

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО СТЕНДА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕРОВНОТЫ СМЕШИВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ ЕМКОСТНЫМ МЕТОДОМ

Яснев Д.А., Рыклин Д.Б.

Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет»,
г. Витебск

Рынок текстильных материалов из разнородных волокон в последние годы демонстрирует значительный рост и развитие. Ассортимент обусловлен такими факторами, как растущий спрос на ткани из смешанных волокон, рост доходов от продукции и сырья, изменение предпочтений потребителей и технологические достижения в методах смешивания волокон. Одним из ключевых факторов мирового рынка смешанных волокон является растущий спрос на устойчивые и экологически чистые продукты. Поскольку потребители все больше осознают влияние своего выбора на окружающую среду, растет предпочтение смешанным волокнам, которые предлагают более экологичную альтернативу обычным тканям. За последнее десятилетие рынок смешанных волокон стал свидетелем значительного технологического прогресса в методах смешивания. Современные технологии производства позволили производителям создавать ткани, которые обеспечивают улучшенные характеристики, комфорт и устойчивость [1]. А качественное смешивание компонентов позволяет более бережно использовать сырьевые ресурсы и обеспечит реализацию высокотехнологичных и энергоемких проектов, повысить конкурентоспособность национальной экономики на мировой арене. На сегодняшний момент качество смешивания определяется физико-механическими свойствами пряжи и показателями ее неровноты по линейной плотности. Однако важно отметить, что исследователи учитывают номинальные, а не фактические значения процентного содержания компонентов, а неравномерность распределения волокон компонентов по длине пряжи вообще не принимается во внимание. С другой стороны, с учетом выявленного влияния состава пряжи на ее свойства можно утверждать, что гетерогенность пряжи приводит к ее неравномерности по свойствам. Работ по оценке качества смешивания волокон в пряже и текстильных полотнах в последние годы практически не проводится. Существующие рекомендации по оценке неровноты смешивания компонентов в текстильных материалах достаточно трудоёмки и носят разрушающими характер способа контроля [2, 3], в то время как методика основанная на

емкостном способе имеет ряд преимуществ над традиционными [4], однако, её реализация требует разработки измерительной базы и стенда.

Ранее разработанный стенд [5] имел ряд недостатков и не позволял фиксировать значения ёмкости на конденсаторе, так как измеряемой величиной являлось напряжение, что вносило свои трудности по сравнению с показаниями на измерители иммитанса МНИПИ Е7-20. В результате проведенных исследований доказано, что различия значений емкости конденсатора, определенные для разных видов исходного сырья, существенно зависят от частоты электрического поля, создаваемого между пластинами конденсатора. Получена регрессионная модель, характеризующая влияние частоты на отношение значений емкости конденсаторов, содержащих пробы волокнистого материала разного вида, за вычетом емкости пустого конденсатора. Установлено, что с увеличением частоты разница существенно снижается, на частоте около 18 МГц разница приблизится к 0. Выявленный эффект может быть использован в качестве физической основы для разработки метода оценки неровноты смешивания волокон в неоднородных текстильных материалах. Оборудование, используемое на предыдущих исследованиях, не позволяет генерировать частоту, необходимую для реализации следующего этапа. В связи с этим было принято решение о покупке оборудования удовлетворяющее условия проведения дальнейших экспериментов. Блочная схема прибора представлена на рисунке 1.

Генератор сигналов, кроме прочего, позволяет воспроизводить синусоидальные импульсы с частотой периода до 30МГц, что является более чем достаточным, для апробации разработанной ранее теории. Объект контроля помещается в конденсатор, который остался неизменным относительно предыдущей версии стенда.

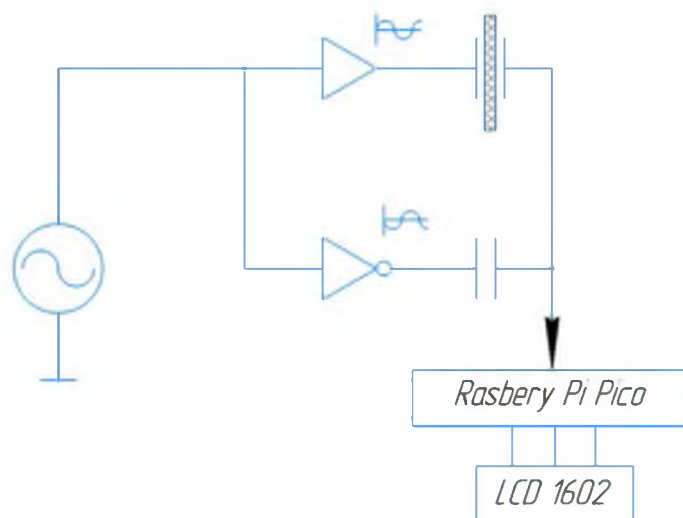


Рис. 1. Блочная схема измерительного стенда

Измерительная база представлена в программируемом контроллере Raspberry Pi Pico на базе RP2040 (2 ядра Arm Cortex-M0+133МГц) [6] который позволяет фиксировать измеряемые значения с высокой точностью, минимальной погрешностью и задержкой. Связка блоков оборудования и процессы вычисления производились на мультипарадигмальном высокоуровневом языке программирования Python. Вывод информации осуществляется на двустрочный шестнадцатизначный графический дисплей. Управление оборудованием осуществляется с персонального компьютера, где кроме прочего дублируется и информация, выводимая на дисплей. На рисунке 2 представлена версия измерительного стенда на этапе разработки.



Рис. 2. Версия измерительного стенда на этапе разработки

При испытаниях проб из стального волокна напряжения значительно превышают соответствующие значения, установленные для проб из хлопкового волокна. Именно различная степень влияния вида компонента на получаемые зависимости может быть использована в качестве основы разработки емкостного метода определения неровноты смешивания волокон в неоднородных текстильных материалах.

Результаты полученные на измерительном стенде для определения неровноты смешивания материалов емкостным методом будут использованы для определения диапазон масс проб, для которых конструкция и размеры разработанного конденсатора будут обеспечивать наиболее стабильно воспроизводимый результат с минимальной погрешностью, а также значения частоты электрического поля, для которых, соответственно, соотношение сигналов будет зависеть только от состава материала (низкая частота) и только от массы пробы (высокая частота).

Финансирование. Конкурс стартап-грантов УО «ВГТУ» для молодых ученых на выполнение научно-исследовательских работ докторантами, аспирантами, соискателями и студентами на 2025 год.

Литература:

1. Blended Fibers Market - Transforming the Future of Textiles and Materials [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.marketresearchintellect.com/blog/blended-fibers-market-transforming-the-future-of-textiles-and-materials/>. – Дата доступа: 20.04.2025.
2. Рашкован И.Г. Методика оценки распределения волокон по поперечным сечениям пряжи. - М.: Легкая индустрия, 1970. – 199 с.
3. ГОСТ 4659-79 Ткани и пряжа чистошерстяные и полушерстяные. Методы химических испытаний.
4. Рыклин, Д.Б. Способ определения неровноты смешивания компонентов в неоднородных волокнистых продуктах / Д.Б. Рыклин, Е.А. Авсеев // Вестник ВГТУ. – 2011. – № 1 (20). – С. 83-88.
5. Яснев, Д.А. Проектирование прибора для определения неровноты смешивания волокон в неоднородных текстильных материалах / Д.А. Яснев, Д.Б. Рыклин // Международная научно-техническая конференция «Инновации в текстиле, одежде, обуви (ICTAI-2024)». – 2024. (в печати)
6. Raspberry Pi -A microcontroller chip designed by Raspberry Pi [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.raspberrypi.com/products/rp2040/>. – Дата доступа: 20.04.2025.