Успешное проведение научно-исследовательских работ и пятилетний опыт производственного внедрения разработанных технологий позволяет сделать вывод о том, что вторично-материальные ресурсы, образующиеся на предприятиях, не должны быть проблемой: при грамотном использовании передового опыта динамично развивающихся предприятий, правильном построении маркетинговой политики и развития межпроизводственных связей в рамках одной или нескольких отраслей позволит перерабатывать и реализовывать вторично-материальные ресурсы, т.е. грамотно распоряжаться дополнительной сырьевой базой.

Статья поступила в редакцию 21.04.2010 г.

SUMMARY

The paper analyzes the social prospects of technological processes for new materials or using secondary material resources. The article deals with several promising methods for producing multilayer textiles and insulation materials and established the economic feasibility of their implementation.

УДК 677.017.57:537.311

ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ КОМБИНИРОВАННЫХ УГЛЕРОДНЫХ НИТЕЙ В ЭЛЕКТРОНАГРЕВАТЕЛЬНЫЕ ПРОВОДА

М.В. Шаркова, Н.В. Скобова, О.Е. Рубаник

На кафедре «Прядение натуральных и химических волокон» УО «Витебского государственного технологического университета» разработана технология получения комбинированных углеродных нитей (КУН) на прядильно-крутильной машине ПК-100. В качестве исходного сырья используется комплексная углеродная нить линейной плотности 400 текс и комплексная стеклонить 32 текс.

Комплексная углеродная нить при высоких прочностных характеристиках имеет невысокую стойкость к истиранию и легко повреждается при многократном контакте с рабочими органами оборудования. При подключении комплексной углеродной нити к источнику тока, имеющиеся на нити участки с дефектами перегреваются, что приводит к ее перегоранию и исключает возможность дальнейшего применения в исходном виде. Таким образом, обкручивание углеродной нити более стойкими к механическим воздействиям компонентами позволяет повысить эксплуатационные характеристики КУН, а также её технологичность в процессе переработки в изделия.

В условиях «Беларускабель» г. Мозырь проводилась опытная переработка КУН в углеродсодержащий электронагревательный низкотемпературный провод (УЭНП) для активного обогрева от источника тока. Провод представляет собой комбинированную углеродную нить, покрытую изолирующим материалом (полиэтилентерефталатом), обеспечивающим электробезопасность данного вида нитей. Срез электронагревательного провода представлен на рисунке 1. Данная технология является новым направлением использования текстильной продукции (КУН) в области электротехники.

Витебский государственный технологический университет

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

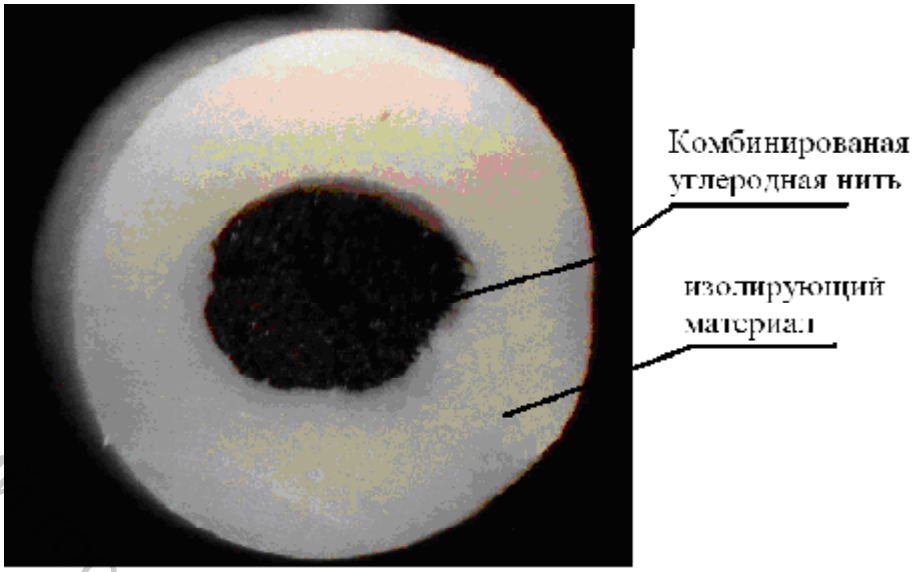


Рисунок 1 – Фотография среза углеродсодержащего электронагревательного низкотемпературного провода

Работы по нанесению изоляции производились на экструзионной линии. Схема установки представлена на рисунке 2.

Комбинированная углеродная нить из зоны расправки I, включающей в себя катушку с КУН и два питающих вращающих цилиндра, поступает в зону предварительного подогрева – II, где нить дополнительно распрямляется и подогревается до 30^0С. Далее КУН подается в зону нанесения изоляции и охлаждения – III. В этой зоне изолирующий материал (термостойкий полимер) расплавляется и с помощью экструдера наносится на поверхность КУН. Экструдер представляет собой червячный пресс, у которого в основе действия лежит способность полимеров протекать в расплавленном состоянии через узкие каналы под действием выдавливающего усилия, и формируется в цилиндрический слой изоляции или оболочки. После операции нанесения КУН вместе с изоляцией поступает в зону охлаждения, представляющую собой две ванны с водой. В первой ванне температура воды поддерживается на уровне 60^oС, а во второй – до температуры 30^oС. Проходя последовательно обе ванны, изолирующий материал на поверхности КУН затвердевает, обжимая нить внутри него. Выходящий из зоны охлаждения провод высушивают воздушным потоком, подаваемым из форсунки. Далее провод поступает в зону измерительных устройств – IV для проверки изоляции на пробой без прикосновения неэкранированных проводов с изоляцией. Для испытания используется высокое постоянное напряжение, которое подается настольным прибором. Высокое напряжение, под которым находится испытательный электрод, вызывает пробои к заземленному проводу, имеющему дефекты. При наличии дефекта вращающий просекатель прокалывает провод. Затем проверенный провод проходит через устройство измерения диаметра (прибор контактного типа), предназначенный для непрерывного контроля диаметра провода, сигнализации при существенных отклонениях от заданного диаметра и автоматического управления линией. Через зону приемного устройства – V углеродсодержащий провод наматывается на катушку 12.

Витебский государственный технологический университет

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

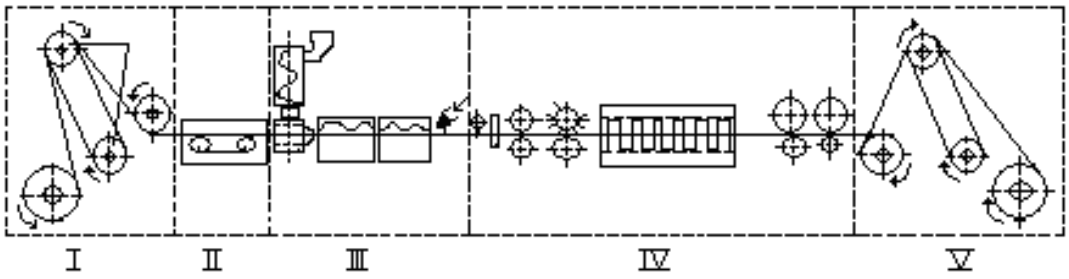


Рисунок 2 – Экструзионная линия по нанесению изоляции:
I – зона расправки; II – зона предварительного подогрева; III – зона нанесения изоляции и охлаждения; IV – зона измерительных устройств; V – зона приемного устройства

Физико-механические свойства углеродсодержащего электронагревательного низкотемпературного провода представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-механические свойства углеродсодержащего электронагревательного низкотемпературного провода (УЭНП)

Параметры	Значение
Диаметр, мм	1,6
Толщина покрытия, мм	0,57
Температура размягчения оболочки, ^{o}C	150
Температура плавления, ^{o}C	160
Теплопотери, %	12
Жесткость	Гибкий, без излома
Горючесть	В открытом пламени – горит, при вынесения из пламени – не поддерживает горения

Проводились экспериментальные исследования по нагреву углеродсодержащего провода, полученного из комбинированной углеродной нити линейной плотности 436 текс (комплексная углеродная нить 400 текс, обкрученная стеклонитью 32 текс), целью которых являлась разработка функции взаимосвязи температуры нагрева от подаваемого напряжения.

В ходе эксперимента к исследуемому образцу провода длиной 1 метр, имеющего сопротивление 131 Ом, жестко закрепленному «змейкой» на текстильном основании поверхностной плотностью 400 г/м^2, последовательно подводилось различное фиксированное значение напряжения. В процессе нагрева регистрировались параметры температуры, мощности и потребляемого тока.

Для оценки изменения температуры на поверхности провода T2 и внутренней температуры нити T1, на исследуемом образце была снята изоляция на участке длиной в 3 см. Расположения точек измерения температуры приведены на рисунке 3 (точки A, B и F расположены на поверхности провода, точки E и D – на самой нити). Количество дублирующих точек выбиралось исходя из длины исследуемой поверхности для оценки чистоты эксперимента.

Витебский государственный технологический университет

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

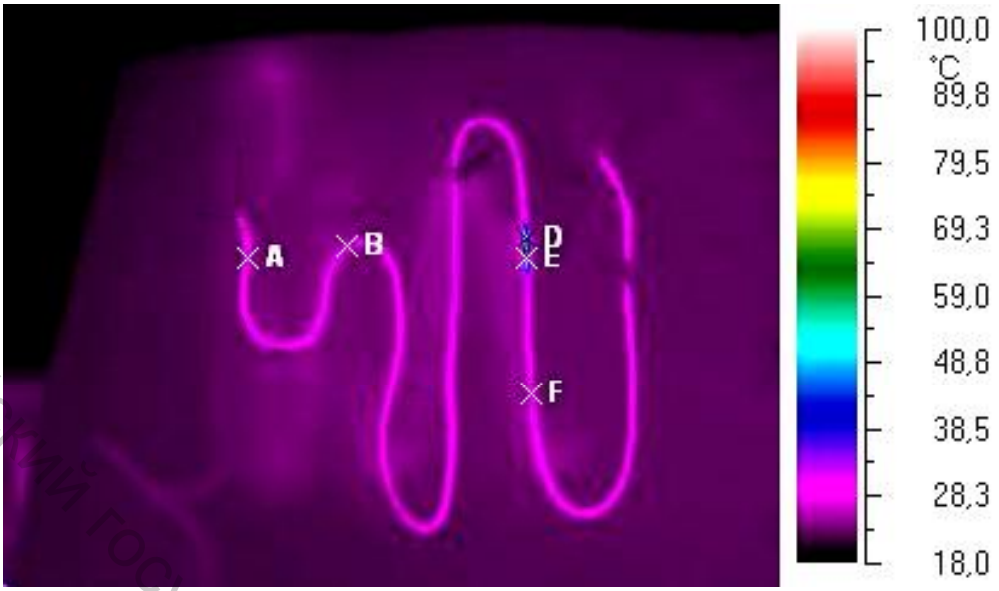


Рисунок 3 – Расположение точек измерения температуры

По полученным экспериментальным данным выявлена функция взаимосвязи температуры нагрева углеродсодержащей нити от подаваемой мощности: $T_1 = 30{,}026 * P^{0{,}4325}$ и температуры нагрева на поверхности провода (снаружи изоляции) от подаваемого напряжения $T_2 = f(P)$ $T_2 = 26{,}31 * P^{0{,}4388}$ и построена их графическая интерпретация (рис. 4).

Анализ графика показывает, что с увеличением прилагаемой мощности тока температура нагрева непосредственно самой нити и поверхности провода растет непропорционально. На графике показан угол α, характеризующий скорость нарастания температуры. Угол уменьшается с увеличением прилагаемой мощности: чем меньше угол α между отрезком, параллельным оси абсцисс и исследуемой кривой, тем меньше скорость нарастания температуры. Данная характеристика показывает, что при проектировании текстильных изделий с активным обогревом необходимо определить оптимальные соотношения «температура – прилагаемая мощность», так как не всегда большое увеличение прилагаемой мощности ведет к такому же большому увеличению температуры. Пунктирной линией на графике указаны абсолютное значение теплопотерь за счет наличия изолирующего слоя (оболочки) на поверхности комбинированной нити. В интервале исследуемых температур относительное значение теплопотерь с увеличением мощности практически не изменяется.

При практическом применении результатов данного исследования для определения величины прилагаемой мощности необходимо учитывать линейную плотность комбинированной углеродной нити, длину используемого в изделии провода, тип и толщину изоляции.

Витебский государственный технологический университет

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



Рисунок 4 – Зависимость температуры на поверхности нити и на оболочке изолирующего материала от величины прилагаемой мощности тока

ВЫВОДЫ

В результате проведенной работы разработан ассортимент нагревательных проводов с использованием в их структуре углеродсодержащей составляющей. Разработанная технология является новым направлением использования комплексных углеродных нитей: переход из текстильной промышленности в область электротехники. В ходе работы отработаны режимы нанесения изолирующего слоя на поверхность комбинированной нити, проведены исследования по нагреву КУН и проводов при приложении определенной мощности тока к ним. Ассортимент нагревательных проводов предназначен для использования в качестве нагревательного элемента в изделиях активного обогрева.

Статья поступила в редакцию 04.03.2010 г.

SUMMARY

The article is devoted to technology of covering of surface of combined carbon yarns by insulation material for esuring electrical safety and researching of influence of power of electrical current at the temperature of hitting of yarn inside the envelope and on it's a surface.

Витебский государственный технологический университет

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com