

5. Леонов, О. А. Статистические методы в управлении качеством: учебник / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Г. Н. Темасова. – 2-е изд., испр. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 144 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/206819>. – Дата доступа: 04.09.2024.
6. Худых, М. И. Ремонт текстильных машин. – М.: Легпромбытиздат. – 1991. – 288 с.
7. Hayes, A., Potters, Ch., Schmitt, K.R. Ishikawa Diagram. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.investopedia.com/terms/i/ishikawa-diagram.asp>. – Дата доступа: 03.09.2024.

УДК 677.027

Разработка стенда для тестирования программно-аппаратного комплекса управления механизмами исправления перекоса уточной нити в текстильных материалах

**Мирошниченко Д.А., к.т.н.,
ст.н.с,
Барабанщикова И.С., к.т.н.,
доц.,
Карева Т.Ю., д.т.н., доц.**

Ивановский государственный
политехнический университет,
г. Иваново,
Российская Федерация

Реферат. В статье рассматривается актуальная проблема по автоматизации и управлению технологическими процессами в текстильной промышленности, связанная с устранением перекоса уточных нитей. Авторами разрабатывается программно-аппаратный комплекс (ПАК), предназначенный для автоматического определения положения уточной нити и оперативной подаче сигналов управления на механизмы исправления перекоса в случае отклонения положения нити от нормали. Наиболее эффективным для такого метода контроля является использование системы «технического зрения». Для тестирования программно-аппаратного комплекса управления механизмами исправления перекоса разработан лабораторный стенд, который позволит проверить работоспособность и характеристики разрабатываемого продукта в контролируемых условиях перед его запуском на производстве. Стенд позволяет заправлять образцы тканей шириной до 1,8 метра, регулировать натяжение образца ткани, скорость перемещения ткани в диапазоне от 1 до 60 метров в минуту, выставлять настройки освещенности, регулировать положение камеры и осуществлять съемку с различной частотой кадров.

Ключевые слова: легкая промышленность, текстильный материал, уточная нить, перекося структуры материала, механизмы исправления перекося уточной нити, техническое зрение.

Современный потребительский рынок текстильных материалов разнообразен и насыщен тканями различной структуры и сырьевого состава. В основном это готовые тканые материалы, прошедшие процесс отделки (беление, крашение, печатание и заключительная отделка), в котором текстильный материал приобретает необходимый набор потребительских свойств. При этом в процессе отделки, вследствие возможных неполадок оборудования, нарушения технологических параметров, сбоя в работе программного обеспечения, невнимательности обслуживающего персонала и других причин, могут появляться различного рода дефекты на ткани, которые приводят к значительному снижению качества выпускаемой продукции и увеличению издержек предприятия. При этом большинство случаев дефектов приходится на неравномерную ширину куска ткани, оторванную кромку и перекося ткани (уточной нити), на который приходится от 20 до 30 % от общего количества брака. Возможность предотвращения, моментального обнаружения и исправления причин возникновения дефекта является актуальной задачей для отечественных отделочных производств, что позволит значительно увеличить выпуск высокосортной продукции и снизить расходы на ее выпуск.

В рамках НИОКР нами проводятся исследования по разработке программно-аппаратного комплекса управления механизмами исправления перекося уточной нити в текстильных материалах с использованием технического зрения, предназначенного для автоматического определения положения уточной нити и оперативной подаче сигналов управления на механизмы исправления перекося в случае отклонения положения нити от нормы. На рисунке 1 представлены фотографии дефекта – перекося ткани (по утку) в случае диагонального (рис. 1 а) и дугового (рис 1 б) его проявления.

В настоящее время на отечественных производствах установлено либо отечественное оборудование с устаревшими оптико-механическими датчиками, либо импортное, замена вышедших из строя датчиков, на котором в настоящее время является проблематичной по

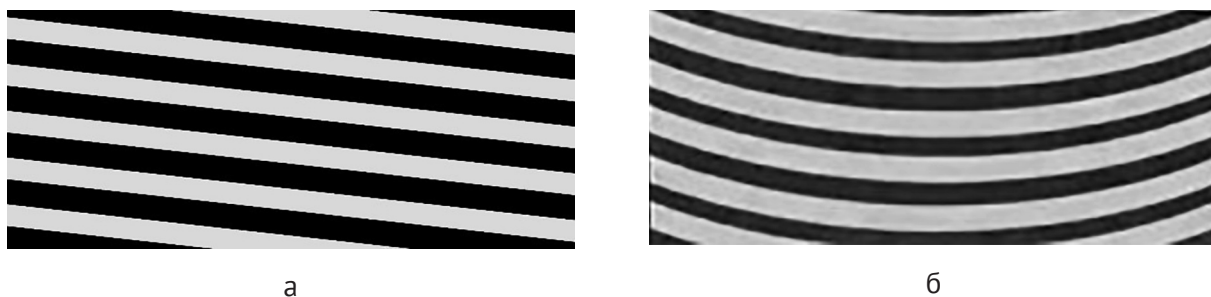


Рисунок 1 – Примеры дефекта – перекося ткани:
а – диагональный; б – дуговой

причине санкций, наложенных западными странами на Российскую Федерацию. При этом установленные на импортных машинах системы исправления перекоса в основном разработаны для распознавания этого дефекта на суровых, отбеленных и гладкокрашеных тканях и проблема устранения перекоса на текстильных материалах сложных структур (например, жаккардовых) и тканях с печатными рисунками остается не решенной.

Вопросам выявления дефектов текстильных материалов с использованием технического зрения посвящено много работ. Предлагаемые алгоритмы имеют свои достоинства и недостатки. Некоторые призваны решать конкретные производственные задачи [1, 2]. Новым шагом в использовании технического зрения при разбраковке текстильных материалов стало построение универсальной нейронной сети, которую можно было бы с минимальным переобучением использовать для решения многих различных задач. Исследования в этой области велись с конца 1990-х гг. Однако широкое распространение данная тема в области текстильных технологий получила недавно [3–10]. Авторами предлагаются ПАК для пассивного контроля наличия дефектов, их классификации и определения сортности куска ткани.

Предлагаемое нами решение проблемы обнаружения перекоса уточных нитей в текстильных материалах сложных структур и рисунков предусматривает не только обнаружение, но и моментальное реагирование на появление дефекта и передачу сигнала на механизм управления валами устройства правки утка, то есть управления технологическими параметрами работы отделочного оборудования.

С целью определения уровня функциональности разрабатываемого ПАК, тестирования режимов съемки, выявления недочетов и их своевременного устранения создан испытательный стенд, который моделирует работу элемента ПАК и позволяет создать базу данных шаблонов поверхности текстильных материалов для его настройки.

При разработке стенда были учтены следующие требования:

- возможность статического и динамического режимов положения ткани;
- фиксация образца ткани в положении удобном для съемки;
- перемещение с заданной скоростью образца ткани в направлении основы;
- создание условия появления перекоса уточных нитей в диагональном и дуговом направлениях;
- возможность проводить видеосъемку образцов тканей в их статическом и динамическом состояниях;
- обеспечение требуемого натяжения тканого образца, исключающего его провисание.

Поскольку перекося относится к распространённому дефекту (рис. 1), то дополнительным условием явилась возможность заправки в стенд образца ткани по всей его ширине без заминов и складок.

Были разработаны: сборочный чертеж стенда, чертеж общего вида со спецификацией и инструкция по эксплуатации. На рисунке 2 представлена 3D-модель стенда с укрупненными изображениями размещения приводных элементов (рис. 2 а) и механизма регулировки натяжения ткани (рис. 2 б).

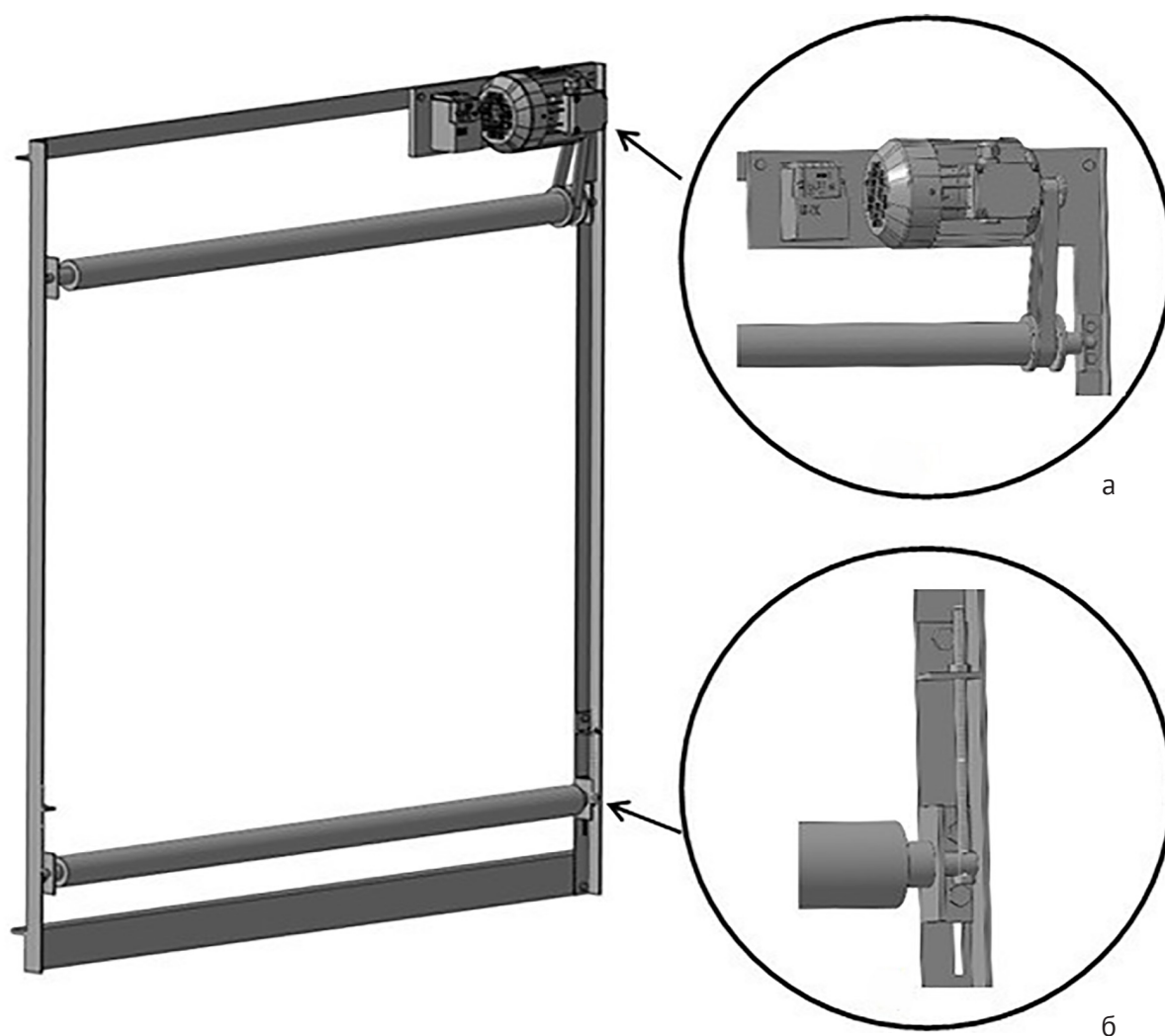


Рисунок 2 – 3D-модель станда:

а – приводные элементы; б – механизм регулировки натяжения ткани

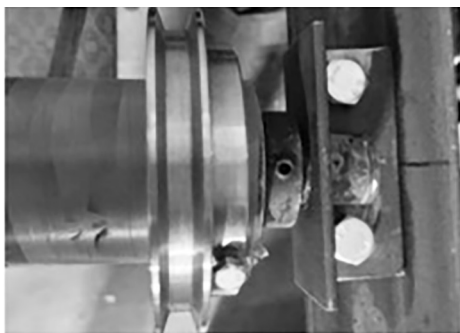
Исследуемый образец ткани заправляется между двух валов в виде бесконечного полотна с возможностью продольного перемещения для моделирования производственного процесса отделки текстильного материала. Вертикальное расположение (продвижение) ткани выбрано из соображения исключения возможного провисания тканого полотна, которое, имея малую жесткость, при горизонтальном расположении материала непременно имел бы провисание между валами, что связано не только с действием собственного веса, но и с рабочей длиной ткани между валами – не менее 1,5 метра, на которой проводится видеосъемка материала. Размер рабочей длины обусловлен (регламентирован) возможностью моделирования перекоса ткани в процессе движения полотна.

Приводной вал, расположенный в верхней части станда (рис. 2), получает вращательное движение от трехфазного асинхронного электродвигателя посредством ременной передачи, при этом выбор скорости вращения осуществляется при помощи частотного

преобразователя, в настройках которого (для исключения проскальзывания ткани в момент разгона вала) выбран векторный метод управления, при котором поддерживается заданный момент вращения при меняющейся скорости и на сверхмалых оборотах, а также имеется возможность удерживать постоянную скорость при резко меняющейся нагрузке.

Нижний (натяжной) вал установлен на подвижной опоре, позволяющей регулировать расстояние до приводного вала, создавая тем самым требуемое натяжение образца ткани за счет вращения гайки на шпильке с резьбой, один конец которой неподвижно закреплен на валу, а другой входит в закрепленный на раме стенда кронштейн. При этом предварительное натяжение ткань приобретает за счет собственного веса нижнего вала при ослаблении его крепежных элементов.

Испытательный стенд был изготовлен из металлического угла сечением 50×50×5 мм. На рисунке 3 представлены фотографии установки элементов собранной конструкции.



а



б



в

Рисунок 3 – Фотографии крепления элементов стенда
а – крепление приводного вала с шкивом на кронштейн стенда;
б – монтаж блока управления приводным валом;
в – крепление механизма натяжения

Поскольку движение ткани в стенде должно осуществляться по замкнутому контуру, а конструкция стенда не предполагает снятия валов для заправки ткани, то для обеспечения тканого полотна в виде бесконечной ленты, было предложено два вида разъёмного соединения материала: при помощи молнии и текстильной застежки Velcro (контактной ленты). На рисунке 4 представлена фотография образца ткани с местом соединения текстильного материала при помощи молнии.

При подготовке бесконечного полотна и стыковке срезов ткани учитывался раппорт рисунка для обеспечения минимизации искажений при съёмке поверхности материала.

Соединение срезов ткани контактной лентой – липучкой (Velcro) минимизирует временные и материальные затраты на организацию бесконечного текстильного полотна, однако является менее надёжным способом, особенно при резком ускорении вращения приводного вала.



Рисунок 4 – Соединение текстильного материала при помощи молнии

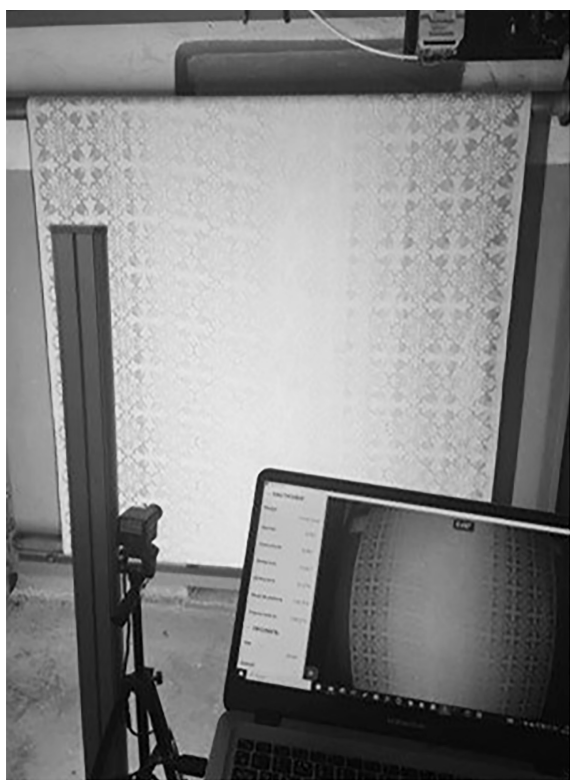


Рисунок 5 – Собранный испытательный стенд с заправленным материалом

Так как стенд предназначен для наработки базы шаблонов поверхности текстильных материалов при осуществлении съемки всей ширины тканого полотна одной камерой, выполнены исследования по регулировке положения камеры и осветителя относительно плоскости исследуемого образца по высоте и расстоянию до объекта, а также подбору режимов освещения (цветовой температуры и светового потока) и установке рассеивателя для равномерного освещения поверхности ткани.

На рисунке 5 представлена фотография общего вида стенда для тестирования программно-аппаратного комплекса управления механизмами исправления перекоса уточной нити в текстильных материалах с использованием технического зрения с заправленным образцом ткани, на котором симитирован дефект – перекос ткани.

Разработанный стенд позволяет легко заправлять материалы, осуществлять их перемещение с заданной скоростью, регулировать освещение и положение камеры во время съемки.

Список использованных источников

1. Демидов, А. В., Фирсов, А. В., Новиков, А. Н. Алгоритм выявления неоднородности изображений тканого полотна // журнал «Швейная промышленность». – 2010, № 5. – С. 17–22.

2. Борзунов, Г. И., Моисеев, К. А., Новиков, А. Н. Использование графа соседства цветов для распознавания линейных элементов в текстильных узорах // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, № 2 – С. 142–146.
3. Silvestre-Blanes, J., Albero-Albero, T., Miralles, I., Pérez-Llorens, R., Moreno, J. A public fabric database for defect detection methods and results // Autex Research Journal. – 19 (4), 2019. – P. 363–374.
4. Ершов, С. В., Реймер, В., Калинин, Е. Н., Грис, Т. Разработка системы компьютерного зрения для измерения направленности волокон в плетеных структурах // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2019, № 5. – С. 204–208.
5. Карелина, Е. Б., Балыхин, М. Г., Донник, И. М., и др. Разработка интеллектуального комплекса для адаптивного управления технологическими процессами текстильной промышленности с применением нейросетевых регуляторов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2019, № 4. – С. 144–148.
6. Карева, Т. Ю., Мирошниченко, Д. А., Толубеева, Г. И., Болсуновская, М. В., Бойков, А. В., Лодышкин, А. В. Поиск путей совершенствования цифрового представления текстильных материалов с целью обнаружения дефектов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2022, № 2. – С. 104–108.
7. Miroshnichenko, D., Kareva, T., Tolubeeva, G., Abramov, A., Lodyshkin, A. Program for visual representation of defects in the appearance of textile materials with different types of surface design // AIP Conference Proceedings – 2022, V.2430. <https://doi.org/10.1063/5.0076951>.
8. Мирошниченко, Д. А., Карева, Т. Ю. Разработка базы дефектов внешнего вида тканых материалов для обучения нейронной сети // Наука – Технологии – Производство. Тезисы докладов Международной научно-технической конференции, посвященной инновационному развитию текстильной и легкой промышленности. Санкт-Петербург, 2021. – С. 44–45.
9. Брюханова, Т. А., Мирошниченко, Д. А., Барабанщикова, И. С. Искусственный интеллект в оценке качества текстильных материалов // Молодые ученые – развитию Национальной технологической инициативы (ПОИСК). 2022. № 1. – С. 15–17.
10. Ивановский, В. А. Дистанционное обнаружение дефектов ткани // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности – 2010, 5(326), – С. 124–126.