

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРЯДИЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ ЛЬНОВОЛОКНА, КОТОНИЗИРОВАННОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ РАЗРЯДАМИ

*Институт импульсных процессов и технологий НАН Украины,  
просп. Октябрьский, 43 А, г. Николаев, 54018, Украина*

Определялись критерии оценки оптимальной подготовки льна низких номеров к процессу физико-механического котонирования, при котором основным средством воздействия являлся подводный электрический разряд. За критерий подготовки принята степень засоренности обрабатываемого коротковолокнистого льна (№ 2 – 4). Оценке подлежали параметры, определяющие прядельную способность волокна (средне штапельная длина  $L_{шт}$ , диаметр волокна (тонина)  $D$ , разрывная нагрузка  $P$ , засоренность котонина после процесса чесания  $C_c$ ).

Использовались подводные электрические разряды с энергией в импульсе  $W_0 = 25$  и  $50$  Дж при основной частоте следования импульсов  $f = 2$  Гц.

Принимались меры для обеспечения максимальной развитости электроразрядной кавитационной области. Электрические взрывы осуществлялись в классе "взрывов на мелкой воде", а расстояние горизонтальной оси электродной системы от свободной поверхности жидкости и дна технологического реактора, как и глубина размещения объекта обработки – льноволокна, являлись параметрами технологического процесса его котонирования.

Длина волокна является одним из важнейших показателей качества сырья, так как оказывает значительное влияние на физико-механические свойства пряжи – разрывную нагрузку, равномерность, удлинение, гладкость и др. Это наибольшее расстояние между концами волокна в распрямленном состоянии.

Длина волокна определяет выбор системы прядения (кардная, гребенная, аппаратная). Из более длинного волокна можно получить более тонкую и прочную пряжу (для кардной системы прядения прядомыми являются волокна длиной от 15 до 45 мм).

Средняя арифметическая длина  $\Lambda$  подсчитывается по формуле

$$\Lambda = \frac{\sum \Lambda_i \cdot N_i}{\sum N_i}, \quad (1)$$

где  $\Lambda_i$  – длина волокна определенной группы, мм;  $N_i$  – количество волокон в группе длиной  $\Lambda$ , ед.

Длина волокон, составляющих группу с наибольшим количеством волокон, называется модальной длиной  $\Lambda_M$  [1].

Штапельная длина – это средняя длина волокон, длина которых больше модальной. Ее определяют по формуле

$$\Lambda_{шт} = \frac{\Lambda_n N_n X + \Lambda_{n+k} N_{n+k} + \Lambda_{n+2k} N_{n+2k} + k}{N_n X + N_{n+k} + N_{n+2k} + k}, \quad (2)$$

где  $\Lambda_n$  – средняя длина волокна в группе с наибольшим количеством, мм;  $k$  – ширина интервала при сортировке волокон, мм;  $X$  – доля волокон в группе, имеющей длину больше модальной

$$X = \frac{\Lambda_n + 0,5k - \Lambda_M}{k}. \quad (3)$$

Результаты расчетов длины котонированного волокна приведены в табл. 1. Сводные характеристики результатов испытаний вычислялись методом произведений [2].

Таблица 1. Таблица измерений длины котонизированного волокна

|   |       |
|---|-------|
| Средняя длина волокна $\Lambda_{cp}$ , мм                 | 28,5  |
| Модальная длина $\Lambda_m$ , мм                          | 22,0  |
| Штапельная длина $L_{шт}$ , мм                            | 37,0  |
| Среднее квадратичное отклонение волокон по длине $S$ , мм | 15,65 |
| Коэффициент вариации $C_1$ , %                            | 54,8  |

Диаграмма распределения волокон по длине изображена на рис. 1.

По результатам расчетов и диаграмме распределения волокон по длине можно сделать вывод, что волокно, котонированное с помощью электрического разряда в воде, близко по штапельной длине к хлопковому волокну. Для хлопка штапельная длина установлена в пределах 29 – 39 мм [1]. Анализ диаграммы показывает, что количество прядомых волокон (15 – 45 мм) составляет около 70%. Такое волокно в дальнейшем может быть использовано на хлопкоперерабатывающих предприятиях в кардной системе прядения для выработки пряжи средней линейной плотности (линейная плотность текстильного материала – отношение его массы к длине [1]).

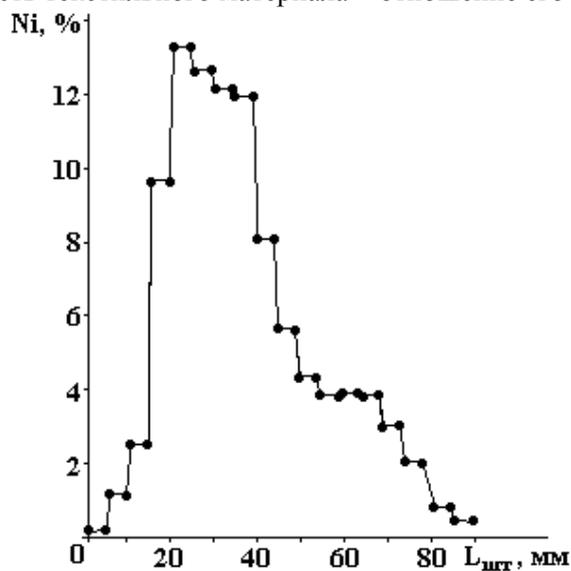


Рис. 1. Диаграмма распределения волокон по длине

Основной целью котонирования является разделение технических волокон на более мелкие волокнистые комплексы. Поэтому очень важна оценка полученного котонина по диаметру волокон (тонина). Тонина волокон наряду с их длиной существенно влияет на свойства пряжи. Чем тоньше волокна, тем больше площадь соприкосновения значительного числа волокон и возникающие при растяжении пряжи силы трения между волокнами, а также разрывная нагрузка пряжи (прочность). Из более тонких волокон можно получать тонкую пряжу достаточной прочности, потому что для получения пряжи нормального качества требуется определенное минимально допустимое число волокон в ее поперечном сечении.

Поперечное сечение волокон тонковолокнистого хлопка находится в пределах 10 – 15 мкм, средневолокнистого хлопка – 15 – 19 мкм [3].

Стандартной методики для определения диаметра котонина не существует, поэтому при данном исследовании руководствовались методикой определения толщины волокон шерсти [4] с помощью микропроекторного аппарата ланометра.

Выборочный средний диаметр  $\check{D}$  (мкм) определяется как

$$\check{D} = d_0 + k_{up} \cdot m_1, \quad (4)$$

где  $d_0$  – среднее значение границ класса при  $\alpha = 0$ ,  $d = 14,5$  мкм;  $k_{up}$  – интервал рассортировки, мкм,  $k = 2$ ;  $m_{1,2}$  – условный момент.

Было использовано общее число измерений  $n = 600$ .

Результаты расчетов приведены в табл. 2, диаграмма распределения волокон по диаметру изображена на рис. 2.

Таблица 2. Результаты расчетов диаметров волокон

|                                     |      |
|-------------------------------------|------|
| Диаметр волокна $D$ , мкм           | 15   |
| Среднее квадратичное отклонение $S$ | 5    |
| Коэффициент вариации $C$ , %        | 33,5 |

Итак, средний диаметр котонированного электрическими разрядами льняного волокна равен 15 мкм, что соответствует поперечному сечению тонко- и средневолокнистого хлопка.

Чем больше прочность волокон, тем прочнее пряжа и в ней используется 40 – 60% прочности волокна.

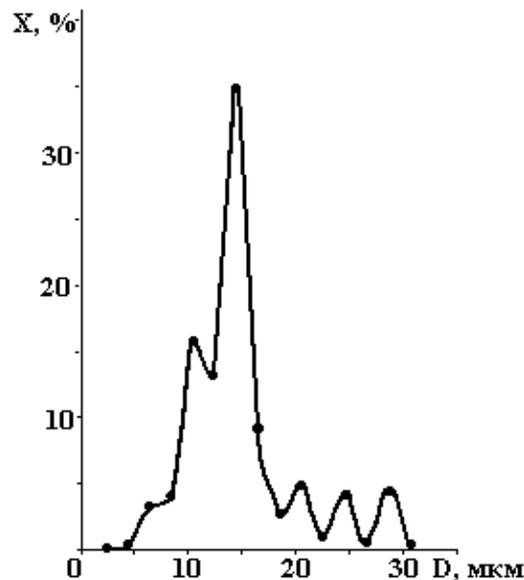


Рис. 2. Диаграмма распределения волокон по диаметру

Разрывная нагрузка котонина определялась как для хлопкового волокна, то есть разрывом пучков волокон на разрывной машине ДШ-3 [1].

Разрывная нагрузка штапелька в пересчете на одно волокно:

$$P_i = \frac{Q_i}{M_i + m}, \quad (5)$$

где  $Q_i$  – разрывная нагрузка штапелька, сН;  $m$  – количество волокон в 1 мг, ед./мг;  $M_i$  – вес штапелька, мг.

$$m = \frac{n_{ш}}{M_f + M}, \quad (6)$$

где  $n_{ш}$  – общее количество волокон в штапельке;  $M_f$  – масса середины длиной 10 мм, мг;  $M$  – масса оставшихся концов штапеля, мг.

Средняя промежуточная разрывная нагрузка одного волокна в сН:

$$P_c = \frac{P_1 + P_2 + \dots + P_{10}}{10}, \quad (7)$$

где  $P_1, P_2, \dots, P_{10}$  – разрывная нагрузка штапельков, сН.

Среднюю действительную разрывную нагрузку вычисляли по формуле

$$P = \frac{P_c}{0,97}, \quad (8)$$

где 0,97 – постоянный коэффициент, характеризующий долю одновременно разрываемых волокон штапелька, полученный экспериментально (для хлопка – 0,675).

Относительную разрывную нагрузку котонированного волокна льна определяли по формуле

$$P_0 = \frac{P}{T_e}, \quad (9)$$

где  $T_e$  – линейная плотность волокна, г/км.

Диаметр волокна  $D$ , который был определен, как показано выше, связан с линейной плотностью  $T_e$  и плотностью волокон  $\gamma$  (для льна  $\gamma = 1,5$ ), поэтому, зная диаметр волокна, можно определить его линейную плотность по формуле [3]

$$d = 35,7 \sqrt{\frac{T_e}{\gamma}}; \quad T_e = \frac{D^2 \cdot \gamma}{(35,7)^2}; \quad T_e = 0,26 \text{ Текс}. \quad (10)$$

Результаты расчетов приведены в табл. 3. Диаграмма распределения волокон по разрывной нагрузке изображена на рис. 3.

Таблица 3. Результаты расчетов характеристик прочности котонизированных разрядом льняных волокон

|   |       |
|---|-------|
| Разрывная нагрузка волокна, сН            | 8,8   |
| Среднее квадратичное отклонение, $S$      | 0,66  |
| Коэффициент вариации $C_v$ , %            | 10,34 |
| Относительная разрывная нагрузка, сН/Текс | 34,23 |

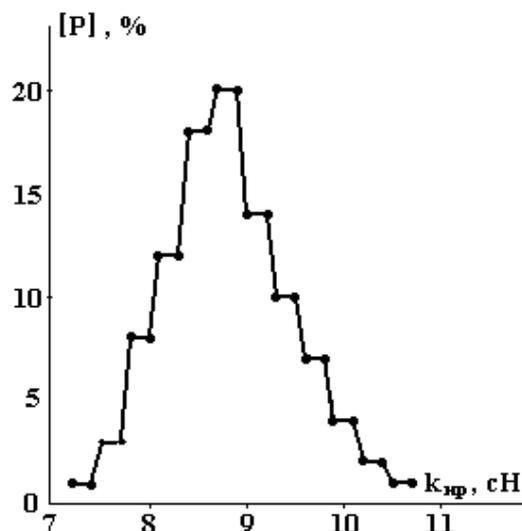


Рис. 3. Диаграмма распределения волокон по разрывной нагрузке

Результаты измерений основных параметров волокон льна после электроразрядного котонирования, сведенные в табл. 4, дают возможность произвести сравнение с аналогичными параметрами хлопковых волокон. Из этих данных видно, что прочность котонированного электрическим разрядом льноволокна превышает в два раза прочность хлопкового волокна.

Следовательно, результаты исследований указывают на возможность в дальнейшем изготавливать из котонина, полученного электроразрядной обработкой, прочную пряжу.

Таблица 4. Сравнительные характеристики котонина и хлопкового волокна

| Наименование основных параметров волокна | Котонин | Хлопок    |
|--|---------|-----------|
| Штапельная длина $L_{шт}$ , мм           | 35      | 29 – 39   |
| Диаметр $D$ , мкм                        | 15      | 10 – 19   |
| Разрывная нагрузка $P$ , сН              | 8,8     | 2,4 – 4,8 |

Таким образом, доказано, что основные параметры и характеристики получаемого подводными электрическими разрядами (в оптимальном режиме) льняного волокна не хуже хлопкового, а по прочности намного превосходят его.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Широков В.П., Владимиров Б.М., Полякова Д.А. Справочник по хлопкопрядению. М., 1985.
2. Кобляков А.И., Кукин Г.Н., Соловьев А.Н. Лабораторный практикум по текстильному материаловедению / Учебное пособие для вузов. М., 1986.
3. Борзунов И.Г. Бадалов К.И., Гончаров В.Г. Прядение хлопка и химических волокон. М., 1982.
4. Пашин Е.Л. Повышение эффективности использования короткого льноволокна в хлопко- и шерстопрядении // Текстильная промышленность. 1996. № 3. С. 15 – 17.

Поступила 07.07.03

#### Summary

As it follows from a title of the article, it is dedicated to research of spinning capacity of linen fibres, which were cottonizing by electric discharges. During research the installations of estimation yardsticks of optimum linen opening-up to cottonizing process were made. The main asset of cottonizing is the electric discharge. Such yardsticks as length, angle diameter, burst load of a fiber are discussed also. Matching parameters of linen fibres after processing with parameters of fibres of cotton is made.