

УДК 677.027.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ШТАПЕЛИРОВАНИЯ ЛЬНОСЫРЬЯ В НЕПРЕРЫВНОМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПОТОКЕ

БЕЗБАБЧЕНКО А.В.,

ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт механизации
льноводства Россельхозакадемии, Тверь,

НОВИКОВ Э.В.

ФГБОУ ВПО Костромской государственный технологический
университет,

Проанализировано состояние переработки льнотресты на
льнозаводах. Представлена линия для получения одностипного волокна и ее
исследования на льнозаводе.

Ключевые слова: льняная треста, льняная лента, одностипное и
штапелированное волокно, экспериментальная установка.

Анализ исследовательских и других работ [1-23] по переработке
льноссырья в одностипное и штапелированное волокно показал, что:

– существует значительное количество способов штапелирования,
технологического оборудования и экспериментальных установок,
обладающих как достоинствами, так и недостатками.

– широко распространена технология штапелирования с
использованием подготовки короткого волокна в кардочесальных и
ленточных машинах, которая позволяет на стадии подготовки эффективно
разволокнять продукт.

– явно не превалирует какой-либо способ механического
штапелирования, примерно в равной степени применяются разрыв, резка и
высокоскоростное поперечное расщипывание волокна.

– основными недостатками разрыва волокна (в зажатом состоянии)
является необходимость его многократного повторения (от 2 до 8 раз), что
приводит к удорожанию обработки и отрицательно сказывается на
качестве продукта (увеличение угаров, повреждаемости волокон,

снижение длины волокна).

- в отличие от разрыва, метод резки позволяет получить заданную длину волокон, но не обеспечивает получение тонких волокон, то есть продукт характеризуется жесткостью, недостаточной тониной, концы волокон не имеют природной суживающейся заостренной формы, что немаловажно для процесса прядения, поэтому иногда котонин низкого номера. Данный метод позволяет осуществлять штапелирование только по длине, но не по толщине.

- не отдается явного предпочтения штапелированию в массе или в ленте, так как существуют и совершенствуются те и другие механизмы.

- общими недостатками линий штапелирования являются: большая металло- и энергоемкость, высокая их цена, часто невысокая производительность и невозможность оперативной переналадки в процессе работы отдельного оборудования в зависимости от изменяющихся свойств исходного сырья;

- эффективной технологией штапелирования волокна является так, которая может ликвидировать наиболее длинные технические волокна, их утонить и подготовить к очистке от костры, то есть технология должна быть такой, чтобы волокно было с увеличенным содержанием волокон необходимой длины при максимальной их очистке от костры и не целлюлозных примесей.

Из вышеизложенного следует, что является актуальной разработка более совершенного оборудования для штапелирования льносырья, которое исключало, указанные недостатки. Другими словами современный льнозавод должен иметь машину для переработки льняной ленты грубого чесания в однотипное и штапелированное волокно.

Целью настоящей работы является разработка машины для штапелирования льносырья в виде волокна в массе и ленте, который

должен иметь меньшую металло- и энергоемкость и стоимость. Для достижения поставленной цели необходимо:

- разработать конструктивно-технологическую схему машины для штапелирования льносырья в непрерывном технологическом потоке;
- разработать экспериментальную установки для штапелирования льносырья;
- провести экспериментальные исследования по обоснованию параметров и режимов работы, предлагаемой конструкции;
- определить характеристики получаемого волокна.

В [23, 24] разработаны опытные образцы машины для переработки льна, состоящие из стальной рамы, выполненной из швеллеров и уголков, рабочей камеры из листов железа 3 мм, плоского рабочего органа из стали толщиной 9 мм, питающего устройства в виде пары мяльных вальцов острогранного рифления с устройствами нажима, приводов двух [23] и одного [24] рабочих органов, а также питающих вальцов с натяжными устройствами. Недостатком представленных образцов является, то, что он может перерабатывать одновременно только два рулона, что недостаточно для обеспечения высокой производительности.

Предлагается конструктивно-технологическая схема машины для штапелирования льносырья в непрерывном технологическом потоке для получения однотипного и штапелированного волокна из различных лубоволокнистых материалов (рис. 1).

Машина работает следующим образом. Льносырье в виде слоя стеблей, ленты из рулона или кип по двум питающим транспортерам 1 подается в питающие вальцы 2, которые нарушают связь волокна с древесиной, подают материал в рабочую камеру 3 через пазы 4 и удерживают его при переработке. В рабочей камере обрабатываемый материал подвергается воздействиям со стороны заточенных режущих кромок плоского рабочего органа 6, а так как они заточены определенным

образом, то при вращении рабочего органа по обрабатываемому материалу наносятся удары, в результате которых материал рубится (режется) на нужную длину.

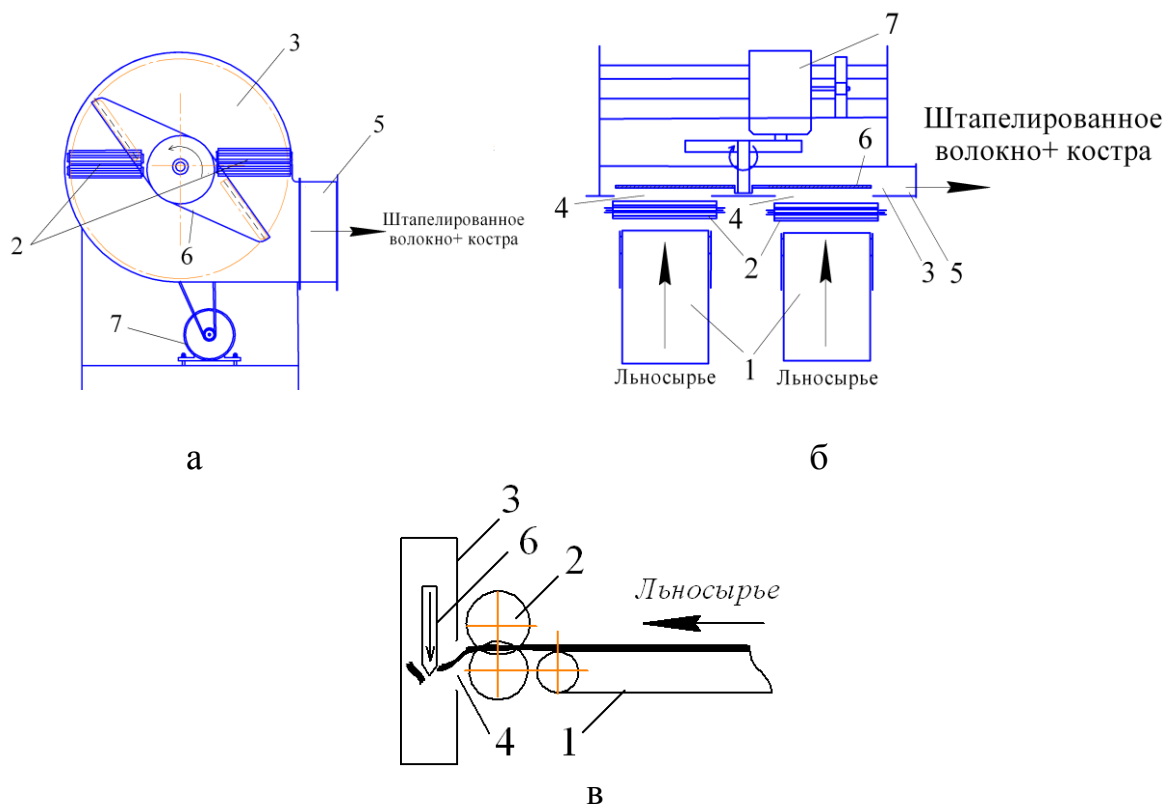
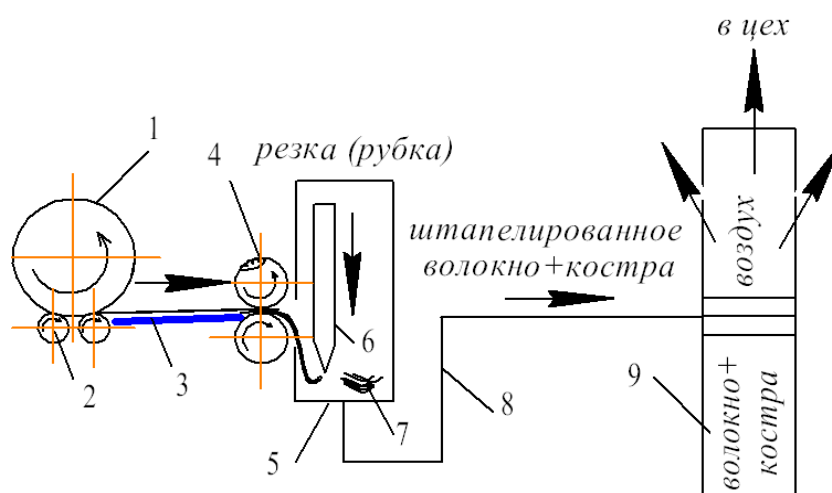


Рис. 1. Конструктивно-технологическая схема предлагаемой машины для штапелирования льносырья в непрерывном потоке:
 1 – питающие транспортеры; 2 – узлы питания и промина в виде валцов;
 3 – рабочая камера, 4 – пазы для ввода материала; 5 – патрубок для вывода штапелированного волокна; 6 – рабочий орган; 7 – привод

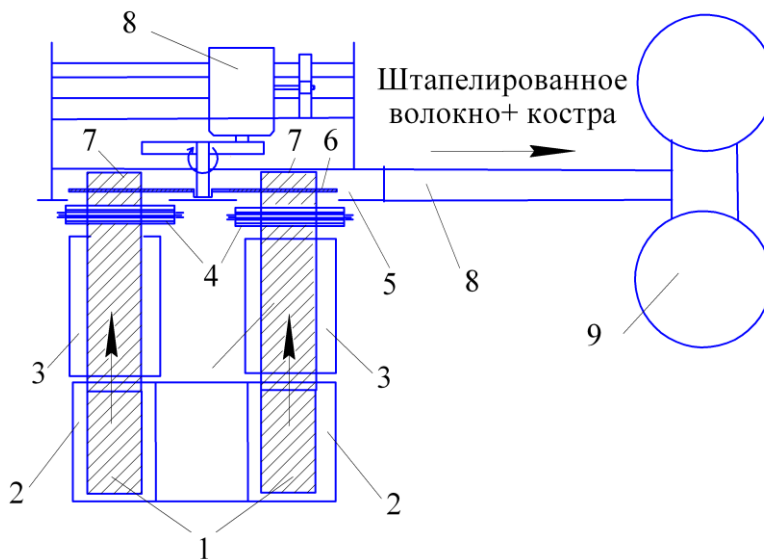
Процесс резки проходит одновременно обеими заточенными режущими кромками рабочего органа 6 в одной плоскости и при определенном угле наклона кромок к горизонтальной плоскости, что обеспечивает отброс волокна от центра к его периферии, то есть к внутренней поверхности кожуха рабочей камеры 3. Льносырье, поступающее в обработку с левого транспортера, получает воздействие от рабочего органа сверху, а с правого транспортера – воздействие снизу. Если перерабатывается лента, то сначала будет переработано методом неконтролируемого разрыва, а затем методом резки, что обеспечит

достаточное разволокнение и получение нужной длины волокон. Полученные волокна вместе с кострой и пылью удаляются из рабочей камеры 3 потоком воздуха, создаваемым вращением рабочего органа 6 или вентилятором, через боковой выход 5 на очистку.

На рис. 2. представлена функционально-технологическая схема экспериментальной установки предлагаемой машины.



а



б



В

Г

Д

Рис. 2. Функционально-технологическая схема макетного образца адаптера для штапелирования льносырья с рулонным механизмом:

а – вид сбоку; б – вид сверху; в – с рулонным механизмом: г – рабочий орган внутри: д – с лентой на входе: 1 – рулоны ленты; 2 – устройство для разматывания рулонов; 3 – питающие столы; 4 – вальцы питающие, мяльные; 5 – рабочая камера; 6 – рабочий орган; 7 – штапелированное волокно; 8 – воздуховод для удаления полученного волокна и костры; 9 – аспирационная установка

Установка для исследования машины позволяет обрабатывать льносырье при следующих параметрах: скорости транспортирования материала до 20 м/мин, частоте вращения рабочих органов до 2500 мин⁻¹, плотности загрузки материала до 0,7 кг/м². Технические характеристики: установленная мощность 3,3 кВт, габаритные размеры не более 3,0×3,0×2,5 м., масса не более 350 кг.

Проведены экспериментальные исследования разработанного установи. В качестве исходного материала выступали два вида сырья:

1. льнотреста №1,0, нормальной степени вылежки, имеющая содержание волокна 32%, отделяемость 7,5, прочность 90 Н; массовую долю костры в тресте 66%, эталон цвета 3;

2. лента грубого чесания в виде льняной ленточной пакли, полученная из тресты льна-долгунца нормальной степени вылежки со следующими характеристиками волокна в ней: средней массодлиной 73,9 мм; линейной плотностью 2,9 текс; массовой долей костры 11,2%.

Льнотреста вручную укладывалась на питающие столы и также вручную подавалась в мяльные вальцы и далее перерабатывалась в рабочей камере. Полученное волокно пневмотранспортом поступало в аспирационную установку. После установки волокно проходило очистку от костры в трясильной машине ТГ-135Л.

Переработка велась при загрузке сразу на оба питающих стола (рис. 2). Кроме того, для выяснения того, будут ли изменяться характеристики получаемого волокна, если питать установку только с одного стола (с

левого или с правого), а также сразу с обеих, загрузка велась отдельно на левый и правый столы. При питании установки льносырьем с двух столов обеспечивается воздействие рабочего органа на сырье с двух сторон: с левого стола воздействие наносится сверху, с правого – снизу. Вследствие этого питание с обеих столов приводит сразу к двум воздействиям на льносырье сверху и снизу (рис. 2).

Влажность обоих материалов во время переработки составляла 12%. Переработка проходила при плотности загрузки льнотресты $0,3 \text{ кг/м}^2$, ленты короткого волокна $1,6 \text{ кг/м}^2$, частоте вращения рабочих органов $n=700, 1100, 1500$ и 1900 мин^{-1} , скорости подачи материалов в обработку 10 м/мин .

Далее полученное штапелированное волокно подвергалось оценке, в которой по методикам [25] определялись следующие характеристики льноволокна: средняя массодлина, средневзвешенная линейная плотность волокна, массовая доля костры в нем.

Результаты переработки льнотресты и ленты грубого чесания представленные в табл. 1 и 2, на рис. 3 и 4.

Волокно, полученное при переработке льнотресты, имеет среднюю массодлину $68,1-120 \text{ мм}$ (табл. 1). В зависимости от частоты вращения рабочих органов этот показатель уменьшается на $540,0-591,9 \text{ мм}$ (от 660 мм до $68,1-120 \text{ мм}$), то есть в среднем 7-8 раз.

Рис. 3 показывает, что при переработке льняной тресты увеличение частоты вращения рабочих органов от 700 мин^{-1} до 1900 мин^{-1} значительно изменяет характер распределения длин волокна в массе, то есть с ее увеличением число волокон с длиной $0-75 \text{ мм}$ резко возрастает.

Таблица 1

Характеристики штапелированного (однотипного) волокна из тресты льна-долгунца
№1,00

Характеристики	Исходная треста	$n, \text{мин}^{-1}$	После установки	После трясильной машины
1. Средняя массодлина, мм	600	700	120,0	без существенных изменений
		1100 оба	100,5	
		1100 левый	107,0	
		1100 правый	107,8	
		1500	71,2	
		1900	68,1	
2. Средневзвешенная линейная плотность, текс	–	700	4,0	без существенных изменений
		1100 оба	4,0	
		1100 левый	4,0	
		1100 правый	3,6	
		1500	3,8	
		1900	3,2	
3. Массовая доля костры, %	66	700	66	40
		1100 оба		35
		1100 левый		36
		1100 правый		35
		1500		28
		1900		25

Таблица 2

Характеристики штапелированного волокна после адаптера из льняной ленты, полученной из льнотреста нормальной вылежки

Характеристики	Исходная лента	$n, \text{мин}^{-1}$	После установки	После трясильной машины
1. Средняя массодлина, мм	73,9	700	59,7	без существенных изменений
		900	57,1	
		1100 оба	54,6	
		1100 левый	64,8	
		1100 правый	63,5	
		1500	53,1	
		1900	49,8	
2. Средневзвешенная линейная плотность, текс	2,9	700	2,3	без существенных изменений
		900	2,4	
		1100 оба	2,3	
		1100 левый	2,8	
		1100 правый	2,4	
		1500	2,6	
		1900	2,5	
3. Массовая доля костры, %	11,2	700	11,2	9,7
		900		7,3
		1100 оба		7,1
		1100 левый		5,6
		1100 правый		5,3

		1500		5,6
		1900		5,5

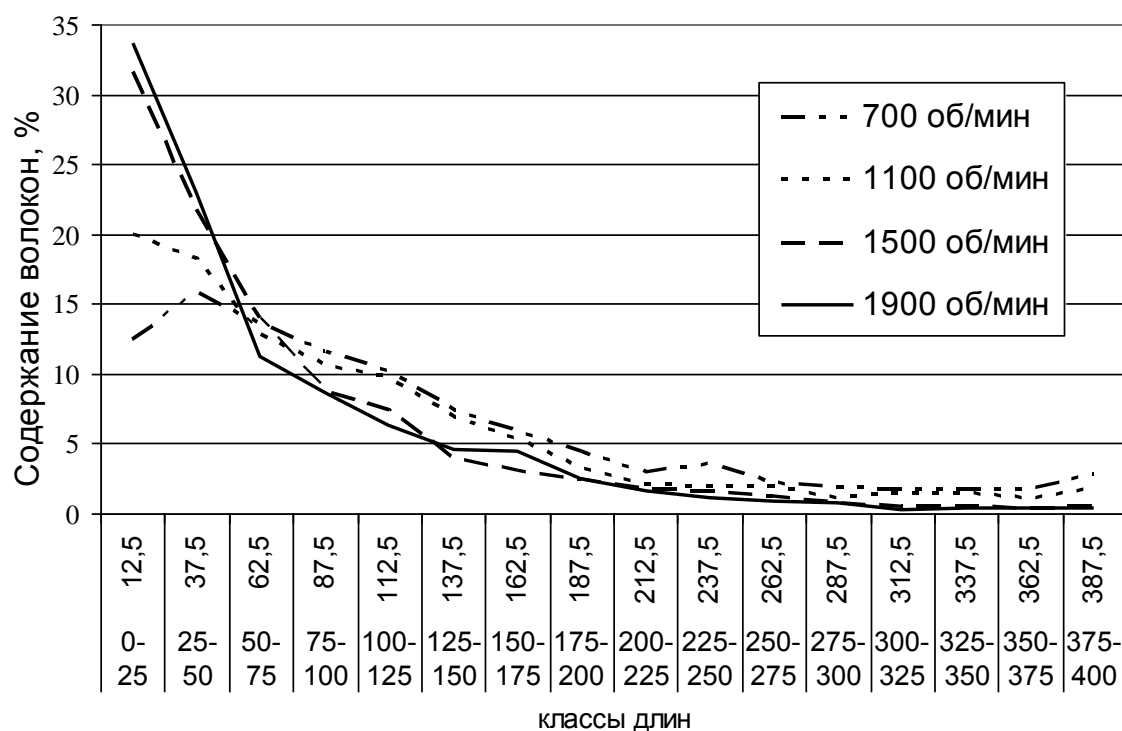


Рис. 3. Распределение волокон по классам длин в штапелированном волокне, полученном из льнотресты

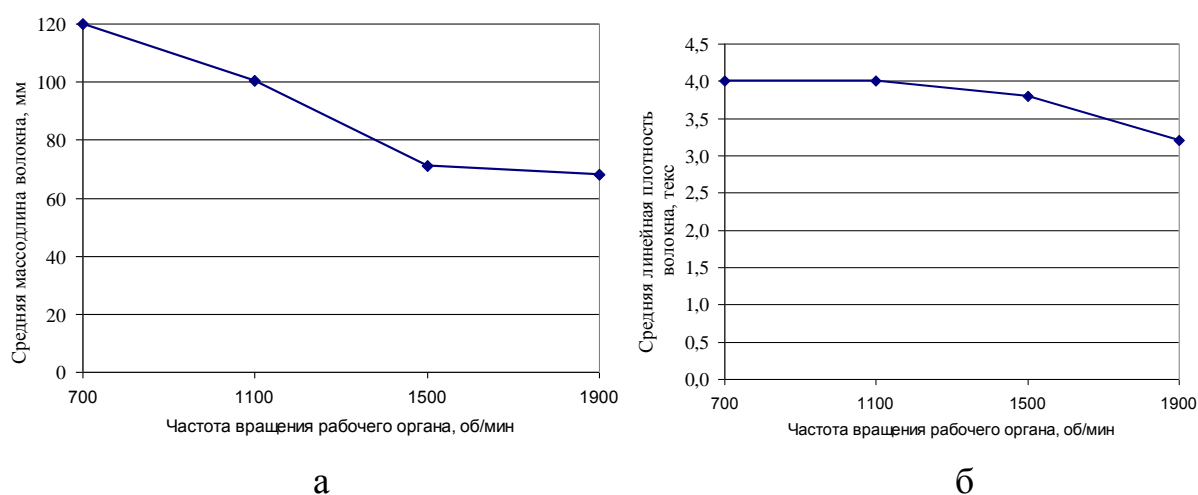


Рис. 4. Распределение массодлины и линейной плотности волокон в штапелированном волокне, полученном из льнотресты

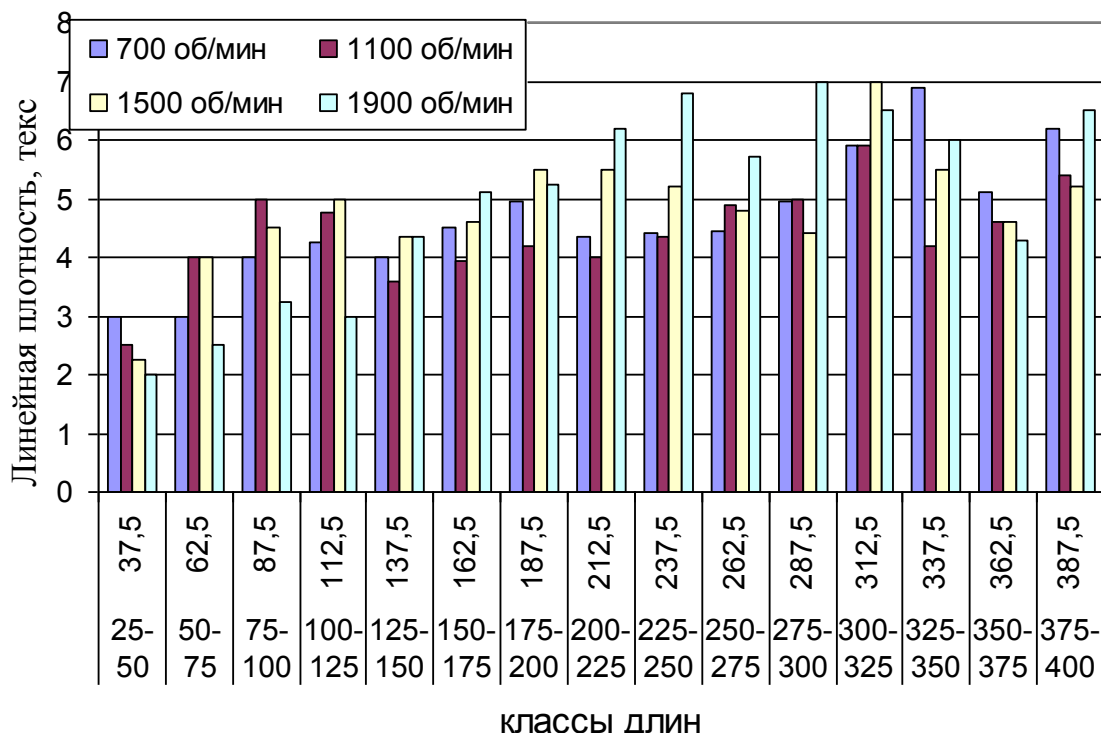


Рис. 5. Распределение линейной плотности волокон в штапелированном волокне, полученном из льнотресты

Исследование влияния питания установки льносырьем отдельно с левого или с правого столов, а также сразу с обеих столов, показали, что при питании с левого или правого столов характеристики получаемого волокна существенно не изменяются (табл. 1), то есть при частоте вращения рабочего органа 1100 мин^{-1} с левого стола (1100 левый) средняя массодлина составляет 107,0 мм, а с частотой 1100 правый – 107,8 мм. Существенного изменения средней массодлины не наблюдается и при питании адаптера сразу с двух столов, то есть 100,5 мм с обеих столов, против 107,0 и 107,8 мм с левого и правого стола соответственно.

Массовая доля костры в штапелированном волокне из льнотресты составляет 25-40%, что является достаточно высоким значением. В этом случае, следует применить еще одну трясильную машину или дополнительный очиститель.

Волокно, полученное из льняной ленты, имеет среднюю массодлину от 49,8 до 64,8 мм (табл. 2). В зависимости от частоты вращения рабочих

органов на ленте этот показатель уменьшается на 9,1-24,1 мм (от 73,9 до 49,8-64,9 мм), то есть до 1,5 раз. Основную массу составляют волокна длиной до 150 мм, а волокна длиной более 150 мм составляют не более 5% (рис. 3), это говорит о достаточной равномерности по длине получаемых волокон

Изменяя частоту вращения рабочего органа от 700 до 1900 мин⁻¹ можно изменять среднюю массодлину волокна на 52 мм, а средневзвешенную линейную плотность можно несколько снизить, установив частоту вращения 1900 мин⁻¹.

Средневзвешенная линейная плотность волокна составляет 3,2-4,0 текс (рис. 5) и в зависимости от длины волокна может варьироваться от 2 до 5-7 текс.

Массовая доля костры в штабелированном волокне из льнотресты составляет 5,5-9,7%, что является достаточным для того, чтобы получать из него различные виды продукции.

Выводы

1. В технике широко распространена механическая технология штапелирования волокна с использованием подготовки короткого волокна в кардочесальных и ленточных машинах, которая позволяет на стадии подготовки эффективно разволокнить продукт, однако не превалирует какой-либо способ механического штапелирования и в равной степени применяются разрыв, резка и высокоскоростное поперечное расщипывание волокна, не отдается также явного предпочтения штапелированию в массе или в ленте. Для выпуска штапелированного волокна с минимальными затратами средств, времени на переоборудование и производство необходимо универсальное оборудование, которое вписывалось бы в существующий льнозавод с минимальным вложением финансовых средств.

2. Недостатками линий штапелирования являются: большая металло- и энергоемкость, высокая их цена, часто невысокая производительность и невозможность оперативной переналадки в процессе работы отдельного оборудования в зависимости от изменяющихся свойств исходного сырья.

3. Разработана конструктивно-технологическая схема для штапелирования льносырья в непрерывном технологическом потоке по механической технологии методом резки, содержащая два питающих транспортера две пары питающих вальцов для подачи волокна в рабочую камеру, одного рабочего органа в виде пластины с заточенными режущими кромками, расположенными в одной плоскости под углом к горизонту. При переработке ленты, прошедшей переработку методом разрыва в грубочесальной машине. Установка совместно с этой машиной будет комбинировать методы неконтролируемый разрыв с методом резки, что обеспечивает достаточное разволокнение, получение нужной длины и массовой доли волокон.

4. Разработанная установка позволяет перерабатывать льнотресту и ленту грубого чесания и в зависимости от поступающего сырья может получать штапелированное волокно со средней массодлиной от 49,8 до 120 мм, линейной плотности от 2 до 7 текс, массовой долей костры от 5,5 до 40%.

5. Установка имеет широкий интервал варьирования частоты вращения рабочего органа и в зависимости от требуемой длины получаемого волокна может изменяться от 700 до 1900 мин⁻¹.

6. Проведены экспериментальные исследования установки при штапелировании льняной тресты и ленты грубого чесания, определены параметры и характеристики процесса штапелирования, по результатам которых получены характеристики штапелированного волокна и режимы обработки.

Применение двух питающих транспортеров позволяет штапелировать льносырье на нужную длину с повышенной производительностью, а применение одного рабочего органа значительно упрощает конструкцию адаптера, повышает её надежность, уменьшает металло- и энергоемкость и занимаемую площадь.

Литература

1. Марков, В.В. Первичная обработка льна и других лубяных культур : Учебник для сред. спец. учеб. заведений. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 376 с.

2. Типовой проект организации труда для завода по первичной переработке льна. Часть 1. «Типовой проект организации труда для заводов по первичной переработке льна» / Госагропром. – М.: 1988. – 118 с.

3. Технологическое качество и переработка льна-межеумка / Е. Л. Пашин, Н. М. Федосова : Монография. Кострома, ВНИИЛК, 2003. – 88 с.

4. Пашин, Е.Л. Совершенствование технологии механической модификации льна : монография / Е. Л. Пашин, Т. Ю. Смирнова, С. Н. Разин. – М.: Изд-во РАСХН. – ГНУ ВНИИЛК, 2004. – 140 с.

5. Разин, С.Н. Теоретические основы совершенствования механической модификации льна : монография / С. Н. Разин, Е. Л. Пашин. – Кострома : Изд-во Костромс. гос. технол. ун-та, 2005. – 156 с.

6. Корабельников, А.Р. Развитие теории и технологии получения короткоштапельного льняного волокна: / А. Р. Корабельников : Монография. Кострома, КГТУ, 2005. – 139 с.

7. Пашин, Е.Л. Новый процесс механической обработки льняной тресты для получения однотипного льняного волокна / Е. Л. Пашин, Д. М. Шевалдин, И. Н. Алтухова // Материалы международной научно-практической конференции «Наука, сельское хозяйство и промышленность

– пути развития и ожидаемые результаты (11-13 марта, Российский лен 2008)». – Вологда, 2008. – С. 182-183.

8. ООО ИПФ «ТексИнж» [Электронный ресурс] – Режим доступа : <http://www.texinzh.ru>.

9. Гилязетдинов, Р.Н. К вопросу производства волокна льна без разделения его на длинное и короткое / Р. Н. Гилязетдинов, С. П. Коропченко // Материалы международной научно-практической конференции «Повышение конкурентоспособности льняного комплекса России в современных условиях» (г. Вологда, 25 февраля 2009 г.). – Вологда : ИЦ ВГМХА, 2009. – С. 142-146.

10. Дьячков, В.А. Теоретические основы технологии производства лубяных волокон / В. А. Дьячков. – Кострома : Изд-во Костром. гос. технол. ун-та, 2009. – С. 229-232.

11. Коропченко, С.П. Получение волокна с хаотическим расположением его в массе / С. П. Коропченко, Р. Н. Гилязетдинов // Материалы Междунар. науч.-практ. конф. «Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве»: Т.1. – Минск, РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – 2010. – С. 240-242.

12. Безбабченко, А.В. Установка для предварительной модификации короткого льноволокна / А. В. Безбабченко, Э. В. Новиков, Д. М. Шевалдин, И. Н. Алтухова, В. А. Романов // Механизация и электрификация сельского хозяйства – М.: 2010, №8. – С.25–26.

13. Сай, В.А. Удосконалення технології збирання і первинної переробки стеблової частини льону олійного : автореферат дис. ... канд. техн. наук : 05.18.01 : захищена 06.07.11 / Сай Володимир Анатолійович. – Луцьк, 2011. – 24 с.

14. Пашин, Е.Л. Перспективные направления переработки льна и конопли для получения лубяного механически модифицированного

волокна / Е.Л. Пашин, Н.В. Овсянников // Вестник Костромского гос. технол. ун-та. – Кострома : КГТУ, 2011. № 2 (27). – С. 12-14.

15. Пашин, Е.Л. Инновационные разработки сотрудников кафедры технологии производства льняного волокна КГТУ / Е.Л. Пашин // Сборник докладов конференции «Производство льнопродукции на основе современных технологий возделывания и переработки льна», 14 июня 2013 г., Смоленская область, г. Вязьма. – С. 135-138.

16. Безбабченко, А.В. Универсальная технология переработки льна в однотипное, короткое и модифицированное волокно / А. В. Безбабченко, Э. В. Новиков, А. Р. Корабельников // Материалы Междунар. науч.-практ. конф. «Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве»: Т.2. – Минск, РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – 2011. – С. 63-67.

17. Безбабченко, А.В. Исследование универсальной установки для переработки льнотресты и короткого волокна / А. В. Безбабченко, Д. М. Шевалдин, И. Н. Алтухова, Т. П. Чекренева, Э. В. Новиков // Материалы междунар. научно-практич. конф. «Внедрение инновационных разработок в целях повышения экономической эффективности России» (г. Вологда, 23 июня 2011 г.) – Вологда, 2010. – С. 155-160.

18. Безбабченко, А.В. Универсальная технология переработки льна в однотипное, короткое и модифицированное волокно / А. В. Безбабченко, Э. В. Новиков, А. Р. Корабельников // Материалы Междунар. науч.-практ. конф. «Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве»: Т.2. – Минск, РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – 2011. – С. 63-67.

19. Безбабченко, А.В. Установка для переработки лубоволокнистых материалов / А. В. Безбабченко, Д. М. Шевалдин, Э. В. Новиков // Механизация и электрификация сельского хозяйства – М.: 2012, №6. – С. 26–27.

20. Федосова, Н.М. Влияние технологических приемов и степени вылежки тресты на прочностные характеристики однотипного льняного волокна / Н. М. Федосова, В. М. Вихарев // Научный вестник КГТУ : электронный ресурс. <http://vestnik.kstu>. – Кострома. КГТУ. – 2012, №2. – 8 с.

21. Лачуга, Ю.Ф. Состояние и перспективы разработки технологии и оборудования для получения однотипного льноволокна / Ю. Ф. Лачуга, М. М. Ковалев, А. П. Апыхин // Достижения науки и техники АПК. – 2012 №12– С. 68-70.

22. Безбабченко, А.В. Исследование линии для производства однотипного льноволокна на льнозаводе / А. В. Безбабченко, Э. В. Новиков // Научный вестник КГТУ : электронный ресурс. <http://vestnik.kstu>. – Кострома. КГТУ. – 2013, №1. – 8 с.

23. Безбабченко, А.В. Исследование энергосберегающей технологии переработки льняной ленты в модифицированное волокно / А. В. Безбабченко, Д. М. Шевалдин, Т. П. Чекренева, Э. В. Новиков, А. Р. Корабельников // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №6. – С. 40-43.

24. Безбабченко, А.В. Установка для переработки лубоволокнистых материалов / А. В. Безбабченко, Э. В. Новиков // Техника в сельском хозяйстве – М.: 2013, №4. – С. 7–8.

25. Борухсон, Б.В. Товароведение лубяных волокон : учебное пособие / Б. В. Борухсон, В. В. Городов, А. Г. Скворцов. – М.: Легкая индустрия, 1974. – 348 с.

A.V. Bezbabchenko, E.V. Novikov