ТЕКСТИЛЬНАЯ И ЛЁГКАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Статья поступила в редакцию: 04.09.2026
Статья принята к публикации: 15.09.2026
Статья опубликована: 28.10.2026

УДК 677.05

Механизмы ложного кручения в кольцевом прядении: анализ конструкций, принципов действия и перспектив развития

Махкамова Шоира Фахритдиновна
PhD, доц.
Ташкентский институт текстильной и лёгкой промышленности
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: shoira-0218@mail.ru

Муминова Шахзода Нигматжон кизи
базовый докторант
Ташкентский институт текстильной и лёгкой промышленности
Республика Узбекистан, г. Ташкент Республика Узбекистан, г. Ташкент

False-twist devices in ring spinning: analysis of designs, operating principles, and development prospects

Makhkamova Shoira
PhD
Tashkent Institute of Textile and Light Industry
Uzbekistan, Tashkent

Muminova Shakhzoda
Doctoral student
Tashkent Institute of Textile and Light Industry
Uzbekistan, Tashkent

Аннотация

В статье рассмотрены теоретические основы и современные конструктивные решения для реализации ложного кручения в технологии кольцевого прядения. Проанализировано влияние ложного кручения на формирование прядильного треугольника, степень вовлечения периферийных волокон в структуру пряжи, ворсистость и остаточный крутильный момент. На основе анализа патентных и научных источников систематизирована эволюция устройств ложного кручения: от точечных механических и пневматических механизмов кручения до вращающихся и протяжённых ременных систем двойного ложного кручения. Проведено сравнительное рассмотрение принципов действия, особенностей контакта с волокнистым

Библиографическое описание: Махкамова Ш.Ф., Муминова Ш.Н. кизи Механизмы ложного кручения в кольцевом прядении: анализ конструкций, принципов действия и перспектив развития // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2026. 10(151). URL: https://7universum.com/ru/tech/archive/item/23406

продуктом, возможностей регулирования параметров процесса и перспектив промышленного применения различных конструкций. Показано, что развитие устройств ложного кручения направлено на повышение эффективности передачи крутильного воздействия, стабилизацию процесса формирования пряжи и расширение диапазона технологически допустимой крутки. Отдельно рассмотрена возможность применения таких устройств при переработке прядомых волокнистых отходов. Установлено, что опубликованные исследования преимущественно относятся к кондиционному волокнистому сырью, поэтому эффективность существующих конструкций при переработке вторичного сырья требует самостоятельной экспериментальной оценки. Определены перспективные направления дальнейшего развития, связанные с автоматизацией контроля, адаптивным регулированием параметров ложной крутки и интеграцией устройств в современные прядильные системы.

Abstract

The article considers the theoretical principles and modern design solutions for implementing false twisting in ring spinning technology. The influence of false twist on the formation of the spinning triangle, the involvement of peripheral fibers in the yarn structure, yarn hairiness, and residual yarn torque is analyzed. Based on patent and scientific sources, the evolution of false-twist devices is systematized, from point-contact mechanical and pneumatic twisters to rotary and extended-contact double-belt false-twisting systems. The operating principles, interaction with the fiber strand, possibilities for controlling process parameters, and prospects for industrial application of different designs are comparatively analyzed. It is shown that the development of false-twist devices is aimed at improving the efficiency of twist transmission, stabilizing yarn formation, and extending the technologically feasible range of yarn twist. The possible application of such devices to spinnable fibrous waste is considered separately. Published studies are shown to focus mainly on conventional spinning raw materials; therefore, the efficiency of existing designs when processing secondary fibrous raw materials requires separate experimental evaluation. Promising directions for further development include automated control, adaptive regulation of false-twist parameters, and integration of the devices into modern spinning systems.

Ключевые слова: кольцевое прядение, ложное кручение, механизм ложного кручения, треугольник кручения, остаточный крутильный момент, ворсистость пряжи, фрикционный механизм ложного кручения, ременный механизм ложного кручения.

Keywords: ring spinning, false twist, false-twist device, spinning triangle, residual yarn torque, yarn hairiness, friction false-twister, belt false-twister.

Введение

Кольцевое прядение сохраняет важное значение в производстве пряжи благодаря универсальности технологического процесса и возможности получения продукции с высокими физико-механическими характеристиками [9, с. 168-170; 8, с. 248-249]. Несмотря на развитие пневмомеханического, аэродинамического и других способов прядения, кольцевой способ широко используется для производства пряжи различного волокнистого состава и линейной плотности.

Одним из ключевых факторов, ограничивающих стабильность формирования пряжи при кольцевом прядении, является наличие треугольника кручения – участка между линией зажима передней вытяжной пары и зоной окончательного формирования пряжи, в котором происходит перераспределение и объединение волокон под действием крутильного поля. Периферийные волокна в этой зоне вовлекаются в формируемую структуру менее эффективно, что может способствовать увеличению ворсистости и снижению эффективности использования волокон [3, 4, 10, 11].

Другой важной характеристикой является остаточный крутильный момент одиночной пряжи. Его наличие связано с неравновесным распределением крутильных деформаций в волокнах и может проявляться в виде склонности пряжи к раскручиванию и образованию спиральности трикотажного полотна. Снижение остаточного крутильного момента особенно важно для производства трикотажных изделий, поскольку спиральность отрицательно влияет на внешний вид, стабильность формы и эксплуатационные характеристики изделий [10, 3]. Современные исследования совершенствования кольцевого прядения также рассматривают ложное кручение как один из способов повышения стабильности процесса и улучшения качества пряжи [2].

В Республике Узбекистан исследование влияния механизма ложного кручения на процесс формирования кольцевой пряжи показало возможность улучшения условий распространения крутки в зону формирования пряжи, повышения разрывной нагрузки и снижения неровноты и обрывности [1].

В связи с этим разработка и совершенствование устройств ложного кручения представляет научный и практический интерес. Несмотря на значительное количество конструктивных решений, систематизированное сопоставление принципов их действия и последовательности конструктивного развития применительно к кольцевому прядению представлено недостаточно.

Целью исследования является систематизация теоретических представлений о ложном кручении и сравнительный анализ конструкций механизмов ложного кручения, применяемых и предлагаемых для совершенствования технологии кольцевого прядения, с определением основных направлений их дальнейшего развития и перспектив применения данных механизмов при переработке волокнистых отходов в прядильном производстве.

Материалы и методы

В качестве материалов исследования использованы научные публикации по технологии кольцевого прядения, теории формирования и распространения крутки, а также патентные документы, описывающие конструктивные решения механизмов ложного кручения. Теоретическую основу анализа составили положения технологии прядения штапельного волокна [7, с.56-57] и исследования механизмов формирования и изменения крутки в модифицированных кольцепрядильных системах [12, 16, 18].

При проведении сравнительного анализа конструкции классифицировались по следующим признакам: способ передачи крутильного воздействия; характер контакта рабочего органа с волокнистым продуктом; наличие одной или нескольких зон воздействия;

возможность регулирования величины ложной крутки; влияние на натяжение волокнистого продукта; влияние на структуру пряжи и технологическую стабильность; конструктивная сложность и эксплуатационные особенности.

Результаты и обсуждение

Теоретические основы ложного кручения. Ложное кручение представляет собой временное крутильное воздействие на волокнистый продукт, при котором на ограниченном участке формируется дополнительная крутка, компенсируемая после прохождения продукта через зону воздействия. В классической схеме продукт зажимается в двух точках, а крутильное воздействие прикладывается между ними. В результате по обе стороны точки приложения формируются участки с противоположными направлениями крутки. При непрерывном перемещении продукта через устройство введённая крутка передаётся вдоль волокнистого продукта и за пределами устройства компенсируется [7, с.56].

В кольцевом прядении принцип ложного кручения используется в модифицированном виде. Механизм ложного кручения устанавливается, как правило, между линией зажима передней пары вытяжного прибора и направляющим элементом или зоной формирования пряжи [12, с. 29-31]. В зависимости от конструкции дополнительная крутка может вводиться механическим, фрикционным или пневматическим способом. При этом направление ложной крутки выбирается с учётом направления и величины результирующей крутки пряжи [8, с. 13-15; 9, с. 66-68].

Следует различать ложное кручение как физическое явление и механизм ложного кручения как техническое средство его реализации. Ложная крутка может возникать и без специального устройства в различных технологических зонах прядильных машин вследствие относительного вращательного движения волокнистого продукта. Однако использование специального механизма ложного кручения позволяет изменять величину и распределение крутильного воздействия.

Основной технологический эффект ложного кручения в кольцевом прядении заключается в предварительном уплотнении волокнистого пучка перед формированием окончательной структуры пряжи. Сужение треугольника кручения способствует повышению степени вовлечения периферийных волокон в формируемую структуру. Исследования малокручёной кольцевой пряжи показывают, что применение механизма ложного кручения может изменять распределение волокон в поперечном сечении и повышать прочность пряжи при сниженной величине постоянной крутки [12, с.112-114].

Для систем, предусматривающих предварительное разделение волокнистого продукта на отдельные субпучки, возможно дополнительное управление остаточным крутильным моментом. В общем случае условие баланса может быть представлено выражением:

$$\Sigma M_i - M = 0, \quad (i = 1 \ldots N), \tag{1}$$

где M_i – остаточный крутильный момент i-го субпучка;

M – результирующий остаточный крутильный момент сформированной одиночной пряжи; N – количество субпучков.

Таким образом, применение ложного кручения может обеспечивать следующие технологические эффекты: уменьшение ширины треугольника кручения; повышение степени вовлечения периферийных волокон в структуру пряжи; уменьшение количества свободных концов волокон; снижение ворсистости; возможность устойчивого формирования пряжи при пониженной постоянной крутке; снижение остаточного крутильного момента; повышение стабильности последующей переработки пряжи.

Влияние ложного кручения на структуру и свойства пряжи. При традиционном кольцевом прядении периферийные волокна в треугольнике кручения подвергаются крутильному воздействию в условиях, отличающихся от условий для волокон, расположенных ближе к центральной части волокнистого пучка. Это может приводить к неполному вовлечению части волокон в формируемую структуру и увеличению количества выступающих концов волокон.

Предварительное ложное кручение изменяет геометрию и напряжённое состояние волокнистого пучка перед зоной окончательного кручения. В результате уменьшается поперечный размер треугольника кручения и изменяется траектория движения периферийных волокон.

Экспериментальные исследования модифицированной кольцевой системы показали, что изменение параметров ложного кручения оказывает влияние на стабильность процесса и свойства получаемой пряжи [18]. При этом существенное значение имеют не только величина ложной крутки, но и характеристики поверхности крутильного элемента механизма ложного кручения, включая материал, шероховатость, твёрдость и диаметр фрикционной поверхности [19].

В исследованиях, посвящённых модифицированной малокручёной пряже, применение ложного кручения обеспечивало повышение прочности при сниженной постоянной крутке за счёт изменения распределения и взаимодействия волокон в треугольнике кручения [12, с. 29-31]. Полученная пряжа характеризовалась иной структурой по сравнению с обычной кольцевой пряжей.

Снижение остаточного крутильного момента имеет особое значение при производстве трикотажных полотен. Исследования модифицированной кольцевой пряжи показывают, что снижение остаточного момента может сопровождаться уменьшением спиральности полотна и улучшением его эксплуатационных характеристик [16].

Анализ и развитие конструкций механизмов ложного кручения. Эволюция устройств ложного кручения в кольцевом прядении связана с переходом от простых контактных элементов к конструкциям, обеспечивающим более эффективное и управляемое воздействие на волокнистый продукт. Основными направлениями их совершенствования стали снижение остаточного крутильного момента, повышение эффективности передачи крутильного воздействия, увеличение зоны взаимодействия с волокнистым продуктом и возможность регулирования параметров дополнительного кручения.

Одним из направлений совершенствования технологии стало разделение волокнистого продукта на несколько потоков с последующим их объединением. Такой принцип позволяет воздействовать на отдельные субпучки посредством индивидуального ложного кручения и за счёт их последующего объединения регулировать результирующий крутильный момент. Данный подход получил развитие в способе и устройстве для производства одиночной

кольцевой пряжи с минимальным остаточным крутильным моментом, защищённом патентом
US 6 860 095 B2 [13]. Перед треугольником кручения волокнистый продукт разделяется на два или более субпучка, каждый из которых подвергается индивидуальному ложному кручению, после чего субпучки объединяются в процессе формирования пряжи.

В патенте предусмотрены различные варианты устройств для введения ложной крутки, включая механический фрикционный, желобчатый и пневматический крутители. Остаточный крутильный момент сформированной пряжи определяется взаимодействием моментов отдельных субпучков. Преимуществом такого решения является возможность регулирования остаточного крутильного момента одиночной пряжи без обязательного выполнения отдельной операции сложения. Однако конструкция ориентирована на переработку подготовленного прядильного сырья, тогда как вопросы её эффективности при использовании прядомых волокнистых отходов в рассмотренном техническом решении не исследованы. Предварительное разделение волокнистого продукта и необходимость согласования параметров отдельных потоков также могут усложнять адаптацию устройства к сырью с повышенной неоднородностью.

Следующим направлением развития стало применение вращающихся механизмов ложного кручения, обеспечивающих непосредственное введение дополнительной крутки в волокнистый продукт. Один из вариантов такого устройства описан в патенте US 7 096 655 B2 [14]. Ложная крутка в данной конструкции создаётся вращающейся головкой, установленной в технологической зоне кольцепрядильной машины. Существенное значение имеет соотношение частот вращения механизма ложного кручения и веретена, изменение которого позволяет регулировать величину дополнительной крутки и связанный с ней остаточный крутильный момент.

Применение вращающегося рабочего органа расширяет возможности управления процессом, однако конструкция также разрабатывалась применительно к традиционному прядильному сырью. Данных об эффективности её применения при переработке прядомых волокнистых отходов и смесей с высоким содержанием вторичного сырья не представлено. Кроме того, наличие высокоскоростных вращающихся элементов предъявляет повышенные требования к динамической балансировке, точности монтажа и техническому обслуживанию, что может иметь дополнительное значение при переработке неоднородного волокнистого сырья.

Другим направлением совершенствования рабочих органов является применение вращающихся профилированных поверхностей. В таких конструкциях геометрия рабочего элемента и его вращение используются для периодического изменения характера силового взаимодействия с волокнистым пучком, что обеспечивает формирование дополнительной крутки [17]. Несмотря на развитие данного направления, исследования эффективности таких конструкций применительно к прядомым волокнистым отходам также ограничены.

Одним из решений, направленных на увеличение зоны взаимодействия, является двухременная система двойного ложного кручения, описанная в патенте US 2010/0024376 A1 [15]. В отличие от устройств с локальным контактом, в данной конструкции используется

протяжённое фрикционное взаимодействие волокнистого продукта с двумя движущимися ремнями. Волокнистый пучок проходит между рабочими поверхностями по траектории, обеспечивающей последовательное воздействие на него в двух зонах.

Ремни перемещаются во взаимно противоположных направлениях, вследствие чего создаются две зоны передачи крутильного воздействия. К основным параметрам регулирования относятся скорость движения ремней относительно скорости выпуска волокнистого продукта, а также геометрические характеристики зоны контакта. Протяжённая зона взаимодействия обеспечивает интенсивную передачу крутильного воздействия на волокнистый продукт. Вместе с тем представленная конструкция ориентирована преимущественно на переработку стандартного прядильного сырья, а эффективность её применения для прядомых волокнистых отходов в доступных технических решениях не оценивалась. Поэтому возможность её использования при переработке отходов, характеризующихся различной длиной волокон, неоднородностью состава и повышенным содержанием коротких волокон, требует отдельного экспериментального исследования.

Основное внимание в известных разработках уделяется переработке традиционного волокнистого сырья, тогда как влияние профиля рабочего органа, параметров вращения и интенсивности ложного кручения на формирование пряжи из вторичного волокнистого сырья требует дополнительного изучения.

Сравнительный анализ механизмов ложного кручения. Сравнение рассмотренных конструкций показывает общую тенденцию перехода от точечного контакта рабочего органа с волокнистым продуктом к протяжённому взаимодействию и от преимущественно пассивного воздействия к управляемому регулированию параметров ложной крутки.

Сопоставление показывает, что развитие механизмов ложного кручения происходит одновременно по нескольким направлениям. Первое связано с повышением эффективности передачи крутильного воздействия, второе – с расширением диапазона регулирования, третье – со снижением динамических нагрузок и повышением надёжности.

Отдельное направление связано с оптимизацией фрикционной поверхности. Исследования показывают, что материал и геометрические характеристики контактной поверхности крутильного органа механизмов ложного кручения оказывают существенное влияние на качество получаемой пряжи и количество её дефектов [19].

Таблица 1. Сравнительная характеристика рассмотренных механизмов ложного кручения

Критерий	**Система разделения волокнистого продукта [14]**	**Вращающееся устройство [15]**	**Двухременная система [17]**	**Традиционное кольцевое прядение**
Принцип воздействия	Разделение и индивидуальное ложное кручение субпучков	Вращающийся ложно-крутиль-ный элемент	Протяжённое фрикционное воздействие двух ремней	Специальное ложнокрутильное воздействие отсутствует
Характер контакта	Точечный/ локальный	Точечный/локальный	Протяжённый	-
Количество зон воздействия	Несколько вариантов	Одна основная зона	Две зоны	-

Критерий	Система разделения волокнистого продукта [14]	Вращающееся устройство [15]	Двухременная система [17]	Традиционное кольцевое прядение
Управление параметрами	Настройка режима ложной крутки	Регулирование частоты вращения	Скорость ремней и геометрия контакта	Определяется традиционной системой прядения
Остаточный крутильный момент	Может быть существенно снижен при оптимальном режиме	Может регулироваться	Может быть снижен	Как правило, выше, чем в модифицированных системах
Влияние на ворсистость	Снижение	Снижение	Потенциально значительное снижение	Базовый уровень
Возможность снижения постоянной крутки	Есть	Есть	Есть	Ограничена условиями устойчивого прядения
Конструктивная сложность	Высокая	Средняя/высокая	Средняя	Базовая конструкция
Перспективность промышленного применения	Ограниченная конструктив-ными особенностями	Требует точной настройки	Высокая потенциальная применимость	Высокая

Таким образом, преимущество протяжённых ременных систем заключается не только в увеличении длины контакта, но и в возможности более равномерного распределения силового и крутильного воздействия по длине взаимодействия.

Перспективы развития устройств ложного кручения. Современное развитие кольцевого прядения характеризуется стремлением к повышению производительности, снижению энергозатрат и стабилизации процесса формирования пряжи. Обзор современных исследований высокоскоростного кольцевого прядения показывает, что механизмы ложного кручения рассматриваются как одно из направлений повышения устойчивости процесса и улучшения качества пряжи [2].

Одним из перспективных направлений является интеграция механизмов ложного кручения с компактными системами прядения. Компактирование волокнистого пучка само по себе способствует уменьшению размеров треугольника кручения, поэтому совместное использование компактирующего и ложнокрутильного воздействия может обеспечить дополнительный эффект [5].

Другим направлением является автоматизация контроля параметров процесса. В перспективных конструкциях величина ложной крутки может регулироваться в зависимости от линейной плотности продукта, скорости выпуска, свойств волокна и текущей стабильности процесса.

Особое значение имеет обеспечение стабильности ложной крутки. Исследования показывают, что вариации ложной крутки могут быть описаны с использованием кинематических моделей и связаны с изменением параметров процесса и свойств получаемой пряжи [18].

Перспективными направлениями являются: автоматический контроль параметров ложной крутки; разработка адаптивных систем регулирования; применение износостойких фрикционных материалов; оптимизация геометрии контактных поверхностей; интеграция

устройств ложного кручения с компактными системами прядения; применение бесконтактных пневматических способов воздействия; использование цифровых систем мониторинга качества пряжи; применение методов математического моделирования и искусственного интеллекта для оптимизации режимов процесса; оценка энергоэффективности различных конструктивных типов ложнокрутителей.

Современная работа Jiang, Guo и Gao, опубликованная в 2026 году, показывает сохранение исследовательского интереса к фрикционным механизмам ложного кручения: устройство рассматривается как средство повышения эффективности формирования специальной пряжи, а скорость механизма ложного кручения и величина основной крутки исследуются как взаимосвязанные параметры процесса [6].

Заключение

Проведённый анализ показал, что ложное кручение является эффективным инструментом управления процессом формирования пряжи при кольцевом прядении. Введение дополнительной временной крутки в зоне между передней вытяжной парой и зоной окончательного формирования пряжи позволяет изменить геометрию треугольника кручения, повысить степень вовлечения периферийных волокон и создать условия для снижения ворсистости и остаточного крутильного момента.

Анализ рассмотренных конструкций показывает последовательное развитие устройств ложного кручения от локального механического или пневматического воздействия к вращающимся и далее к протяжённым ременным системам. При этом основными направлениями совершенствования являются повышение эффективности передачи крутильного воздействия, расширение возможностей регулирования и повышение технологической стабильности.

Наиболее перспективными представляются конструкции с протяжённым фрикционным контактом и двумя зонами ложного кручения, поскольку они обеспечивают более продолжительное взаимодействие с волокнистым продуктом и создают возможности для более равномерного управления процессом формирования пряжи.

Дальнейшее развитие механизмов ложного кручения связано с автоматизацией контроля, адаптивным регулированием, совершенствованием фрикционных материалов и интеграцией устройств в современные компактные и автоматизированные кольцепрядильные системы.

Отдельного исследования требует применение устройств ложного кручения при переработке прядомых волокнистых отходов. По сравнению с кондиционным волокнистым сырьём такие отходы характеризуются более широким диапазоном длины волокон, повышенной неоднородностью, наличием повреждённых волокон и изменённой способностью к вытягиванию. Поэтому эффективность существующих устройств ложного кручения, разработанных преимущественно для стандартного сырья, не может быть автоматически перенесена на прядомые волокнистые отходы. Определение оптимальных конструктивных и технологических параметров устройства ложного кручения для такого сырья является перспективным направлением дальнейших исследований.

Список литературы

1. Махкамова Ш.Ф., Темиров Ш.И. Исследование влияния механизма ложного кручения на процесс формирования кольцевой пряжи // Universum: технические науки. – 2022. – № 4 (97). – С. 40–43.
2. Abdkader A., Hossain M. A Critical review on recent developments and solutions in the high-speed ring spinning process // Textile Research Journal. – 2023. – Т. 93, № 23. – P. 5485–5504. – DOI: 10.1177/00405175231194793.
3. Araujo M.D., Smith G.W. Spirality of knitted fabrics. Part II: The effect of yarn spinning technology on spirality // Textile Research Journal. – 1989. – Т. 59, № 6. – P. 350–356.
4. Barella A., Manich A.M. Friction spun yarns versus ring and rotor spun yarns: resistance to abrasion and repeated extensions // Textile Research Journal. – 1989. – Т. 59, № 12. – P. 767–769.
5. Basal G., Oxenham W. Effects of some process parameters on the structure and properties of compact spun yarns // Textile Research Journal. – 2006. – Т. 76, № 7. – P. 567–575.
6. Jiang W., Guo M., Gao W. Research on the application of friction false-twister in staple core-spun yarn spinning // Textile Research Journal. – 2026. – Т. 96, № 1. – P. 126–137. – DOI: 10.1177/00405175241304061.
7. Klein W. The Rieter Manual of Spinning. Volume 1: Technology of Short-staple Spinning. – Winterthur: Rieter Machine Works Ltd., 2016. – 80 P.
8. Lawrence C.A. Fundamentals of Spun Yarn Technology. – Boca Raton: CRC Press, 2003. – 524 P.
9. Lord P.R. Handbook of Yarn Production: Technology, Science and Economics. – Woodhead Publishing. – 2003. – 504 P.
10. Lord P.R., Mohamed M.H. The performance of open-end, twistless, and ring yarns in weft knitted fabrics // Textile Research Journal. – 1974. – Т. 44, № 7. – P. 405–414.
11. Sengupta A.K., Sreenivasa Murthy K.R. Structure of fiber assembly during yarn formation in rotor spinning // Textile Research Journal. – 1994. – Т. 64, № 10. – P. 692–694.
12. Tao Hua. Production, properties and structures of short staple low torque singles ring yarn for weaving: PhD thesis. – Hong Kong: The Hong Kong Polytechnic University, 2007. – 265 P.
13. Tao X., Xu B. Manufacturing method and apparatus for torque-free singles ring spun yarns: US Patent № 6 860 095 B2. – Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office, 2005.
14. Tao X., Xu B., Wong S.-K. Method and apparatus for manufacturing a singles ring yarn: US Patent № 7 096 655 B2. – Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office, 2006.
15. Tao X., Hua T., Xu B., Feng J. Method and apparatus for manufacturing slalom false twisting on ring yarn: US Patent Application № 2010/0024376 A1. – Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office, 2010.
16. Xu B.G., Tao X.M., Leung C.S. A comparative study of cotton knitted fabrics and garments produced by the modified low twist and conventional ring yarns // Fibers and Polymers. – 2010. – Т. 11, № 6. – P. 899–904.

17. Xu D., Gao C., Fan H., Yang W., Fang J., Liu K., Xu W. The relevance of false-twist addition on ring spun yarns by means of rotary threaded surfaces // Textile Research Journal. – 2022. – T. 92, № 11–12. – P. 1796–1806. – DOI: 10.1177/00405175211063908.
18. Yin R., Tao X.M., Xu B.G. Variation of false twist on spinning process stability and resultant yarn properties in a modified ring spinning frame // Textile Research Journal. – 2018. – T. 88, № 16. – P. 1876–1892. – DOI: 10.1177/0040517517712099.
19. Yin R., Tao X.M., Xu B.G. Yarn and fabric properties in a modified ring spinning system considering the effect of the friction surface of the false-twister // Textile Research Journal. – 2020. – T. 90, № 5. – P. 572–580. – DOI: 10.1177/0040517519873057.

References

1. Makhkamova Sh.F., Temirov Sh.I. [Investigation of the Effect of False Twist Mechanism on the Process of Ring Yarn Formation] // Universum: tekhnicheskie nauki. – 2022. – No. 4 (97). – P. 40–43. (In Russ.).
2. Abdkader A., Hossain M. A Critical review on recent developments and solutions in the high-speed ring spinning process // Textile Research Journal. – 2023. – Vol. 93, No. 23. – P. 5485–5504. – DOI: 10.1177/00405175231194793.
3. Araujo M.D., Smith G.W. Spirality of knitted fabrics. Part II: The effect of yarn spinning technology on spirality // Textile Research Journal. – 1989. – Vol. 59, No. 6. – P. 350–356.
4. Barella A., Manich A.M. Friction spun yarns versus ring and rotor spun yarns: resistance to abrasion and repeated extensions // Textile Research Journal. – 1989. – Vol. 59, No. 12. – P. 767–769.
5. Basal G., Oxenham W. Effects of some process parameters on the structure and properties of compact spun yarns // Textile Research Journal. – 2006. – Vol. 76, No. 7. – P. 567–575.
6. Jiang W., Guo M., Gao W. Research on the application of friction false-twister in staple core-spun yarn spinning // Textile Research Journal. – 2026. – Vol. 96, No. 1. – P. 126–137. – DOI: 10.1177/00405175241304061.
7. Klein W. The Rieter Manual of Spinning. Volume 1: Technology of Short-staple Spinning. – Winterthur: Rieter Machine Works Ltd., 2016. – 80 P.
8. Lawrence C.A. Fundamentals of Spun Yarn Technology. – Boca Raton: CRC Press, 2003. – 524 P.
9. Lord P.R. Handbook of Yarn Production: Technology, Science and Economics. – Woodhead Publishing. – 2003. – 504 P.
10. Lord P.R., Mohamed M.H. The performance of open-end, twistless, and ring yarns in weft knitted fabrics // Textile Research Journal. – 1974. – Vol. 44, No. 7. – P. 405–414.
11. Sengupta A.K., Sreenivasa Murthy K.R. Structure of fiber assembly during yarn formation in rotor spinning // Textile Research Journal. – 1994. – Vol. 64, No. 10. – P. 692–694.
12. Tao Hua. Production, properties and structures of short staple low torque singles ring yarn for weaving: PhD thesis. – Hong Kong: The Hong Kong Polytechnic University, 2006. – 265 P.

13. Tao X., Xu B. Manufacturing method and apparatus for torque-free singles ring spun yarns: US Patent No. 6,860,095 B2. – Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office, 2005.
14. Tao X., Xu B., Wong S.-K. Method and apparatus for manufacturing a singles ring yarn: US Patent No. 7,096,655 B2. – Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office, 2006.
15. Tao X., Hua T., Xu B., Feng J. Method and apparatus for manufacturing slalom false twisting on ring yarn: US Patent Application No. 2010/0024376 A1. – Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office, 2010.
16. Xu B.G., Tao X.M., Leung C.S. A comparative study of cotton knitted fabrics and garments produced by the modified low twist and conventional ring yarns // Fibers and Polymers. – 2010. – Vol. 11, No. 6. – P. 899–904.
17. Xu D., Gao C., Fan H., Yang W., Fang J., Liu K., Xu W. The relevance of false-twist addition on ring spun yarns by means of rotary threaded surfaces // Textile Research Journal. – 2022. – Vol. 92, No. 11–12. – P. 1796–1806. – DOI: 10.1177/00405175211063908.
18. Yin R., Tao X.M., Xu B.G. Variation of false twist on spinning process stability and resultant yarn properties in a modified ring spinning frame // Textile Research Journal. – 2018. – Vol. 88, No. 16. – P. 1876–1892. – DOI: 10.1177/0040517517712099.
19. Yin R., Tao X.M., Xu B.G. Yarn and fabric properties in a modified ring spinning system considering the effect of the friction surface of the false-twister // Textile Research Journal. – 2020. – Vol. 90, No. 5. – P. 572–580. – DOI: 10.1177/0040517519873057.