asymmetrical twisting device, combined thread, strength of self-twist yarn.

Первые образцы прядильных самокруточных машин, оснащенные механическим крутильным устройством, были произведены фирмой Персо (Австралия). Серийное производство машин Персо-Spinner было освоено фирмой Platt-Saco-Lowell (Англия). Однако первоначальный интерес

к этому способу сменился периодом сдержанности. Профессор П.М. Мовшович в своей книге [1] указывает, что "... это объясняется не только своеобразием структуры получаемого продукта, но и ограниченными ассортиментными возможностями машины Персо-Spinner. Далее проф.

П.М. Мовшович отмечает, что "По-видимому, направление, связанное с созданием отечественных прядильных самокруточных машин типа ПСК, .... основанное на применении аэродинамических крутильных устройств, более перспективно благодаря большим ассортиментным возможностям и более простой аппаратурной реализации". Период с 1980 по 1992 гг. можно определить как время интенсивной работы отечественных ученых и инженеров, направленной на практическое внедрение идей самокруточного способа формирования пряжи при помощи *аэродинамических крутильных устройств*. Изготовителем машин ПСК-225-ШГ стал Душанбинский завод "Таджиктекстильмаш". Были созданы крупные производства на площадях Курского ПТТО (около 600 машин), Суворовской фабрики объемной пряжи (450 машин), участки с количеством машин до 20 единиц на Московской шерстопрядильной фабрике, Ивановском камвольном комбинате, Астраханском трикотажном комбинате и некоторых других предприятиях. Был освоен серийный выпуск новых машин ПСК-225-ШГ2, оснащенных системой полуавтономного управления рабочими выпусками. А дальше произошел распад СССР, гражданская война в Таджикистане, приведшая к прекращению выпуска машин ПСК-225-ШГ2.

На сегодняшний день в РФ существует лишь одно крупное прядильное производство, выпускающее самокрученную пряжу. Это ЗАО "Суворовская нить". Там работает более 300 прядильных самокруточных машин марки ПСК-225-ШГ2, производящих потенциально объемную СК-пряжу со скоростью выпуска 175 метров в минуту. Причем "возраст" этих машин составляет от 22 до 26 лет. Подчеркнем: работают они в отсутствие завода-изготовителя. Это означает, что нет поставок фирменных запасных частей. Остается только восхищаться трудовым коллективом, возглавляемым генеральным директором, кандидатом технических наук Александром Николаевичем Гурьевым! С другой стороны, можно сказать, что и машины ПСК-225-

ШГ2 успешно выдержали испытания временем.

В настоящее время лидирующие позиции в разработках нового СК-оборудования и новых СК-технологий занимает Костромской государственный технологический университет. Отметим, что результаты этих работ могут быть интересны широкому кругу специалистов, занимающихся созданием *высокоскоростного текстильного оборудования*, ввиду общности многих возникающих проблем.

Приведем наиболее значимые результаты НИР, выполненных по трем основным направлениям.

*Направление 1. Обоснование и разработка технических решений прядильного самокруточного оборудования второго поколения.*

1.1. Создание оригинальной червячно-цилиндрической передачи между рабочими цилиндрами вытяжного прибора самокруточной прядильной машины [2].

В этой разработке передача вращения между выпускным цилиндром и промежуточным валом осуществляется при помощи высокоскоростной червячной передачи, заключенной в герметичный корпус и работающей в масляной ванне. Далее с промежуточного вала вращение через сменные шестерни общей вытяжки передается на тихоходный червяк, находящийся в зацеплении с червячными колесами, установленными на валах среднего и питающих цилиндров. Несмотря на использование червячных зацеплений, коэффициент полезного действия такой передачи выше, чем традиционной – с применением восьми открытых зацеплений цилиндрических зубчатых колес. Это объясняется намного меньшим количеством кинематических пар, подшипниковых узлов и применением червяков с 4 заходами. Кроме этого в работе [3] показано, что для прядильных самокруточных машин характерно удачное сочетание высоких частот вращения рабочих валов и небольших значений вращающих моментов, что дает возможность путем несложной модификации высокоскоростной червячной передачи

получить эффект жидкостного трения в зацеплении.

Предложенная передача имеет малые размеры и является малозумящей. Значительно упрощается операция изменения разводов между цилиндрами, поскольку не требуется регулирования положения подвижных "гитар". Но самое главное – такая компоновка обеспечивает возможность *двухстороннего консольного расположе-*

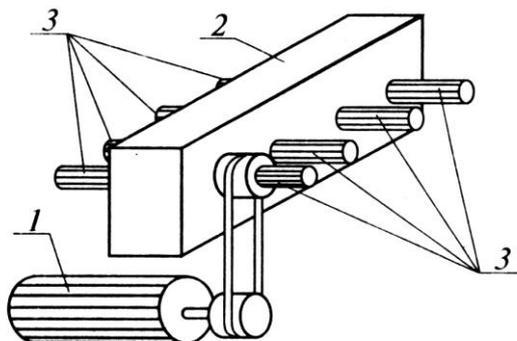


Рис. 1

1.2. Разработка компоновки прядильной самокруточной машины второго поколения из двухместных модулей [3], [4].

В этих работах показано, что модульная схема компоновки высокоскоростной текстильной машины соответствует мировым тенденциям. Классическим примером этого положения является широко известная машина аэродинамического прядения Murata Jet Spinner (MJS). Она сконструирована по модульному принципу, то есть каждый рабочий выпуск может быть независимо от других остановлен для обслуживания. Количество рабочих выпусков, равное количеству модулей, варьируется от 24 до 72. Машина оснащена автоматическими устройствами для пневмосоединения нитей и съема наработанных паковок и может работать в единой транспортной системе, в результате чего достигается полная автоматизация прядильного процесса.

В работе [4] приводится научное обоснование целесообразности компоновки машин из *двухместных модулей*, имеющих червячно-цилиндрическую передачу к рабочим цилиндрам, выполненную в соот-

*вия рифленых цилиндров вытяжного прибора.* Это позволяет получить компактную механическую передачу, приводящую во вращение рабочие валы не одного, а двух выпусков машины. Общий вид полученного приводного модуля показан на рис. 1. Здесь позицией 1 обозначен приводной двигатель модуля, позицией 2 – корпус модуля, позицией 3 – рабочие цилиндры вытяжных приборов.

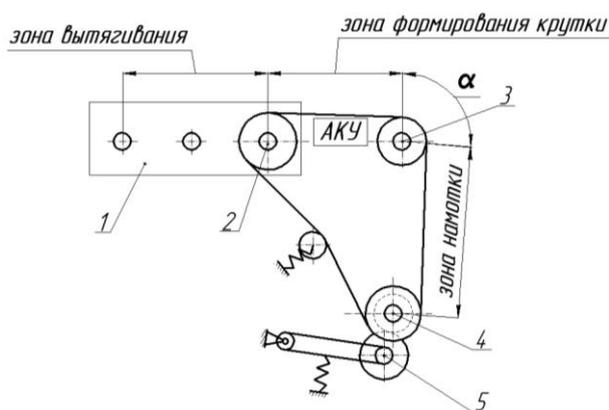


Рис. 2

ветствии с [2]. Такое техническое решение позволяет на 25% уменьшить производственные площади, снизить стоимость оборудования и затраты энергии без значительных потерь производительности. Последнее утверждение подтверждено расчетами, выполненными при помощи созданной авторами оригинальной методики, базирующейся на положениях теории очередей.

1.3. Обоснование возможности применения современных плоских ремней в приводе прядильной самокруточной машины.

Компактный и малозумный приводной модуль рабочих цилиндров вытяжного прибора (поз.1 на рис. 2), описанный в 1.1, обеспечивает постоянство передаточных отношений в зоне вытягивания волокнистого продукта. Поэтому целесообразно взамен применяемых в машинах ПСК "шумных" открытых передач цилиндрическими зубчатыми колесами использовать передачу гибкой связью между выпускным 2, тянущим 3 и мотальным 4 валами, обеспечивающими нагон в зоне формирования крутки аэродинамическим крутиль-

ным устройством (АКУ) и необходимое натяжение пряжи в зоне намотки (рис. 2 – схема плоскоремненной передачи к быстроходным рабочим валам модуля). Нами была проанализирована возможность применения в качестве гибкой связи современного плоского ремня нового поколения [5] (например, CHIORINO, HABASIT, AM-MERAAL). Такие ремни обеспечивают высокий и постоянный коэффициент трения. Тяговая способность обеспечивается покрытием из эластомера. Ремни предназначены в том числе и для работы с несколькими шкивами, при этом упругое скольжение при низких и средних мощностях составляет 0,5...0,9% [5]. Выполненные расчеты показывают, что при нагрузках, возникающих в приводе двухместного прядильного модуля, упругое скольжение современного плоского ремня составит лишь 0,29%. Исследования, проведенные в условиях действующего производства ЗАО "Суворовская нить", показали, что даже упругое скольжение плоского ремня в 1,5% является технологически допустимым при выработке потенциально объемной самокрученной пряжи из полиакрилонитрильных волокон [6]. Полученные результаты дают основание полагать, что современные плоские ремни могут найти самое широкое применение в передачах между рабочими валами высокоскоростных текстильных машин.

*Направление 2. Разработка новых технологических процессов.*

Создана промышленная технология формирования СК-способом комбинированных нитей, содержащих предварительно вытянутый эластомер. Формирование нити производится при помощи несимметричного АКУ [7]. Именно применение аэродинамического СК-способа дает возможность использовать при формировании комбинированной нити *льняную пряжу*, обладающую высокой жесткостью на кручение [15]. Полученная комбинированная нить используется в качестве уточной при производстве льняных и льносодержащих тканей "стрейч", особое внимание при проектировании которых следует обратить на значения поперечной усадки [11], [16].

Данная разработка вошла составной частью в работу, отмеченную Премией Правительства РФ в области науки и техники за 2005 год. Можно сказать, что она готова к промышленному внедрению. Целесообразно было бы создать на площадях одного из действующих льнокомбинатов участок по производству льняных и льносодержащих тканей "стрейч" – продукта, отсутствующего в настоящее время на рынке.

*Направление 3. Разработка оригинальной теории прочности СК-продукта.*

Ее "оригинальность" заключается в том, что в ней учитываются размеры характерных участков СК-пряжи или СК-ровницы [4], [8...10]. Полученные результаты позволили лучше понять влияние различных факторов на способность СК-продукта сопротивляться разрыву и обнаружить слабые места в конструкции аэродинамических крутильных устройств. В ходе исследований были созданы новые методы оценки качества СК-продукта, введены новые термины, более точно учитывающие его особенности [12], [13], [17], [18], [20]. В настоящее время в разработке находится АКУ с нереверсивными вьюрками, аналогичными используемым в [14], [19], которое, как мы надеемся, позволит получить СК-пряжу, пригодную для переработки в ткачестве, и дать новый импульс развитию данного научного направления.

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Мовшович П.М.* Самокруточное прядение. – М.: Легпромбытиздат, 1985.
2. Патент 2155248 РФ. Привод вытяжного прибора высокоскоростной текстильной машины / Телицын А.А., Миндовский С.К., Немцова Е.А., Горячкин Г.М., Филатова Н.И. (РФ). - 2000.
3. *Филатова Н.И.* Обоснование конструктивных параметров привода вытяжных приборов модульной самокруточной прядильной машины: Дис... канд. техн. наук. – Кострома, 2008.
4. *Телицын А.А.* Развитие теории процесса самокручения текстильных материалов и создание оборудования для их реализации: Дис... докт. техн. наук. – Кострома, 2000.
5. Рекламные материалы ООО "ЕВРОТЭК" (г. Подольск) /<http://www.etl.ru/catalog/ploskie.html>
6. *Цветков Р.Н., Горячкин Г.М.* О перспективах применения плоскоремненной передачи в быстроходной части привода самокруточной прядильной машины// Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2008, №4С. С. 86...88.

7. Делекторская И.А. Создание технологии формирования комбинированных нитей с эластомерами усовершенствованным самокруточным способом: Дис...канд. техн. наук. – Кострома, 2005.

8. Телицын А.А., Елисеева Н.А. К вопросу повышения прочности пряжи самокрученной структуры // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, №5. С. 111...115.

9. Елисеева Н.А., Телицын А.А., Делекторская И.А. Экспериментальная проверка третьей гипотезы прочности самокрученной пряжи // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №4. С. 72...74.

10. Елисеева Н.А., Телицын А.А., Делекторская И.А. Оценка технологических возможностей крутильного устройства самокруточной прядильной машины // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №3. С.55...59.

11. Королева М.Л., Смирнова Н.А., Рудовский П.Н., Мининкова И.В. Влияние эластичных комбинированных самокруточных нитей на анизотропию усадки льносодержащих тканей // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2009, №1. С.18.

12. Волгин А.Б., Рудовский П.Н. Обработка и распознавание цифрового изображения самокрученных нитей с целью определения значения и направления крутки // Вестник Костромского гос. технол. ун-та. – 2012, №2(29). С. 37...39.

13. Рудовский П.Н., Волгин А.Б., Лабок Д.В. Обоснование новых показателей для оценки скрученности самокрученной пряжи // Вестник Костромского гос. технол. ун-та. – 2013, №2. С. 48...51.

14. Кузнецова Н.С., Телицын А.А., Ильин Л.С. Особенности формирования крутки льняной вьюрковой пряжи без разделения зон кручения и намотки // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №1. С. 57...60.

15. Щербаков В.П., Дмитриев О.Ю., Цыганов И.Б., Скуланова Н.С., Попова Е.Р. Теоретические основы и экспериментальное определение жесткости нити при кручении и изгибе // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №1. С. 156...161.

16. Бухвиц А.В., Раджабов И.С. Влияние жесткости и поперечной усадки полульняных растяжимых тканей на фактуру ее поверхности // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №4. С. 30...33.

17. Волгин А.Б. Определение цветового контраста цифрового изображения нити // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №4. С. 33...36.

18. Волгин А.Б. Распознавание цифрового изображения самокрученной нити с целью определения крутки // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №5. С. 159...162.

19. Кузнецова Н.С., Ильин Л.С. Исследование влияния давления во вьюрках на прочность льняной пряжи и крутку в зоне между вытяжной парой и верхним вьюрком // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, №5. С. 50...53.

20. Волгин А.Б. Обработка цифрового изображения самокрученной нити для его дальнейшего распознавания с целью определения значения и направления крутки // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, №5. С. 130...133.

## REFERENCES

1. Movshovich P.M. Samokrutochnoe prjadenie. – М.: Legprombytizdat, 1985.

2. Patent 2155248 RF. Privod vytjazhnogo pribora vysokoskorostnoj tekstil'noj mashiny / Telicyn A.A., Mindovskij S.K., Nemcova E.A., Gorjachkin G.M., Filatova N.I. (RF).- 2000.

3. Filatova N.I. Obosnovanie konstruktivnyh parametrov privoda vytjazhnyh priborov modul'noj samokrutochnoj prjadil'noj mashiny: Dis...kand. tehn. nauk. – Kostroma, 2008.

4. Telicyn A.A. Razvitie teorii processa samokruchenija tekstil'nyh materialov i sozdanie oborudovanija dlja ih realizacii: Dis...dokt. tehn. nauk. – Kostroma, 2000.

5. Reklamnye materialy OOO "EVROTJeK" (g. Podol'sk) /http://www.etl.ru/catalog/ploskie.html

6. Cvetkov R.N., Gorjachkin G.M. O perspektivah primenenija ploskoremennoj peredachi v bystrohodnoj chasti privoda samokrutochnoj prjadil'noj mashiny // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2008, №4S. S. 86...88.

7. Delektorskaja I.A. Sozdanie tehnologii formirovanija kombinirovannyh nitej s jelastomerami usovershenstvovannym samokrutochnym sposobom: Dis...kand. tehn. nauk. – Kostroma, 2005.

8. Telicyn A.A., Eliseeva N.A. K voprosu povyshenija prochnosti prjazhi samokruchenoj struktury // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2011, №5. S. 111...115.

9. Eliseeva N.A., Telicyn A.A., Delektorskaja I.A. Jeksperimental'naja proverka tret'ej gipotezy prochnosti samokruchenoj prjazhi // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2012, №4. S. 72...74.

10. Eliseeva N.A., Telicyn A.A., Delektorskaja I.A. Ocenka tehnologicheskix vozmozhnostej krutit'nogo ustrojstva samokrutochnoj prjadil'noj mashiny // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2013, №3. S.55...59.

11. Koroleva M.L., Smirnova N.A., Rudovskij P.N., Mininkova I.V. Vlijanie jelastichnyh kombinirovannyh samokrutochnykh nitej na anizotropiju usadki l'nosoderzhashchih tkanej // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2009, №1. S.18.

12. Volgin A.B., Rudovskij P.N. Obrabotka i raspoznavanie cifrovogo izobrazhenija samokruchenykh nitej s cel'ju opredelenija znachenija i napravlenija krutki // Vestnik Kostromskogo gos. технол. un-ta. – 2012, №2(29). S. 37...39.

13. Rudovskij P.N., Volgin A.B., Labok D.V. Obosnovanie novyx pokazatelej dlja ocenki skruченности samokruchenoj prjazhi // Vestnik Kostromskogo gos. технол. un-ta. – 2013, №2. S. 48...51.

14. Kuznecova N.S., Telicyn A.A., Il'in L.S. Osobnosti formirovaniya krutki l'njanoy v'jurkovoij prjazhi bez razdelenija zon kruchenija i namotki // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2013, №1. S. 57...60.

15. Shherbakov V.P., Dmitriev O.Ju., Cyganov I.B., Skulanova N.S., Popova E.R. Teoreticheskie osnovy i jeksperimental'noe opredelenie zhestkosti niti pri kruchenii i izgibe // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2013, №1. S. 156...161.

16. Buhvic A.V., Radzhabov I.S. Vlijanie zhestkosti i poperechnoj usadki polul'njanyh rastjazhimyh tkanej na fakturu ee poverhnosti // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2012, №4. S. 30...33.

17. Volgin A.B. Opredelenie cvetovogo kontrasta cifrovogo izobrazhenija niti // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2012, №4. S. 33...36.

18. Volgin A.B. Raspoznavanie cifrovogo izobrazhenija samokruchenoij niti s cel'ju opredelenija krutki // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2012, №5. S. 159...162.

19. Kuznecova N.S., Il'in L.S. Issledovanie vlijanija davlenija vo v'jurkah na prochnost' l'njanoy prjazhi i krutku v zone mezhdju vytjazhnoij paroj i verhnim v'jurkom // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2011, №5. S. 50...53.

20. Volgin A.B. Obrabotka cifrovogo izobrazhenija samokruchenoij niti dlja ego dal'nejshego raspoznavanija s cel'ju opredelenija znachenija i napravlenija krutki // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2011, №5. S. 130...133.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин, деталей машин и проектирования технологических машин. Поступила 10.02.15.