

УДК 677.03

**КОМПЛЕКСНЫЕ ОЦЕНКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ  
И МИКРОНЕЙР ХЛОПКОВЫХ ВОЛОКОН**

**INTEGRATED ASSESSMENTS OF TECHNOLOGICAL EFFICIENCY  
AND MICRONAIRE COTTON**

*В.О. СИМОНЯН, Н.А. КОРОЛЕВА, А.Ф. ПЛЕХАНОВ*  
*V.O. SIMONYAN, N.A. KOROLEVA, A.F. PLEKHANOV*

(Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство))  
(Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art))  
E-mail: simonyanvo@yandex.ru, nalekor@mail.ru, vonahelp@mail.ru

*Рассмотрены вопросы комплексной оценки качества хлопковых волокон. Показано, что расчетные комплексные показатели: индекс SCI, показатель геометрических свойств волокон  $\Delta$  отражают прядильную способность хлопковых волокон. Установлено, что показатель микронейр является комплексной оценкой хлопковых волокон, которая зависит не только от линейной плотности волокон и их зрелости, но и от их штапельной длины и доли коротких волокон. Предложено использовать показатель микронейр как комплексный индикатор технологической эффективности хлопковых волокон.*

*Address the issues of the integrated assessment of the quality of cotton fibers. It is shown that the calculated integrated indicators: index of SCI, index the geometric properties of  $\Delta$  fibers reflect the ability of spinning of cotton. Found that the rate of micronaire is a comprehensive assessment of cotton, which depends not only on the linear density of fibers and their maturity, but also their shtapel'nuju length and proportion of short fibers. Proposed use as a comprehensive indicator of micronaire technological efficiency of cotton.*

**Ключевые слова:** технологическая эффективность волокон, комплексная оценка качества хлопковых волокон, микронейр, комплексный показатель геометрических свойств волокон  $\Delta$ , индекс SCI, штапельная длина, доля коротких волокон, зрелость волокон хлопка.

**Keywords:** technological efficiency of fibers, complex evaluation of the quality of cotton fibers, micronaire, complex index of geometric properties of fibers  $\Delta$ , SCI index, staple length, fraction of short fibers, maturity of cotton fibers.

Оценкой технологической эффективности или прядильной способности волокон принято считать минимальную линейную плотность пряжи, которую технически возможно выработать из этих волокон. Именно это и лежит в основе брадфордской системы оценки качества однородных шерстяных волокон, суть которой: количество мотков пряжи длиной 560 ярдов, которые можно выработать из одного английского фунта гребенной ленты. Качество однородной шерсти является комплексным показателем технологической эффективности шерстяных волокон, и технологи по достоинству ценят удобство комплексной оценки, несмотря на то, что, конечно, существуют дополнительные показатели, более полно отражающие технологические свойства шерстяных волокон.

Аналогичный показатель в хлопчатобумажной промышленности практически не используется. Технологическую эффективность хлопковых волокон в соответствии с принятой в мире классификацией отражают тип (линейная плотность, длина и относительная разрывная нагрузка волокон), сорт (цвет) и класс (засоренность) волокон. Стремление к разработке единого комплексного показателя, отражающего технологическую эффективность хлопковых волокон, актуальна и с научной точки зрения вполне оправдана. Учитывая это, в Устер® Статистик приводится комплексный критерий – индекс SCI (Spinning Consistency Index), характеризующий прядильную способность хлопковых волокон. Индекс SCI рассчитывается по уравнению регрессии по показателям волокон при их испытании на измерительном комплексе HVI, так что по результатам испытаний хлопковых волокон можно оценить прядильную способность хлопковых волокон.

Индекс SCI по Устер® Статистик [1] имеет тренд роста в зависимости от клас-

серской штапельной длины (для уровня 50% USP™07 (здесь и далее используются обозначения фирмы Устер, отражающие уровень качества по Устер® Статистик в процентах относительно мировых производственных достижений. Использованное обозначение расшифровывается: уровень 50 процентов по Устер® Статистик 2007 года (среднемировой уровень)) индекс SCI растет от 100 до 225 при возрастании классерской штапельной длины от 31,5 до 46 мм). Конечно, было бы интереснее иметь информацию о статистике индекса SCI в зависимости от линейной плотности вырабатываемой пряжи. К сожалению, такая информация в Устер® Статистик отсутствует.

Исследования [2] показали, что индекс SCI типовых сортировок хлопка тем выше, чем меньше линейная плотность пряжи, для которой предназначена сортировка. Это подтверждает тот факт, что индекс SCI действительно характеризует технологическую эффективность хлопковых волокон.

Для комплексной оценки качества хлопковых волокон проф. К.И. Корицкий предложил использовать безразмерный комплексный показатель геометрических свойств волокон [3]:

$$\Delta = \frac{0,1L_{шт} (1 - 0,01n_k)z}{\sqrt{T_b}}, \quad (1)$$

где  $L_{шт}$  – штапельная массодлина волокон, мм;  $n_k$  – доля коротких волокон, %;  $z$  – коэффициент зрелости волокон;  $T_b$  – линейная плотность волокон, текс.

Нами проведена оценка комплексного показателя геометрических свойств волокон по формуле (1) для типовых сортировок хлопка [4], предназначенных для выработки кардной кольцевой пряжи ткацкого (табл. 1) и трикотажного назначения (табл. 2).

Т а б л и ц а 1

Линейная плотность пряжи, текс	14	25	29	34	50
Типовая сортировка	4-I	5-I (60%); 5-II (40%)	6-I (60%); 6-II (40%)	6-II (60%); 6-I (40%)	6-II

Т а б л и ц а 2

Линейная плотность пряжи, текс	15,4	25	29	38	56
Типовая сортировка	3-I (60%); 2-I (40%)	5-I	5-I (60%); 6-I (40%)	6-I (60%); 5-II (40%)	6-I (60%); 6-II (40%)

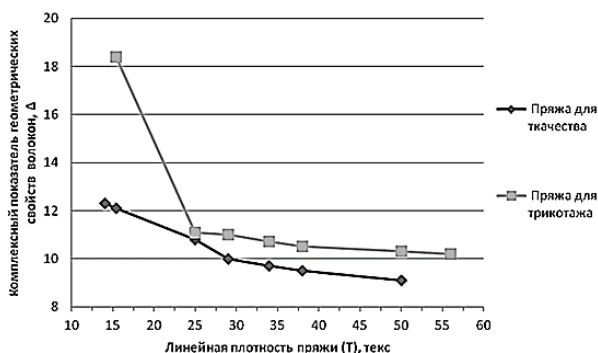


Рис. 1

На рис.1 показаны графики изменения комплексного показателя геометрических свойств волокон типовых сортровок хлопка для кардной кольцевой пряжи в зависимости от линейной плотности и назначения пряжи. Приведенные графики подтверждают утверждение, что комплексный показатель геометрических свойств хлопковых волокон является обобщенной достаточно точной оценкой технологической эффективности смеси хлопковых волокон.

Между предложенным комплексным показателем геометрических свойств волокон и показаниями прибора ЛПС-4 (аналог

прибора Микронейр) имеются функциональные зависимости, которые описываются уравнением кубической параболы [5]:

$$\Delta = a - bV + cV^2 - dV^3, \quad (2)$$

где  $V$  – показания прибора ЛПС-4, кПа;  $a, c, d$  – коэффициенты, зависящие от типа хлопковых волокон.

Линейная аппроксимация этого уравнения в интервале  $2\text{кПа} < V < 4\text{кПа}$  с использованием метода наименьших квадратов позволяет получить уравнение:

$$\Delta = b_0 + b_1V. \quad (3)$$

В табл. 3 приведены значения коэффициентов  $b_0$  и  $b_1$  в зависимости от типа хлопковых волокон. На рис. 2 представлен график зависимости комплексного показателя геометрических свойств хлопковых волокон  $\Delta$  от величины разряжения  $V$  на приборе ЛПС по типам волокон после линейной аппроксимации.

Таблица 3

Коэффициенты	Тип хлопковых волокон						
	1	2	3	4	5	6	7
$b_0$	24,238	22,249	21,133	17,671	15,819	15,241	14,442
$b_1$	- 2,276	- 1,894	- 1,891	- 1,742	- 1,418	- 1,325	- 1,243

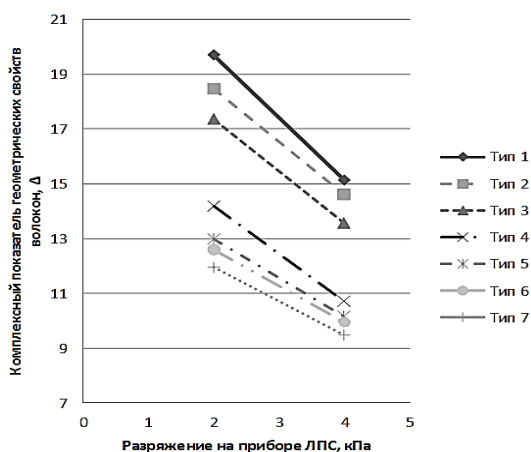


Рис. 2

Как видно из табл. 3, комплексный показатель геометрических свойств волокон яв-

ляется более чувствительным, чем показания прибора ЛПС-4 (модуль коэффициента  $b_1 > 1,0$ ), причем чем выше качественные характеристики – меньше тип хлопковых волокон, тем выше чувствительность показателя. На рис. 3 приведен график зависимости показаний прибора ЛПС от типовых сортровок хлопка для кардной кольцевой пряжи. (На оси абсцисс указана линейная плотность пряжи, соответствующая следующим типовым сортировкам волокон: пряжа для ткачества 14 текс (сортровка 4-I); 25 текс (сортровка 5-I,5-II), 29 текс (сортровка 6-I, 6-II), 34 текс (сортровка 6-II, 6-I), 50 текс (сортровка 6-II); пряжа для трикотажа 15,4 текс (сортровка 3-I, 2-I),

25 текс (сортировка 5-I), 29 текс (сортировка 5-I, 6-I), 38 текс (сортировка 6-I, 5-II), 56 текс (сортировка 6-I, 6-II).

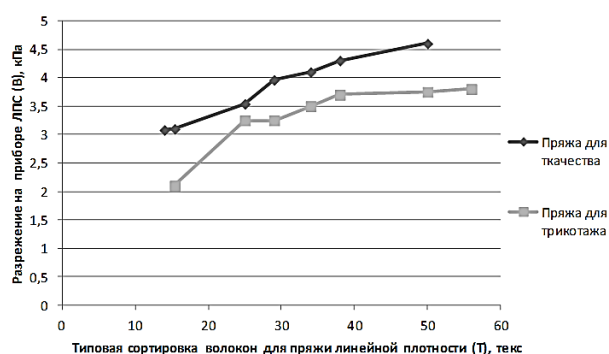


Рис. 3

Показатель микронейр (Mic) используется для экспрессной оценки качества хлопковых волокон (линейной плотности волокон и зрелости волокон [6]), который, в сущности, отражает сопротивление потоку воз-

духа пробы хлопковых волокон определенной массы, помещенной в цилиндр установленного диаметра и объема. Прежде всего следует отметить, что измерение показателя микронейр на современных приборах осуществляется с достаточно высокой точностью и воспроизводимостью. Межлабораторный разброс значений микронейр при использовании приборов HVI не превышает 2,5% [4], [7]. Многочисленные исследования показали – микронейр волокон является комплексной характеристикой прядильной способности (прядильной ценности) хлопковых волокон. Причем, по мнению исследователей, этот показатель отражает линейную плотность и зрелость волокон.

Вот как интерпретируется оценка показателя микронейр (табл. 4). Тонина хлопковых волокон находится в диапазоне от 2,0 до 6,0 микронейр, причем:

Т а б л и ц а 4

Микронейр	Характеристика тонины волокон	Примечания
Ниже 2,9	очень тонкое	Возможно небольшое по периметру, но зрелое волокно (хорошее волокно)
2,9...3,7	тонкое	Различной степени зрелости и (или) величины периметра волокна
3,8...4,6	среднее	Средней зрелости и (или) величины периметра волокна
4,7...5,5	грубое	Обычно полностью развитое (полной зрелости), но значительной величины периметра волокна
5,6 и выше	очень грубое	Полностью зрелое волокно большого периметра

Определение показателя микронейр зафиксировано в Межгосударственном стандарте Узбекистана: "Показатель микронейр – Micronaire (Mic) – характеристика тонины и зрелости хлопкового волокна, определяемая по воздухопроницаемости пробы волокна".

Исследования, проведенные нами на кафедре текстильных технологий Российского государственного университета им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство), показали, что микронейр – комплексный показатель, в определенной степени отражающий технологическую эффективность хлопковых волокон. Необходимы исследования, позволяющие раскрыть более полно сущность микронейр как комплексного показателя хлопковых волокон.

Из установленной зависимости между комплексным показателем геометрических свойств волокон и показаниями прибора ЛПС следует, что и показатель микронейр должен зависеть не только от линейной плотности волокон и их зрелости, но и от их штапельной длины и доли коротких волокон. Такой же вывод следует и из анализа Устер® Статистик. Микронейр волокон по Устер® Статистик снижается с ростом классерской штапельной длины. Для уровня 50% USP™ 07 микронейр снижается для кардного хлопка от 4,2 до 4,0, с ростом классерской штапельной длины от 31 до 38 мм, для гребенного хлопка от 3,85 до 3,45, с ростом классерской штапельной длины от 38,5 до 46 мм.

Следует отметить еще одну особенность хлопковых волокон. Индекс коротких волокон SFI (%) по Устер® Статистик растет при снижении классерской штапельной длины от 2 % и менее (уровень < 5% USP™ 07) для гребенного хлопка, до 19 % и более (уровень > 95% USP™ 07) для кардного хлопка.

Испытания на приборе микронейр с использованием калибровочного хлопкового волокна Upland (США) с микронейром 2,81 (длины по фиброграмме: длина 2,5% перекрытия 1,0 дюйм, длина 50% перекрытия 0,47 дюйм, коэффициент равномерности по длине UR 47%) подтвердили, что с увеличением доли коротких волокон микронейр хлопковых волокон растет. Пробы для испытаний готовили добавлением в калибровочный хлопок соответствующего количества коротких волокон (длиной менее 10 мм) из волокон калибровочного хлопка.

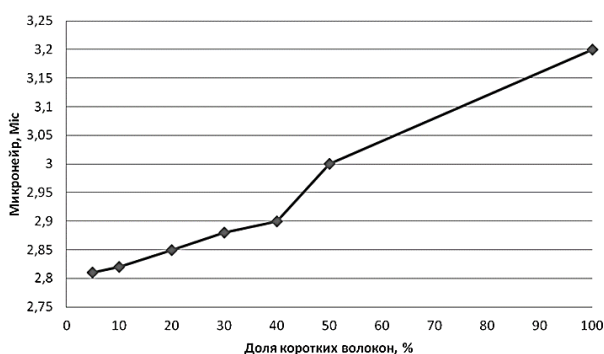


Рис. 4

На рис. 4 приведен график зависимости микронейр волокон от доли коротких волокон в калибровочном хлопковом волокне. Приведенный анализ свидетельствует, что микронейр волокон зависит не только от линейной плотности и зрелости волокон, но и от их штапельной длины и доли коротких волокон. Микронейр является комплексным индикатором технологической эффективности хлопковых волокон.

## ВЫВОДЫ

1. Комплексные показатели хлопковых волокон (индекс SCI, безразмерный комплексный показатель геометрических

свойств волокон  $\Delta$ ) являются расчетными и в целом отражают технологическую эффективность волокон. Однако они не получили широкого использования в хлопчатобумажной промышленности.

2. Преимуществом комплексного показателя микронейр является то, что он может быть измерен экспрессно, непосредственно на приборе. Микронейр волокон зависит не только от линейной плотности волокон и их зрелости, но также от штапельной длины и доли коротких волокон. Микронейр хлопковых волокон является индикатором технологической эффективности хлопковых волокон.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Uster® Statistics. <https://www.uster.com/en/service/uster-statistics/>.
2. Симонян В.О., Андропова Е.В. Критерий SCI типовых сортровок хлопка // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, № 7. С.21...25.
3. Qualitätsmanagement in der spinnerei. – Uster News Bulletin. №39, august, 1993.
4. Симонян В.О., Галкин В.Ф., Дмитриев О.Ю., Тарасов В.Л. Проектирование технологии производства хлопчатобумажной пряжи. – М.: ИНФРА-М, 2017. + Доп. материалы [Электронный ресурс; режим доступа <http://www.znanium.com>].
5. Корицкий К.И. Техничко-экономическая оценка и проектирование текстильных материалов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983.
6. American Cotton. Company Profiles. Cotton Group USA, L.L.C. Adolf Hanslik Cotton Company. Texas Cotton Marketing Corporation. – Labok, USA, 1996.
7. Разумеев К.Э., Пашин Е.Л., Плеханов А.Ф. Классификация и методы испытаний отечественного натурального текстильного сырья. – Одинцово: АННО ВПО "Одинцовский гуманитарный институт", 2013.

## REFERENCES

1. Uster® Statistics. <https://www.uster.com/en/service/uster-statistics/>.
2. Simonyan V.O., Andronova E.V. Kriterij SCI tipovyh sortirovok hlopka // Izv. vuzov. Tehnologiya tekstilnoj promyshlennosti. – 2010, № 7. S.21...25.
3. Qualitätsmanagement in der spinnerei. – Uster News Bulletin. №39, august, 1993.
4. Simonyan V.O., Galkin V.F., Dmitriev O.Yu., Tarasov V.L. Proektirovanie tehnologii proizvodstva hlopchatobumazhnoj pryazhi. – М.: INFRA-M, 2017. + Dop. materialy [Elektronnyj resurs; rezhim dostupa <http://www.znanium.com>].

5. Korickij K.I. Tehniko-ekonomicheskaya ocenka i proektirovanie tekstilnyh materialov. – M.: Legkaya i pishevaya promyshlennost, 1983.

6. American Cotton. Company Profiles. Cotton Group USA, L.L.C. Adolf Hanslik Cotton Company. Texas Cotton Marketing Corporation. – Labok, USA, 1996.

7. Razumeev K.E., Pashin E.L., Plehanov A.F. Klassifikaciya i metody ispytaniy otechestvennogo naturalnogo tekstilnogo syrya. – Odincovo: ANNO VPO "Odincovskij gumanitarnyj institut", 2013.

Рекомендована кафедрой текстильных технологий. Поступила 01.09.17.

---