

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЧНОСТИ ХЛОПКОВЫХ ПРЯЖ ПРИ НИЗКИХ СКОРОСТЯХ ДВИЖЕНИЯ НИТИ

М.Кулметов, Ш.Туланов, Т.Тойирова

Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности

В данной статье представлены результаты испытаний разной скоростью движения где хлопковая пряжа при разрыве на разрывной машине «Statimat C» и методика расчета опытов.

This article presents the results of tests at different speeds where cotton yarn at break on the tensile machine "Statimat C" and the methodology for calculating experiments.

Ключевые слова:

хлопковой пряжа, скорость движения пряжи, «Statimat C», растяжения нити, линейной плотности пряжи, обрывность пряжи, текстильной производства, прядения, кручения.

Keywords:

cotton yarn, yarn speed, "Statimat C", yarn stretch, linear density of yarn, yarn breakage, textile production, spinning, twisting.

В технологических процессах текстильного производства скорость движения нити можно разделить на две группы. Первая – это низкие скорости движения, где скорость нити не превышает 1000 мм/мин (0,017 м/с) [1]. Вторая группа – это где скорость движения нити превышает 1000 мм/мин (1 м/мин =0,017 м/с). На современных перемоточных машинах (SINCRO MRL, SINCRO T FC¹) и ткацких станках (Picanol², MHF-5-8/30³) скорости движения нити достигают до 100 м/с [2].

Эксперименты проводились на разрывной машине «Statimat C» в научно исследовательской лаборатории ТИТЛП где хлопковая пряжа при растяжении двигается со скоростью от $v = 100$ мм/мин (0,0017 м/с) до $v = 1000$ мм/мин (0,017 м/с). Необходимо отметить, что во всех значениях скорости движения нити, скорость деформирования может оставаться постоянной. В этом случае с увеличением скорости движения изменяется база растяжения нити L_0 . Например при скорости $v = 100$ мм/мин, $L_0 = 100$ м, при $v = 1000$ мм/мин, $L_0 = 1000$ мм. В результате $\varepsilon_v = d\varepsilon/dt = const$, т.е. остается постоянной во всех скоростях движения нити.

В экспериментах на разрывной машине «Statimat C» можно изменить скорости деформирования. В этом случае, при разных скоростях

¹ <http://swan-tex.eu/oborudovanie/oborudovanie-dlya-namotki-i-peremotki-vseh-vidov-pryazhi.html>

² https://studbooks.net/1894353/tovarovedenie/tkatskie_stanki_kompanii_picanol

³ <http://loom-sorter.ru/1-6-2-shuttleless-needle-loom/165487/>

деформирования база растяжения L_0 остается постоянной, т.е. эксперименты проводились с переменными скоростями деформирования.

Расчеты на ЭВМ проводились по разработанной программа результаты показанное на рис.1. приведены изменения прочности хлопковой пряжи при изменении скорости движения пряжи от $v = 0,003$ м/с до $v = 0,033$ м/с, характеризует что соответствует скоростям деформирования пряжи $\varepsilon_v = 0,006$ с^{-1} до $\varepsilon_v = 0,07 \text{ с}^{-1}$. В расчетах приняты следующие значения исходных данных: $\gamma_N = 1,1$; $L_0 = 0,5$ м; $\gamma_m = 2$; $\mu_N = 100 \text{ с}^{-1}$; линейной плотностью хлопковой пряжи $T = 50$ текс.

Случай изменения этих параметров рассматривается отдельно.

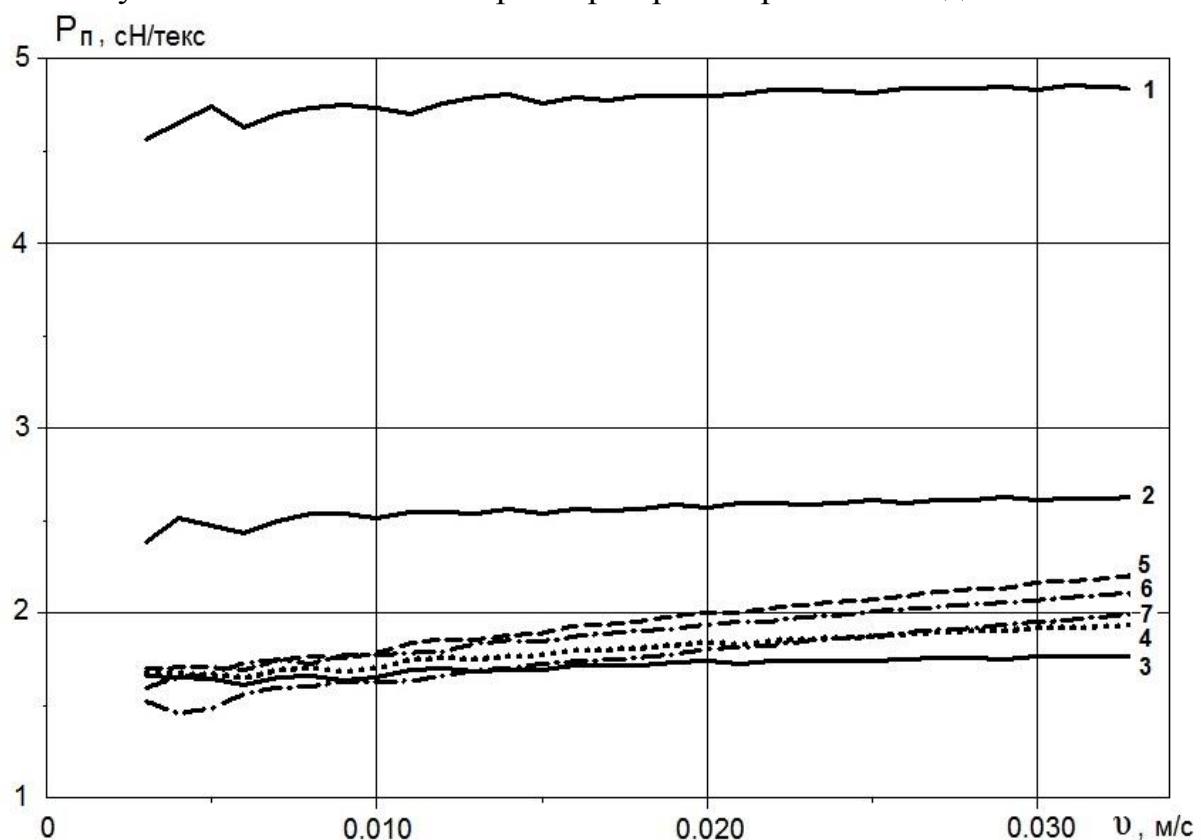


Рис. 1. Изменения прочности хлопковой пряжи в зависимости от скорости ее движения

Кривые 1–7 на рис.1 относятся к разным значениям линейных плотностей пряжи T , а также значений γ_m и μ_N , которые приведены в таблице 1.

Таблица 1

Изменение значений исходных данных для разных вариантов

№ варианта	T , текс	γ_m	μ_N , с^{-1}
1	14,0	2,0	100,0

2	29,0	2,0	100,0
3	50,0	2,0	100,0
4	50,0	4,0	100,0
5	50,0	4,0	50,0
6	72,0	4,0	50,0
7	100,0	4,0	50,0

Нумерация кривых на рис.1 соответствует нумерации вариантов в табл.1.

Как видно из рис.1, прочность хлопковых пряж по результатам расчетов на ЭВМ, в пределах изменения скорости движения пряжи от $v=0,003$ м/с до $v=0,033$ м/с при их линейных плотностях $T=14$ текс и $T=29,0$ текс (кривые 1 и 2) остаются практически постоянными $P_n = 14,8$ сН/текс (при $v=0,003$ м/с, $P_n = 14,56$ сН/текс, а при $v=0,035$ м/с – $P_n = 14,86$ сН/текс). Увеличение линейной плотности пряжи приводит к снижению прочности пряжи от $P_n = 14,8$ сН/текс до $P_n = 12,6$ сН/текс. В этих двух вариантах значения γ_m и μ_N оставались одинаковыми. Дальнейшее увеличение линейной плотности пряжи при $T=50$ текс, $\gamma_m = 2$ и $\mu_N = 100$ с⁻¹ приводит еще большему снижению прочности пряжи (кривая 3). При $T=50$ текс, $\mu_N = 100$ с⁻¹ увеличение $\gamma_m = 4$ (кривая 4) приводит к увеличению прочности. Увеличение значения γ_m соответствует согласно, увеличению внутреннего трения, т.е. увеличению сопротивления пряжи к нагрузке. Это приводит к росту прочности, что наблюдается в случае вариантов 3 и 4 (кривые 3, 4). Уменьшение значения μ_N от $\mu_N = 100$ с⁻¹ до $\mu_N = 50$ с⁻¹, при постоянстве остальных параметров в варианте 4, также приводит к увеличению прочности пряжи (кривая 5). Как видно из сопоставлений вариантов 4 и 5 (кривые 4 и 5) модель (1) более чувствительная к изменению параметра μ_N , чем к изменению γ_m . Это связано с тем, что при изменении μ_N непосредственно увеличиваем коэффициент объемной вязкости пряжи, а изменение γ_m косвенно влияет на значение объемной вязкости (внутреннего сопротивления) пряжи. Дальнейшее увеличение линейной плотности пряжи до $T=72$ текс и $T=100$ текс, при постоянстве значений $\gamma_m = 4$ и $\mu_N = 50$ с⁻¹, аналогично предыдущим вариантам 1–3 приводят к снижению прочности по сравнению с вариантом 5 (кривые 6 и 7) [3,4,5].

Результаты расчетов на рис.1 полностью соответствуют результатам ранее приведенных опытов. Здесь на рис.1, также наблюдается не

существенное влияние изменения скорости движения пряжи (скорости деформирования) в пределах $0,003 \leq v \leq 0,033$ м/с. Эти результаты подтверждают соответствие закона деформирования (1) результатам экспериментов.

Согласно высказанным скорость деформирования хлопковой пряжи при растяжении обратно пропорциональна величине базовой длины пряжи L_0 , т.е. $\varepsilon_v = d\varepsilon/dt = v/L_0$. В экспериментах на разрывной машине «Statimat C» не имеется возможность проведения опытов с произвольной скоростью движения нити и с произвольной базовой длиной L_0 . Таким образом предложенная методика расчета позволяет проводить опытов с низкой разной скоростью движение нити при разрыве.

Рассмотрим изменение прочности хлопковой пряжи при меньших базах деформирования согласно данным таблицы 2.

На рис.2 приведены изменения прочности хлопковых пряж при разных базовых длинах деформирования L_0 . Расчеты проводились при значениях исходных данных: $T = 29,0$ текс; $\gamma_N = 1,1$; $\gamma_m = 2$ и $\mu_N = 1000 \text{ c}^{-1}$. Значения скорости движения пряж, как и в предыдущих случаях изменяются в пределах $v = 0,003$ м/с до $v = 0,033$ м/с. В расчетах варьировалось значение L_0 Таблица 2

Варианты расчетов прочности при разных базовых длинах пряж

Скорость движения пряжи, v , м/с	Скорость деформирования, ε_v , c^{-1}				
	Базовая длина пряжи, L_0 , м				
	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05
Варианты	1	2	3	4	5
0,005	0,5	0,25	0,17	0,125	0,1
0,001	1,0	0,5	0,33	0,25	0,2
0,015	1,5	0,75	0,50	0,375	0,3
0,02	2,0	1,0	0,67	0,5	0,4
0,025	2,5	1,25	0,83	0,625	0,5
0,03	3,0	1,5	1,0	0,75	0,6
0,035	3,5	1,75	1,17	0,875	0,7

Кривые 1–6 на рис.2 относятся к случаям, когда $L_0 = 0,01; 0,02; 0,03; 0,04; 0,05$ м. При таких значениях L_0 , прочность пряжи увеличивается от 7% при $v = 0,005$ м/с до 30% при $v = 0,035$ м/с. Далее при низких скоростях движения уменьшение базовой длины деформирования L_0 приводит к увеличению сопротивления пряжи до 20%. Это происходит благодаря увеличению

скорости деформирования пряжи. Согласно табл.4.3, при самой незначительной скорости движения пряжи $v=0,005$ м/с, уменьшение длины L_0 от 0,05 м до 0,01 м приводит к увеличению скорости деформирования в 5 раз[6].

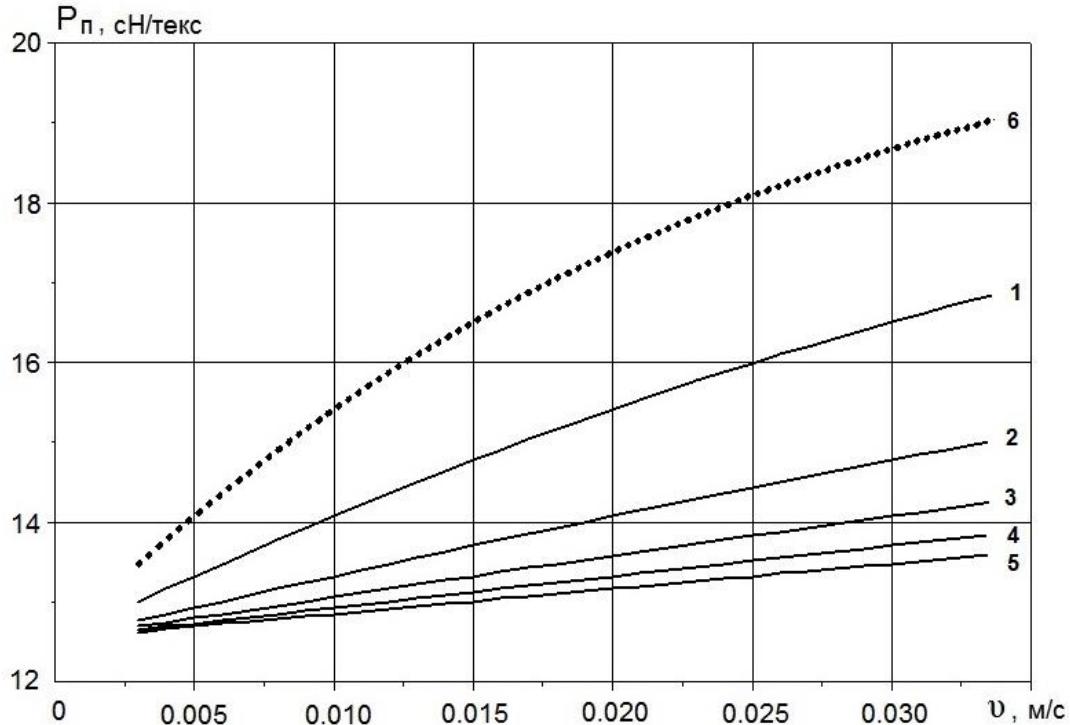


Рис. 2. Изменения прочности при разных базовых длинах деформирования пряжи

Аналогичная картина наблюдается при остальных рассмотренных значениях скорости движения пряжи (табл.2). При изменении значения $\mu_N = 10 \text{ c}^{-1}$, что означает увеличение внутреннего сопротивления (трения) пряжи, прочность пряжи при $v=0,035$ м/с увеличивается до 30%. Это означает, что в технологических процессах текстильного производства, уменьшение расстояния между опорами по пути движения пряжи, даже при низких скоростях движения $v < 0,035$ м/с (2 м/мин) сопротивляемость (прочность) пряжи увеличивается до 20–30%, значит ее обрывность уменьшается.

На рис.2 приведены изменения прочности пряжи в зависимости от скорости ее движения при значении базовой длины деформирования $L_0 = 1$ м (сплошные кривые); $L_0 = 0,5$ м (штриховые кривые); $L_0 = 0,1$ м (пунктирные кривые). Результаты расчетов получены при $T = 29,0$ текс; $\gamma_N = 1,1$; $\gamma_m = 4$ при разных значениях $\mu_N = 1 \text{ c}^{-1}$ (кривые 1), $\mu_N = 10 \text{ c}^{-1}$ (кривые 2) и $\mu_N = 100 \text{ c}^{-1}$ (кривые 3). Скорость движения пряжи изменяется также как на рис.4.1 и 4.2 в пределах $0,003 \leq v \leq 0,035$ м/с (от 0,15 м/мин до 2 м/мин). На базовой длине $L_0 = 1$ м (сплошные кривые 1*–3*), прочность пряжи увеличивается от 1% (при $v =$

0,003 м/с) до 25% (при $v=0,0034$ м/с), при уменьшении значения μ_N от 100 с⁻¹ до 1 с⁻¹. При значениях $L_0=0,5$ м и $L_0=0,1$ м увеличение прочности пряжи доходит до 30% и 50% при $v=0,0034$ м/с.

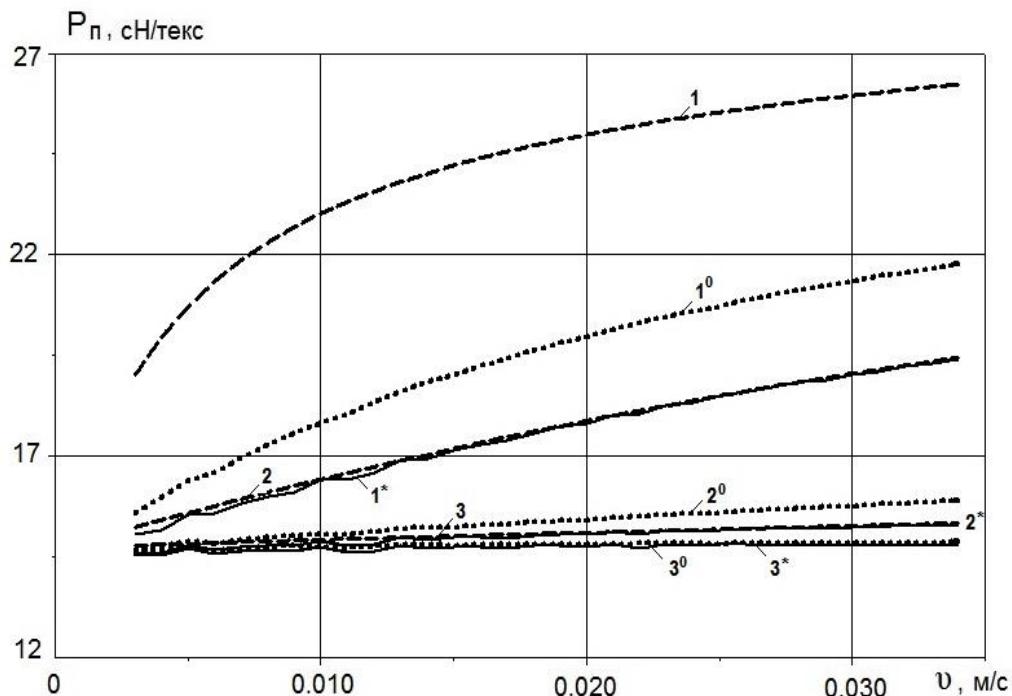


Рис. 3. Изменения прочности пряжи при разных значениях L_0 и μ_N

Результаты расчетов, приведенные на рис.3 показывают, что увеличение прочности (сопротивляемости на растягивающей нагрузке) возможно при уменьшении базовой длины деформирования, т.е. расстояния между опорами на пути движения пряжи до 30%. Также увеличение внутреннего трения (объемной вязкости) пряжи может привести к росту прочности пряжи до 50%.

В технологических процессах текстильного производства уменьшение L_0 означает уменьшение расстояния между опорами (роликами) по траектории (пути) движения пряжи [7]. Увеличение внутреннего трения (объемной вязкости) возможно в технологических процессах прядения пряжи, путём увеличения степени крутки учитывая пределы кручения, компактированием волокон или другими способами [8].

Выводы

1.Увеличение линейной плотности пряжи приводит к снижению прочности пряжи от 14,8 сН/текс до 12,6 сН/текс.

2.По результатам расчетов на ЭВМ увеличение коэффициента объемной плотности косвенно влияет на величину трения и увеличению сопротивлению прочности пряжи.

3.Изменение скорости деформирования подтверждает соответствия закону деформированию при низких скоростях хлопковой пряжи.

4.При разных деформированных в базовых вариантах значениях $L_0 = 0,5\text{м}$ и $L_0 = 1 \text{ м}$ и скоростью разрыва увеличение прочности пряжи доходит до 30% и 50% при $v = 0,0034 \text{ м/с}$.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1.Huh Y., Kim Y.R., Oxenham W. Analyzing Structural and Physical Properties of Ring, Rotor and Friction Spun Yarns//Textile Research Journal. 2002, Vol.72. №2. 156-163 p.

2.Seyam A-F. M., Lee J.H., Hodge G., Oxenham W., Grant E. Warp Break Detection in Jacquard Weaving Using Micro-Electro-Mechanical Systems: Effect of Yarn Type//Textile Research Journal. 2008, Vol.78. №8. 664-670 p.

3.Султанов К.С., Исмаилова С.И., Туланов Ш.Э. Нелинейная упруго-вязкопластическая модель деформирования хлопковой пряжи при растяжении//Известия ВУЗов. Технология текстильной промышленности. Иваново. 2016, №5(365). 109-115 с.

4.Султанов К.С., Исмаилова С.И., Туланов Ш.Э. Экспериментальные закономерности деформирования хлопковой пряжи при растяжении//Известия ВУЗов. Технология текстильной промышленности. Иваново. 2016, №4(364). 63-67 с.

5.Султанов К.С., Исмаилова С.И., Туланов Ш.Э. Особенности нелинейного деформирования хлопковой пряжи при растяжении и их моделировании// Научный вестник КГТУ. 2014, №1. 1-28 с.

6.Султанов К.С., Исмаилова С.И., Туланов Ш.Э. Механизм разрыва хлопковой пряжи при растяжении//Научный журнал Костромского государственного технологического университета «Технология и качество». 2019, №3(45). 17-21 с.

7.Султанов К.С., Исмаилова С.И., Туланов Ш.Э. Составляющие математической модели растяжения до разрыва текстильных нитей в технологических процессах//Научный журнал Костромского государственного технологического университета «Технология и качество». 2019, №4(46). 14-18 с.

8.Usmonova Sh., Kulmetov M., Ashurov Kh., Akbarov R, Ochilov T., Nishonov I. Change of Quality Indicators of Fabric Fabrics//Annals of R.S.C.B., ISSN:1583-6258, Vol. 25, Issue 6, 2021, Pages. 2869 – 2874, Accepted 08 May 2021.