УДК 677.022.484.4

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ЛЬНЯНОЙ ПРЯЖИ С ВЛОЖЕНИЕМ РЕГЕНЕРИРОВАННОГО ВОЛОКНА

Р.А. Васильев, Д.Б. Рыклин

Проблема рационального использования вторичных ресурсов является одной из наиболее важных задач, стоящих перед отечественной промышленностью, в том числе и перед предприятиями текстильной отрасли.

В то же время, одним из следствий освоения новых технологических процессов производства пряжи на основе использования современной техники является существенное изменение качественных характеристик волокнистых отходов. Эти изменения в ряде случаев не позволяют использовать традиционные подходы к переработке отходов волокна, в связи с чем актуальной задачей становится разработка рекомендаций по их переработке с учетом современного уровня производства и требований, предъявляемых к качеству текстильной продукции.

В 2009 году в производственных условиях РУПТП «Оршанский льнокомбинат» освоен технологический процесс получения пряжи пневмомеханическим способом прядения из котонизированного льняного волокна с использованием оборудования фирм Rieter (Швейцария) и Temafa (Германия). Данный процесс состоит из двух этапов переработки льняного волокна:

1. Котонизация короткого льняного волокна.
2. Производство льняной пряжи из котонизированного волокна.

Проведенные предварительные исследования показали, что в ходе процессов котонизации и последующей переработки котонизированного льняного волокна на поточной линии «кипа–лента» выделяется значительное количество отходов, существенную долю которых составляет прядомое волокно. Таким образом, целью исследований, которым посвящена данная работа, является определение путей эффективного использования волокнистых отходов, выделяемых при производстве льняной пряжи.

На рисунке 1 представлена схема линии для котонизации короткого льняного волокна. Анализ функционирования машин, включенных в состав линии котонизации, показал, что общий выход отходов, выделяемых на линии, составляет более четверти от массы перерабатываемого сырья. Основная часть отходов поступает в брикетирующий пресс для получения топливных брикетов. Содержание волокна в этих отходах составляет менее 20 %, а основным их компонентом является костра (таблица 1). Около трети выделяемых отходов направляется на повторную переработку. Так как около 40 % от массы этих отходов составляет льняное волокно, для очистки от костры и пыли его подвергают регенерации, после чего прессуют в кипы.

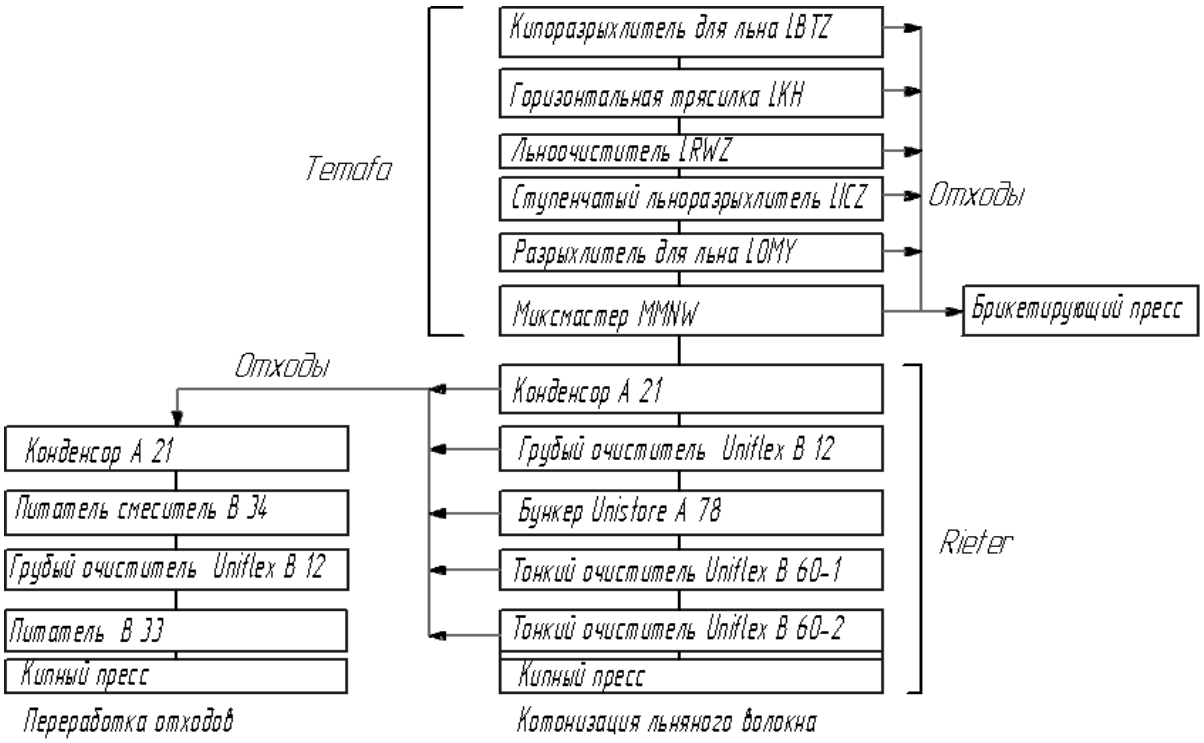


Рисунок 1 – Схема линии котонизации фирм «Rieter» и «Temafa»

Кроме переработки регенерированных отходов котонизации практический интерес представляет также выявление возможности повторного использования отходов, выделяемых непосредственно при производстве чистольняной пряжи на оборудовании фирмы Rieter. Последовательность машин, через которые проходит волокнистый материал в процессе его переработки в пряжу, показана на рисунке 2.

Технологический процесс производства льняной пряжи реализован следующим образом. Клочки, выбираемые из верхних слоев кип кипоразрыхлителем UNIfloc A11, поступают в машину для нанесение авиважа с целью повышения эффективности расщепления и стабилизации последующих переходов. Далее льняное волокно, перемешанное на смесовой машине UNImix B71, проходит окончательную очистку на машине UNIflex B60 и подается в бункер чесальной машины C 60. Особенностью производства чистольняной чесальной ленты является то, что она не укладывается в таз, а поступает на питание ленточной машины RSB – D40, на которой осуществляется только процесс вытягивания без сложения лент. Вырабатываемая лента поступает на питание пневмомеханической прядильной машины R40. Таким образом, технологический процесс производства пряжи из котонизированного льняного волокна включает только 2 перехода, что сокращает количество образующихся обратов.

Таблица 1 – Характеристика отходов с линии котонизации короткого льняного волокна

№	Наименование оборудования	Выход отходов, %			**Общий выход отходов, %**
		Волокно	Костра	Пыль	
1	Кипоразрыхлитель для льна LBTZ	-	0,6	-	**0,6**
2	Горизонтальная трясилка LKH	0,4	1,5	0,2	**2,1**
3	Льноочиститель LRMZ	1,2	2	0,5	**3,7**
4	Ступенчатый льноразрыхлитель LICZ	0,62	3,2	0,4	**4,22**
5	Разрыхлитель для льна LOMY	0,46	2,1	0,8	**3,36**
6	Миксмастер MMNW	0,54	1,2	1,2	**2,94**
	Отходы, поступающие на брикетирующий пресс, %	**3,22**	**10,6**	**3,1**	**16,92**
7	Конденсор А21	0,46	1,85	0,2	**2,51**
8	Грубый очиститель UNIclen B12	0,2	1,25	0,3	**1,75**
9	Бункер Unistore A78	0,18	0,56	0,14	**0,88**
10	Тонкий очиститель Uniflex B60-1	1,45	0,46	0,15	**2,06**
11	Тонкий очиститель Uniflex B60-2	1,45	0,46	0,15	**2,06**
	Отходы, направляемые на повторную переработку, %	**3,74**	**4,58**	**0,94**	**9,26**
	Итого	**6,96**	**15,18**	**4,04**	**26,18**

На всех этапах производства льняной пряжи образуются волокнистые отходы. Анализируя данные, представленные в таблице 2, можно отметить, что в прядильном производстве выделяется около 30 % отходов, из которых около 80 % (более 20 % от массы перерабатываемого сырья) составляет волокно, пригодное для повторного использования. Туда же поступает около 65 % волокна с пневмомеханических прядильных машин. В связи с этим отходы с поточной линии «кипа – лента» подвергаются регенерации на том же оборудовании, что и отходы с линии котонизации (рис. 1). Качественные показатели регенерированного льняного волокна представлены в таблице 3.

Таблица 2 – Выход отходов при производстве льняной пряжи пневмомеханическим способом формирования

№	Наименование оборудования	Процент отходов			**Всего отходов**
		Волокно	Костра	Пыль	
1	Кипоразрыхлитель А 11	1,21	0,25	0,1	**1,56**
2	Конденсор А 21	0,65	0,16	0,075	**0,885**
3	Авиважная машина	1,34	0,32	0,01	**1,67**
4	Смеситель Unimix B 71	1,22	0,18	0,01	**1,41**
5	Тонкий очиститель Uniflex B60	2,62	1,62	0,2	**4,44**
6	Конденсор А 21	0,65	0,16	0,075	**0,885**
7	Чесальная машина С 60	12,33	0,82	0,1	**13,25**
8	Пневмомеханическая прядильная машина R 40	2,64	1,3	0,56	**4,5**
Итого		**22,66**	**4,81**	**1,13**	**28,6**

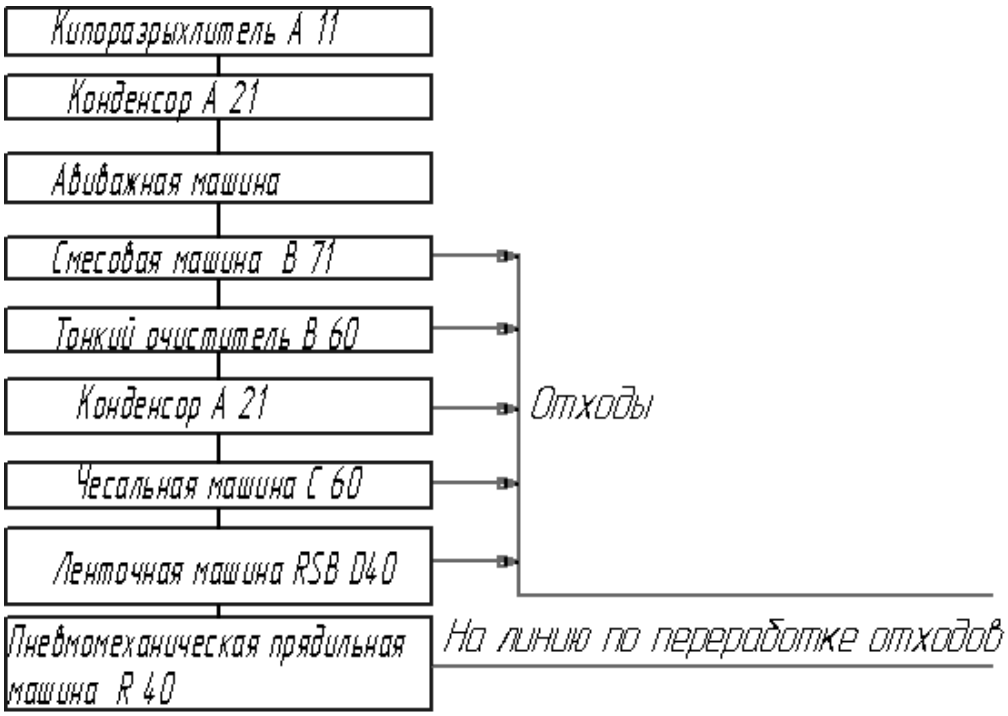


Рисунок 2 – Последовательность оборудования производства пряжи пневмомеханическим способом прядения

Таблица 3 – Качественные показатели регенерированного котонизированного льняного волокна

Качественные показатели	Регенерированное льняное волокно	Котонизированное льняное волокно
Линейная плотность волокна, текс	0,6 – 1,0	0,9 – 1,5
Содержание длинных волокон (длиной более 41 мм), %	28,5 – 31,3	25,2 – 50,0
Содержание коротких волокон (длиной до 15 мм), %	16,7 – 25,5	5,0 – 20,2
Средняя массодлина волокна, мм	35,2 – 43,8	45,8 – 70,2
Засоренность, %	0,2 – 0,8	0,1 – 0,21

На основании сравнительного анализа данных, представленных в таблице 3, можно предположить, что, благодаря высоким качественным показателям регенерированного льняного волокна, его повторное использование в прядильном производстве не только даст возможность решить задачу ресурсосбережения, но и приведет к повышению прядильной способности смеси.

В связи с этим на следующем этапе исследований необходимо определить оптимальное процентное вложение регенерированного льняного волокна в сортировку, обеспечивающее стабильность технологических процессов ее переработки и получение пряжи высокого качества.

В процессе проведенных экспериментальных исследований, выполненных в рамках освоения нового технологического оборудования, разработаны требования, предъявляемые к волокну в чесальной ленте:

- линейная плотность волокна – не более 0,6 текс;
- содержание коротких волокон (длиной до 15 мм) – не более 20 %;
- содержание длинных волокон (длиной более 41 мм) – не более 15 %;
- средняя массодлина – не более 42 мм;.
- засоренность – не более 0,8 %.

Необходимо отметить, что и котонин, и регенерированное волокно характеризуются повышенным содержанием коротких и длинных волокон, что ограничивает использование этих видов сырья при производстве пряжи пневмомеханическим способом прядения. Кроме того, линейная плотность волокна выше, чем допускается установленными требованиями. Однако известно, что комплексная структура льняного волокна способствует тому, что в процессе переработки волокно способно укорачиваться не только за счет разрывов, но и за счет расщепления. Рассмотрим данные, характеризующие изменение качественных показателей льняного волокна без добавления регенерированного волокна на этапах его переработки, представленные в таблице 4.

Таблица 4 – Изменение качественных показателей котонизированного льняного волокна в процессе его переработки

Место отбора пробы	Качественные показатели льняного волокна				
	линейная плотность, текс	содержание волокон до 15 мм, %	содержание волокон более 41 мм, %	средняя массодлина, мм	засореность, %
Ставка кип	0,9 – 1,43	5,3	48,3	66,8	0,21
Авиважная машина	0,9 – 1,35	8,7	48,2	50,5	0,18
Тонкий очиститель В 60	0,8 – 1,22	7,6	46,9	45,4	0,12
Бункер чесальной машины	0,7 – 1,11	2,2	23,7	47,9	0,10
Чесальная лента	0,5 – 0,78	17,0	15,3	42,1	0,09
Лента с модуля RSB	0,4 – 0,65	18,4	12,0	40,7	0,02
Пряжа	0,25 – 0,42	28,8	9,2	33,2	0,001

Анализируя данные, представленные в таблице 4, можно отметить, что засоренность котонизированного льняного волокна в процессе его переработки снижается почти в 200 раз, а линейная плотность уменьшается в 3 – 5 раз. Однако отмеченные выше недостатки полностью не устраняются.

Для проведения экспериментальных исследований влияния вложения в смеску регенерированного волокна разработаны следующие варианты опытных смесок для производства пряжи линейной плотности 110 текс:

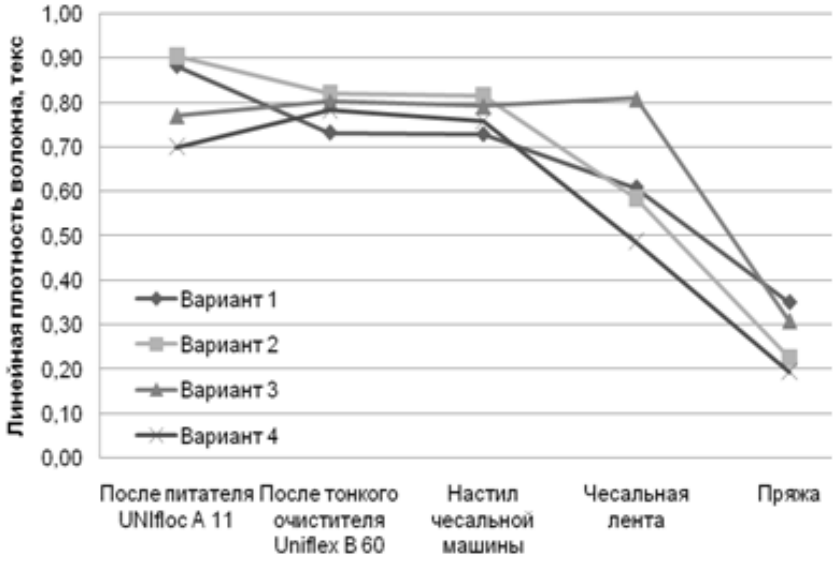
1 вариант – 100 % котонизированного льняного волокна № 6;

2 вариант – 75 % котонизированного льняного волокна и 25 % регенерированного волокна;

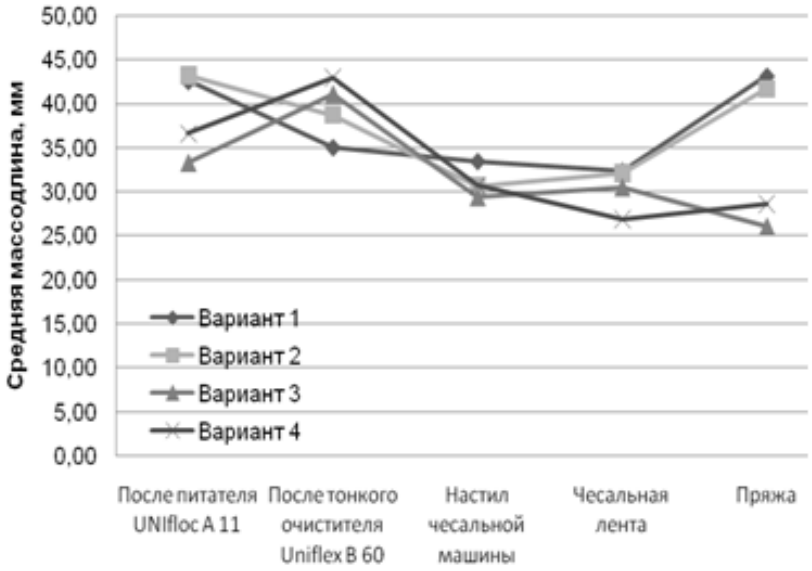
3 вариант – 50 % котонизированного льняного волокна и 50 % регенерированного волокна;

4 вариант – 100 % регенерированного льняного волокна.

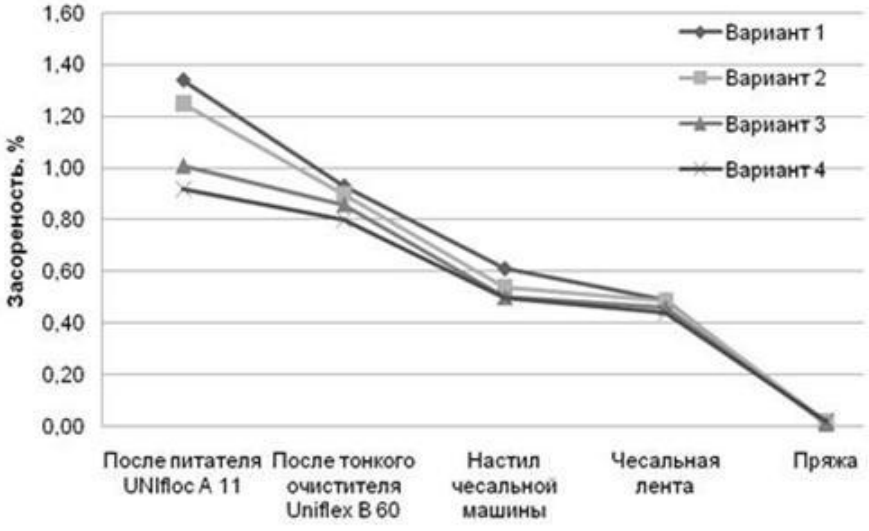
В условиях РУПТП «Оршанский льнокомбинат» проведены экспериментальные исследования изменения качественных показателей разработанных смесок, результаты которых представлены на рисунке 3.



а



б



в

Рисунок 3 – Качественные показатели льняного волокна

Анализируя полученные результаты, можно отметить следующее. При переработке для смесок без вложения регенерированного льняного волокна, а также с его 25 % вложением (варианты 1 и 2) в процессе их переработки средняя массодлина волокна сначала уменьшается, а затем происходит её повышение. Это связано с тем, что льняное волокно вначале подвергается расщеплению, а затем короткие волокна удаляются в отходы: при переработке варианта 1 – на прядильной машине, при переработке варианта 2 – на чесальной и прядильной машинах. При вложении в смеску 50 – 100 % регенерированого волокна содержащиеся в нем короткие, неращепленные волокна удаляются в отходы на очистителе UNIflex B60, а затем в ходе переработки на последующих машинах происходит постепенное расщепление и укорочение волокон с приближением их характеристик к свойствам хлопкового волокна.

Засоренность чесальной ленты и мычки, извлеченной из желоба прядильной камеры, практически не зависит от состава смески, так как благодаря высокой очистительной способности современного оборудования содержание сорных примесей в волокне в процессе переработки снижается более чем на два порядка.

Несмотря на то, что линейная плотность волокон в чесальной ленте не удовлетворяла установленным ранее требованиям, в резульате процесса дискретизации на пневмомеханической прядильной машине этот показатель уменьшился до 0,2 – 0,36 текс, что только в 1,5 – 2,5 раза превышает линейную плотность хлопкового волокна.

Указанные изменения свойств льняного волокна в процессе переработки способствуют стабилизации процесса прядения и повышению качественных показателей пряжи. Однако необходмо отметить, что по некоторым показателям в ходе проведенных исследований не удалось достигнуть результатов, соответствующих установленным требованиям. Так, доля длинных волокон в ленте из смесей с содержанием регенерируемого льняного волокна менее 50 % составляла 10 – 12 %. В ленте с содержанием регенерируемого льняного волокна 50 % и более содержание длинных волокон превышает установленые ранеее требования и составляет от 11 – 25 %.

Для оценки степени влияния указанных факторов на эффективность процессов прядильного производства на пневмомеханической прядильной машине R40 осуществлена наработка образцов пряжи линейной плотности 110 текс из всех исследованных вариантов смесей. Результаты исследований качественных показателей льняной пряжи представлены на рисункке 4.

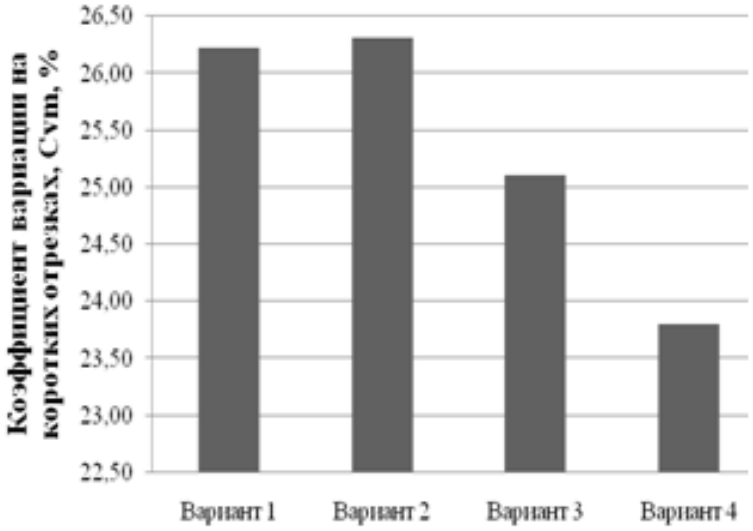
Анализ представленных показателей выявил следующее:

– коэффициент вариации по линейной плотности на коротких отрезках существенно снижается только при увеличении процентного содержания регенерированных волокон в смеси до 50 % и выше (рис. 4 а);

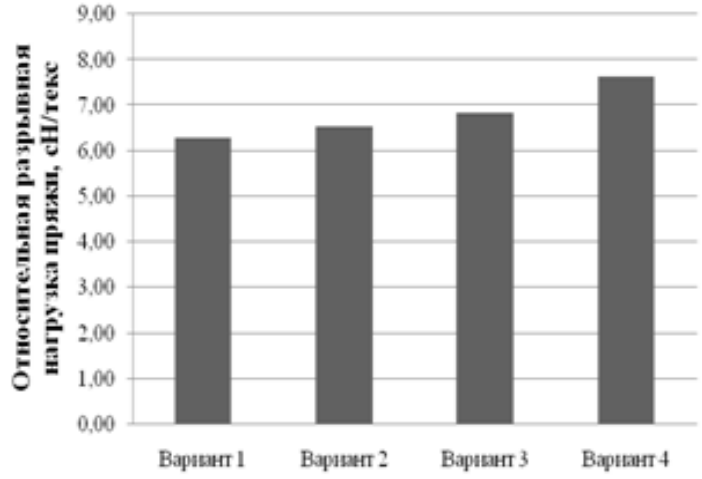
– относительная разрывная нагрузка пряжи практически линейно возрастает с увеличением процентного вложения регенерированного льняного волокна, что в значительной степени определяется снижением неровноты по линейной плотности (рис. 4 б);

– ворсистость пряжи с увеличением вложения регенерированного льняного волокна возрастает, что связано с высоким содержанием коротких волокон в ленте и пряже. Увеличение данного показателя ведет к возникновению существенных проблем при переработке пряжи на ткацком и трикотажном оборудовании (рис. 4 в). Именно повышенная ворсистость пряжи не позволяет рекомендовать использовать смеси с вложением более 50 % регенерированного волокна, так как показатель ворсистости, равный 9, является недопустимым для пряжи любого состава с точки зрения Uster Statistics 2007.

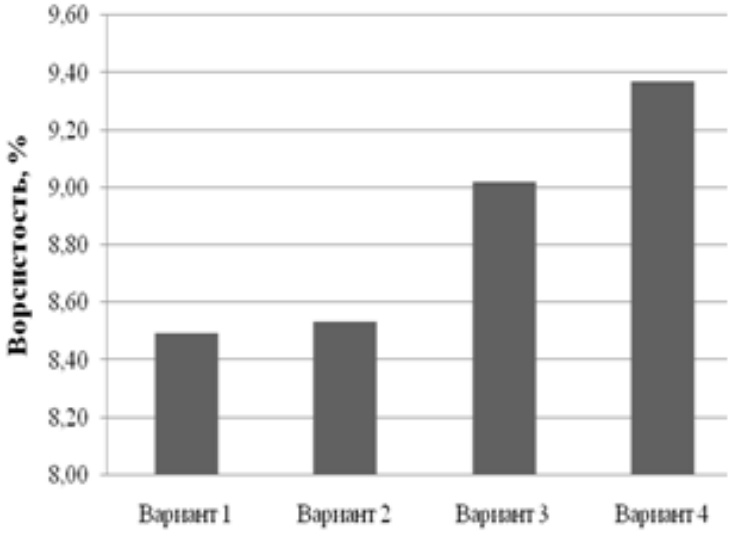
Таким образом, в ходе исследований установлено, что вложение в смесь до 50 % регенерированного волокна позволяет увеличить ее прядильную способность и повысить ряд качественных показателей льняной пряжи. Кроме того, использование регенерированного льняного волокна для производства льняной пряжи ведет к снижению её стоимости.



а



б



в

Рисунок 4 – Качественные показатели льняной пряжи пневмомеханического способа формирования

Однако необходимо отметить, что изменение свойств волокон смесей требует корректировок технологических параметров их переработки. В связи с этим на следующем этапе работы необходимо проведение теоретических и экспериментальных

исследований, направленных на определение оптимальных режимов переработки подобных смесей для получения пряжи, характеризующейся наилучшими качественными показателями.

ВЫВОДЫ

1. На основании анализа работы оборудования для производства льняной пряжи пневмомеханическим способом прядения в условиях РУПТП «Оршанский льнокомбинат» определен состав и количество выделяемых волокнистых отходов, пригодных для повторной переработки.

2. В результате проведенных экспериментальных исследований определено влияние процентного вложения регенерированного льняного волокна на изменение характеристики смесей волокон в процессе их переработки, а также на свойства пряжи.

3. Установлено, что вложение в смесь до 50 % регенерированного волокна позволяет увеличить ее прядильную способность и повысить ряд качественных показателей льняной пряжи.

Список использованных источников

1. Рыклин, Д. Б. Изменение структуры и свойств котонизированного льняного волокна в процессе переработки на машинах поточной линии «кипа – лента» / Д. Б. Рыклин, Р. А. Васильев, П. В. Мурычев // Новое в технике и технологии текстильной и легкой промышленности : материалы международной научной конференции. Ч. 1 / УО «ВГТУ». – Витебск, 2009. – С. 43 – 46.
2. Рыклин, Д. Б. Производство многокомпонентных пряж и комбинированных нитей : [монография] / Д. Б. Рыклин, А. Г. Коган. – Витебск : УО «ВГТУ», 2002. – 215 с.

Статья поступила в редакцию 27.03.2012