

УДК 687.03

UDC 687.03

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПЛЕТЕЛЬНОГО
ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА
ТЕКСТИЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ СЛОЖНЫХ
ФОРМ**

**DEVELOPMENT OF BRAIDING EQUIPMENT
FOR MANUFACTURE OF TEXTILE DETAILS
WITH COMPLICATED FORMS**

Лаврис Екатерина Васильевна
к.т.н.
*Московский государственный университет
дизайна и технологии, Москва, Россия*

Lavris Ekaterina Vasilievna
Cand.Tech.Sci.
*Moscow State University of Design and technology,
Moscow, Russia*

В статье изложена концепция модификации плетельного оборудования для производства текстильных малошовных и бесшовных изделий бытового и технического назначения

The article presents a conception of braiding equipment modification for the manufacture of apparel and technical textile goods with minimum number of seams or without them

Ключевые слова: ПЛЕТЕЛЬНОЕ
ОБОРУДОВАНИЕ, БЕСШОВНЫЕ
ТЕКСТИЛЬНЫЕ ОБОЛОЧКИ, ИЗГОТОВЛЕНИЕ
МАЛОШОВНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Keywords: BRAIDING EQUIPMENT, SEAMLESS
TEXTILE ENCLOSURES, MANUFACTURE OF
ITEMS WITH MINIMUM NUMBER OF SEAMS

Современный уровень развития науки и техники ставит перед легкой промышленностью такие задачи, решение которых требует разработки новых технологий и перехода на принципиально новый уровень производства текстильных изделий.

Если ранее повышение качества швейных изделий в значительной мере зависело от совершенства конструкции и метода производства, то в сложившихся условиях жесткой конкуренции с зарубежными товарами помимо точного задания внешней формы конструкции нередко требуется, чтобы изделие обладало специфическими свойствами, такими как двусторонность, бесшовность, формоустойчивость, изотропность и так далее. В связи с этим становится целесообразным разработка способов проектирования и изготовления бесшовных текстильных оболочек различной объемной формы, отвечающих всем предъявляемым требованиям. Как показали ранее проведенные исследования, наиболее широкое разнообразие форм и обеспечение необходимых свойств текстильных оболочек можно получить при использовании триаксиальных и мультиаксиальных плетений.

Технология изготовления цельнотканых бесшовных оболочек обеспечивает значительное снижение материалоемкости и трудоемкости за счет ликвидации ряда швов и припусков к ним, а также сокращения трудовых и материальных затрат на операциях подготовительно-раскройного производства. Разработка концепции оборудования для производства цельнотканых оболочек с многоосиальной структурой будет служить базой для разработки новых видов станков для производства объемных деталей одежды, обуви и тканых преформ, что приведёт к широкому внедрению бесшовных ресурсосберегающих технологий.

Традиционной областью использования текстильных материалов является производство одежды. Применение плетельных технологий для производства деталей одежды и полностью бесшовной одежды ранее не использовалось. Мы предлагаем рассматривать плетение как частный случай ткачества, при котором все нити в текстильной структуре располагаются под углом отличным от 90^0 к вертикальной оси изделия. Для производства таких предметов одежды могут быть применены классические технологии плетения, однако в этом случае плетеная структура будет обладать анизотропией свойств, что не всегда удовлетворяет требованиям, предъявляемым к одежде. Для устранения анизотропии свойств на кафедре Художественного моделирования, конструирования и технологии швейных изделий Московского государственного университета дизайна и технологии (МГУДТ) был разработан метод изготовления текстильных оболочек с три- и мультиаксиальными структурами [1].

В качестве базиса для разработки этого метода была взята теория архитектурных оболочек и неевклидова геометрия. Отличительная особенность новой тканой структуры заключается в том, что она задается не прямоугольными ячейками, а треугольными.

Тканая триаксиальная бесшовная оболочка включает три вида основных нитей, переплетённые между собой под определённым углом. Объемные триаксиальные оболочки достаточно формоустойчивы. Это объясняется тем, что структура материала сопротивляется деформационному воздействию сразу в трёх направлениях, параллельных основным системам нитей, а элементарные ячейки тканой структуры имеют треугольную форму, наиболее устойчивую к деформациям.

Триаксиальное переплетение позволяет изготавливать текстильные изделия с изотропными свойствами или с заданным зональным распределением прочностных показателей, что особенно важно для создания оболочек специального назначения, но было невозможно осуществить при использовании двуаксиальных тканых структур.

Использование трёх основных систем нитей в структуре плетеного изделия расширяет возможности создания объёмных бесшовных форм, так как изменение кривизны создаваемой оболочки возможно в трёх, а не в двух направлениях, как это было ранее в двуаксиальных тканях.

Технологически процесс создания триаксиальных бесшовных оболочек состоит из двух стадий: расчёт количества нитей в сечениях вырабатываемой оболочки и производство изделия (оболочки). Происходит объединение процессов текстильного и швейного производства в один неразрывный технологический процесс, что обеспечивает значительное снижение материалоёмкости и трудоёмкости за счёт ликвидации швов и припусков к ним, а также сокращения трудовых и материальных затрат на операциях подготовительно-раскройного производства.

Плетеные триаксиальные оболочки успешно применяются при производстве изделий бытового назначения. Свидетельством тому является разработка и изготовление бесшовного плетеного верха обуви (рис. 1) и бесшовных платьев (рис. 2). Но в настоящее время основной

задачей является внедрение технологии изготовления триаксиальных бесшовных оболочек в производство принципиально новых, особо прочных объёмных плетеных форм, необходимых для создания специализированных деталей изделий авиационной, космической и электронной промышленности.

Объёмные тканые и плетёные текстильные преформы приобретают быстро растущий интерес. Огромный потенциал объёмных тканых и плетёных композитов становится еще более очевидным с развитием программно управляемого оборудования, способного манипулировать сотнями, даже тысячами нитей при 3D ткачестве или плетении, обеспечивая необходимую толщину и размеры производимого изделия. Следует отметить, что при возрастании скорости реализации машинных операций эти технологии становятся всё более конкурентоспособными с точки зрения продуктивности.



Рисунок 1. Модель обуви с цельнотканой заготовкой верха



Рисунок 2. Цельнотканое платье с триаксиальной структурой

Трёхмерные тканые и плетёные преформы обладают уникальными структурными характеристиками и техническими показателями, такими как полное подавление расслаивания, повышенная устойчивость к повреждениям, улучшенное сопротивление удару, усталостные показатели, выше прочность вблизи отверстий и прорезей, болтов и скреплений, выше прочностные показатели скрепления с агентом (покрытие) придающим жёсткость и т.д. Все это достигается благодаря уникальным свойствам плетёной структуре.

Использование ткацких станков для изготовления три- и мультиаксиальных структур ограничено вследствие того, что перекрест

наклонных застилов возможно выполнить только через две нити утка, что продиктовано особенностями движения берда. Этот факт исключает возможность производства наиболее стабильной текстильной структурой, которая получается триаксиальным полотняным переплетением. По этой причине было решено обратиться к концепции плетельного оборудования.

В настоящее время в России уникальные образцы специальной одежды для космонавтов и преформ деталей для авиационной промышленности изготавливают на ручных плетельных станках. Широкое внедрение бесшовных триаксиальных и мультиаксиальных оболочек в качестве текстильных материалов с усовершенствованными свойствами сдерживается из-за стагнации в производстве отечественного текстильного оборудования и незаинтересованности российских промышленников в инновационной модификации оборудования для реализации принципиально новых технологий изготовления одежды. В тоже время, потребность мирового рынка в создании бесшовных объемных оболочек нового вида для специализированных изделий авиационной, космической и электронной промышленности привела к разработке и активному применению многофункционального текстильного оборудования нового поколения в Западной Европе, способного эффективно производить плетеные изделия. Однако обеспечение заданных свойств, соответствия изделия проектируемой сложной объемной форме и использования три- и мультиаксиальных переплетений требует модификации существующего оборудования как в отношении программного обеспечения, так и принципов действия механизмов. В связи с этим нами разработана концепция оборудования для производства объемных плетеных оболочек с три- и квадроаксиальной структурой, обладающего возможностью регулирования таких заправочных параметров, как количество систем нитей, параметры переплетения, плотность и расположение вводимых нитей.

Существующие виды плетения подразделяются на три условных группы: 2D, 2,5D и 3D. Двухмерное плетение – это традиционные виды плетения, в результате которых вырабатывается полая оболочка цилиндрической (рукавной) формы. 2,5-мерное плетение отличается тем, что формирование плетеной оболочки осуществляется на основах (оправах) различных объемных форм, при этом изменение формы сечения вырабатываемой оболочки достигается за счет изменения угла расположения переплетаемых нитей. Трехмерное плетение может быть определено как процесс, при котором в плетении участвует более чем один слой пряжи по толщине структуры [2, 3]. Исторически трехмерное плетение отличается от условно двухмерного увеличением толщины производимого изделия за счет введения дополнительных слоев пряжи. Наиболее перспективным является трёхмерные плетельные технологии, которые широко исследуются и совершенствуются в Америке и Германии.

Основное трёхмерное плетение производится за счет смещения пряжи, выполняемого на прямоугольном плетельном станке, в двух ортогональных направлениях (горизонтальном и вертикальном). Быстрое развитие трёхмерная плетельная технология получила с момента выхода патента «Быстрое косое ткачество». В настоящее время существуют два основных направления трёхмерного плетения: «Картезианское» (или цилиндрическое в его модифицированном виде), так же называемое «ряды и столбики» (соответственно «кольца и столбики»), и «Круговое» плетение.

Картезианское плетение позволяет осуществлять индивидуальный контроль смещения каждого ряда и столбца в цикле переплетения. При его использовании формирование различных сложных форм достигается путём изменения длины каждого ряда и пространственного смещения столбцов. Перемещение столбцов заключается в смещении держателей

нитей (бобин). Перемещение рядов и столбцов может быть выполнено механически или пневматически.

Альтернативные методы трёхмерного переплетения исключают часть указанных недостатков Картезианского плетения. Так в наиболее популярной «классической» схеме двухмерного «кругового плетения» (также называемого «трубчатым плетением») есть две системы нитей, которые переплетаются. Важно то, что все нити перемещаются одновременно: все нити одной системы перемещаются по часовой стрелке, в то время как все нити другой системы перемещаются в противоположном направлении. На этом принципе основаны современные мульти-модульные станки.

Мульти-модульные плетельные станки только входят в использование. Они достаточно дорогостоящие, но обладают практически неограниченными возможностями по производству плетёных оболочек различных объёмных форм. Плетельный станок Herzog 3-D-Flechtmaschine SAB 9-32-220 (рис. 3) является последним изобретением немецких конструкторов. На станке выполняется трёхмерное плетение, процесс является полностью автоматизированным.

На станке выполняется трёхмерное плетение, процесс является полностью автоматизированным. Каждая крылатка индивидуально управляется, и каждое пересечение так же осуществляется индивидуально, при этом оба этих процесса контролируются программным обеспечением. В связи с этим переносные механизмы нитедержателей могут следовать по свободно спроектированному пути.

Рассмотренные виды плетельного оборудования позволяют изготавливать текстильные оболочки, состоящие из двух систем взаимопересекающихся нитей. Для производства триаксиальных оболочек необходимо выполнить переход от плетения двумя системами нитей к плетению тремя, что мы предлагаем делать несколькими способами:

- введением осевых вертикальных нитей, проходящих через отверстие в центре крылаток;
- модификацией 2D плетельного станка с введением дополнительного механизма для перемещения нитедержателей третьей системы нитей;
- разработкой новых схем траектории движения нитедержателей для станка Herzog 3-D-Flechtmaschine CAB 9-32-220;
- модификацией 2,5D или 3D плетельного станка с введением дополнительного механизма для перемещения нитедержателей третьей системы нитей.

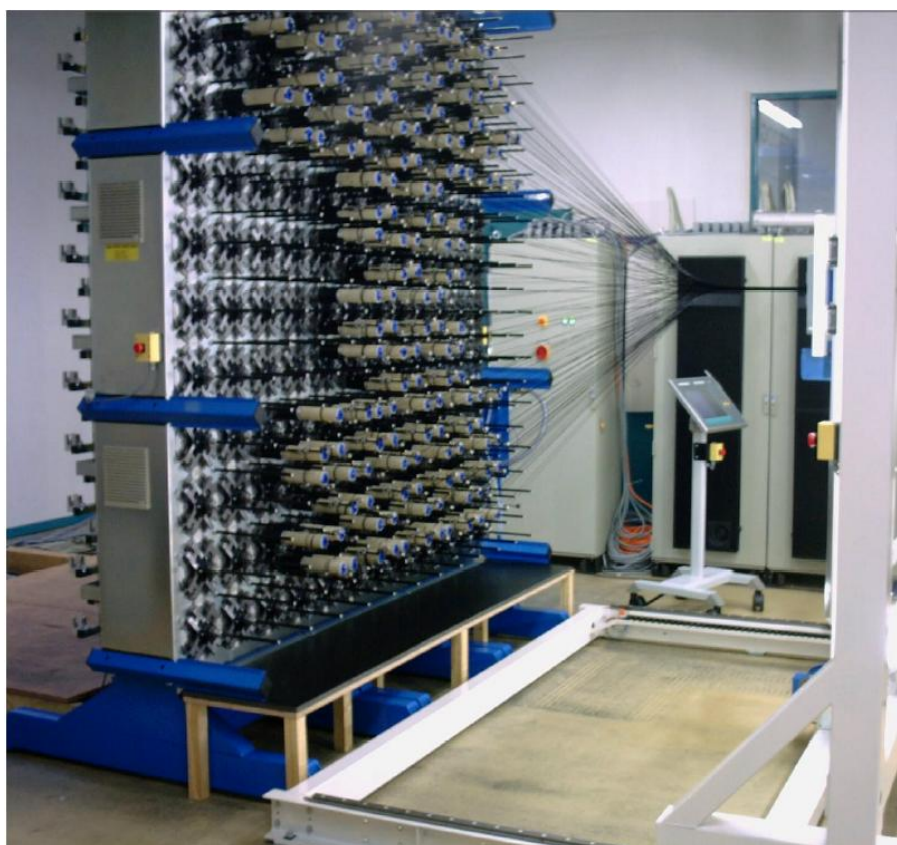


Рисунок 3. Станок Herzog 3-D-Flechtmaschine CAB 9-32-220

Введение осевых вертикальных нитей является самым простым способом получения плетеных оболочек с триаксиальной структурой. Оно позволяет получить оболочки с повышенной прочностью в продольном направлении. Но большинство технических оболочек испытывает

максимальные нагрузки не в продольном, а в поперечном направлении, поэтому метод введения дополнительных осевых нитей не является перспективным.

Модификация 2D, 2,5D и 3D плетельных станков с введением дополнительного механизма для перемещения нитедержателей третьей системы нитей может показать очень хорошие результаты и обеспечит высокую скорость производства, но это требует инженерных разработок нового передаточного механизма и изготовления фактически нового типа станка. Результата можно достичь, например, путем разбиения крылаток на две половины и размещением их на расстоянии друг от друга так, что будет образован трек, достаточный для прохождения переносного механизма нитедержателей третьей системы нитей.

Разработка новых схем траектории движения стандартных нитедержателей для 3D-плетельного станка является наиболее перспективным направлением для разработки способов производства бесшовных триаксиальных текстильных оболочек.

В ходе исследований разработано два принципиально новых алгоритма плетения, которые могут быть реализованы на станке Herzog 3-D-Flechtmaschine SAB 9-32-220 для производства триаксиальных оболочек. При этом также возможно вводить четвертую систему осевых нитей. Схемы взаимодействия крылаток на первом шаге плетения триаксиальных оболочек представлены на рисунке 4.

Алгоритмы перемещения нитедержателей были разработаны для 40 и 48 нитей застилов. Как в первом, так и во втором случае траектория движения нитедержателей нитей застилов является синусоидной (рис. 5, а, б). Но для первого метода характерна большая амплитуда движения, следовательно, изменение длины нитей в области от рабочей поверхности до формирования переплетения будет значительным, что может отрицательно сказаться на таких нитях, как карбоновые. Однако, при

использовании прочных нитей, устойчивых к истиранию, указанный недостаток не окажет существенного влияния, при этом данный алгоритм является более быстроедейственным, чем второй алгоритм.

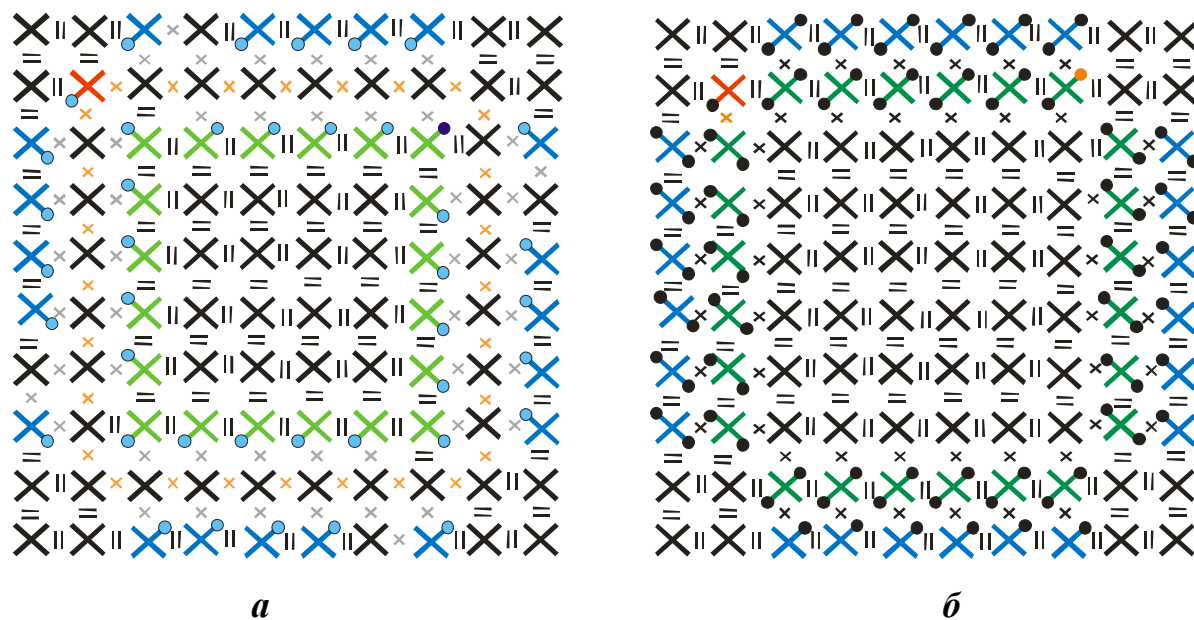


Рисунок 4. Схемы взаимодействия крылаток на первом шаге плетения в соответствии с разработанным алгоритмом: *a* – для 40 нитей застилов, *б* – для 48 нитей застилов

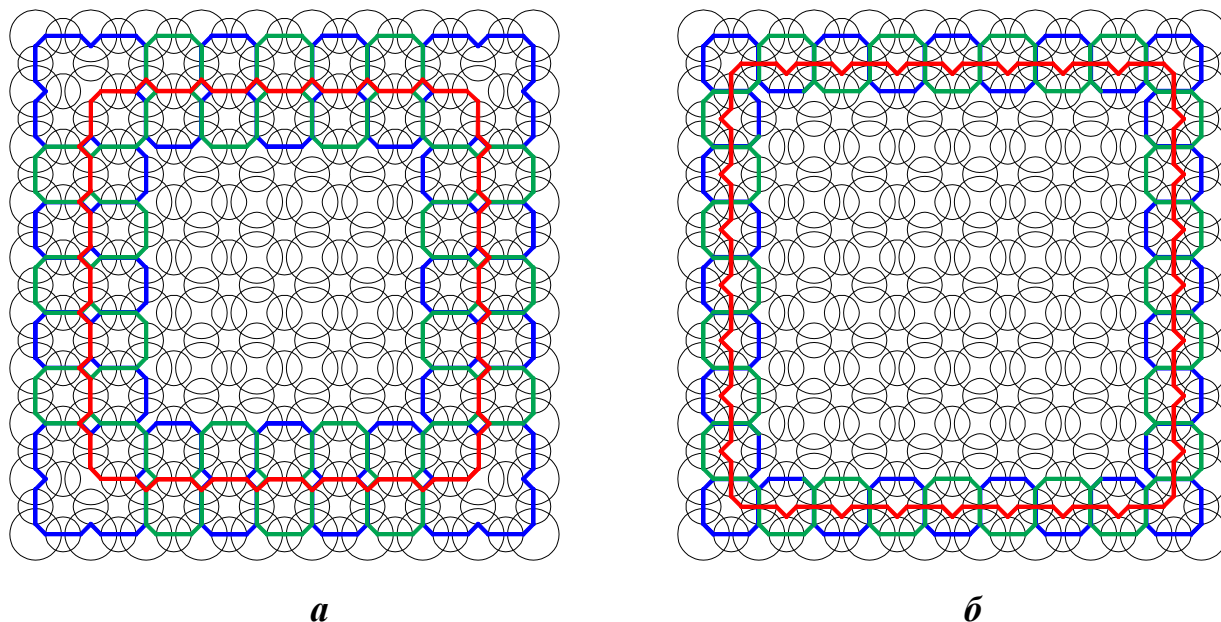


Рисунок 5. Траектория движения нитедержателей:
a – для 40 нитей застилов, *б* – для 48 нитей застилов

Второй алгоритм перемещения, в отличие от первого, задействует на восемь нитей больше, при реализации на том же оборудовании, но скорость производства снижается из-за того, что перемещение нитей утка должно производиться таким образом, чтобы положение нитей застилов не изменялось.

Результаты проведенных разработок будут использованы при модификации отечественного плетельного оборудования с целью производства триаксиальных и мультиаксиальных плетеных бесшовных оболочек.

Список использованной литературы:

1. Лаврис Е.В. Цельнотканые оболочки с триаксиальной структурой: текстильные изделия нового поколения // Текстильная промышленность. 2008. №11-12. С.56-57.
2. R.T. Brown and E.C. Crow. Automatic Through-The-Thickness® Braiding // Proc. of the 37th Int. SAMPE Symposium and Exhibition. 1992. Vol. 37. p. 832.
3. T.D. Kostar and T.-W. Chou. Braided Structures in 3-D Textile Reinforcements in Composite Materials: Woodhead Publ. Ltd, Cambridge, England. 1999, p. 21-240.