

## ОЦЕНКА НАПРЯЖЕННОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ УГЛЕРОДНОЙ ТКАНИ «УРАЛ» НА БЕСЧЕЛНОЧНОМ ТКАЦКОМ СТАНКЕ СТБ

О.В. Кащеев, М.М. Кащеева  
O.V. Kashcheev, M.M. Kashcheeva

Российский государственный университет имени А.Н.Косыгина  
(Технологии. Дизайн. Искусство), (Москва)  
The Kosygin State University of Russia, (Moscow)  
E-mail: ovk-job@rambler.ru

**Проанализирована область использования углеродных тканей, дана их характеристика, на аналитическом уровне доказана возможность их изготовления на современном технологическом оборудовании**

**Ключевые слова:** углерод; ткань; параметры; переплетение; свойства; повреждаемость; основа; уток.

**Analyzed the use of carbon fabrics, their characteristics, at the analytical level, a proven ability to manufacture them on modern technological equipment**

**Key words:** carbon; fabric; options; interlocking; property; damage; foundation; ducks.

В настоящее время все большее применение находят технические ткани, которые используются в различных отраслях. В данной работе проведен расчет напряженности заправки ткацкого станка при изготовлении углеродной ткани «Урал». Она сделана на основе вискозной технической нити по специальной технологии, содержание углерода 90 - 99,9 % в зависимости от ассортимента; линейная плотность элементарного волокна 0.05-0.09 текс.

В настоящее время углеродные нити получают на Светлогорском производственном объединении «Химволокно», а ткани в основном изготавливают в Китае. Проблема выпуска тканей в России стоит в настоящее время остро.

Ткани обладают следующими свойствами: Плотность - 1,4 г/см<sup>3</sup> (на 18% легче ПАН-увм); термостойкость в инертной среде до 3000°C; термостойкость в окисляющих средах до 400-450°C; стойкость к электромагнитному, ядерному излучению и радиации; прочность нити 1.2 - 1.5 ГПа; модуль упругости волокна 60 ГПа; химическая стойкость к кислотам, щелочам, растворителям при любых температурах; высокая электропроводность.

Уникальные свойства материала постоянно расширяют применение данной ткани. В настоящее время известно, что она применяется:

при изготовлении углерод-углеродных композитов (УУКМ);

для высокотемпературной изоляции при изготовлении пироуглеродных композитов;

при термозащите, в вакуумных печах, ростовых узлах для монокремния, печа накала для карбид-кремниевых изделий и т.д.;

при изготовлении антикоррозионных покрытий и футеровке;

для носителей катализаторов;

в медицине при изготовлении физиотерапевтических электродов;

в электрохимии для трехмерных электродов (для осаждения золота, платины, палладия);

в гидротурбинных и судовых подшипниках скольжения (узлы трения): при изготовлении углепластиков ФУТ и УГЭТ;

в гибких и жестких электронагревателях;

при изготовлении электротермических матов;

для фильтров, используемых в агрессивных средах;

для радиопоглощающих материалов (EMI shielding).  
Характеристика исследуемых тканей дана в таблице 1

Таблица 1

Характеристика тканей

Вид ткани	T-P	T-2	T-8C	T-1	T-0
Плотность ткани, нит/дм, по основе	196	196	280	196	220
по утку	140	130	200	140	160
Линейная плот-ность нитей, текс					
основы	100	100	50	50	35
утка	70	70	70	35	35
Ширина ткани, см	50±5	42±5	50±5	55±5	55±5
Поверхностная плотность ткани, г/м <sup>2</sup>	335±30	300±30	290±30	170±30	120±30
Толщина ткани, мм	0,45-0,65	0,40-0,60	0,33	0,25-0,35	0,14-0,20
Разрывная нагрузка полоски ткани, Н					
по основе	981	900	900	750	500
по утку	343	300	300	250	200
Массовая доля золы, %, макс.	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Удельное поверх- ностное электри- ческое сопротивле-ние, Ом, не более	0,5	0,5	0,5	1,0	1,5
Влажность,%, не более	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Продолжение таблицы 1

Переплетение ткани	Саржа2/2	Полотно	8-ремиз- ный атлас	Саржа2/2	Саржа2/2
Температура карбонизации, °С	1500-2200	1500- 2200	1500-2200	1500-2200	1500-2200

Ткань наматывают на бумажные патроны диаметром не менее 60мм и длиной 700±30 мм. В рулоне должен быть 1 кусок материала. Масса куска для марки А не менее 5кг. Допускается наличие в партии до 10% кусков материала массой не менее 3 кг (для марки А). Рулоны заворачиваются в полиэтиленовую плёнку и укладываются в ящики из гофрокартона.

На рисунке 1 представлен вид некоторых изделий, полученных на основе ткани «Урал».

Для изготовления тканей использована углеродная нить «Урал», которая характеризуется следующими свойствами:

- термостойкость в инертной среде до 3000°С;
- термостойкость в окисляющих средах до 400 – 450°С;
- стойкость к электромагнитному, ядерному излучению и космической радиации;
- содержание углерода 99,9%;
- прочность 1,2 – 1,5 Гпа;
- модуль упругости до 60 Гпа;

высокая эластичность;  
 высокая химическая стойкость к кислотам, щелочам,  
 растворителям даже при высоких температурах;  
 возможность переработки на текстильном оборудовании.



Рис.1. Виды изделий из углеродных тканей

В таблице 2 представлена характеристика используемых нитей.

Таблица 2

Характеристика используемых нитей

	Н-100	Н-70	Н-50	Н-35
Номинальная линейная плотность	100	70	50	35
Число филаментов	3000	2000	1500	1000
Удельная разрывная нагрузка, сН/текс	25	25	25	25
Удлинение при разрыве, %	3	3	3	3
Номинальное сопротивление, Ом/м	510	800	1000	1500
Отклонение фактического сопротивления от номинального Ом/м	50	70	100	120

Содержание золы, %, не более	1	1	1	1
Содержание замасливателя, %	0,8	0,8	0,8	0,8
Число кручений, кр/м	80-120	80-120	80-120	80-120

На рис.2 представлен вид используемых нитей



Рис.2. Углеродная нить

Для оценки напряженности заправки использован критерий длительной прочности В.Москвитина.

Коэффициент повреждаемости нити основы можно рассчитать по следующей формуле:

$$\eta = (m+1) \int_0^t (t-\tau)^m \frac{dt}{t^{1+m} [\sigma(\tau)]},$$

где  $B$ ,  $b$ ,  $m$  – параметры нити (параметр  $m$  учитывает предисторию нагружения;  $t$  – время нагружения;  $\tau$  – текущее время нагружения;  $\sigma$  – напряжение).

В работах [1,2], проводимых в Московском государственном текстильном университете имени А.Н.Косыгина, использован степенной закон, связывающий напряжение нити и время разрушения:

$$t = B\sigma^{-b}$$

Здесь степенную зависимость следует интерпретировать не как физическую закономерность, а лишь как удобную для расчетов аппроксимацию. При использовании критерия Москвитина приходится формулировать условия разрушения в терминах и понятиях сплошной среды, не показывая природы разрушения. В этом случае подход к решению задачи является чисто механическим. Физический смысл величин  $B$  и  $b$  неясен, они просто являются эмпирическими коэффициентами.

С учетом степенной зависимости критерий Москвитина принимает следующий вид

$$\eta = \frac{1+m}{B^{1+m}} \int_0^t (t-\tau) \sigma^{(1+m)b}(\tau) d\tau$$

Напряжение нити равно

$$\sigma = F / S$$

где  $F$  - натяжение нити;  $S$  - площадь сечения нити.

Площадь сечения нити равно

$$S = \frac{\pi d^2}{4}$$

где  $d$  - диаметр нити.

$$d = 0.1c\sqrt{0.1T}$$

где  $c$  - коэффициент, учитывающий род волокнистого состава;  $T$  - линейная плотность нити.

Коэффициент повреждаемости при постоянном напряжении может быть рассчитан по следующей формуле:

$$\eta = \frac{t^{m+1} \sigma^{(1+m)b}}{B^{1+m}}$$

Параметры  $m$ ,  $B$  и  $b$  можно определить из опытов на разрушение на длительную прочность. Данные для расчета представлены в табл.3.

Таблица 3

Параметры долговечности

Вид ткани, линейная плотность основы, текс	Т-Р	Т-2	Т-8С	Т-1	Т-0
	100	100	50	50	35
Испытания на длительную прочность					
Нагрузка на нить, Н, $P_1$ $P_2$ $P_3$	800	800	500	500	400
	1000	1000	600	600	500
	1200	1200	700	700	600
Время нагружения, сек, $t_1$ $t_2$ $t_3$	131,8	131,8	371,92	371,9	495,2
	43,1	43,1	120,19,	120,1	118,8
	17,3	17,3	46,2	46,2	36,1
Параметры долговечности					
$b$	5,01	5,01	6,20	6,20	6,40
$B$	$0,57 \cdot 10^7$	$0,57 \cdot 10^7$	$0,81^9$	$0,81 \cdot 10^9$	$0,41 \cdot 10^{10}$
$m$	-0,95	-0,95	-0,93	-0,93	-0,93

Данные расчета коэффициента повреждаемости нитей основы при изготовлении тканей «Урал» представлены в таблице 4.

Повреждаемость нитей основы для различных тканей

Вид ткани	T-P	T-2	T-8C	T-1	T-0
Натяжение основы, сН, заправочное	75	75	60	60	44
при прибое утка к опушке ткани	112,5	112,5	90	90	66
при зевобразовании	105	105	84	84	61,6
условное, принятое при расчете	90	90	72	72	53
Частота вращения главного вала ткацкого станке, об/мин	200	200	200	200	200
Повреждаемость нитей основы	0,612	0,610	0,460	0,445	0,390

Расчет коэффициента повреждаемости при использовании критерия В.Москвитина показал, что исследуемые ткани можно выработать на отечественном бесчелночном ткацком станке СТБ.

Проведенные исследования позволили:

- проанализирован ассортимент тканей типа «Урал» и область их применения;
- выбрать технологические параметры изготовления тканей «Урал» на отечественном бесчелночном ткацком станке СТБ.
- определить параметры долговечности углеродных нитей при испытании на разрывной машине с постоянной скоростью нагружения и на долговечность.
- провести расчет повреждаемости нитей основы при изготовлении тканей «Урал» на бесчелночном ткацком станке СТБ.
- теоретически доказать возможность изготовления тканей «Урал» на бесчелночном ткацком станке СТБ;
- установить, что с увеличением линейной плотности используемых основных нитей напряженность заправки ткацкого станка увеличивается.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Николаев С.Д., Мартынова А.А., Юхин С.С., Власова Н.А. Методы и средства исследования технологических процессов в ткачестве // МГТУ, 2003.- 400 с.
2. Николаев С.Д., Ковалева О.В., Личучева А.А., Николаева Н.А., Рыбаулина И.В. Проектирование технологии тканей заданного строения. Монография // МГТУ им.А.Н.Косыгина, 2007- 180 с