

УДК 687.174 : 621.398

## АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУР НА ПОВЕРХНОСТИ ТЕРМОПАКЕТА, СОЗДАВАЕМЫХ УГЛЕРОДОСОДЕРЖАЩИМИ НАГРЕВАТЕЛЬНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

Асс. Шаркова М.Ф., к.т.н., доц. Скобова Н.В.

Витебский государственный технологический университет

Проводились исследования по определению оптимальной структуры термопакета для текстильных изделий активного обогрева. На основании анализа аналогов и предварительных экспериментов была разработана послойная структура текстильных изделий, основным элементом которой является нагревательный термопакет, включающий в себя гибкий длинномерный нагревательный элемент в оболочке.

Для создания оптимальных термоэксплуатационных характеристик изделия с учетом его габаритных размеров необходимо определить схему прокладывания нагревательного элемента в структуре термопакета.

В ходе предварительных экспериментов и с учетом требований экономичности и безопасности, предъявляемых к нагревательному изделию, было установлено, что температура в любой точке поверхности термопакета должна быть в диапазоне  $[300 \div 800] \pm 50\text{C}$ .

Цель эксперимента:

1) Определить распределение температур в разных точках поверхности, в зависимости от удаления от нагревательного элемента.

2) Определить зависимость температур на поверхности нагревательного элемента от напряжения питания.

3) Определить максимальное расстояние между нагревательными элементами при соблюдении вышеперечисленных условий.

Таким образом, эксперимент состоял из трех последовательных этапов:

1-й этап – определение распределения температур на поверхности термопакета при действии одного нагревательного элемента в зависимости от прилагаемого напряжения источника питания при  $t = \text{const}$ ;

2-й этап – определение распределения температур на поверхности термопакета при действии нескольких нагревательных элементов в зависимости от прилагаемого напряжения источника питания при  $t = \text{const}$ ;

3-й этап – определение оптимального расстояния между нагревательными элементами в структуре термопакета.

Температуры фиксировались лазерным термометром на расстояниях, кратных 0,5 см от оси нагревательного элемента по направлению, перпендикулярному оси. Время нагрева при всех исследуемых напряжениях было постоянным. Температура окружающей среды –  $25 \pm 1\text{C}$ . Температура в каждой исследуемой точке измерялась не менее 15 раз с промежутком 1-2 с. Для исключения движения окружающего воздуха и минимизации погрешностей, экспериментальный образец помещался в закрытый шкаф соответствующего объема, который, как и исследуемый образец, охлаждался после каждого эксперимента до начальной температуры  $25 \pm 1\text{C}$ .

На рисунке 1а показаны кривые распределения температур по поверхности в зависимости от подаваемого напряжения при действии одного нагревательного элемента, где 1 – ось нагревательного элемента.

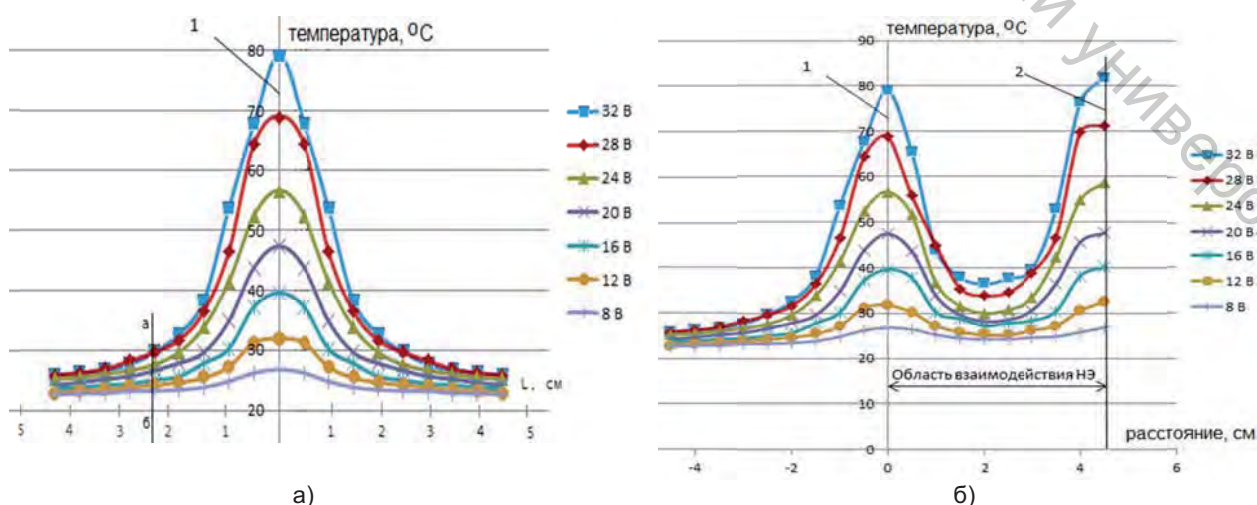


Рисунок 1 – График распределения температур при действии: а) одного нагревательного элемента; б) двух нагревательных элементов

В ходе эксперимента подтвержден аналитически полученный диапазон рабочих напряжений - [12..32] В с шагом  $\Delta U = 4$  В. Как видим, напряжение 8 В не обеспечивает нагрев термопакета в требуемом диапазоне температур, следовательно, при данных требованиях к нагревательному изделию не может быть применено в качестве рабочего напряжения питания.

В ходе эксперимента было установлено, что в исследуемом диапазоне подаваемых напряжений питания на расстоянии от 4,5 см от оси нагревательного элемента температура критически снижалась и приближалась к температуре окружающей среды  $25 \pm 1$  0С. Значение подаваемого напряжения не оказывало существенного влияния на величину температуры уже на расстоянии более чем 5 см от оси нагревательного элемента.

Кроме того, существуют области с высокой и низкой интенсивностью уменьшения температуры в зависимости от расстояния от нагревательного элемента. Так, при удалении более чем на 2 см (область, левее линии «аб» на рисунке 1) остывание происходит менее интенсивно, так как разность температур между исследуемыми точками поверхности снижается. Соответственно, необходимо обеспечить сохранение температуры в той области, где ее потери идут наиболее интенсивно, т.е. в области, расположенной правее линии «аб». Следовательно, необходимо обеспечить «перекрывание» температурных полей не далее, чем на расстоянии 2,35 см. от осей нагревательных элементов.

Таким образом, на основании данных, полученных в ходе первого этапа эксперимента, проводились дальнейшие исследования распределения температур при тепловом воздействии двух нагревательных элементов, отстоящих друг от друга на расстоянии 4,5 см., как обеспечивающем перекрывание температурных полей с наибольшей интенсивностью уменьшения температуры.

На рисунке 16 показаны кривые распределения температур по поверхности в зависимости от подаваемого напряжения при действии двух нагревательных элементов, где 1 и 2 – оси нагревательных элементов.

Для анализа выбраны первых два нагревательных элемента от края образца в структуре термопакета. Таким образом, можно наглядно увидеть распределение температур при наличии соседнего нагревательного элемента, и в его отсутствие.

В результате второго этапа эксперимента получены кривые при взаимодействии двух температурных полей от соседних нагревательных элементов, по которым можно определить диапазон рабочих температур и требуемое расстояние между осями нагревательных элементов. Так, для напряжений  $24 \div 32$  В, условие нижней границы температурного диапазона 300С соблюдается при расстоянии между осями нагревательных элементов до 4,5 см. Для нагревательных термопакетов с напряжением питания 12 .. 16 В необходимо расстояние между осями нагревательных элементов до 3 см.

Для возможности определения более точного соотношения  $t_{min}0C = f(N)$ , где N – расстояние между осями нагревательных элементов, построим кривую совмещения температур при нагреве одного нагревательного элемента в структуре термопакета.

В результате эксперимента установлено, что график, полученный путем совмещения графика единичного нагрева и график нагрева от двух НЭ совпадают с точностью, обусловленной условиями проведения эксперимента. Совмещенный график изображен на рисунке 2.

Распределение температур по поверхности образца.  
Совмещенный график

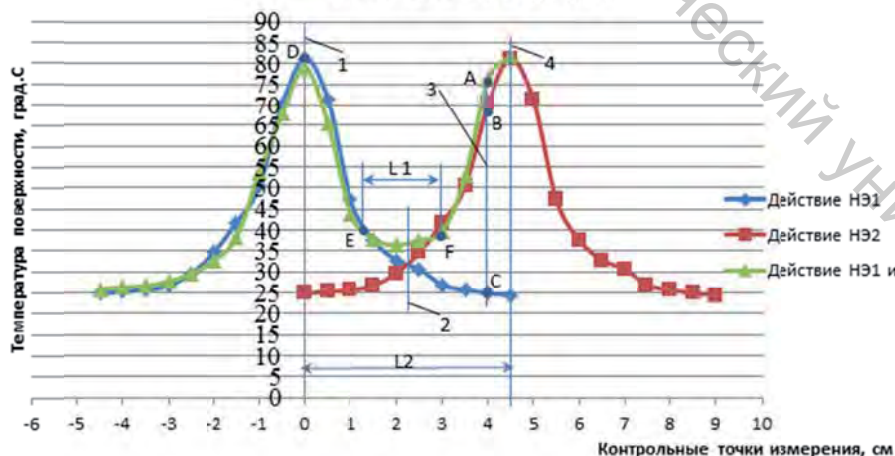


Рисунок 2 – Совмещенный график воздействия одного и двух нагревательных элементов (1, 4 – оси нагревательных элементов; 2 – линия пересечения кривых нагрева при нагреве от одного НЭ; 3 – линия для демонстрации нахождения требуемых температур на трех графиках, на которой находятся точки А, В, С, характеризующие температуры на одном и том же расстоянии от нагревательного элемента при различных экспериментах (В и С – при действии одного нагревательного элемента, А – при действии обоих нагревательных элементов одновременно)

Анализ графика показывает, что совпадение кривых наблюдается во всем диапазоне проведения измерений, кроме зоны L1, что обусловлено взаимным перекрытием температурных полей в реальном

эксперименте. Участок DE характеризует максимальное изменение (уменьшение) температуры, на котором температура мало зависит от расстояния между осями нагревательных элементов в данном эксперименте.

Участок EF (1,5 – 3 см) имеет малое изменение температуры, что обусловлено перекрытием температурных полей от нагревательных элементов. Соответственно, чем ближе будут располагаться нагревательные элементы, тем более равномерное температурное поле в нем.

По графику видим, что результаты графического сложения результатов двух отдельных экспериментов на одном нагревательном элементе и экспериментально полученный график нагрева двух элементов совпадают с допустимой погрешностью.

Таким образом, располагая два одиночных температурных графика на разном расстоянии друг от друга (любой шаг прокладывания НЭ L), возможно теоретическое определение температуры на поверхности образца при действии двух НЭ с учетом поправки, вводимой в области шага прокладывания НЭ и зависящей от области перекрытия этих полей, равной  $\frac{1}{2}L \pm \Delta L$ .

УДК 677.024

## ЛЕНТА ДЛЯ БУКСИРОВОЧНЫХ ТРОСОВ

*Студ. Ярыго Ю.Н., ст. преп. Тихонова Ж.Е.*

*Витебский государственный технологический университет*

Легкая промышленность является важнейшей отраслью, специализирующейся на выпуске непродовольственных товаров народного потребления. Главная задача легкой промышленности заключается в удовлетворении растущих потребностей всех слоев населения. Она обеспечивает население страны высококачественными товарами в широком ассортименте по доступным ценам. Часть продукции (примерно четверть всего производства) поставляется на экспорт.

Легкая промышленность Беларуси является той отраслью, где наибольший удельный вес имеют частная и иностранная собственность. Так, доля предприятий частной формы собственности в легкой промышленности составляет 73,8 % их общего числа в республике, а иностранных — 3,1 %. На них производится 78,8 % и 1,8 % общего объема продукции отрасли и занято 72,9 % и 1,5 % численности промышленно-производственного персонала соответственно по формам собственности. Высок и уровень монополизации производства. Это сдерживает развитие конкурентной среды в отрасли.

Галантерейные товары объединяют широкую номенклатуру промышленных товаров массового потребления, в основном небольших размеров. В эту группу входят изделия, изготовленные различными технологическими способами из разнообразных материалов и используемые для туалета, украшения, домашнего обихода, технических целей и др.

Производство галантерейных изделий непрерывно расширяется. Это связано, прежде всего, с расширением сырьевой базы - тканей и пряжи, особенно за счет широкого использования в производстве высококачественных полимерных материалов (синтетических нитей, искусственных кож, лаков, пластмасс), улучшением художественного оформления, совершенствованием технологии.

В группу текстильной галантереи входят изделия, выработанные из текстильных нитей ткачеством, плетением, кручением, вязанием, вышивкой и другими способами.

К лентам технического назначения относится лента для изготовления буксировочных тросов. Буксировочный трос является специальным приспособлением, предназначенным для буксирования неисправных транспортных средств к месту ремонта.

Буксировочный трос может быть изготовлен из самых разных материалов, начиная от хлопчатобумажных волокон, заканчивая металлом. Однако на практике самым лучшим образом проявили себя синтетические буксировочные тросы, которые при своей легкости и эластичности, являются чрезвычайно прочными. Такое изделие практично, не подвержено гниению и старению, в отличие от натуральных буксировочных тросов, не боится влаги. В зависимости от способа исполнения, буксировочный трос может быть ленточным, крученым или сплетенным в виде «косички». Крученые тросы и «косички» изготавливаются методом плетения синтетических нитей. Ленточные тросы сшиваются из синтетических материалов.

Наиболее удобными являются буксировочные тросы с карабинами, выполненными методом литья высокопрочной стали. Карабины позволяют легко и просто крепить трос к автотранспортному средству.

Для буксировки механических транспортных средств на гибкой сцепке Правила дорожного движения разрешают использовать трос длиной от 4 до 6 м, «украшенный» красными предупредительными флажками. Длина указана не случайно. Слишком короткий буксир может спровоцировать попутное столкновение, а длинный — создать проблемы при маневрировании: в крутом повороте буксируемый автомобиль может сильно «срезать» траекторию.

На территории Республики Беларусь нет нормативных документов, регламентирующих прочностные показатели буксировочных тросов.

Обзор литературы показал, что для троса буксировочного важны два показателя: разрывная нагрузка и разрывное удлинение. Первый показатель непосредственно определяет прочность троса и максимальную массу буксируемого автомобиля. Второй показатель важен для снижения вероятности разрыва троса или повреждений буксирных приспособлений автомобилей при резких рывках в движении и трогании с места.