

УДК 677.022.3/5

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ  
О ВОЗМОЖНОСТИ ОТБОРА НАИБОЛЕЕ ЗРЕЛЫХ ВОЛОКОН  
ИЗ НИЗКОСОРТНОГО ХЛОПКА-СЫРЦА**

**THEORETICAL BACKGROUND  
OF THE POSSIBILITY OF SELECTION MOST MATURE FIBERS  
FROM LOW-GRADE RAW COTTON**

*В.М. ДЖАНПАИЗОВА, Ж.У. МЫРХАЛЫКОВ, Р.С. ТАШМЕНОВ, Г.Ш. АШИРБЕКОВА,  
С.Ш. САБЫРХАНОВА, Н.К. ЖОЛАЕВА*  
*V.M. JANPAIZOVA, ZH.U. MYRKHALYKOV, R.S. TASHMENOV, G.SH. ASHIRBEKOVA,  
S.SH. SABIRKHANOVA, N.K. ZHOLAEVA*

(Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова, Республика Казахстан)  
(M. Auezov South Kazakhstan State University, Republic of Kazakhstan)  
E-mail: vasmir1 @ mail.ru

*В статье рассмотрена возможность получения пряжи более высокой категории качества путем отбора более длинных или более зрелых волокон из имеющегося сырья, то есть сортировать волокна по показателям свойств. Известно, что хлопковое волокно имеет определенную неравномерность, что отрицательно влияет на физико-механические свойства вырабатываемой пряжи. Рассортировка волокон по группам длин осуществляется в процессе гребнечесания, а рассортировку по степени зрелости волокон осуществлять под действием электрического поля. Проведенные расчеты показателей физико-механических свойств пряжи по международной стандартной методике показали, что хлопок-сырец можно сортировать по упругости волокон летучек.*

*In the article possibilities of reception of a yarn of higher category of quality by selection of longer or more mature fibers from available raw materials are considered. To sort the fibers according to the indices. It is known that cotton fiber has a certain unevenness in its properties, which adversely affects the physical and mechanical properties of the yarn produced. Sorting by groups of fiber lengths is carried out during the combing process, and sorting by the degree of maturity of the fibers may be carried out under the influence of an electric field. The calculations of the parameters of the physical and mechanical properties of yarn according to the international standard method are carried out. Calculations have shown that the sorting of raw cotton can be carried out by the elasticity of the fibers of volatils.*

**Ключевые слова:** хлопковое волокно, пряжа, разрывная нагрузка, показатель прочности пряжи, электрическое поле, рассортировка волокон, качество, свойства, зрелость волокна.

**Keywords:** cotton fiber, yarn, breaking load, yarn strength index, electric field, fiber sorting, quality, properties, maturity of fiber.

Пряжа высокого качества производится из волокон с более высокими физико-механическими показателями. В Казахстане выращиваются в основном средневолокнистые сорта хлопка. Ассортиментные возможности производства пряжи, можно сказать, ограничены данными типами, то есть физико-механические показатели вырабатываемой пряжи ограничены показателями свойств данных типов хлопка. Из года в год физико-механические свойства хлопкового волокна улучшаются, в частности, возросла доля первого сорта, что, безусловно, связано с увеличением доли зрелых волокон. Все проводимые исследовательские работы в области выпуска продукции текстильной промышленности осуществляются исходя из условий международного стандарта и требований потребителей. Для оценки физико-механических показателей хлопкового волокна широко применяют систему высокообъемного инструмента HVI.

Увеличивается объем производства готовой продукции для экспорта из выращенного хлопкового волокна. В текстильной промышленности Казахстана используются передовые технологии, предприятия оснащаются оборудованием, которое обеспечивает выработку ориентированной на экспорт продукции. Расширен ассортимент и постоянно увеличивается объем гребенной пряжи, вырабатываемой из средневолокнистого хлопка.

При прогнозировании прочности хлопчатобумажной пряжи, как было сказано выше, пользуются показателем  $R_{km}$ . Этот показатель введен в международный стандарт USTER STATISTICS по всем показателям качества и ассортименту пряжи [1]. При прогнозировании прочности хлопчатобумажной пряжи  $R_{km}$  пользуются формулой, предложенной Исследовательским центром (SITRA) Южной Индии [2]:

для кардной пряжи

$$R_{km} = 1,1 \left( \sqrt{\frac{LR_E}{M}} \right) + 4,0 - 13 \frac{Ne}{150}, \text{ г/текс,}$$

для гребенной пряжи

$$R_{km} = 1,1 \left( \sqrt{\frac{LR_E}{M}} \right) + 4,0 - 13 \frac{Ne}{150} \left( 1 + \frac{Y}{100} \right), \text{ г/текс,}$$

где  $L$  – полусредняя высшая длина волокна, мм;  $R_b$  – относительная разрывная нагрузка волокна, гс/текс;  $Ne$  – английский номер пряжи;  $Y$  – доля гребенного очеса, %;  $M$  – показатель микронейра волокна, мг/дюйм.

В данной работе, пользуясь минимальными и максимальными значениями показателей микронейр, длины и относительной разрывной нагрузки хлопкового волокна, рассчитан показатель  $R_{km}$  для кардной пряжи линейной плотности  $T = 20$  текс

( $N_e = 30$ ). Анализ полученных результатов [3], [4] показывает, что при увеличении полусредней высшей длины и относительной разрывной нагрузки волокна соответствующим образом увеличивается и показатель прочности пряжи  $R_{km}$ . В то же время с возрастанием показателя микронейра волокна показатель пряжи  $R_{km}$  уменьшается. Таким образом, было определено, что из имеющегося сырья – средневолокнистого хлопка IV типа можно получить кардную пряжу с прочностью, равной минимум 16,7 сН/текс, максимум 17,5 сН/текс. Следует отметить, что изменение длины волокна на 0,7 мм (с 28,0 до 29,0 мм) приводит к увеличению показателя  $R_{km}$  пряжи с 16,8 до 17,1 сН/текс. Возрастание относительной разрывной нагрузки волокна на 2 сН/текс увеличивает показатель  $R_{km}$  прочности пряжи на 0,5 сН/текс (с 16,7 до 17,2 сН/текс). Уменьшение микронейра волокна на 0,5, то есть с 4,7 до 4,2, увеличивает показатель  $R_{km}$  прочности пряжи на 0,9 сН/текс (с 16,6 до 17,5 сН/текс) и показывает доминирующее влияние среди других показателей волокна. Поэтому производители пряжи уделяют большое внимание показателю микронейра волокна [5], [6].

Был определен также показатель пряжи  $R_{kmc}$  учетом доли гребенного прочеса, которая изменялась с 15 до 19%. При увеличении количества гребенного прочеса на 26,7% показатель  $R_{km}$  гребенной пряжи увеличился лишь на 3,5% (с 19,5 до 20,2 сН/текс).

В результате сравнения было установлено, что при увеличении гребенного очеса  $R_{km}$  пряжи увеличился на 35%, а под влиянием относительной прочности волокон показатель  $R_{km}$  пряжи увеличился на 50%. Это показывает, что влияние рассортировки волокон по степени их зрелости (прочности) почти в 1,5 раза больше по сравнению с рассортировкой их по длине. При сравнении абсолютных значений прочности пряжи  $R_{km}$  можно заметить, что гребенная пряжа имеет одинаковую прочность во всех долях очеса. Это свидетельствует о том, что структура пряжи улучшается в основном под влиянием гребнечесания (параллелизация и рас-

прямленность волокон), чем от доли очеса. Видимо, поэтому при производстве пряжи почти не увеличивается роль гребенного очеса для улучшения качества пряжи, так как увеличение себестоимости продукции может привести к возникновению других проблем. Следовательно, для улучшения качества пряжи целесообразно рассортировывать волокна по другим показателям, в частности, например, по зрелости, чем по их длине. Однако рассортировывать каждое волокно по степени его зрелости довольно трудоемкий процесс и может занять много времени. Ранее отмечено, что степень зрелости волокон имеет тесную связь с массой летучек. Это упрощает задачу по изысканию путей рассортировки волокон по степени их зрелости и ее легче осуществить с помощью вращающегося диэлектрического барабана, одновременно являющегося наиболее простым по конструктивному исполнению и безопасным электроустройством.

Летучка хлопка-сырца по физическому строению представляет собой семя, покрытое большим количеством (15...20 тыс.) волокон. Семя имеет форму трехосного вытянутого эллипсоида вращения с большой  $a$ , средней  $v$  и малой  $c$  осями, заостренного с одного конца. Соответственно этому летучки обладают также формой трехосного эллипсоида вращения с большой  $A$ , средней  $B$  и малой  $C$  осями. На практике форма летучек приближается к сжатому эллипсоиду вращения.

При попадании летучек хлопка-сырца на поверхность вращающегося заряженного диэлектрического барабана на них действуют следующие силы: электрического поля  $F_k$ , сила зеркального отражения  $F_3$ , сила выпрямления волокон летучек  $F_b$ , центробежная сила  $F_{ц}$ , сила тяжести  $G$ , сила реакции барабана  $N$ , сила трения  $F_T = f N$  (где  $f$  – коэффициент трения хлопка о поверхность барабана при движении) и сила инерции  $F_{и}$ .

Суммарная электрическая сила, действующая на летучки:

$$F_T = F_k + F_3 - F_b = \epsilon_0 E^2 AB \Phi_3 L. \quad (1)$$

Чтобы выявить признак сортирования летучек хлопка-сырца в электрическом поле, силу реакции  $N$  заменим силой упругости волокон  $F_y$ , то есть  $N = F_y = \lambda \Delta C$ , и после некоторых преобразований получим:

$$\lambda = \frac{mg \cos \alpha + \varepsilon_0 E^2 \Delta C \Phi_3 L - (mv / R)}{\Delta C}, \quad (2)$$

где  $\lambda$  – деформация волокон летучек, м;  $\Delta C$  – упругость волокон летучек, Н/м;  $E$  – напряженность электрического поля, В/м;  $\Phi_3$  – коэффициент, учитывающий форму летучки;  $m$  – масса летучки, кг;  $\alpha$  – угол поворота летучек, град.

Из выражения (2) следует, что при постоянстве режимных и конструктивных параметров диэлектрического барабана и электрической силы деформация волокон летучек зависит от их упругости, то есть упругость волокон может служить признаком сортирования летучек в электрическом поле.

Из выражения (1) следует, что с уменьшением упругости волокон летучек возрастает их деформация. Увеличение же деформации волокон летучек связано с увеличением площади их соприкосновения с поверхностью барабана, что обуславливает увеличение заряда летучек и, следовательно, силы их прижатия. С увеличением упругости волокон летучек происходит обратное явление, то есть уменьшается сила прижатия. Поэтому на летучки одинаковой массы, но отличающиеся по упругости волокон действуют электрические силы прижатия различной величины. При прочих равных условиях к заряженному барабану лучше притягиваются летучки с меньшей упругостью волокон [6], [7].

Кроме того, в результате деформации волокон изменяется не только площадь соприкосновения летучек с поверхностью заряженного барабана, но и согласно закону Кулона уменьшается расстояние между взаимодействующими частицами, то есть между летучкой и ее зеркальным отображением. Поэтому на летучки с одинаковой массой, но с различной упругостью волокон действует и электрическая сила зеркального отображения  $F_3$  различной вели-

чины. В связи с этим перед электрической силой в выражении (1) предложено ввести коэффициент  $k$ , учитывающий изменение величины электрической силы в зависимости от упругости волокон летучек.

Из вышеизложенного следует, что из-за различия величины электрической силы прижатия для летучки одной и той же массы, но отличающимися по упругости волокон, при постоянстве других сил, отрыв последних от поверхности барабана происходит при различных углах поворота, то есть упругость волокон летучек может служить признаком сортирования хлопка-сырца.

## ВЫВОДЫ

На летучки одинаковой массы, но при разной упругости волокон действуют различные электрические силы прижатия, то есть при прочих равных условиях к поверхности вращающегося заряженного диэлектрического барабана сильнее притягиваются летучки с меньшей упругостью волокон.

Проведено экспериментальное исследование по рассортировке летучек хлопка в электрическом поле и доказана возможность отбора более зрелых, то есть более качественных волокон.

## ЛИТЕРАТУРА

1. USTERSTATISTICS. - 2007.
2. Бархоткин Ю.К. Формула прочности хлопчатобумажной пряжи // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2003, №6. С.27...30.
3. SITRA Norms for spinning mills. CUAMBATORE-641014, 2010.
4. Джаннаизова В.М., Мырхалыков Ж.У., Таишенов Р.С. Возможности улучшения качества пряжи путем рассортировки волокон хлопка // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016, № 3. С.107.
5. Мырхалыков Ж.У., Таишенов Р.С., Гафуров Ж.К., Джаннаизова В.М., Аширбекова Г.Ш., Турганбаева А.А. Анализ состояния прогнозирования и оценки конкурентоспособности хлопчатобумажной пряжи // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016, № 3. С.111...116.
6. Myrkhalykov Zh., Satayev M., Stepanov S., Stepanov O. Mathematical model for stress calculation of

pressure fire-hoses under internal hydraulic pressure // Journal of Industrial Technology and Engineering. – 1(10), 2014. P.5...15.

7. Калдыбаев Р.Т., Калдыбаева Г.Ю. Мирзамуратова Р.Ш., Темиршиков К.М., Сатаев М.И. Исследование равномерности питания зоны дженирования хлопком-сырцом // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, №1. С.57...60.

#### REFERENCES

1. USTERSTATISTICS. - 2007.

2. Barhotkin Ju.K. Formula prochnosti hlochatobumazhnoj prjazhi // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2003, №6. S.27...30.

3. SITRA Norms for spinning mills. CUAMBA-TORE-641014, 2010.

4. Dzhanaizova V.M., Myrhalykov Zh.U., Tashmenov R.S. Vozmozhnosti uluchshenija kachestva prjazhi putem rassortirovki volokon hlopka // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2016, № 3. S.107.

5. Myrhalykov Zh.U., Tashmenov R.S., Gafurov Zh.K., Dzhanaizova V.M., Ashirbekova G.Sh., Turganbaeva A.A. Analiz sostojanija prognozirovaniya i ocenki konkurentosposobnosti hlochatobumazhnoj prjazhi // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2016, № 3. S.111...116.

6. Myrkhalykov Zh., Satayev M., Stepanov S., Stepanov O. Mathematical model for stress calculation of pressure fire-hoses under internal hydraulic pressure // Journal of Industrial Technology and Engineering. – 1 (10), 2014. P.5...15.

7. Kaldybaev R.T., Kaldybaeva G.Ju. Mirzamuratova R.Sh., Temirshikov K.M., Sataev M.I. Issledovanie ravnomernosti pitaniya zony dzhinirovaniya hlopkom-syrcom // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2015, №1. S.57...60.

Рекомендована кафедрой технологии и проектирования текстильных материалов. Поступила 31.08.17.

---