УДК 677.11.051.185

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ ГРЕБНЕЧЕСАЛЬНОЙ МАШИНЫ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ ЛЬНЯНОГО ОЧЕСА

М.М. Паневкина, Е.А. Конопатов, А.Г. Коган

На кафедре «Прядение натуральных и химических волокон» УО «ВГТУ» совместно с РУПТП «Оршанский льнокомбинат» разработана технология производства пряжи средней линейной плотности из льняного очеса [1]. В данной технологии используется новое гребнечесальное и ленточное оборудование фирмы «N. Schlumberger CIE». Главным отличием новой технологии от традиционной является использование процесса гребнечесания, в результате чего стало возможным из низкосортного сырья получать высококачественную пряжу 58 – 105 текс. Ранее пряжа линейной плотности ниже 86 текс из льняного очеса в Республике Беларусь не выпускалась.

Льняной очес является неоднородным по составу и содержит большое количество волокнистых пороков, что не позволяет получать из него конкурентоспособную пряжу низких линейных плотностей. Был проведен анализ научно-исследовательских работ, направленных на усовершенствование технологии приготовления и прядения льняного очеса с целью повышения его прядильной способности. Результаты данных научно-исследовательской работы позволили частично удалить волокнистые пороки в пряже, стабилизировать ход технологического процесса в прядении, но не удалось снизить линейную плотность. Снижение линейной плотности оческовой пряжи может быть достигнуто только за счет введения процесса гребнечесания.

Целью процесса гребнечесания льняного очеса является получение из чесальной ленты, прошедшей подготовку на ленточных машинах, гребенной ленты высокого качества, из которой можно вырабатывать пряжу средней линейной плотности, пригодную для изготовления бытовых тканей. В процессе гребнечесания происходит дробление технических льняных волокон, что повышает прядильную способность смеси и дает возможность снизить линейную плотность пряжи из льняного очеса.

Для гребнечесания льняного очеса в разработанной технологии используются новые гребнечесальные машины РВ 133 фирмы «N. Schlumberger CIE». Был проведен ряд экспериментов, направленных на определение оптимальных параметров работы данной машины: частоты вращения гребенного барабанчика, а также длины питания и разводки.

Конструкция гребнечесальной машины РВ 133 позволяет установить частоту вращения гребенного барабанчика от 80 мин$^{-1}$ до 260 мин$^{-1}$. Фирма «N. Schlumberger CIE» рекомендует для чесания льняного очеса, полученного на РУПТП «Оршанский льнокомбинат», устанавливать частоту гребенного барабанчика в пределах от 100 мин$^{-1}$ до 180 мин$^{-1}$.

Для определения оптимальной частоты вращения гребенного барабанчика были проведены эксперименты, в которых постепенно увеличивали частоту вращения гребенного барабанчика от 100 мин$^{-1}$ до 180 мин$^{-1}$ при загрузке на питании в 24 ленты. После каждого эксперимента исследовали физико-механические показатели гребенной ленты и количество очеса. Результаты экспериментов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-механические показатели гребенной ленты и количество очеса

Наименование показателя	Значение показателя		
Частота вращения гребенного барабанчика, мин$^{-1}$	100	140	180
Линейная плотность, ктекс	19,9	19,8	20,2
Коэффициент вариации по линейной плотности, %	2,5	2,6	2,6

Витебский государственный технологический университет

Закострённость, %	0,05	0,05	0,05
Количество очеса, %	13,5	13,9	13,9

Анализ результатов эксперимента показал, что увеличение частоты вращения гребенного барабанчика до 180 мин$^{-1}$ не ухудшает качество гребенной ленты и не увеличивает количество гребенного очеса. Это позволяет регулировать производительность машины без потери качества гребенной ленты.

Длина питания и разводка являются основными параметрами работы гребнечесальной машины, влияющими как на качество гребенной ленты, так и на экономические показатели процесса гребнечесания.

Оптимизацию разводки и длины питания проводили, опираясь на рекомендуемые фирмой «N. Schlumberger CIE» значения данных параметров для льняного очеса.

Физико-механические свойства ленты, подготовленной к гребнечесанию, которая использовалась в эксперименте, представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Физико-механические свойства ленты, подготовленной к гребнечесанию

Наименование показателя	Значение показателя
Сортировка	100 % льняной очес № 6
Линейная плотность, ктекс	20
Коэффициент вариации по линейной плотности, %	2,7
Закострённость, %	1,3
Расщепленность, шт./10 мг	427

В таблице 3 приведен режим работы гребнечесальной машины.

Таблица 3 – Режим работы гребнечесальной машины РВ 133 фирмы «N. Schlumberger CIE»

Наименование параметра	Значение параметра	
	Рекомендуется для льняного очеса	При проведении эксперимента
Разводка между отделительным зажимом и нижней губкой тисков, мм	34 – 40	32; 36; 40
Длина питания, мм	7,9 – 8,8	5,8; 7,3; 8,8
Гарнитура верхнего гребня, игл/см	23	23
Частота вращения круглого гребня, мин$^{-1}$	100 – 180	130
Число лент на питании, шт.	24	24

В качестве варьируемых факторов использовались: $\boldsymbol{X_1}$ – разводка между отделительным зажимом и нижней губкой тисков (R), мм; $\boldsymbol{X_2}$ – длина питания (F), мм.

В результате проведенных предварительных экспериментов были определены значения основных уровней факторов и интервалы их варьирования. В таблице 4 указаны выбранные уровни варьирования факторов с кодированными значениями для удобства обработки эксперимента.

Таблица 4 – Уровни и интервалы варьирования факторов

Варьируемые параметры	Единица измерения	Интервал варьирования	Уровни факторов		
			-1	0	+1
$\boldsymbol{X_1}$	мм	4	32	36	40
$\boldsymbol{X_2}$	мм	1,5	5,8	7,3	8,8

В качестве выходных параметров оптимизации выбраны следующие качественные показатели гребенной ленты:

$\boldsymbol{T}$ – линейная плотность гребенной ленты, ктекс;

Витебский государственный технологический университет

CT – коэффициент вариации гребенной ленты по линейной плотности, %;

Z – закострённость, %;

OTX – количество отходов, %.

Обработка результатов эксперимента производилась на ЭВМ с помощью программы «Statistica for Windows». Получены математические зависимости, с использованием которых можно прогнозировать качественные показатели гребенной ленты и количества отходов при различных величинах разводки между отделительным зажимом и нижней губкой тисков X_1 и длины питания X_2:

для линейной плотности, текс:

$$T = 9{,}45 + 1{,}43X_2 - 0{,}82X_1^2 + 0{,}68X_2^2, \quad (1)$$

для коэффициента вариации по линейной плотности, %:

$$CT = 1{,}95 + 1{,}96X_1 - 1{,}02X_2, \quad (2)$$

для количества отходов, %:

$$OTX = 16{,}84 + 2{,}78X_1 - 0{,}70X_2 + 2{,}12X_1^2, \quad (3)$$

для закострённости, %:

$$Z = 0{,}15 - 0{,}27X_1X_2 + 0{,}52X_1^2 + 0{,}31X_2^2. \quad (4)$$

На основании полученных моделей (1 – 4) были построены графики зависимости показателей качества гребенной ленты и количества отходов от исследуемых параметров работы гребнечесальных машин.

Была проведена многокритериальная оптимизация или оптимизация с ограничениями. За показатели качества гребенной ленты были приняты:

– коэффициент вариации по линейной плотности (***CT***);

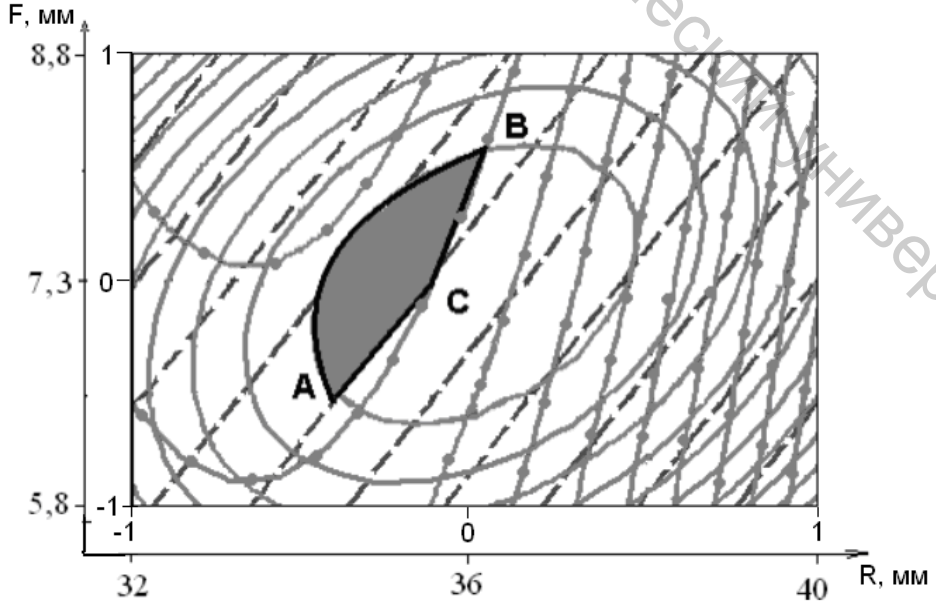
– закострённость, (***Z***).

Кроме того, еще одним ограничивающим критерием был взят процент отходов (***OTX***) на гребнечесальной машине.

Для того чтобы выбранные показатели соответствовали требованиям стандарта предприятия, необходимо выполнение следующих условий:

$$CT < 2{,}0\ \%;\ Z < 0{,}5\ \%;\ OTX \le 17{,}0\ \%.$$

На рисунке представлены совмещенные линии равных уровней для принятых показателей.



Витебский государственный технологический университет

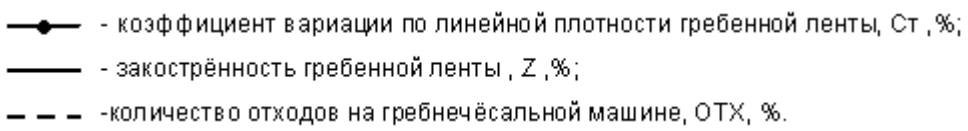


Рисунок – Совмещенные линии равных уровней для принятых показателей качества гребенной ленты

Область АВС соответствует оптимальному сочетанию разводки и длины питания на гребнечесальной машине. Таким образом, область оптимальных параметров работы гребнечесальной машины находится в следующих диапазонах:

$$34{,}5 \text{ мм} \le R \le 36{,}2 \text{ мм};$$
$$6{,}6 \text{ мм} \le F \le 8{,}2 \text{ мм}.$$

Анализ результатов исследований показал, что разводка и длина питания на гребнечесальной машине оказывают большое влияние на качество прочеса. При увеличении как разводки, так и длины питания снижается качество гребенной ленты – увеличивается неровнота по линейной плотности и закостренность. Количество отходов на гребнечесальной машине в большей степени зависит от разводки, чем от длины питания. При увеличении разводки количество отходов увеличивается.

По центру масс определенной области принимаем за оптимальные следующие параметры работы гребнечесальной машины РВ 133 фирмы «N. Schlumberger CIE»: разводка – 35 мм, длина питания – 7,9 мм. При данных параметрах работы гребнечесальной машины показатель закостренности гребенной ленты наименьший, кроме того, при данных параметрах работы количество отходов приближается к минимуму (при наилучших показателях качества прочеса).

В результате проведенных исследований получен оптимальный режим работы гребнечесальных машин РВ 133 фирмы «N. Schlumberger CIE» для чесания льняного очеса на РУПТП «Оршанский льнокомбинат», который представлен в таблице 5.

Таблица 5 – Оптимизированные параметры заправки гребнечесальной машины фирмы РВ 133 фирмы «N. Schlumberger CIE»

Наименование параметра	Значение параметра
Разводка между отделительным зажимом и нижней губкой тисков, мм	35
Длина питания, мм	7,9
Число циклов в минуту	100 – 180
Число лент на питании	24
Гарнитура верхнего гребня, игл/см	23
Набор гребенных планок “VARIO” для круглого гребня (по маркировке): – большой сегмент – малый сегмент	 153-133-110-090-075-065 055-045-045-035-035

После проведения оптимизации работы гребнечесальных машин была наработана опытная партия гребенной ленты и исследованы ее качественные показатели, которые указаны в таблице 6.

Таблица 6 – Физико-механические показатели гребенной ленты

Наименование показателя	Значение показателя
Линейная плотность, ктекс	20
Неровнота по линейной плотности, %	1,9
Закостренность, %	0,1

Витебский государственный технологический университет

Расщепленность, шт./10 мг	550

В таблице 7 приведены физико-механические свойства оческовой пряжи различных линейных плотностей, наработанных с использованием опытной партии гребенной ленты.

Витебский государственный технологический университет

Таблица 7 – Физико-механические свойства оческовой пряжи

Наименование показателя	Значение показателя			
	58 текс	68 текс	84 текс	105 текс
Кондиционная линейная плотность, текс	59,3	68,2	86,4	105
Фактическая линейная плотность, текс	57,9	66,3	84,8	103,1
Отклонение кондиционной линейной плотности, % (не более)	+2,2	+0,3	+2,8	0,0
Коэффициент вариации по линейной плотности, % (не более)	3,2	3,1	2,6	2,8
Удельная разрывная нагрузка, сН/текс (не менее)	15,3	16,1	17,5	16,3
Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, % (не более)	21,0	18,1	17,3	16,9
Удлинение, %	1,5	1,5	1,9	2,5
Фактическая влажность, % (не более)	6,43	6,07	6,98	7,0
Группа	ВО	ВО	ВО	ВО
Сорт	I	I	I	I

В процессе гребнечесания при оптимальном режиме работы увеличилась расщепленность волокон в гребенной ленте и была удалена большая часть костры и сорных примесей, что позволяет вырабатывать оческовую пряжу средней линейной плотности высокого качества.

ВЫВОД

Проведены исследования влияния параметров работы новой гребнечесальной машины РВ 133 фирмы «N. Schlumberger CIE» на процесс гребнечесания льняного очеса. В результате обработки полученных экспериментальных данных определен оптимальный режим работы, позволяющий получать гребенную ленту высокого качества с наименьшим показателем закостренности и минимальным количеством отходов.

Список использованных источников

1. Паневкина, М. М. Новая технология пряжи из льняного очеса / М. М. Паневкина, С. С. Гришанова, Е. А. Конопатов, А. Г. Коган // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2010. – Вып. 18. – С. 86-91.

Статья поступила в редакцию 22.02.2012

Витебский государственный технологический университет