

**ОЦЕНКА ОБРЫВНОСТИ ХИМИЧЕСКИХ ВОЛОКОН
В ПРОЦЕССЕ ПЕРЕРАБОТКИ НА ОСНОВЕ
РЕЗУЛЬТАТОВ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА
НЕРОВНОТЫ НИТЕЙ**

Д.Б. Рыклин

Обрывность текстильных волокон в процессе их переработки на машинах хлопкопрядильного производства является одной из основных причин снижения качества продукции, повышения выхода отходов и запыленности воздуха в производственных помещениях. В связи с этим на основе теоретических и экспериментальных данных специалистами фирм-производителей оборудования и исследовательских центров разрабатываются рекомендации, использование которых позволяет снизить обрывность волокон на основных этапах их переработки. Однако абсолютное большинство исследований, направленных на решение данной проблемы в хлопкопрядильном производстве, проведено с целью определения рациональных режимов переработки хлопкового волокна.

Химические волокна характеризуются повышенной прочностью и равномерностью по свойствам. Проблема их обрывности возникает в тех случаях, когда на прядильном оборудовании перерабатывается волокно пониженной линейной плотности (менее 0,13 текс). В настоящее время наибольшее распространение в хлопкопрядении получили синтетические волокна линейной плотности 0,17 текс. Переработка этих волокон при соблюдении всех технологических условий осуществляется без возникновения серьезных проблем. В этом случае не возникает необходимости оценки обрывности волокон, так как это не является массовым и не ведет к существенному ухудшению качества пряжи.

Однако в некоторых случаях возникает необходимость переработки меньшей линейной плотности, так как это ведет к повышению количества волокон в сечении пряжи и, как следствие, к снижению ее неровноты по линейной плотности. Например, при выработке швейных ниток 35 ЛЛ линейная плотность волокнистого покрытия в структуре армированной нити составляет 5,7 текс. В случае использования волокон линейной плотности 0,17 текс среднее количество волокон в сечении нити составляет 33,5 волокна. Такого количества оказывается недостаточно для формирования равномерной по линейной плотности оплетки, что приводит к неполному покрытию комплексной нити волокном. В связи с этим для производства швейных ниток указанного номера целесообразно использовать полиэфирное волокно линейной плотности 0,11 текс. Использование данного вида сырья позволяет увеличить количество волокон в сечении нити до 52 волокон, что ведет к существенному снижению неровноты оплетки по линейной плотности, обеспечивая полное покрытие нити волокном даже на тех ее участках, где количество волокон минимально.

Однако уменьшение линейной плотности волокна ведет к снижению их прочности, что является причиной повышения обрывности волокон в процессе их переработки. В связи с тем, что проблема оценки обрывности синтетических волокон хлопкового типа рассматривается редко, в настоящее время ведущими фирмами-производителями текстильного лабораторного оборудования не выпускаются приборы для определения длины подобных волокон. Специалисты фирм Uster Technologies (Швейцария), Textechno (Германия) и Mesdan (Италия) не гарантируют высокой точности результатов подобных испытаний, выполняемых с использованием приборов указанных фирм, разработанных для испытаний хлопкового волокна.

Обрывность химических волокон в процессе переработки может быть косвенно оценена по виду спектрограммы неровноты нитей по линейной плотности. Спектральный анализ обычно используется для определения наличия периодических дефектов

текстильных нитей и поиска источника их возникновения, следовательно, определение характеристик волокон не соответствует прямому назначению данного метода исследований продуктов прядения.

Однако, как известно, внешний вид спектрограммы зависит от длины перерабатываемых волокон, что учитывается в процессе спектрального анализа неровноты. Определение характеристик волокна на основе результатов спектрального анализа неровноты является обратной задачей, которая решается только в тех случаях, когда прямые методы оценки длины волокна невозможны или неэффективны. Например, в работе [1] Ю.М. Винтером предложено применить результаты спектрального анализа для создания возможности определения средней длины волокна в льняной пряже, полученной мокрым способом, а также для уточнения данной характеристики для пряжи, произведенной сухим способом.

Рассмотрим возможность применения спектра неровноты текстильных нитей из химических волокон для оценки их обрывности. Известно, что для нитей, полученных из химических волокон с длиной резки l_0 , идеальная спектрограмма имеет вид, представленный на рисунке 1 [2]. Особенностью данной спектрограммы является наличие двух максимумов: первый максимум располагается на длине волны $\lambda_1 \approx 0,7 l_0$, второй – на длине волны $\lambda_2 \approx 2,7 l_0$. На длине волны λ_0 , равной длине резки волокна l_0 , неровнота по линейной плотности снижается до нуля.

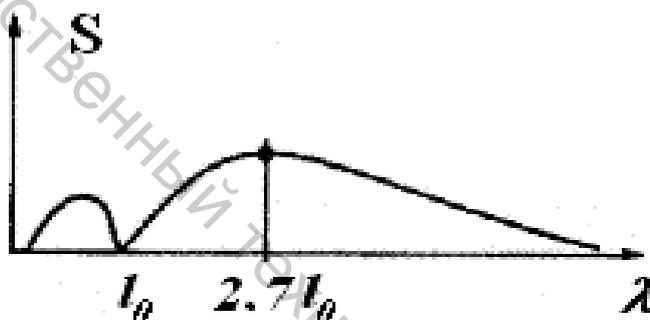


Рисунок 1 – Спектрограмма идеальной пряжи из штапельных химических волокон

В реальных условиях такому снижению неровноты препятствуют два фактора:

- обрывность волокон в процессе их переработки;
- незакономерное движение волокон в процессе вытягивания.

Необходимо отметить, что второй фактор не является абсолютно независимым, так как существенное влияние на него оказывает неровнота волокон по длине, которая, в свою очередь, зависит от обрывности волокон.

Несмотря на воздействие указанных факторов, при стабильном протекании процессов прядильного производства спектрограмма неровноты по линейной плотности нитей из штапельных химических волокон характеризуется наличием впадины на длине волны, равной длине резки волокна. Таким образом, можно сделать вывод о том, что отсутствие впадины на спектрограмме неровноты нити может рассматриваться как признак обрывности волокон.

Для доказательства справедливости данного вывода осуществлено моделирование идеальной пряжи, линейная плотность которой соответствует линейной плотности волокнистого покрытия комбинированной нити. Под идеальной пряжей понимается такая пряжа, у которой плотность передних концов на единице длины подчиняется закону Пуассона [3]. Моделирование осуществлялось с использованием специально разработанной компьютерной программы.

Результаты моделирования пряжи, полученной из волокон, характеризующихся различной неровнотой C_l по длине, представлены в виде спектров неровноты на рисунке 2. Анализируя полученные спектры, можно отметить, что для идеального волокнистого

продукта впадина на спектрограмме сохраняется даже при высоких значениях неровноты волокон по длине ($C_l = 20\%$). При неровноте, равной 30% , что соответствует значению данного параметра для хлопка, впадина отсутствует, то есть спектр становится унимодальным.

Можно также отметить, что высота спектрограммы практически не зависит от неровноты волокон по длине, в то время как высота первого горба с увеличением значения C_l уменьшается, приближаясь к высоте впадины.

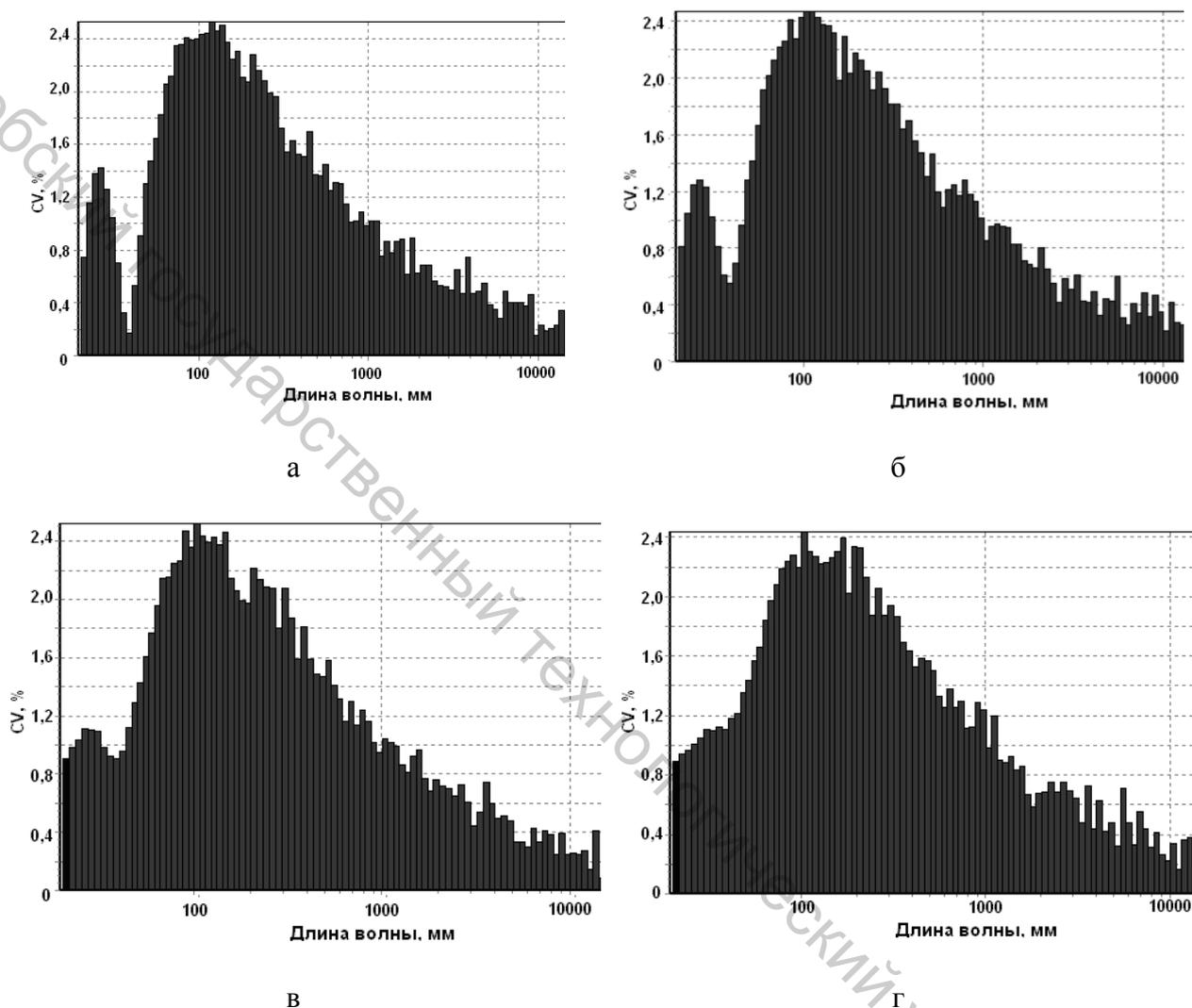


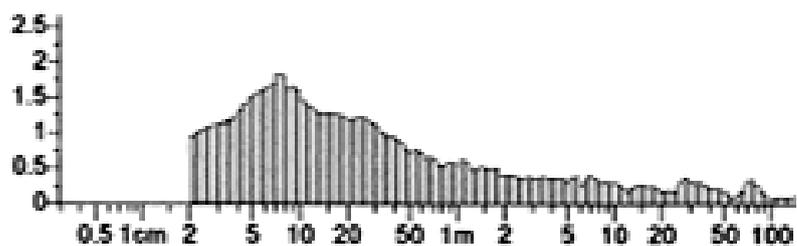
Рисунок 2 – Спектры неровноты по линейной плотности волокнистого покрытия, полученные в результате моделирования:

а – $C_l = 0$; б – $C_l = 10\%$; в – $C_l = 20\%$; г – $C_l = 30\%$

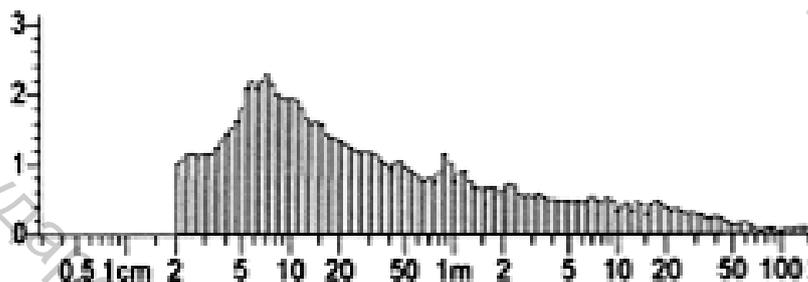
На рисунке 3 представлены спектрограммы пяти образцов швейных ниток различных торговых номеров, произведенных разными фирмами. Анализируя внешний вид спектрограмм, можно отметить наличие указанной впадины на спектрограммах образцов швейных ниток 3, 4 и 5, в то время как на спектрограммах ниток 1 и 2 впадина отсутствует. Наиболее отчетливо впадина видна на спектрограмме образца 4.

Для определения взаимосвязи указанных особенностей полученных спектрограмм и других характеристик исследованных ниток рассмотрим результаты их испытаний с использованием прибора Uster Tester 5, представленные в таблице 1. Анализируя данные таблицы, можно отметить, что по всем определенным характеристикам образцы 1 и 2 уступают остальным образцам. Образцы 1 и 2 превосходят на 1 – 2 порядка остальные образцы по количеству пороков на 1 км пряжи. Кроме того, данные образцы

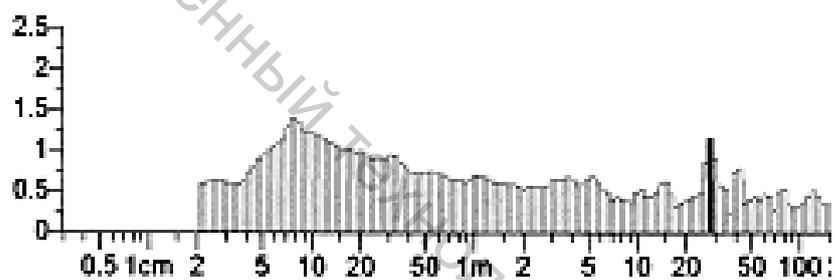
характеризуются повышенной ворсистостью. В то же время известно, что на количество пороков и ворсистость пряжи из химических волокон наиболее существенное влияние оказывает именно содержание в смеси коротких волокон.



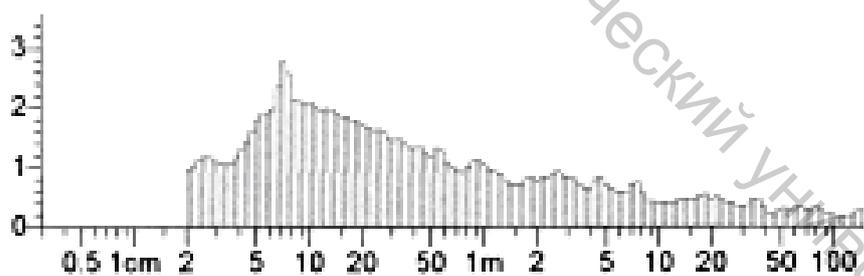
Образец 1



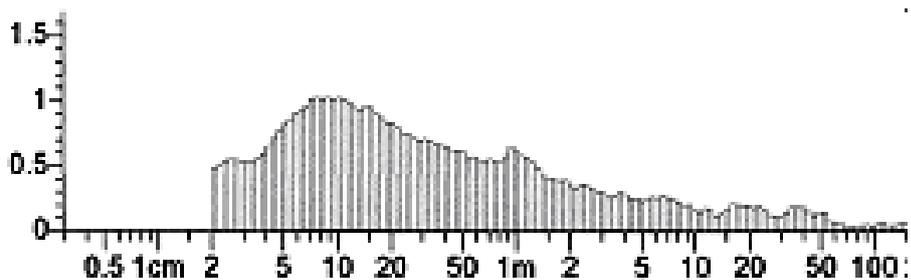
Образец 2



Образец 3



Образец 4



Образец 5

Рисунок 3 – Спектрограммы неровноты по линейной плотности швейных ниток

Таблица 1 – Результаты испытаний полиэфирных швейных ниток на приборе Uster Tester 5

Наименование показателя	Номер образца				
	1	2	3	4	5
Линейная плотность, текс	34,8	43,9	42,2	55,0	26,2
Неровнота C_{vm} по линейной плотности на коротких отрезках, %	6,79	8,04	5,81	4,43	6,3
Количество утолщенных участков (+ 50 %) на 1000 м пряжи	10	9	1	0	0
Количество непсов (+ 200 %) на 1000 м пряжи	187	29	2	1	0
Ворсистость H	8,4	10,16	4,83	7,71	5,09
Среднее квадратическое отклонение ворсистости sh	2,1	2,98	0,86	1,74	1,41

Полученные данные косвенно подтверждают гипотезу о взаимосвязи внешнего вида спектрограммы неровноты по линейной плотности швейных ниток и обрывности волокон в процессе их переработки.

Установление данного факта позволило уточнить направления совершенствования технологического процесса производства швейных ниток, а также пряжи из химических волокон линейной плотности 0,11 текс и ниже. Доказано, что одним из важнейших условий достижения высокого качества текстильных нитей из данного вида сырья является снижение количества поврежденных волокон на всех этапах их переработки.

Кроме того, использование спектрограммы неровноты в качестве критерия для оценки обрывности волокон позволяет исследовать данное явление в тех случаях, когда оно происходит в процессе вытягивания в вытяжных приборах кольцевых прядильных машин. Так, в процессе исследования технологического процесса производства армированных швейных ниток было выявлено, что при установке рационального режима переработки полиэфирных волокон линейной плотности 0,11 текс на приготовительном оборудовании обрывность волокон минимальна. Однако спектр неровноты формируемых швейных ниток не имел выраженной впадины на длине волны, равной длине резки волокна. В связи с этим был сделан вывод о том, что волокна обрываются на прядильной машине в процессе вытягивания из-за повышенного значения вытяжки в вытяжном приборе. На основании данного вывода для уменьшения вытяжки было предложено снижение линейной плотности ровницы на 10 %, что привело к существенному снижению ворсистости армированной нити линейной плотности 16,7 текс и количества пороков на единице ее длины (таблица 2).

Таблица 2 – Качественные показатели образцов армированных полиэфирных нитей, используемых для выработки швейных ниток 35 ЛЛ

Наименование показателя	Фактическое значение	
	Базовый вариант	Опытный вариант
Неровнота C_{vm} по линейной плотности на коротких отрезках, %	10,44	9,37
Количество утолщенных участков (+50 %) на 1000 м пряжи	8,1	5,5
Количество непсов (+200 %) на 1000 м пряжи	6,9	4,5
Количество непсов (+280%) на 1000 м пряжи	3,1	2
Ворсистость H	5,21	4,54

Указанные изменения свойств нитей подтверждают справедливость выводов, полученных на основе анализа спектров неровноты швейных ниток по линейной плотности.

Список использованных источников

1. Винтер, Ю. М. Определение средней длины волокон в пряже по отсчетам ее линейной плотности с помощью ЭВМ / Ю. М. Винтер // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010. – № 6. – С. 74 – 77.
2. Uster Tester 5 : Application Handbook. – Uster, 2007.
3. Рыклин, Д. Б. Моделирование технологических процессов переработки неоднородных волокнистых смесей : монография / Д. Б. Рыклин. – Витебск : УО «ВГТУ», 2006. – 170 с.

Статья поступила в редакцию 02.10.2012

Витебский государственный технологический университет