

## ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА СТЕПЕНЬ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ВОЛОКНИСТОГО ПОКРЫТИЯ НА ПОВЕРХНОСТИ АРМИРОВАННЫХ НИТЕЙ

Н.В. Ульянова, Д.Б. Рыклин

УДК 677.072:687.023

### РЕФЕРАТ

*АРМИРОВАННАЯ ПОЛИЭФИРНАЯ НИТЬ, ПОЛИЭФИРНОЕ ВОЛОКНО, КРУТКА, УКРУТКА, НЕРОВНОТА, ШВЕЙНЫЕ НИТКИ*

*Объект исследований – армированные полиэфирные нити линейной плотности 16,7 текс для швейных ниток 35 ЛЛ.*

*Определено влияние основных факторов, влияющих на прочность сцепления волокнистого покрытия армированной полиэфирной нити для швейных ниток торгового номера 35 ЛЛ со стержневым компонентом по всей длине.*

*Установлены следующие факторы, влияющие на прочность сцепления волокнистого покрытия в армированной нити со стержневым компонентом: состав компонентов в армированной нити; количество и характер расположения волокон оплетки в покрытии сердечника; крутка; натяжение комплексной нити; степень закрепления оплетки на комплексной нити.*

*Экспериментально получена зависимость укруптки стержневого компонента армированной полиэфирной нити от крутки, установленной на модернизированной кольцевой прядильной машине при ее формировании. Установлено, что укруптка комплексной нити при крутке, в прядении равной 730 кр/м, составляет 2 %.*

*Произведён расчет параметров армированной полиэфирной нити линейной плотности 16,7 текс для швейных ниток. Определена сила нормального давления полиэфирных волокон оплетки на стержневой компонент армированной полиэфирной нити и сила трения, возникающая между комплексной нитью и волокнистым покрытием армированной полиэфирной нити.*

*Установлено влияние крутки и неровноты по линейной плотности волокнистого покрытия на степень закрепления волокнистого покрытия на поверхности армированной полиэфирной нити.*

### ABSTRACT

*CORE-SPUN POLYESTER YARNS, POLYESTER FIBER, TWIST, TWIST CONTRACTION, EVENNESS, SEWING THREADS*

*The factors were determined which affect to the fixing of the fibrous covering of core-spun yarns: the composition of components in the yarn, the number of fibers in the covering layer, twist, tension of filament yarn.*

*Experimentally the dependence of twist contraction of the core of polyester yarn on twist was developed. Parameters of core-spun yarns of linear density 16.7 tex for sewing threads were calculated. It is determined the pressure of polyester fibers on the core component and friction force among them.*

*It was investigated the influence of yarn twist and evenness on the fixing degree of fibrous covering on the surface of core-spun yarn.*

Одной из основных проблем, возникающих при переработке армированных полиэфирных швейных ниток, является их обрывность в процессе шитья на высокоскоростном швейном оборудовании (им сегодня оснащены потоки швейных предприятий), обусловленная слабой связью волокон оплетки со стержневой нитью. Недостаточное закрепление волокнистой мычки на сердечнике приводит к сползанию оплетки и, следовательно, к ухудшению пошивочных свойств готовых швейных ниток и качества строчки (рисунок 1).



Рисунок 1 – Микроскопический снимок армированной полиэфирной нити

Осуществляя анализ литературных источников и результатов исследований, полученных Мигушовым И.И [1], К.И. Корицким [2], А.Г. Коганом [3], Чернавиной Л.М. [4] и другими исследователями по данной задаче, были выявлены основные факторы, влияющие на качественные показатели армированной нити. К таковым относятся состав компонентов в армированной нити, количество и характер расположения волокон оплетки в покрытии сердечника, крутка, натяжение комплексной нити при формировании армированной нити. Однако, несмотря на значительное количество работ по указанной проблеме, результаты исследований влияния вышеперечисленных факторов на степень закрепления волокнистого полиэфирного покрытия на поверхности комплексной полиэфирной армированной нити не получили до настоящего времени освещения в литературе. Вследствие этого проведение исследований по данному направлению является актуальной научно-практической задачей.

Объектом исследований в данной работе являлись армированные полиэфирные нити линейной плотности 16,7 текс, применяемые для

производства швейных ниток торгового номера 35 ЛЛ.

На начальном этапе исследований рассмотрим поперечное сечение армированной полиэфирной нити кольцевого способа формирования, полагая, что волокна в нем располагаются в виде концентрических окружностей (слоев) вокруг комплексной нити, то есть оси волокон представляют собой спирали постоянного радиуса (рисунок 2).

В случае армированных ниток их прочностные свойства обеспечиваются, в первую очередь, соответствующими характеристиками стержневого компонента. Линейная плотность стержневого компонента определяет его долю в структуре армированной нити, что влияет на формирование полного покрытия комплексной нити волокном.

Доказано, что для комбинированных нитей, волокнистое покрытие которых состоит из хлопковых волокон, массовая доля комплексной нити в их составе не должна превышать 30 % [3]. Однако в связи с повышенной равномерностью полиэфирных волокон по свойствам, а также по причине высоких требований, предъявляемых к прочности швейных ниток, это условие может не выполняться. Массовая доля комплексной нити в составе исследуемой армированной полиэфирной нити составляет 66 %, соответственно, доля волокнистого покрытия – 34 %, что достаточно для обеспечения высоких физико-механических свойств армированной швейной нитки ЛЛ, а также ее высоких технологических показателей при пошиве.

Для того чтобы волокна оплетки равномерно покрывали поверхность сердечника и хорошо на нем закреплялись, необходимо рассчитать число волокон, достаточное для покрытия комплексной нити.

Теоретически установлено, что число волокон ( $n_{min}$ ), обеспечивающее покрытие комплексной нити в один слой при условии, что волокна расположены параллельно оси комплексной нити, может быть рассчитано по формуле [5]

$$n_{min} = \frac{\pi}{\arcsin\left(\frac{\sqrt{T_B/\gamma_1}}{\sqrt{T_B/\gamma_1 + \sqrt{T_{KH}/\gamma_2}}}\right)}, \quad (1)$$

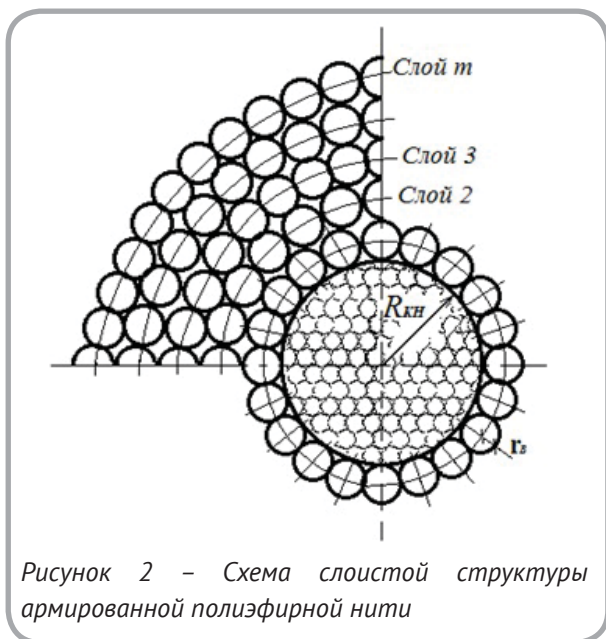


Рисунок 2 – Схема слоистой структуры армированной полиэфирной нити

где  $T_B$  – линейная плотность волокна, текс;  $T_{кн}$  – линейная плотность комплексной химической нити, текс;  $\gamma_1$  и  $\gamma_2$  – соответственно, объемная плотность волокна и комплексной химической нити, г/см<sup>3</sup>.

Для армированных полиэфирных нитей для швейных ниток ЛЛ принимаем, что  $\gamma_1 = \gamma_2$ , тогда формула (1) приобретает вид:

$$n_{min1} = \frac{\pi}{\arcsin\left(\frac{1}{1 + \sqrt{T_{кн}/T_B}}\right)} \quad (2)$$

Минимально допустимая линейная плотность волокнистого покрытия ( $T_{ВПmin}$ ) рассчитывается по формуле

$$T_{ВПmin} = T_B \cdot n_{min} \quad (3)$$

Произведем расчет параметров армированной полиэфирной нити для швейных ниток ЛЛ по формулам (2 и 3) с учетом различных комбинаций линейных плотностей 11,0 и 13,3 текс комплексных нитей, используемых в качестве сердечника и полиэфирных волокон покрытия линейной плотности 0,11 и 0,133 текс. Результаты расчета параметров армированной нити для швейных ниток ЛЛ представлены в таблице 1.

Таким образом, при линейной плотности армированной полиэфирной нити 16,7 текс покры-

тие стержневой нити волокнистым слоем достигается только при использовании комплексной нити линейной плотности 11,0 текс и полиэфирных волокон линейной плотности 0,11 текс. Применение волокон линейной плотности 0,11 текс, в отличие от полиэфирных волокон покрытия 0,133 текс, позволяет повысить их количество в сечении нити с 43 до 52, что ведет к существенному снижению неровности оплетки по линейной плотности, обеспечивая полное покрытие нити волокном. Кроме того, в армированной нити увеличивается площадь взаимно соприкасающихся полиэфирных волокон и, следовательно, увеличивается сила трения.

В связи с этим для получения армированной полиэфирной нити для швейных ниток торгового номера 35 ЛЛ в качестве оплетки было предложено использовать полиэфирное волокно линейной плотности 0,11 текс, длиной резки 38 мм производства ОАО «МогилевХимволокно». Наиболее предпочтительным вариантом для использования в качестве стержневого компонента армированных нитей является высокопрочная полиэфирная комплексная нить линейной плотности 11,0 текс фирмы «Торлен» (Польша). Она обладает более высокой прочностью и меньшим удлинением, чем вискозная и полиамидная нить, а также характеризуется достаточной термостойкостью и стойкостью к истиранию.

Определим параметры структуры армированной полиэфирной нити (рисунок 3). Для этого рассчитаем условный диаметр волокна  $d_B$ , мм по формуле [5]

$$d_B = 0,0357 \cdot \sqrt{T_B/T_{кн}} = 0,0357 \cdot \sqrt{0,11/1,38} = 0,01, \quad (4)$$

где  $T_{кн}$  – плотность полиэфирных волокон и нитей, г/см<sup>3</sup>.

Тогда радиус полиэфирного волокна оплетки  $r_B$  составит 0,005 мм.

Аналогично приведенной ранее формуле (4) условный диаметр комплексной полиэфирной нити  $d_{кн}$  составит 0,101 мм. Соответственно радиус комплексной нити  $R_{кн}$  будет равен 0,05 мм. Также путем подстановки в данную формулу значения линейной плотности армированной полиэфирной нити ( $T_{АРМН} = 16,7$  текс) вместо линейной плотности волокон ( $T_B$ ) можно рас-

Таблица 1 – Результаты расчета параметров армированной нити для швейных ниток ЛЛ

Линейная плотность стержневой нити, текс	Линейная плотность волокон покрытия, текс	Минимальное количество волокон покрытия, рассчитанное по формуле (2)	Минимальная линейная плотность волокнистого покрытия, рассчитанная по формуле (3), текс	Минимальная линейная плотность армированной нити, текс
11,0	0,11	34,5	3,8	14,8
11,0	0,133	31,6	4,2	15,2
13,3	0,11	37,6	4,1	17,4
13,3	0,133	34,5	4,6	17,9

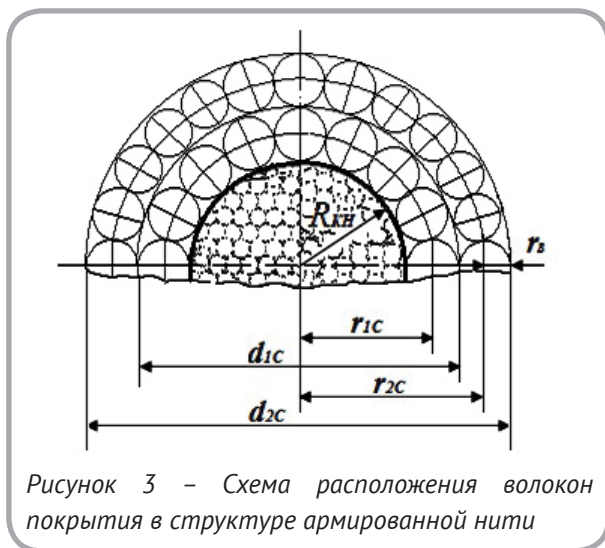


Рисунок 3 – Схема расположения волокон покрытия в структуре армированной нити

$$n_{общ} = T_{онл} / T_B = 5,7 / 0,11 = 51,8. \quad (6)$$

Таким образом, из расчета видно, что в волокнистом покрытии линейной плотности 5,7 текс армированной полиэфирной нити линейной плотности 16,7 текс содержится порядка 52 волокон линейной плотности 0,11 текс, что значительно ниже суммарного расчетного количества волокон первого и второго слоя  $n_{C1,2}$ , равного:

$$n_{C1,2} = n_{min1} + n_{min2} = 34,5 + 39,5 = 74. \quad (7)$$

считать ее условный диаметр ( $d_{АРМН}$ ), который составит 0,124 мм.

При снижении средней линейной плотности одиночной полиэфирной армированной нити (16,7 текс) до минимального значения 14,8 текс изменяется количество волокон в оплетке. Предположим, что некоторая часть волокон покрытия располагается во втором слое. Рассчитаем количество волокон  $n_{мин2}$ , необходимое для покрытия поверхности комплексной нити во втором слое:

$$n_{мин2} = \frac{\pi}{\arcsin \left( \frac{1}{1 + \sqrt{(T_{KH} + n_{мин1} \cdot T_B) / T_B}} \right)}. \quad (5)$$

Исходя из отношения линейной плотности оплетки ( $T_{онл} = 5,7$  текс) к линейной плотности полиэфирного волокна можно рассчитать общее количество волокон оплетки  $n_{общ}$  для армированной нити линейной плотности 16,7 текс для швейных ниток ЛЛ:

Предположим, что для покрытия стержневой комплексной нити, входящей в состав армированной нити, необходимо два неполных слоя покрытия. При дальнейших расчетах необходимо учесть, что количество волокон оплетки неполного второго слоя  $n_{мин2}$  будем считать равным 17,3.

Исходя из приблизительно цилиндрической формы, которую принимает армированная полиэфирная нить, рассчитаем радиус  $r_{1C}$  (мм), равный расстоянию от оси комплексной нити до оси волокон оплетки первого слоя:

$$r_{1C} = R_{KH} + r_B = 0,05 + 0,005 = 0,055. \quad (8)$$

где  $R_{KH}$  – радиус комплексной нити, мм.

Соответственно диаметр  $d_{1C}$  (мм) армированной полиэфирной нити с учетом волокон оплетки первого слоя составит:

$$d_{1c} = 2r_{1c} = 2 \cdot 0,005 = 0,111. \quad (9)$$

Аналогичным образом можно рассчитать радиус ( $r_{2c}$ ) и диаметр ( $d_{2c}$ ) армированной полиэфирной нити, определенный по поверхности волокон второго слоя. Тогда радиус  $r_{2c}$  будет равен 0,058 мм, а диаметр  $d_{2c}$  составит 0,116 мм.

Исходя из предположения о слоистой структуре пряжи, рассчитаем силу нормального давления  $q$  в Н/мм на единицу длины одного волокна по формуле [6]

$$q_1 = \frac{p_1 \sin^2 \beta}{r}. \quad (10)$$

где  $p_1$  – сила натяжения волокна, Н;  $\beta$  – угол наклона волокна к оси пряжи, град;  $r$  – расстояние от оси волокна до оси комплексной нити, мм.

Величину силы натяжения волокна в  $H$  можно рассчитать по известной формуле

$$p_1 = \sigma \cdot S = \varepsilon \cdot ES, \quad (11)$$

где  $\sigma$  – напряжение волокна, Н/м<sup>2</sup>;  $\varepsilon$  – удлинение волокна в долях;  $E$  – средний модуль продольной упругости волокна, Н/м<sup>2</sup>;  $S$  – площадь поперечного сечения волокна, м<sup>2</sup>.

Удлинение волокна в долях можно определить с помощью выражения [6]

$$\varepsilon = K_y \sqrt{1 + (\pi \cdot d_{APM} \cdot K)^2} - 1, \quad (12)$$

где  $K_y$  – коэффициент укрутки комплексной нити;  $d_{APM}$  – диаметр армированной полиэфирной нити, мм;  $K$  – крутка армированной полиэфирной нити, кр/м.

Допустим, что усадка при кручении армированной полиэфирной нити примерно равна усадке комплексной нити, применяемой в качестве стержневой.

Для определения коэффициента укрутки комплексной нити были проведены экспериментальные исследования на круткомере марки МТ-550, имеющемся в большинстве отечественных лабораторий. Согласно ГОСТ 6611.3–2003

расстояние между зажимами круткомера принималось равным 50 см. Число кручений и направление крутки (в данном случае крутка левая –  $S$ ) задавались на панели управления [7]. Укрутка комплексной нити определялась одновременно с определением числа кручений. При этом положение стрелки не фиксировалось в нулевом положении шкалы качающего зажима, а правый зажим вращался до тех пор, пока указатель стрелки левого зажима не достигал отклонения, соответствующего заданному числу кручений. Диапазон крутки комплексной нити составил от 200 до 1000 кр/м. По полученным значениям был построен график (рисунок 4) для определения укрутки комплексной нити в зависимости от её крутки. Крутка ( $K$ ), установленная на кольцевой прядильной машине при производстве армированных полиэфирных нитей, – 730 кр/м.

По результатам эксперимента была получена зависимость укрутки комплексной нити  $U$ , %, в зависимости от её крутки  $K$ , которая выглядит следующим образом (рисунок 4):

$$U = 0,0000062 K^2 - 0,0022 K + 0,2916. \quad (13)$$

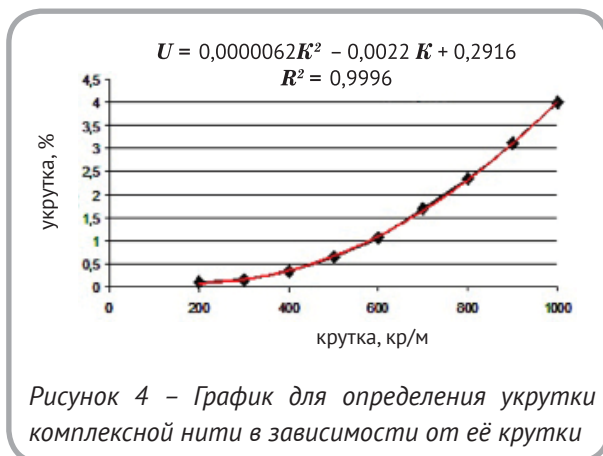
Укрутка комплексной нити при крутке армированной полиэфирной нити 730 кр/м, установленной на модернизированной кольцевой прядильной машине, составляет  $U(730) = 2$  %. Тогда  $K_y = 0,98$ .

Подставив вышерассчитанные значения коэффициента укрутки комплексной нити ( $K_y$ ), диаметра ( $d_{APM}$ ) и крутки ( $K$ ) армированной полиэфирной нити в формулу (12), получим, что удлинение полиэфирного волокна составит 0,019.

Анализируя полученные результаты, можно отметить, что максимальное удлинение полиэфирного волокна оплетки составило менее 2 %, что существенно ниже разрывного удлинения волокна, равного 24 %.

Площадь поперечного сечения полиэфирного волокна  $S_B$  (м<sup>2</sup>), исходя из его диаметра, можно определить по формуле

$$S_B = \frac{\pi \cdot d_B^2}{4}. \quad (14)$$



Средний модуль продольной упругости волокна ( $E = 500 \times 10^7 \text{ Н/м}^2$ ) принят по справочным данным, приведенным для полиэфирного волокна в литературе [5, 8].

Подставив значения удлинения волокна ( $\epsilon$ ), среднего модуля продольной упругости ( $E$ ) и площади его поперечного сечения в формулу (11), получим, что натяжение полиэфирного волокна в оплетке составит 0,0074 Н.

Таким образом, установлено, что сила натяжения полиэфирного волокна в оплетке составляет 11,6 % от разрывной нагрузки полиэфирного волокна, равной 6,4 сН.

В пряже со слоистой структурой волокно может растягиваться или сжиматься (гофрироваться). Это объясняется тем, что периферийные волокна при растяжении стремятся переместиться к оси пряжи, а центральные волокна в процессе усадки пряжи при кручении гофрируются, их отдельные участки перемещаются на поверхность пряжи. В результате волокна располагаются по спиральям, с переменным шагом витков и переменным радиусом цилиндра, на который они наматываются. При этом угол подъема волокна изменяется в зависимости от положения, которое оно занимает [6]. Для определения угла наклона волокон оплетки относительно оси кручения армированной нити развернем в плоскости виток, образуемый при крутке, и получим треугольники, изображенные на рисунке 5.

Диаметр армированной нити можно рассматривать как цилиндр, заключенный в цилиндре. Для расчета развертки исходными данными будут диаметр внутреннего цилиндра, соответствующий диаметру сердечника  $d_{KH}$  то

есть комплексной нити, и диаметр внешнего цилиндра, соответствующий диаметру армированной полиэфирной нити ( $d_{APMH}$ ).

Определим диаметр армированной полиэфирной нити с учетом волокон оплетки первого ( $d_{C1} = d_{KH} + d_B$ ) и второго ( $d_{C2} = d_{KH} + 3d_B$ ) слоев.

Высота витка  $h$  (мм) в армированной нити может быть выражена как

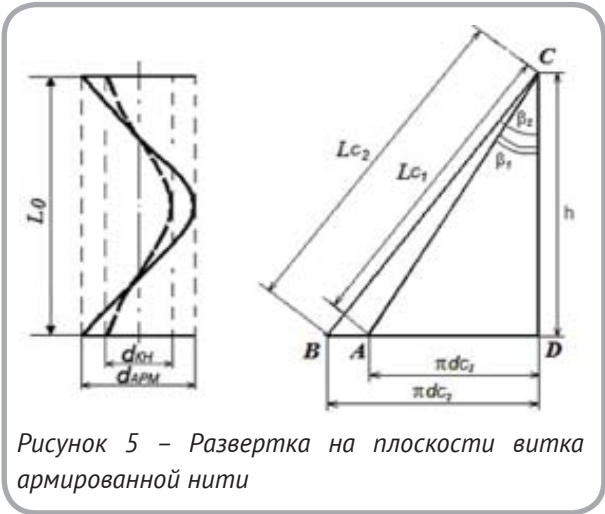
$$h = 1000/K. \tag{15}$$

В зависимости от условий кручения, волокна получают различную деформацию, в результате которой каждое волокно, имевшее ранее длину  $L_0$ , меняет ее за счет усадки нити от крутки.

Длину полиэфирного волокна первого ( $L_{C1}$ ) и второго ( $L_{C2}$ ) слоя оплетки рассчитаем из развертки треугольников ACD и BCD, соответственно. Также из данных разверток треугольников можно рассчитать угол наклона волокон оплетки относительно оси кручения армированной нити  $\beta_1$  ( $\beta_2$ ) первого (второго) слоев соответственно к оси комплексной нити:

$$\sin \beta_{1(z)} = \frac{\pi \cdot d_{C1(z)}}{L_{C1(z)}}. \tag{16}$$

При формировании армированной нити комплексная нить испытывает силы нормального давления на единицу длины со стороны нижележащих и вышележащих слоев волокон. Рассчитаем силу нормального давления полиэфирных волокон оплетки на комплексную нить



$q_{KH}$  в Н/мм:

$$q_{KH} = q_1 \cdot n_{min1} + q_2 \cdot n_{min2}, \quad (17)$$

где  $q_1$  – сила нормального давления на единицу длины одного волокна первого слоя, Н;  $q_2$  – сила нормального давления на единицу длины одного волокна второго слоя, Н

Сила нормального давления на единицу длины одного волокна первого (второго) слоя соответственно (Н/мм), составит:

$$q_{1(2)} = \frac{P_{1(2)} \sin^2 \beta_{1(2)}}{r_{1C(2C)}}. \quad (18)$$

Таким образом, сила нормального давления полиэфирных волокон оплетки на комплексную нить составит 0,466 Н/мм.

Сползание полиэфирных волокон оплетки вдоль стержневой комплексной нити возможно в том случае, если при огибании армированной нитью рабочих органов технологического оборудования на волокна действует сила трения  $F_1$ , большая, чем сила трения  $F_2$ , возникающая между комплексной нитью и волокнистым покрытием.

Силу трения  $F_2$  на 1 мм нити можно рассчитать по формуле

$$F_2 = q_{KH} \cdot f, \quad (19)$$

где  $f$  – коэффициент трения волокна о волокно (для полиэфирных волокон он составляет интервал 0,31–0,42), для расчетов принимаем  $f = 0,35$ .

Тогда сила трения  $F_2$ , возникающая между комплексной нитью и волокнистым покрытием, составит 0,163 Н.

Определим влияние крутки, сообщаемой армированной нити на кольцевой прядильной машине на степень закрепления волокнистого покрытия на поверхности комплексной нити. На рисунке 6 представлен график, характеризующий влияние крутки в прядении на силу трения  $F_2$ , возникающую между стержневой нитью и

волокнистым покрытием в армированных нитях различной структуры.

Анализируя представленные графики, можно отметить, что с повышением крутки в прядении увеличивается сила трения, возникающая между комплексной нитью линейной плотности 11,0 текс и волокнистым покрытием линейной плотности 5,7 текс в армированной полиэфирной нити линейной плотности 16,7 текс. В результате обеспечивается высокая компактность армированной нити и повышаются силы трения на поверхности соприкосновения волокон за счет более интенсивного огибания ими сердечника. Армированные полиэфирные нити линейной плотности 21,0 текс, выработанные с применением комплексных нитей 13,3 текс и оплетки линейной плотности 7,7 текс, также имеют тенденцию к увеличению силы трения с повышением крутки.

Проведенный расчет выполнен без учета неровности волокнистого покрытия армированной нити по линейной плотности. Однако при формировании армированной нити данный фактор необходимо учитывать, так как неровности оказывает влияние на линейную плотность нити, прочность закрепления и, как следствие, равномерность распределения полиэфирных волокон на стержневой нити.

На основе анализа гистограммы отклонения масс отрезков одиночных армированных нитей 16,7 текс для швейных ниток 35 ЛЛ, полученной

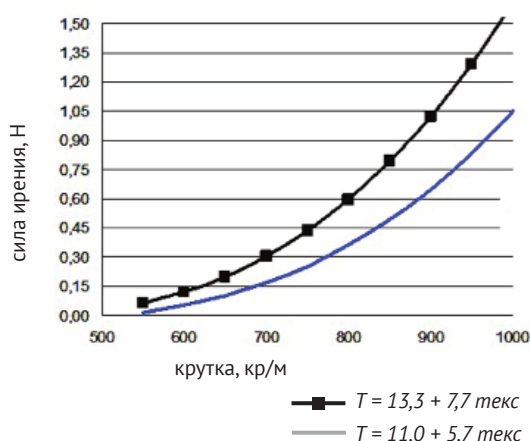


Рисунок 6 – Влияние крутки на силу трения, возникающую между комплексной нитью и волокнистым покрытием в армированных нитях различной структуры

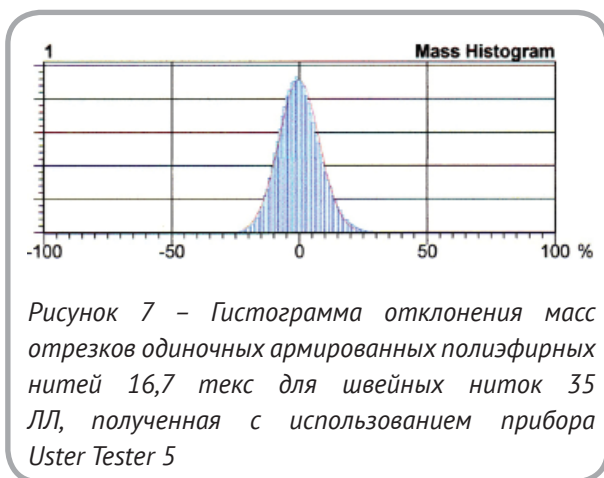
с использованием прибора Uster Tester 5, представленной на рисунке 7, установлено, что более чем в 99,8 % случаев массы отрезков нитей не отклоняются в меньшую сторону на величину, большую 20 %.

С учетом средней линейной плотности армированных полиэфирных нитей, равной 16,7 текс, максимальное отклонение линейной плотности волокнистого покрытия составляет 3,3 текс. Тогда минимальная линейная плотность покрытия составляет  $5,7 - 3,3 = 2,4$  текс.

Данная величина в 2,3 раза меньше значения, рассчитываемого без учета неровноты волокнистого покрытия по линейной плотности (при  $T_B = 0,11$  текс). Однако количество подобных участков не превышает 0,2 %, что является допустимым для данного ассортимента нитей.

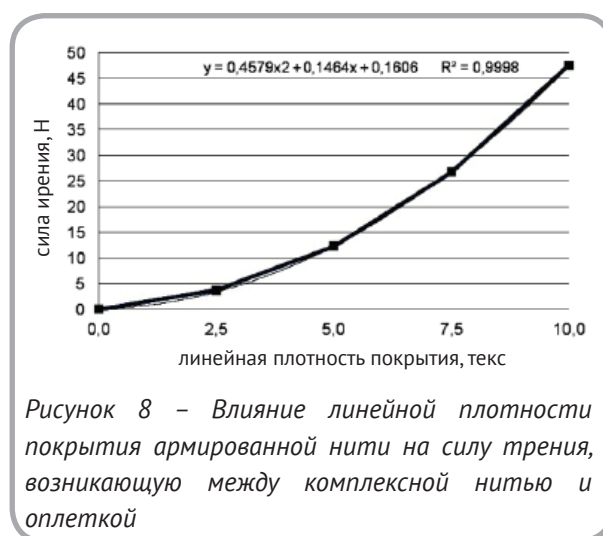
Влияние линейной плотности волокнистого покрытия в армированной полиэфирной нити на силу трения, возникающую между комплексной нитью и оплеткой, графически представлено на рисунке 8. Видно, что с повышением линейной плотности покрытия увеличивается сила сцепления полиэфирных волокон оплетки со стержневым компонентом, что обеспечивает более прочное ее закрепление.

С учетом фактической неровноты волокнистого покрытия по линейной плотности одиночной армированной полиэфирной нити можно отметить следующее. При уменьшении линейной плотности оплетки армированной нити до минимального значения 2,4 текс происходит снижение силы трения между компонентами армированной нити в 5 раз по сравнению с силой трения, возникающей между стержневой нитью



и покрытием, средняя линейная плотность которого составляет 5,7 текс. В случае увеличения линейной плотности волокнистого покрытия армированной полиэфирной нити до 9,0 текс сила трения, возникающая между комплексной нитью и оплеткой, повышается примерно в 2,5 раза.

Таким образом, одним из направлений повышения прочности закрепления волокнистого покрытия на поверхности комплексной нити является снижение неровноты оплетки по линейной плотности. Например, при снижении неровноты в 1,2 раза линейная плотность волокнистого покрытия армированной полиэфирной нити повышается до 2,9 текс, а сила трения между ее компонентами возрастает в 1,4 раза.



## ВЫВОДЫ

В результате проведенных исследований установлены факторы, влияющие на прочность сцепления волокнистого покрытия в армированной нити со стержневым компонентом: состав компонентов в армированной нити; количество и характер расположения волокон оплетки в покрытии сердечника; крутка; натяжение комплексной нити.

Экспериментально получена зависимость укрутки стержневого компонента армированной полиэфирной нити от крутки, сообщаемой нити на модернизированной кольцевой прядильной машине при ее формировании. Установлено, что укрутка комплексной нити при крутке в прядении равной 730 кр/м составляет 2 %.

Произведён расчет параметров армированной полиэфирной нити линейной плотности



16,7 текс для швейных ниток. Определена сила нормального давления полиэфирных волокон оплетки на стержневой компонент армированной полиэфирной нити и сила трения, возникающая между комплексной нитью и волокнистым покрытием армированной полиэфирной нити.

Исследовано влияние крутки в прядении и неровноты по линейной плотности волокнистого покрытия на степень закрепления волокнистого покрытия на поверхности армированной полиэфирной нити.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Мигушов, И.И. (1980), *Механика текстильной нити и ткани*, Москва, 160 с.
2. Корицкий, К.И. (1983), *Технико-экономическая оценка и проектирование качества текстильных материалов*, Москва, 160 с.
3. Коган, А.Г. (1981), *Производство комбинированной пряжи и нити*, Москва, 143 с.
4. Чернавина, Л.М. (1992), Разработка структуры и технологии производства армированной крученой нити улучшенного качества, автореф. дис. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук, С.-Петербург, ин-т текст. и легк. пром. им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург, 16 с.
5. Кукин, Г.Н., Соловьев, А.Н., Кобляков, А.И. (1989), *Текстильное материаловедение (волокна и нити)*, Москва, 352 с.
6. Рыклин, Д.Б. Коган, А.Г. (2002), *Производство многокомпонентных праж и комбинированных нитей*, Витебск, 215 с.
7. ГОСТ 6611.3–2003. Материалы текстильные. Нити. Методы определения числа кручений, укрутки и направления крутки – Введ. 2005 – 12 – 01.
8. Зарецкас, С.-Г. С. (1979), *Механические свойства нитей при кручении*, Москва, 184 с.

## REFERENCES

1. Megushow, I. . (1980), *Mehanika tekstil'noj niti i tkani* [Mechanics of a textile thread and fabric], Moscow, 160 p.
2. Koritski, K.I. (1983), *Tehniko-jekonomicheskaja ocenka i projektirovanie kachestva tekstil'nyh materialov* [Technical and economic assessment and design of quality of textile materials], Moscow, 160 p.
3. Kogan, A.G. (1981), *Proizvodstvo kombinirovannoj prjazhi i niti* [Production of core-spin yarn and filament]. Moscow, 143 p.
4. Chernavina, L.M. (1992), *Razrabotka struktury i tehnologij proizvodstva armirovannoj kruchenoj niti uluchshennogo kachestva* [Development of structure and the production technology of the reinforced twisted thread of the improved quality], *Institut tekstil'noj i legkoj promyshlennosti imeni S. M. Kirova – Institute for Textile and Light industry nam. S.M. Kirov*, 16 p.
5. Kukin, G.N., Soloviev, A.N., Koblyakov, A.I. (1989), *Tekstil'noe materialovedenie (volokna i niti)* [Textile material science (fiber and yarn)], Moscow, 352 p.
6. Ryklin, D.B., Kogan, A.G. (2002), *Manufacturing of blended and hybride yarns* [Proizvodstvo mnogokomponentnyh prjazh i kombinirovannyh nitej], Vitebsk, 215 p.

7. Standard 6611.3–2003. *Materialy tekstil'nye. Niti. Metody opredelenija chisla kruchenij, ukutki i napravlenija krutki* [Textile materials. Threads. Methods for determination of twisting number, contraction and twist direction], Vved. 2005 – 12 – 01.
8. Zaretskas, S.-G. S. (1979), *Mehanicheskie svojstva nitej pri kruchenii* [The mechanical properties of the threads in twisting], Moscow, 184 p.

*Статья поступила в редакцию 06.10.2014 г.*