

УДК 622

О ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РЕЗИСТИВНЫХ ДАТЧИКОВ С ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫМ ТЕКСТИЛЕМ В ЛЕНТОЧНЫХ КОНВЕЙЕРАХ

Варламкин З.А., студент гр. АГс-181, IV курс
Захаров А.Ю., д. н., профессор
Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово.

Введение

В настоящее время внутришахтный транспорт, как правило, представляет конвейерную линию, включающую, например, на шахтах АО «СУЭК» до 10 конвейеров.

Выход из строя одного конвейера вызывает простой всей шахты. В процессе эксплуатации конвейера происходит сегрегация транспортируемого груза, из-за чего конвейерная лента испытывает различного рода воздействия [1-3]. Наиболее тяжелые последствия может вызывать продольный порыв конвейерной ленты. К экономическим затратам на замену или ремонт ленты (в зависимости от длины порыва) добавляются затраты от простоя основного оборудования шахты. Для того, чтобы снизить затраты от этого происшествия, разрабатываются устройства для обнаружения продольного порыва конвейерных лент. Система обнаружения должна отключить конвейер в случае возникновения порыва ленты, чтобы избежать повреждения всей ленты.

Для контроля порыва конвейерной ленты используется множество способов регистрации, в том числе датчик положения, измерение изменения ширины ленты с помощью механического устройства или с помощью ультразвука, измерение изменения проводимости ленты при прохождении акустического или ультразвукового сигнала. В случае порыва изменяется конфигурация магнитного поля, создаваемого полосой из магнитоэласта, встроенной в конвейерную ленту. Большое распространение получили системы, состоящие из передатчиков и приемников, расположенных на ставе конвейера и индукционного контуров из электропроводников, встроенных в конвейерную ленту. При разрыве полотна разрывается проводник и электромагнитное поле исчезает и регистрируется порыв [4].

В данном методе обнаружения прорыва имеется свой недостаток. При падении негабарита случается разрыв проводника внутри ленты без разрыва самой ленты. что приводит к ложному срабатыванию и остановке технических процессов, что, в свою очередь, ведет к потере прибыли. Для решения данной проблемы предлагается использовать в резинотканевых конвейерных лентах резистивные датчики с интеллектуальным текстилем.

Умный текстиль привлек большое внимание исследователей в послед-

нее десятилетие в связи с его использованием в носимых технологиях. Мягкий датчик и исполнительные механизмы разработаны для взаимодействия с окружающей средой, повышения безопасности оператора и мониторинга показателей. В качестве компонентов электронного текстиля при производстве умной ткани служат различные типы волокон, создающие изменение сопротивления, обусловленное изменением сопротивления металлических и полимерных волокон [5].

Процессы производства проводящего интеллектуального текстиля

Проводящие волокна являются ключевым элементом для создания умных тканей с известными электрическими свойствами (сопротивление, емкость и др.). Протекание тока в тканях зависит от: используемого токопроводящего материала, содержания токопроводящих волокон, структуры ткани и контактной поверхности токопроводящего волокна. Имеются технологии изготовления, в которых используются только металлические волокна и их смесь с текстильными волокнами. Также разработаны передовые процессы металлизации полиамидных волокон с серебряным покрытием, поскольку полиамид дает прочность и эластичность пряжи, а тонкое податливое серебряное покрытие гарантирует электропроводность. Углеродные волокна также могут использоваться для производства умных тканей, поскольку углерод является проводящим материалом. Они имеют диаметр 0,005–0,010 мм, изготовлены из полимера «предшественника»; «предшественник» сначала прядут в нити, а после, полимерные волокна при вращении нагревают для удаления неуглеродных атомов (карбонизация). В тканях ток течет в ортогональных направлениях волокон с почти одинаковым сопротивлением, в то время как в трикотажных тканях сопротивление обеспечивается в двух ортогональных направлениях с различным сопротивлением (рисунок 1). Функциональность этих умных тканей используется для создания новых резистивных мягких датчиков.

Резистивные интеллектуальные датчики

Сопротивление, обеспечиваемое интеллектуальной тканью, измеряется двумя электродами заданной конфигурации, которые находятся в контакте с одной и той же стороной испытуемого материала. Это соотношение зависит от типа материала и однородности ткани, даже если исходить из ориентации образца. Из-за отсутствия стандартов производители часто принимают свои собственные протоколы измерений со своими значениями поверхностного сопротивления или линейного сопротивления, поскольку сопротивление зависит и от других физических величин.

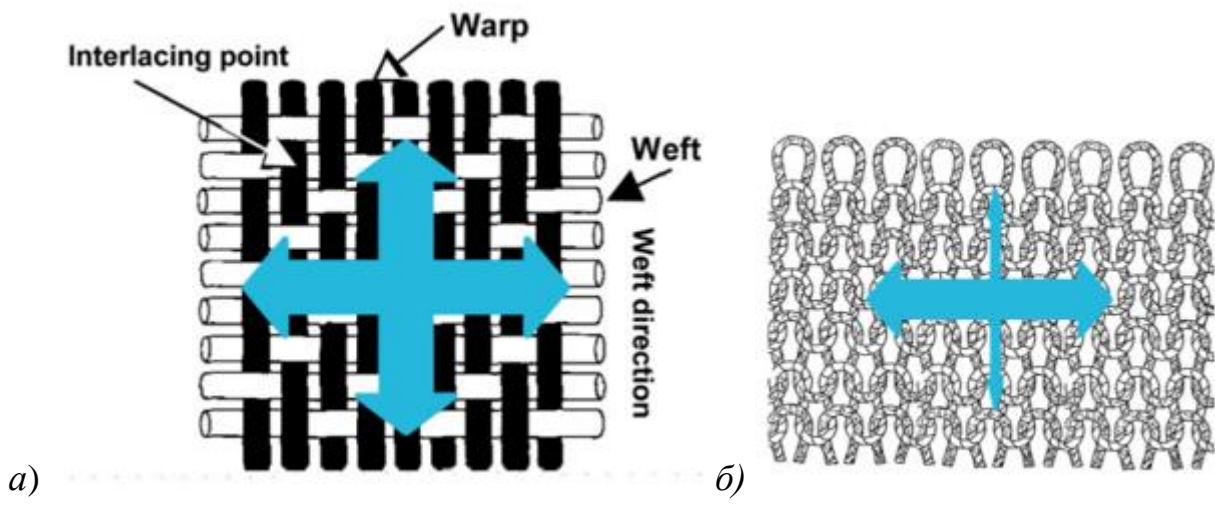


Рисунок 1 - Плотность и направление тока: *а)* на тканом полотне, *б)* на трикотажном полотне

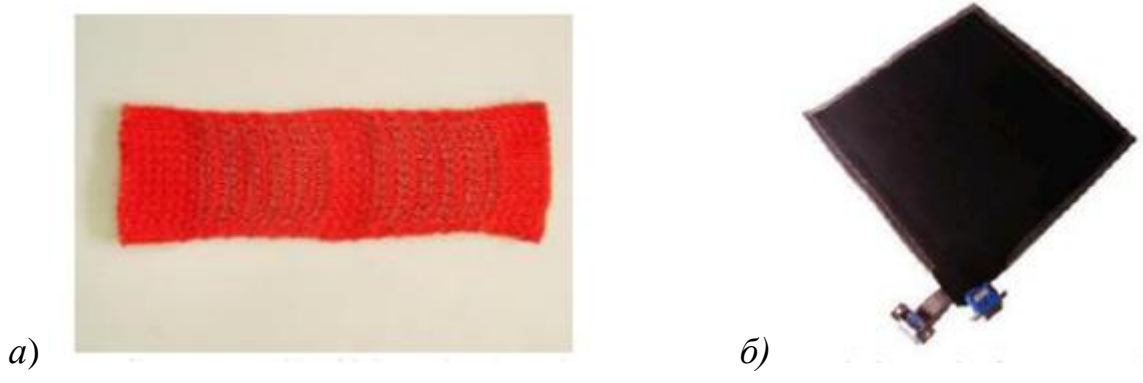


Рисунок 2 – *а)* ткани, чувствительные к давлению, используются в качестве электронного переключателя, *б)* пьезорезистивная матрица датчиков

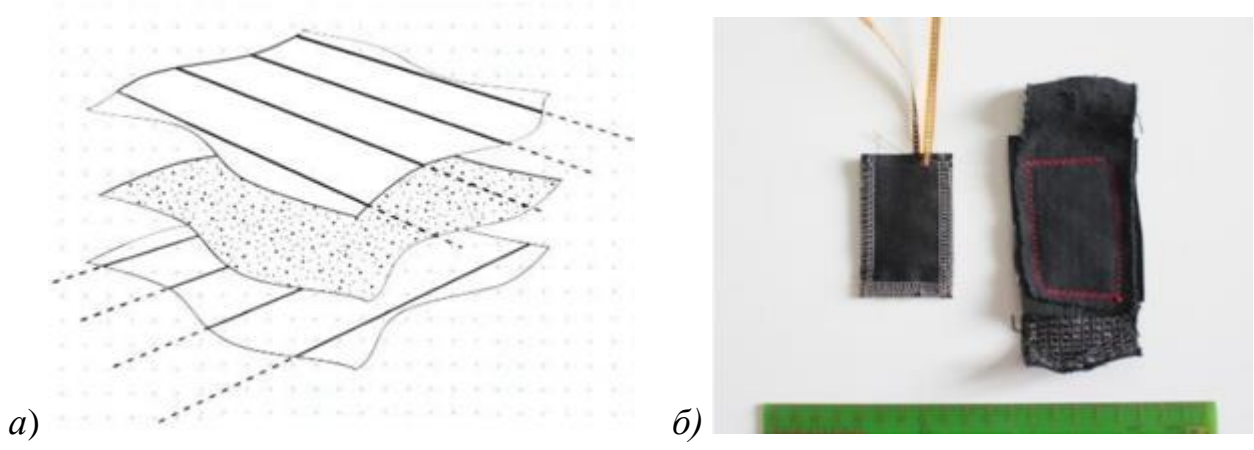


Рисунок 3 – *а)* структура ткани, чувствительной к давлению, состоящей из двух внешних слоев с ортогональными проводящими рисунками и Velostat (3M TM) промежуточный слой. *б)* два пьезорезистивных датчика на основе трикотажа с разными металлическими проводами: стальным и медным

Характеристика пьезорезистивного датчика

Испытывались два типа пьезорезистивных датчиков с размерами 60 мм х 40 мм. Изменение сопротивления R было зафиксировано, когда пьезорезистивные датчики не подвергается никакому давлению ($P=0$) и при воздействии равномерного давления $P=4583 \text{ Н/м}^2$. Результаты для двух пьезорезистивных датчиков приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Изменение сопротивления в зависимости от давления

Тип датчиков	$P = 0$	$P=4583 \text{ Н/м}^2$
Стальная проволока	$R = 38 \text{ кОм}$	$R = 3,2 \text{ кОм}$
Медная проволока	$R = 870 \text{ Ом}$	$R = 140 \text{ Ом}$

Преимуществом большего сопротивления стальной проволоки является меньшее энергопотребление при пьезорезистивном режиме.

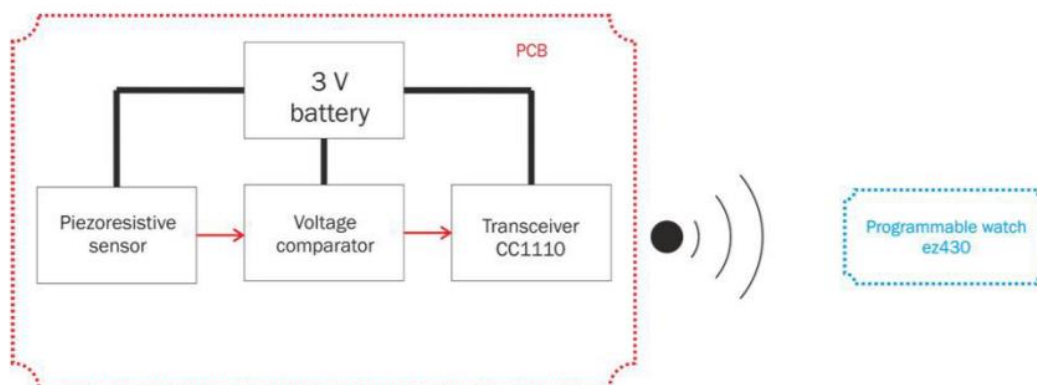


Рисунок 5 - Блок-схема считывающей электроники умной ткани в ленте конвейера в режиме пьезорезистивного датчика

В случае использования резиноканевой ленты при эксплуатации ленточного конвейера возможно встраивание поперечной полосы в тканевую прокладку из умной ткани для того, чтобы она работала в режиме пьезорезистивного датчика (рисунок 5). Тогда, при прохождении конвейерной ленты через роlikоопору, будет вырабатываться сигнал. В месте, наиболее вероятном для продольного разрыва ленты, можно установить приемник сигнала от пьезорезистивного датчика. Если начнется продольный порыв ленты, датчик (полоса из умной ткани) будет разрушен и на приемник не поступит сигнал, тогда логический блок подаст команду на отключение конвейера.

Также, с помощью закрепления умного текстиля на барабан ленточного конвейера, можно контролировать натяжение и скорость движения конвейерной ленты, что необходимо для качественного ведения технологических процессов и обеспечения долговечности элементов конвейера и ленты в частности.

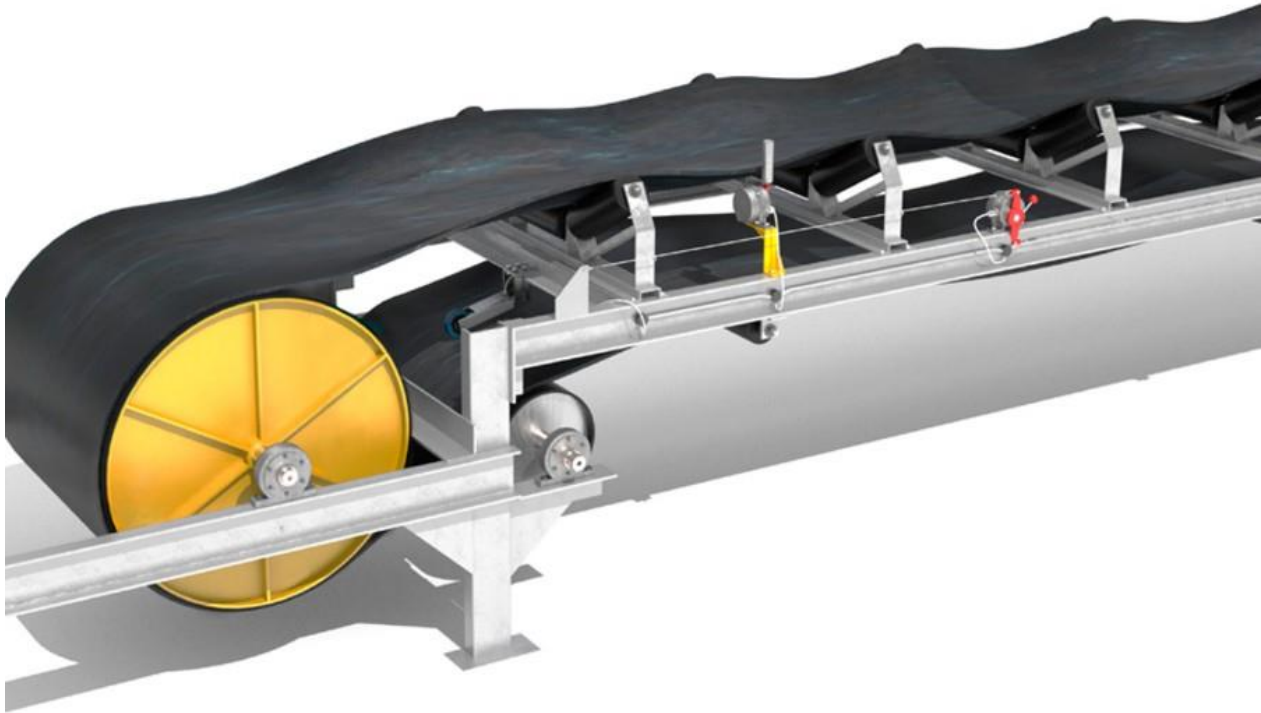


Рисунок 6 – Конвейер с внедрением умного текстиля

Установка датчика на основе умного текстиля по краям барабана (рисунок 6) даст возможность, осуществить контроль схода ленты конвейера. Сход ленты конвейера влечет за собой полную остановку технических процессов, что приводит к большим экономическим потерям.

Заключение

Использование резистивного умного текстиля для разработки пьезорезистивных датчиков в полотне ленты конвейера позволит создать устройство по контролю продольного порыва ленты, а установка умного текстиля на барабанах дает возможность контролировать основные производственные процессы ленточного конвейера.

Список литературы

1. Zakharov A. Segregation of the bulk cargo on a belt conveyor under the vibro-pulse impact/ Zakharov A. Erofeeva N.// В сборнике: E3S Web of Conferences. The 10th Anniversary Russian-Chinese Symposium “Clean Coal Technologies: Mining, Processing, Safety, and Ecology”. 2021. С. 01044. DOI 10.1051/e3sconf/202130301044
2. Кропотов, Ю. И. Основные причины снижения срока эксплуатации ленточных конвейеров / Ю. И. Кропотов, Е. М. Жуков, И. А. Лугинин, С. И. Полошков. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2015. — № 23 (103). — С. 172-175. — URL: <https://moluch.ru/archive/103/24018/> (дата обра-

щения: 27.03.2022).

3. Захаров А.Ю. Возможности снижения динамических нагрузок на конвейерную ленту/ Захаров А.Ю., Ерофеева Н.В.// Горное оборудование и электромеханика, 2018. – № 6. – С. 8 -13. – DOI [10.26730/1816-4528-2018-6-3-13](https://doi.org/10.26730/1816-4528-2018-6-3-13) . - ISSN 1816-4528

4. Zakharov A. Analysis of devices to detect longitudinal tear on conveyor belts / Zakharov A. Geike B., Grigoryev A., Zakharova A // E3s web of conferences: Vth international innovate mining symposium. - 2020. - С. 03006. – DOI [10.1051/e3sconf/202017403006](https://doi.org/10.1051/e3sconf/202017403006)

5. L. Capineri / Procedia Engineering // Resistive sensors with smart textiles for wearable technology: from fabrication processes to integration with electronics/2014