

Современный подход к проектированию ЗУ требует искать все новые методы снижения сопротивления ЗУ при малых финансовых вложениях.

1. Правила устройства электроустановок: 7-е издание (ПУЭ) / Главгосэнергонадзор России. – Москва : Изд-во ЗАО «Энергосервис», 2007. – 610 с.

2. Дмитриев, М. В. Заземление экранов однофазных силовых кабелей 6–500 кВ / М. В. Дмитриев. – Санкт-Петербург : Издательство Политехнического университета, 2010. – 154 с.

## **РАЗРАБОТКА УСТАНОВКИ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПЕРЕНОСА ЖИДКОСТИ В ТКАНИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЛК110 ОВЕН**

*Д.А. Темкин, Д.А. Коронкевич, Е.А. Клюев*

Витебский государственный технологический университет  
г. Витебск

Современные текстильные материалы, особенно используемые в производстве спортивной, медицинской и специальной одежды, предъявляют высокие требования к функциональным свойствам, среди которых способность к быстрому влагоотведению и эффективному испарению пота. Эти свойства напрямую влияют на комфорт и благополучие человека, несут критическое значение в условиях интенсивной физической активности, высоких температур, а также в профессиональных сферах, где важно поддерживать оптимальный микроклимат тела. Например, в спортивной одежде ткани, обладающие высокой скоростью испарения влаги, позволяют быстрее отводить пот с поверхности кожи, что способствует охлаждению тела и предотвращает перегрев. В медицинской сфере ткани с улучшенными характеристиками влагоотведения могут значительно повышать комфорт и гигиену пациентов, а в специальной одежде (например, для военных или спасателей) эти свойства могут оказывать влияние на физическое состояние и эффективность работы в экстремальных условиях.

Так как применение функционального текстиля становится все более обширно, возникает необходимость оценки качества функционального текстиля. Одними из главных показателей являются гигроскопические свойства, которые характеризуют их способность поглощать и отдавать водяные пары, воду. Поэтому актуальным направлением совершенствования функционального текстиля является разработка систем оценки способности тканей к влагоотведению [1].

Методы измерения, оценки и классификации свойств переноса влаги текстильными тканями регламентированы в международных стандартах ААТСС 195 и GB 21655.2. Для проведения исследований применяется система, включающая два идентичных датчика, между которыми устанавливается образец ткани. Датчик содержит 6 систем электродов, образующих кольца разного радиуса (рис. 1).

При запуске испытания через центр верхнего датчика подается жидкость объемом 0,2 мл. Электрическое сопротивление у влажного участка ткани значительно ниже сопротивления сухого участка. Поэтому процесс распространения влаги в ткани контролируется путем измерения сопротивления каждого кольца с электродами.

В результате испытаний определяется средняя скорость распространения жидкости по верхней и нижней поверхности ткани:

$$V_{cp} = \frac{\frac{R_1}{t_1} + \frac{R_2 - R_1}{t_1 - t_2} + \frac{R_n - R_{n-1}}{t_n - t_{n-1}}}{n}, \quad (1)$$

где  $V_{cp}$  – средняя скорость распространения жидкости в ткани, мм/с;

$R_i$  – радиус  $i$ -го кольца, мм;

$t_i$  – момент времени, в который происходит уменьшение сопротивления  $i$ -го кольца, с;

$n$  – количество колец датчика.

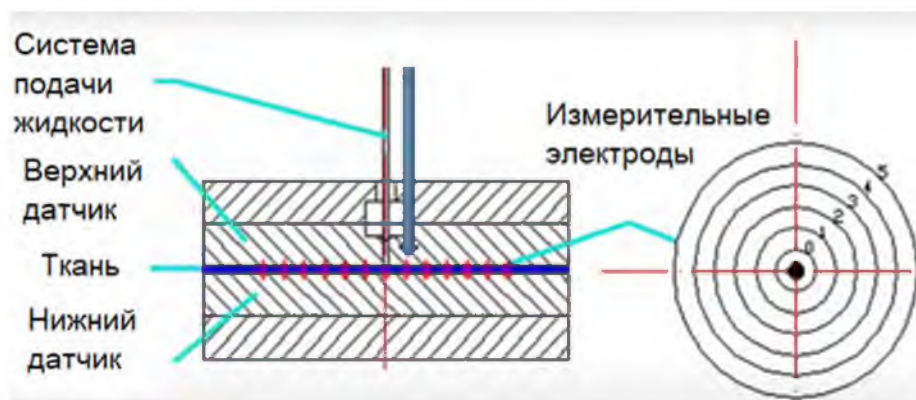


Рис. 1. Схема измерительной системы

Разработана конструкция установки, реализующая описанную методику исследований текстильных материалов. Разработана конструкция датчиков с 6 системами электродов в виде колец. Радиусы колец равны 4, 8, 12, 16, 20, 24 мм.

Разработана электрическая схема системы (рис. 2) с использованием промышленных устройств автоматизации: ПЛК110 Овен, модуля аналоговых входов МВ110 Овен. Подключение ПЛК110 и МВ110 осуществляется по интерфейсу RS-485. К аналоговым входам модуля МВ110 подключены электроды датчиков.

Измерение будет происходить с применением делителя напряжения (рис. 3). Зависимость выходного напряжения определяется по формуле:

$$U_{вых} = \frac{U_{вх} R_2}{R_1 + R_2}, \quad (2)$$

где  $U_{вх} = 1$  В – опорное напряжение;

$R_1 = 10$  кОм – известное сопротивление;

$R_2$  – измеряемое сопротивление, кОм.

В результате предварительного исследования [2] установлено, что сопротивление влажного участка ткани составляет менее 1 кОм. Следовательно, при выбранных параметрах электрической схемы при  $R_2 < 1 \text{ кОм}$ ,  $U_{\text{вых}} > 0,9\text{В}$ .

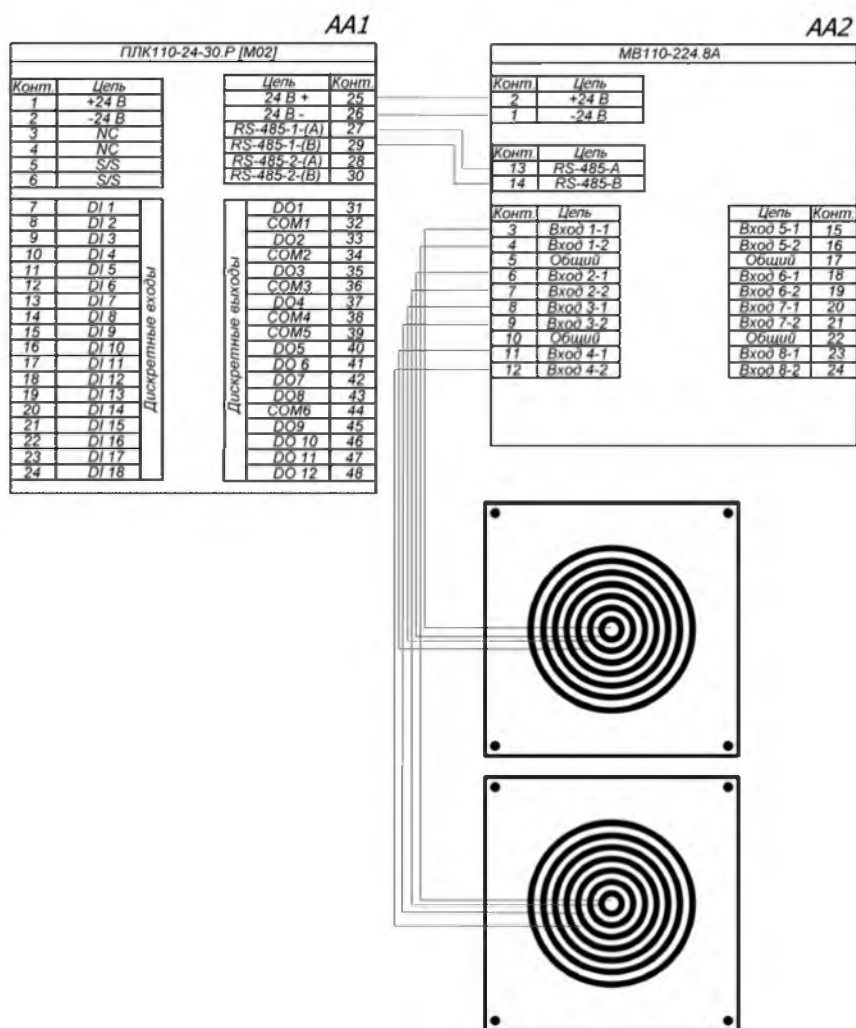


Рис. 2. Электрическая схема системы

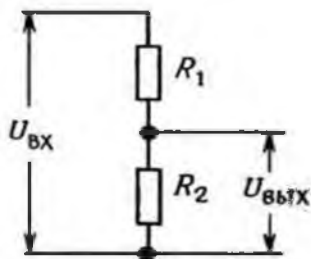


Рис. 3. Электрическая схема делителя напряжения

В среде разработки Codesys 2.3 разработана программа для управления установкой. Для каждого измерительного канала используется функциональный блок, мнемосхема которого показана на рисунке 4. При нажатии на кнопку «push» запускается таймер, который в течение одной минуты запускает отсчет

времени измерения. При сопротивлении менее 1000 Ом записывается время срабатывания в параметр «t2».

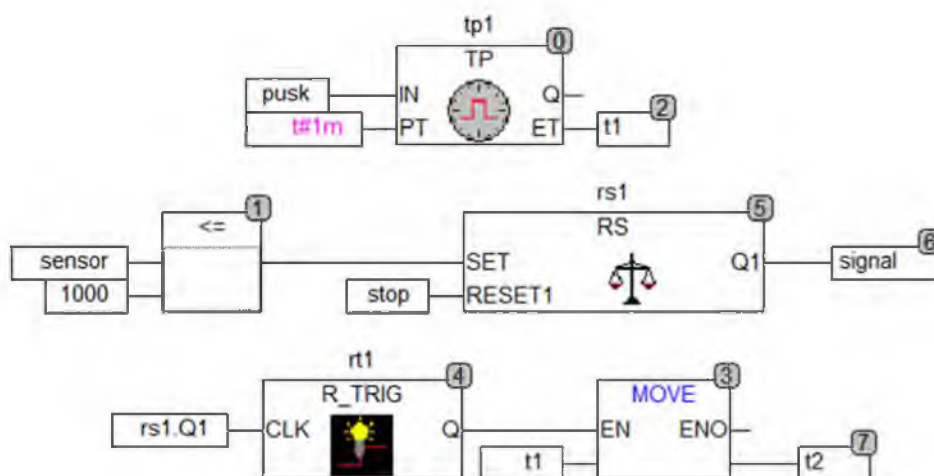


Рис. 4. Мнемосхема измерения сопротивления в среде CODESYS 2.3

В результате выполнения работы разработана конструкция установки для измерения скорости переноса жидкой в ткани. Установка выполнена с использованием современных компонентов промышленной автоматики, что обеспечивает высокую точность и воспроизводимость результатов испытаний. Конструкция установки выполнена с учетом требований международных стандартов. Данные системы рекомендуются для применения в производственных лабораториях швейных предприятий, производящих спортивную, медицинскую и специальную одежду.

1. Moisture management tester: a method to characterize fabric liquid moisture management properties / Hu J. [et al.] // *Textile Research Journal*. – 2005. – Т. 75, № 1. – С. 57–62.

2. Науменко, А. М. Разработка системы измерения динамических свойств переноса жидкостей текстильных изделий / А. М. Науменко, Б. О. Муравьев // Тезисы докладов 56-й Международной научно-технической конференции преподавателей и студентов : Тезисы докладов (Витебск, 19 апреля 2023 г.). – Витебск : Витебский государственный технологический университет, 2023. – С. 177.