

КОМПЛЕКСНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОТЫ ПРЯДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ АРМИРОВАННЫХ ШВЕЙНЫХ НИТОК

Н.В. Ульянова

УДК 677.072.6:687.023 – 037.4

РЕФЕРАТ

АРМИРОВАННЫЕ ШВЕЙНЫЕ НИТКИ, АССОРТИМЕНТ, КОМПЛЕКСНАЯ ПОЛИЭФИРНАЯ НИТЬ, ПОЛИЭФИРНОЕ ВОЛОКНО, НЕРОВНОТА.

Объект исследований – полиэфирные армированные нити линейной плотности 16,7 текс для швейных ниток ЛЛ и технологические процессы их производства.

Использованные методы – спектральный анализ неровноты продуктов прядения, методы математического планирования эксперимента и статистической обработки данных.

Результаты работы – в результате проведенных исследований определены направления повышения качества армированных нитей для швейных ниток торгового номера 35 ЛЛ.

Область применения результатов – текстильная промышленность.

Выводы – в ходе проведения экспериментальных исследований выявлено, что существенное повышение качества армированных нитей достигается при снижении линейных плотностей ленты и ровницы, а также при повышении частной вытяжки в зоне предварительного вытягивания вытяжного прибора кольцевой прядильной машины.

На основании анализа результатов проведенных экспериментальных исследований определен оптимальный диапазон натяжения стержневой комплексной нити, поступающей под переднюю пару вытяжного прибора, обеспечивающий максимальную разрывную нагрузку и минимальную неровноту по свойствам армированной нити.

Произведенные при указанных заправочных параметрах армированные полиэфирные нити были переработаны в ассортимент швейных ниток торгового номера 35 ЛЛ. Испытания выработанных швейных ниток доказали эффективность применения разработанных рекомендаций.

ABSTRACT

The work devoted to complex research of the production technology of reinforced sewing threads 35 LL. These threads consist from two core-spun polyester yarns of linear density 16,7 tex.

Machine setting parameters were recommended for improving the quality of core-spun yarns for sewing threads manufacturing. The influence of ring spinning machine settings parameters on core-spun yarns properties was determined. It was recognized that the substantial increase of the yarn quality is achieved by reduction of slivers and rovings linear densities. The optimal range of the input tension of polyester filament yarn in the core-spun yarns production was determined.

The trials of produced sewing thread have proven the efficiency of the developed recommendations.

Анализ ассортимента швейных ниток, используемых в настоящее время на швейных предприятиях Республики Беларусь, показал, что далеко не все виды ниток нашли широкое применение. В последние годы наблюдается тенденция к замене хлопчатобумажных швейных ниток на синтетические нитки различной структуры [1]. Наибольшее распространение получили комбинированные (армированные) швейные нитки. Армированные полиэфирные швейные нитки состоят из нескольких скрученных между собой стренг, каждая из которых содержит стержневую высокопрочную комплексную полиэфирную нить 2, покрытую полиэфирными волокнами 1 (рисунок 1).

Востребованность указанного вида ниток можно объяснить тем, что они не вызывают затруднений при использовании их на высокоскоростных швейных машинах, которыми сегодня преимущественно оснащены потоки швейных предприятий, обеспечивая получение прочных, устойчивых к различным деформациям швов при изготовлении и эксплуатации изделий. Кроме того, потребность в армированных швейных нитках вызвана расширением производства текстильных материалов из химических волокон и нитей, так как для улучшения эксплуатационных показателей готовой продукции при пошиве изделий из таких тканей необходимо использовать нитки из аналогичного сырья.

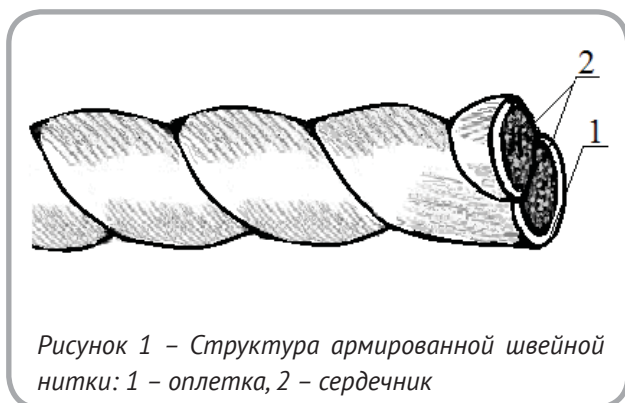


Рисунок 1 – Структура армированной швейной нитки: 1 – оплетка, 2 – сердечник

За последние годы в области технологии армированных швейных ниток учеными проведены исследования, направленные на изучение влияния параметров работы кольцевой прядильной машины [2, 3] на свойства армированной пряжи. Полушкиным А. А. исследовано изменение упруго-релаксационных свойств армированных швейных ниток под воздействием статических и

динамических нагрузок с различными амплитудно-частотными характеристиками [4]. Челышев С. В. разработана технология производства и ассортимент армированной бикомпонентной пряжи, отличающейся от известной более прочным закреплением оплетки на стержневой нити, повышенной прочностью и равномерностью вследствие введения в треугольник кручения двух комплексных составляющих [5]. Большое количество работ направлено на исследование и разработку технологического процесса отделки швейных ниток. Тудияровой И. В. разработан процесс отделки швейных ниток в пенной среде [6], Виноградовой А.И. исследовано изменение свойств окрашенных полиэфирных швейных ниток под воздействием микроорганизмов [7]. Каплун Ю. П. и Наумова Н. В. для придания готовым продуктам новых фрикционных и электрофизических свойств обрабатывали полуфабрикаты прядильного производства замасливающими и авиважными составами [8, 9].

Однако, несмотря на широкое распространение технологии армированных швейных ниток, специалисты текстильных предприятий используют в основном практический опыт и традиционный подход для решения задач, что вызывает снижение качества вырабатываемой пряжи.

За последние годы проведена широкомасштабная модернизация оборудования, в том числе и для производства швейных ниток. Однако существующий ассортимент выпускаемых швейных ниток пока не полностью удовлетворяет потребностям отечественных предприятий.

В связи с расширением ассортимента армированной пряжи и снижением ее линейной плотности сложилась необходимость продолжения исследований по данному направлению с применением технологического оборудования, установленного на отечественных прядильных предприятиях.

Таким образом, изыскание рациональных параметров работы текстильного оборудования для выработки армированных швейных ниток является актуальной задачей.

Объектом исследований в данной работе являлись полиэфирные швейные нитки торгового номера 35 ЛЛ, технология производства которых включает изготовление армированных нитей линейной плотности 16,7 текс, формирование из них крученых нитей 16,7 текс×2, их крашение и

перематывание на товарные паковки.

На первом этапе исследований на основе анализа спектров неровноты армированных полиэфирных швейных ниток сделано предположение, что одной из проблем, препятствующих повышению их качества, является обрывность полиэфирных волокон, составляющих их волокнистое покрытие [10 – 12].

Химические волокна характеризуются повышенной прочностью и равномерностью по свойствам. Проблема их обрывности возникает в случае переработки на прядильном оборудовании волокон пониженной линейной плотности (менее 0,17 текс). Так, например, при производстве швейных ниток 35 ЛЛ целесообразно применять полиэфирное волокно линейной плотности 0,11 текс, что позволяет увеличить количество волокон в сечении армированной нити до 52 волокон (при линейной плотности покрытия 5,7 текс), обеспечивая при этом полное покрытие комплексной нити волокном даже на тех участках, где количество волокон минимально. Однако уменьшение линейной плотности волокна ведет к снижению их прочности, что впоследствии приводит к обрывности волокон в процессе их переработки.

В связи с обрывностью тонких полиэфирных волокон на начальном этапе исследований необходимо было установить участок технологического процесса, на котором возникает указанная проблема, а затем определить пути ее устранения.

Штапельный анализ полуфабрикатов прядильного производства, получаемых на переходах процесса производства армированных нитей, показал, что обрывность волокон по технологическим переходам проявлялась незначительно. В связи с этим сделан вывод: повреждение волокон в основном происходит непосредственно при формировании армированных нитей на кольцевой прядильной машине G35 фирмы Rieter. Этот факт объясняется следующими обстоятельствами. По существующей технологии [13] при производстве армированных нитей линейной плотности 16,7 текс для швейных ниток ЛЛ используется ровница линейной плотности 333 текс. Общая вытяжка в вытяжном приборе прядильной машины с учетом линейной плотности мычки составляет 58,4. Максимальное рекомендуемое значение частной вытяжки в

зоне предварительного вытягивания равно 1,19. При установке указанного параметра на данном уровне вытяжка в зоне основного вытягивания составляет 49. Анализ технологической информации показывает, что рассчитанное значение вытяжки является достаточно высоким для того, чтобы в сочетании с низкой прочностью и повышенной цепкостью полиэфирных волокон способствовать их обрывности.

В связи с этим было предложено проведение исследований по следующим направлениям с целью выявления наиболее действенных способов снижения обрывности волокон:

- уменьшение сил трения между волокнами за счет замены распорного элемента (клипсы), регулирующего зазор между ремешками в зоне основного вытягивания;
- снижение крутки ровницы для уменьшения сил трения между волокнами в процессе вытягивания в вытяжном приборе прядильной машины;
- уменьшение вытяжки в зоне основного вытягивания.

Последнее направление может быть реализовано за счет изменения линейной плотности ровницы. Для снижения линейной плотности ровницы уменьшали линейную плотность ленты, вырабатываемой на последнем переходе ленточных машин.

Выбор размера распорного элемента осуществлялся на основе рекомендаций фирмы Rieter с учетом предположения о необходимости снижения сил трения между волокнами. Учитывая меньшую плотность полиэфирных волокон по сравнению с хлопковыми, было принято решение об увеличении зазора между ремешками с 3,0 мм до 3,5 мм, что обеспечивается установкой черной клипсы.

С учетом особенностей свойств полиэфирных волокон по сравнению со свойствами хлопкового волокна технологический процесс получения полиэфирной ровницы на машине 668 фирмы Zinser был откорректирован. Показатели неровноты по линейной плотности вариантов ровницы представлены в таблице 1.

Анализируя данные, представленные в таблице 1, можно отметить, что с уменьшением линейной плотности ровницы до 300 текс и увеличением её крутки наблюдается снижение неровноты ровницы по линейной плотности на

коротких отрезках приблизительно в 1,5 раза.

Таблица 1 - Показатели неровноты по линейной плотности вариантов ровницы, определенные на приборе USTER TESTER 5

Наименование показателя	Значение показателя для варианта				
Линейная плотность ленты, текс	3700	3700	3330	3330	
Линейная плотность ровницы, текс	330	330	300	300	
Крутка ровницы кр./м	32	28	32	36	
Квадратическая неровнота по линейной плотности, %, на отрезках длиной	1 см	5,25	4,80	4,71	4,58
	1 м	2,37	1,93	1,58	1,55
	3 м	1,69	1,56	1,15	1,01

Из всех вариантов ровницы наработывались образцы армированных полиэфирных нитей. При проведении экспериментальных исследований наибольшее внимание уделялось влиянию параметров работы оборудования на показатели неровноты и ворсистой армированных нитей, определяемых на приборе USTER TESTER 5.

В результате анализа полученных данных установлено, что:

- увеличение размера распорного элемента (клипсы) в большинстве случаев привело к повышению неровноты нити по линейной плотности за счет увеличения количества пороков всех видов;
- с увеличением крутки ровницы наблюдается снижение неровноты армированных нитей по линейной плотности, хотя степень влияния указанного фактора для различных вариантов нитей различна;
- снижение линейной плотности ровницы оказало влияние на неровноту армированных полиэфирных нитей.

В процессе анализа установлено, что изменение линейной плотности ровницы с 330 до 300 текс с одновременным повышением ее крутки с 32 кр./м ($\alpha_T = 5,8$) до 36 кр./м ($\alpha_T = 6,2$) позволяет снизить ворсистость с 5,62 до 4,54, уменьшить неровноту армированной нити по линейной плотности в 1,1 раза и сократить количество

непсов всех размеров, особенно в диапазоне (+140 %) с 76,5 до 21,5 штук на 1 км нити.

В процессе проведения исследований также установлено, что при использовании современного оборудования на этапах подготовки к прядению и предпрядения высокое качество швейных ниток может быть достигнуто при применении модернизированных прядильных машин П-66-5М4.

В связи с особенностями конструкции вытяжного прибора кольцевой прядильной машины П-66-5М4 частная вытяжка была повышена до 2,6, а вытяжка в зоне основного вытягивания снизилась до 20,2. С целью снижения неравновесности нити и предотвращения образования сукрутин в процессе ее перематывания было принято решение о снижении крутки, сообщаемой армированной нити на кольцевой прядильной машине до 730 кр./м. Качественные показатели армированных полиэфирных нитей, выработанных на кольцевой прядильной машине G35 фирмы Rieter и машине П-66-5М4, представлены в таблице 2.

По данным таблицы 2 можно заметить, что в результате проведенных экспериментальных исследований относительная разрывная нагрузка армированной полиэфирной нити, выработанной на кольцевой прядильной машине П-66-5М4, несмотря на снижение крутки, повысилась почти на 5 %, что превышает допускаемое значение, равное 46,6 сН/текс (согласно ТУ РБ 500046539.060 – 2011 (ТУ РБ 500046539.072 – 2001)) [14]. Несколько увеличилось и её относительное разрывное удлинение (11,2 %) по сравнению с армированной нитью, выработанной на кольцевой прядильной машине G35 фирмы Rieter (10,2 %). Изменились показатели армированных полиэфирных нитей, определяемые на приборе USTER TESTER 5. По большинству показателей армированная нить, выработанная на кольцевой прядильной машине П-66-5М4, превосходит армированную нить, сформированную на кольцевой прядильной машине G35 фирмы Rieter. Анализируя представленные данные, можно отметить, что неровнота нити на отрезках длиной от 1 см до 1 м снижается в 1,33 – 2,4 раза. Одновременно с этим наблюдается существенное сокращение количества утолщенных участков и уменьшение ворсистой нити.

Таблица 2 – Качественные показатели армированных полиэфирных нитей

Наименование показателя	Значение показателя при использовании прядильной машины		
	G 35	П-66-5М4	
Линейная плотность, текс	16,7	16,7	
Крутка, кр./м	800	730	
Разрывная нагрузка, сН	774	804,9	
Относительная разрывная нагрузка, сН/текс	46,3	48,2	
Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %	3,1	2,1	
Относительное разрывное удлинение, %	10,7	11,02	
Квадратическая неровнота по линейной плотности, %	на коротких отрезках (1 см)	11,2	8,37
	на отрезках длиной 1 м	2,45	1,03
Количество утоненных участков на 1000 м пряжи	(- 40 %)	0	0
	(- 50 %)	0	0
Количество утолщенных участков на 1000 м пряжи	(+ 35 %)	145,0	60,2
	(+ 50 %)	22,5	12,8
Количество непсов на 1000 м пряжи	(+ 200 %)	25	31,2
	(+ 280 %)	2,5	10,2
Ворсистость (H)	4,52	4,08	
Среднее квадратическое отклонение ворсистости (sh)	1,3	1,11	

Таким образом, можно сделать вывод о том, что наработка армированных нитей на оборудовании, которое уступает по некоторым характеристикам кольцевой прядильной машине G35 фирмы Rieter, не сопровождается ухудшением качественных показателей армированных нитей. При этом выработанная армированная нить характеризуется более высокой равномерностью, меньшим количеством утолщенных участков, что говорит о правильности выбора технологических параметров заправки прядильного оборудования.

В процессе разработки технологии производства армированных швейных ниток необходимо уделить внимание не только повышению их физико-механических показателей, но и получению такой структуры, в которой комплексная нить находится в центре выходящей мычки, для того чтобы последняя равномерно оплетала ее поверхность. Центральное положение комплексной нити относительно мычки обеспечивается в том случае, когда она находится под постоянным натяжением. Однако чрезмерное повышение натяжения комплексной нити может вызвать обрывность составляющих ее филамен-

тов. При растяжении комплексной нити общая нагрузка распределяется по составляющим ее элементарным нитям пропорционально их модулю упругости. Поскольку модуль упругости отдельных элементарных нитей различен, то и нагрузка на них при растяжении распределяется неодинаково. Это вызывает неодновременный разрыв элементарных нитей с возрастанием нагрузки при растяжении комплексной нити: часть их обрывается раньше комплексной нити, что уменьшает ее разрывную нагрузку. Следовательно, чем больше предварительное натяжение комплексной нити, тем больше вероятность разрыва отдельных элементарных нитей [15].

Для исследования влияния натяжения комплексной нити, поступающей под переднюю пару вытяжного прибора, на физико-механические свойства армированной нити были наработаны варианты армированной полиэфирной нити линейной плотности 16,7 текс. В качестве исходных полуфабрикатов при выработке образцов пряжи использовалась ровница 300 текс из полиэфирного волокна 0,11 текс и комплексная полиэфирная нить 11,0 текс. Армированная полиэфирная нить вырабатывалась на модер-

низированной кольцевой прядильной машине П-66-5М4, заправочные параметры которой были установлены с учетом результатов проведенных ранее исследований.

Натяжение комплексной нити устанавливалось с помощью гребенчатого натяжного устройства, которое располагали перед выпускной парой вытяжного прибора. Для измерения натяжения применялся тензометрический прибор. Натяжение комплексной полиэфирной нити изменялось в диапазоне от 5 до 45 сН. Результаты исследований армированных нитей представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты исследований процесса формирования армированной полиэфирной нити линейной плотности 16,7 текс

Натяжение комплексной полиэфирной нити, сН	5	15	25	35	45
Коэффициент крутки, α	29,1	29,5	29,0	29,3	29,0
Разрывная нагрузка, сН	850	858	860	856	847
Относительная разрывная нагрузка, сН/текс	50,9	51,4	51,4	51,3	50,7
Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %	2,9	1,9	1,7	3,3	2,8
Относительное разрывное удлинение, %	10,8	10,9	10,9	11,0	10,9
Коэффициент вариации по разрывному удлинению, %	5,5	3,3	3,7	5,1	4,6

$$P_0 = 50,567 + 0,0771 \cdot F_1 - 0,0016 \cdot F_1^2, \quad (1)$$

где F_1 – натяжение, сН.

Зависимость относительной разрывной нагрузки армированной полиэфирной нити линейной плотности 16,7 текс от натяжения стержневой нити представлена на рисунке 2.

Анализируя представленную зависимость, можно отметить, что с повышением натяжения комплексной нити до 15 – 30 сН относительная разрывная нагрузка армированной полиэфирной нити возрастает до определенного предела. Объясняется это явление увеличением сил нормального давления, действующих со стороны периферийных волокон, что приводит к

возникновению больших сил трения на поверхности соприкосновения волокон, возрастающих за счет более интенсивного огибания ими сердечника [15]. Эти факторы ведут к повышению компактности нити и, как следствие, к увеличению ее прочности.

Дальнейшее повышение натяжения комплексной нити приводит к разрушению отдельных элементарных нитей до зоны формирования армированной нити, в результате чего снижается ее относительная разрывная нагрузка.

Указанному диапазону натяжения, обеспечивающему достижение максимальной прочности армированной нити, соответствует также минимальная ее неровнота как по разрывной нагрузке, так и по удлинению, что свидетельствует о стабильности процесса.

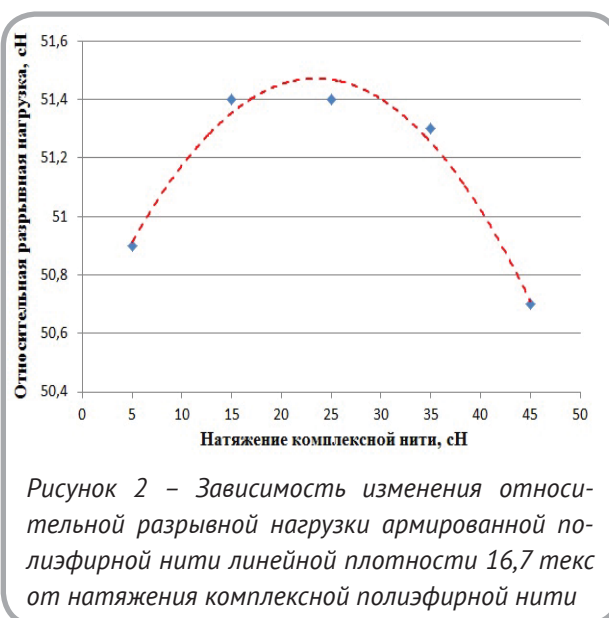


Рисунок 2 – Зависимость изменения относительной разрывной нагрузки армированной полиэфирной нити линейной плотности 16,7 текс от натяжения комплексной полиэфирной нити

Относительное разрывное удлинение армированной нити определяется в первую очередь свойствами стержневой нити и практически не зависит от ее натяжения.

Следовательно, можно утверждать, что оптимальный диапазон натяжения комплексной высокопрочной полиэфирной нити при выработке армированной полиэфирной нити для швейных ниток составляет от 15 до 25 сН.

Произведенные при указанных заправочных параметрах армированные полиэфирные нити были переработаны в ассортимент швейных ниток торгового номера 35 ЛЛ. Испытания выработанных швейных ниток доказали эффективность

применения разработанных рекомендаций.

Для оценки пошивочных свойств армированных швейных ниток торгового номера 35 ЛЛ была осуществлена их промышленная апробация [16]. Специалисты швейных предприятий отмечают, что представленные для апробации вышеуказанные швейные нитки обладают хорошими пошивочными свойствами, обеспечивают низкую обрывность ниток в процессе шитья и отсутствие пропусков стежков в строчке, стягивание волокнистого покрытия не наблюдалось.

ВЫВОДЫ

1. В результате проведенных исследований определены направления повышения качества армированных швейных ниток торгового номера 35 ЛЛ. Выявлено, что существенное повышение качества нитей достигается при снижении линейных плотностей ленты и ровницы,

а также при повышении частной вытяжки в зоне предварительного вытягивания вытяжного прибора прядильной машины

2. На основании анализа результатов проведенных исследований определен оптимальный диапазон натяжения стержневой комплексной нити, поступающей под переднюю пару вытяжного прибора, обеспечивающий максимальную разрывную нагрузку и минимальную неровноту по свойствам армированной нити.

3. Произведенные при указанных запорочных параметрах армированные полиэфирные нити были переработаны в ассортимент швейных ниток торгового номера 35 ЛЛ. Испытания выработанных швейных ниток доказали эффективность применения разработанных рекомендаций.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Фомченкова, Л.Н. Швейные нитки на отечественном рынке. Текстильная промышленность, 2005, № 4, с. 28 – 33.
2. Ульянов, А.В. Совершенствование технологии получения армированной пряжи на кольцевой прядильной машине: автореф. дис. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук, С.-Петербург, гос. ун-т технол. и дизайна. – Санкт-Петербург, 2003. 16 с.
3. Бодяло, Н.Н., Ольшанский, В.И., Коган, А.Г. Расчет натяжения выпрядаемой стренги на прядильно-крутильной машине, Вестник Витебского государственного технологического университета, 2010, № 19, с. 13 - 17.
4. Полушкин, А.А. Разработка технологии и исследование свойств бикомпонентных армированных и клееных ниток: автореф. дис. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук, С.-Петербург, гос. ун-т технол. и дизайна. – Санкт-Петербург, 2007. 16 с.
5. Челышев, С.В. Разработка и исследование механизма вытягивания армированных швейных ниток: автореф. дис. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук, С.-Петербург, гос. ун-т технол. и дизайна. – Санкт-Петербург, 2011. 16 с.
6. Тудиярова, И.В. Исследование и разработка технологического процесса отделки швейных ниток в пенной среде: автореф. дис. канд. техн. наук, Московский гос. текстил. ун-т им. А.Н. Косыгина. – Москва, 2008. 16 с.
7. Виноградова, А.В. Изменение свойств окрашенных полиэфирных швейных ниток под воздействием микроорганизмов :автореф. дис. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук, С.-Петербург, гос. ун-т технол. и дизайна. – Санкт-Петербург, 2004. 16 с.
8. Каплун, Ю.П. Разработка и внедрение гибких технологий производства армированных швейных ниток в современных условиях: автореф. дис. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук, С.-Петербург, гос. ун-т технол. и дизайна. – Санкт-Петербург, 2011. 16 с.
9. Наумова, Н.В. Разработка оптимальной структуры и технологии производства комбиниро-

ванных полиамидно-полиэфирных швейных ниток: автореф. дис. канд. техн. наук, Московский гос. текстил. ун-т им. А. Н. Косыгина. – Москва, 2002. 16 с.

10. Рыклин, Д.Б. Оценка обрывности химических волокон в процессе переработки на основе результатов спектрального анализа неровноты нитей, Вестник Витебского государственного технологического университета, 2012, № 23, с. 79 - 85.
11. Uster Tester 5: Application Handbook. – Uster, 2007.
12. Uster Statistics 2007.
13. Ульянова, Н.В., Рыклин, Д.Б. Исследование свойств армированной пряжи, полученной с

использованием различного оборудования. С наукой в будущее, УО «Барановичский государственный колледж легкой промышленности им. В. Е. Чернышева». Барановичи, 2012, с. 159 - 163.

14. ТО РБ 500046539.060 – 2011 (ТУ РБ 500046539.072 – 2001). Пряжа хлопчатобумажная и синтетическая, гребенная, одиночная для ниточного производства. Техническое описание. Введ. 2011 – 11 – 16.
15. Коган, А.Г. Производство комбинированной пряжи и нити. Москва: Легкая и пищевая промышленность, 1981. 143 с.
16. Шаньгина, В.Ф. Соединения деталей одежды. Москва: Легкая индустрия, 1976. 208 с.

REFERENCES

1. Fomchenkova, L. N. Sewing threads on local markets [Shvejnye nitki na otechestvennom rynke]. Tekstil'naja promyshlennost' - Textil Industry, 2005, no. 4, pp. 28 – 33.
2. Ul'janov, A. V. Sovershenstvovanie tehnologii poluchenija armirovannoj prjazhi na kol'cevoj prjadil'noj mashine [Perfection technology of reception of reinforced yarn ring the spinning machine]. Sankt-Peterburgskij gosudarstvennyj universitet tehnologii i dizajna – Saint-Petersburg State University of Technology and Design, 2003. 16 p.
3. Bodyalo, N. N., Olchanski, V. I., Kogan, A. G. Calculation of yarn tension in the twister. Vestnik vitebskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta – Vestnik of the Vitebsk State Technological University, 2010, no. 19, pp. 13 -17.
4. Polushkin, A. A. Razrabotka tehnologii i issledovanie svojstv bikomponentnyh armirovann-yh i kleenyyh nitok [Development of technology and research of properties of bi-componented and laminated threads]. Sankt-Peterburgskij gosudarstvennyj universitet tehnologii i dizajna – Saint-Petersburg State University of Technology and Design, 2007. 16 p.
5. Chelyshev, S. V. Razrabotka i issledovanie mehanizma vytjagivaniya armirovannyh shvejnyh nitok. [Development and research the mechanism of stretching reinforced sewing thread]. Sankt-Peterburgskij gosudarstvennyj universitet tehnologii i dizajna – Saint-Petersburg State University of Technology and Design, 2011. 16 p.
6. Tudijarova, I. V. Issledovanie i razrabotka tehnologicheskogo processa otdelki shvejnyh nitok v pennoj srede [Research and development of technological process of finishing sewing thread in the foam environment]. Moskovskij gosudarstvennyj tekstil'nyj universitet im. A. N. Kosygina – Moscow State Textile University 'A.N. Kosygin', 2008. 16 p.

7. Vinogradova, A. V. Izmenenie svojstv okrashennyh polijefirnyh shvejnyh nitok pod voz-dejstviem mikroorganizmov [Change the properties of the painted polyester sewing threads under the influence of microorganisms]. Sankt-Peterburgskij gosudarstvennyj universitet tehnologii i dizajna – Saint-Petersburg State University of Technology and Design, 2004. 16 p.
8. Kaplun, Ju. P. Razrabotka i vnedrenie gibkih tehnologij proizvodstva armirovannyh shvejnyh nitok v sovremennyh uslovijah [Development and introduction of flexible manufacturing technologies reinforced sewing thread in the current conditions]. Sankt-Peterburgskij gosudarstvennyj universitet tehnologii i dizajna – Saint-Petersburg State University of Technology and Design, 2011. 16 p.
9. Naumova, N. V. Razrabotka optimal'noj struktury i tehnologij proizvodstva kombinirovannyh poliamidno-polijefirnyh shvejnyh nitok [Development of the optimal structure and production technologies of polyamide-polyester sewing threads]. Moskovskij gosudarstvennyj tekstil'nyj universitet im. A. N. Kosygina – Moscow State Textile University 'A.N. Kosygin', 2002. 16 p.
10. Ryklin, D. B. Evaluation of man-made fibers breakage in their processing on the basis of analyzing yarn mass spectrograms. Vestnik vitebskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta – Vestnik of the Vitebsk State Technological University, 2012, no. 23, pp. 79 - 85.
11. Uster Tester 5: Application Handbook. – Uster, 2007.
12. Uster Statistics 2007.
13. Ul'janova, N. V. Issledovanie svojstv armirovannoj prjazhi, poluchenoj s ispol'zovaniem razlichnogo oborudovanija [Investigation of reinforced yarn properties produced using the various equipment]. With science in the future, Baranovichi State Light Industry College nam. V. E. Chernyshev - Baranovichi, 2012, pp. 159 - 163.
14. TO RB 500046539.060 – 2011 (TU RB 500046539.072 – 2001). Prjazha hlopchatobumazhnaja i sinteticheskaja, grebennaja, odinochnaja dlja nitochnogo proizvodstva. Tehnicheskoe opisanie [Cotton and synthetic, combed, single yarn for thread production. Technical description]. Vved. 2011 – 11 – 16.
15. Kogan, A. G. Proizvodstvo kombinirovannoj prjazhi i niti [Production of core-spin yarn and filament]. Legkaja i pishhevaja promyshlennost' - Light and food industry, 1981. 143 p.
16. Shan'gina, V. F. Soedinenija detalej odezhdy [Compounds of dress details]. Legkaja industrija - Light industry, 1976. 208 p.

Статья поступила в редакцию 20.09.2013 г.