

УДК 677.027.

ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ СОЛОМЫ ЛЬНА-МЕЖЕУМКА В КОРОТКОЕ ВОЛОКНО НА ОТЕЧЕСТВЕННОМ ОБОРУДОВАНИИ

Э.В. Новиков^{1,2}, А.В. Безбабченко², В. Г. Внуков²

ФГБОУ ВПО КГТУ,

г. Кострома, Россия,

ФГБНУ ВНИИМЛ

г. Тверь, Россия

Аннотация. Представлены исследования первичной переработки соломы масличного льна, убранной с поля зерновым комбайном, описаны характеристики сырья, технологии и даны рекомендации для переработчиков данного льна в короткое волокно.

Ключевые слова. Масличный лен, короткое волокно, длина волокна, линейная плотность, засоренность, массовая доля костры.

Введение

Потребление Российскими и Зарубежными текстильщиками натуральных коротких льняных волокон составляет около 200 тыс. тонн в год. Такого количества натурального волокна мир не в состоянии произвести из льна-долгунца, поэтому для производства короткого волокна необходимо использовать масличный лен, которого в России по данным Министерства сельского хозяйства в 2014 году возделывалось на площади 440,1 тыс. га (в сравнении льна-долгунца 50,5 тыс. га в 2014 г и 50,3 тыс. га в 2015 г, по данным ФГУ «Агентство «Лен»), а в мире значительно больше (порядка 2 млн. га [1]). Это говорит о том, что сырье для увеличения производства волокна имеется, а значит, можно произвести короткие экологически чистые натуральные волокна для технического и бытового текстиля, утеплителей, нетканых полотен, крученых изделий, модифицированного волокна, ваты, обтирочных материалов, повязок, композитов, сырья биопластмассы, высококачественной бумаги, дензнаков, санитарно-гигиенических изделий, альтернативного топлива и других материалов [2-6] в нужном количестве и качестве, обеспечив тем, самым устойчивое снабжение текстильных предприятий сырьем.

В настоящее время солома масличного льна не используется в промышленности и сжигается на полях, что наносит вред почве и экологии регионов, а волокнистая часть плохо перегнивает и засоряет почву, затрудняя ее обработку для последующего сева сельскохозяйственных культур [5], поэтому переработка этого льна в РФ является актуальной.

Солому этой культуры в России, Беларуси, Украине, Казахстане и зарубежных странах (Канаде, Китае, США) убирают с поля чаще всего зерновым комбайном. В результате получают спутанную массу

поломанных стеблей [7], для которой отсутствуют Российские адаптированные технологии переработки в волокно, так как нет полномасштабного изучения ее свойств и технологий.

Известно, что на классических отечественных куделеприготовительных агрегатах марки КПАЛ или АКЛВ-1 [8], можно перерабатывать масличный лен в виде целых стеблей [9], а изучение этих агрегатов на тресте масличного льна в виде спутанной массы поломанных стеблей после зернового комбайна началось освещаться в научной литературе совсем недавно в работах [10, 11]. Эти исследования показали, чтобы получить ликвидное короткое волокно, то есть волокно с массовой долей костры ниже 30 % необходим двойной пропуск волокна через КПАЛ, при этом в агрегатах следует применять дополнительно мяльную машину. Исследования агрегата АКЛВ-1 для переработки этой массы льна также не позволили получить волокно с массовой долей костры ниже 30 %. Заметим, что исследования [10, 11] проводились на тресте масличного льна, т.е. на сырье, хорошо поддающемуся обработке, а не на его соломе.

Известны малозатратные технологии для масличного льна [12-15], которые используют дезинтегратор. В настоящее время дезинтегратор является конкурентоспособным, так как успешно используется в России, Беларуси и Украине, однако его изучение при переработке соломы масличного льна, выращенной в России, практически не проводилось.

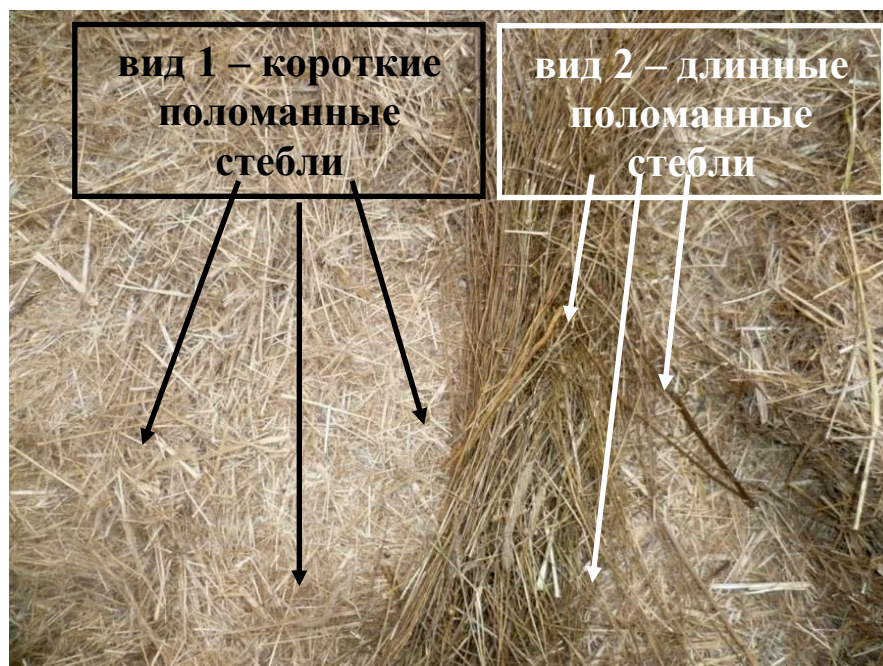
Целью работы является изучение малозатратной технологии на базе дезинтегратора при переработке соломы масличного льна, убранной зерновым комбайном.

Результаты и обсуждение

Для достижения поставленной цели ранее из Алтайского края были привезены два типовых рулона соломы льна масличного (льна-межеумка), убранной зерновым комбайном и определено качество соломы в них [7]. Оценка качества соломы показала, что она является низкокачественным, труднообрабатываемым сырьем, с повышенной влажностью, распределенной неравномерно, при которой происходит процесс гниения. В каждом отдельно взятом рулоне имеют место два вида сырья: вид 1 – поломанные стебли длиной в среднем 95 мм – очень короткие стебли (рис. 1а) и вид 2 – поломанные стебли средней длиной 202 мм, причем первого вида содержится 80 %, второго – 20 %. Кроме поломанных стеблей, волокна и костры в рулонах содержится значительное количество неволокнистого сора в виде сухой травы и сорняков [7].

Влажность соломы внутри рулона составляла в среднем 18...25 %, снаружи свыше 25%, некоторые части имели влажность до 66 %, внутри рулона шел процесс гниения (рис. 2).

Другие характеристики отдельных проб льна-межеумка из рулонов, полученные инструментальными методами, представлены в табл. 1.



а



б



в

Рис. 1. Вид стеблей льна различных видов в одном рулоне:
а, б – при разборе рулона; в – при отборе отдельных проб



а



б

Рис. 2. Гнезда сгнившего льна:
а – в первом рулоне; б – во втором рулоне

Таблица 1

Характеристики соломы льна-межеумка, взятой из рулонов [7]

Характеристика волокна		Ед. изм.	Значения
1. Средняя длина поломанных стеблей:	– вид 1 – вид 2 средняя	мм	95 202 148,5
2. Засоренность льна (вид 1 + вид 2)		%	17,6
3. Содержание волокна в массе:	– вид 1 – вид 2	%	21,5 18,5
4. Средняя массодлина волокна в массе:	– вид 1 – вид 2 средняя	мм	94,5 62,0 78,3
5. Средневзвешенная линейная плотность волокна:	– вид 1 – вид 2 средняя	текс	9,4 16,4 12,9
6. Прочность волокна (вид 1 и вид 2)		ДаН	0

Была выбрана упрощенная малозатратная технология и линия [16] для исследования процесса переработки соломы масличного льна (рис. 3 и 4).

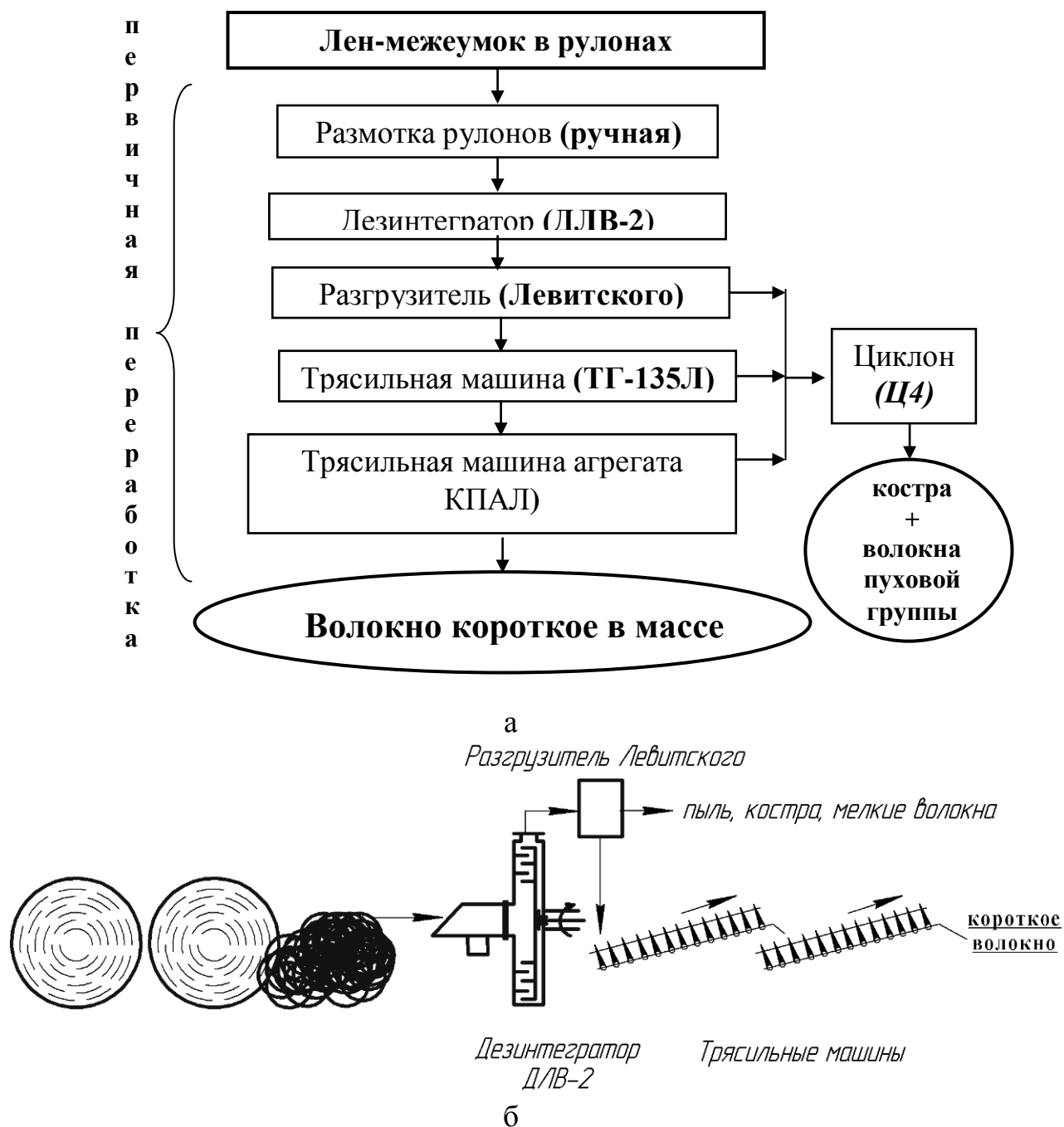


Рис. 3. Технологическая линия и оборудование для производства короткого волокна из соломы льна-межеумка:

а – общая схема; б – функционально-технологическая схема

Первичная переработка велась в производственных условиях по четырем вариантам.

Вариант 1 – однократный пропуск соломы через линию (см. рис. 3).

Вариант 2 – двукратный пропуск сырья через линию, т.е. полученное волокно после первого пропуска подавалось снова на эту же линию, не изменяя настроек технологического оборудования.



а



б



в

Рис. 4. Общий вид отдельных машин линии:
а – дезинтегратор ДЛВ-2; б – разгрузитель Левитского; в – трясильные
машины

Вариант 3 – трехкратный пропуск (аналогично варианту 2).

Вариант 4 – четырехкратный пропуск.

Параметры работы машин, входящих в линию были заводскими с предприятий изготовителей. Частота вращения ротора ДЛВ-2 устанавливалась 1000 мин^{-1} . Переработка соломы велась без подсушки.

На рис. 6 представлен масличный лен перед переработкой.



Рис. 5. Вид соломы масличного льна перед переработкой:
а – отобранные из рулона контрольные пробы льна; б – рулон перед
подачей в дезинтегратор ДЛВ-2

Обсуждение результатов

Результаты первичной переработки льна представлены в табл. 2 и на рис. 6-8.

Пропустив один раз солому через линию (см. рис. 3) при влажности 18...25 % получено волокно с высоким содержанием костры (до 75,3 %, рис. 6а, 7 и табл. 2). Полученное значение является запредельным и недопустимым, а волокно при этом называют льняной паклей. Чтобы получить ликвидное волокно необходимо, в первом приближении, ориентироваться на значение предельной массовой доли костры 29 % по стандарту «Волокно льняное короткое» [17], которое можно считать допустимым.

Второй пропуск через линию существенно снизил содержание костры до 50,6%, тем не менее, не удалось достичь допустимой доли костры (рис. 6а, 7а).

Третий пропуск существенно снизил массовую долю костры до 24,7 % (рис. 6в, 7а и табл. 2), а четвертый не дал существенного снижения в сравнении с третьим пропуском 22,3 % (рис. 6г, 7а). Очевидно, что удовлетворяющим волокном является волокно после 3-го и 4-го пропусков с массовой долей костры 24,7 % и 22,3 %, т.е. не превышает 29 %. Однако это волокно не соответствует стандарту по разрывной нагрузке скрученной ленточки, так как из табл. 1 следует нулевая прочность сырья, поэтому волокно после 3-ого и 4-ого пропусков является низкокачественным.

Таблица 2

Характеристики короткого волокна, полученного из соломы льна-межеумка при различном количестве пропусков льна через линию

Характеристика волокна	Ед. изм.	Количество пропусков через линию			
		1 раз	2 раза	3 раза	4 раза
1. Средняя массодлина волокна, мм	%	51,9	55,7	51,3	51,1
2. Средневзвешенная линейная плотность волокна, текс	ед.	5,3	5,2	5,1	4,2
3. Линейная плотность волокна, текс	мм	6,1	5,9	5,6	5,4
4. Массовая доля костры в волокне	%	75,3	50,6	24,7	22,3
– удельный вес связанной костры в волокне		33,5	14,4	13,0	8,1
– удельный вес несвязанной (свободной) костры в волокне		66,5	85,6	87,0	91,9
Примечание. Сырье вид 1 и вид 2 обрабатывались в общей массе.					

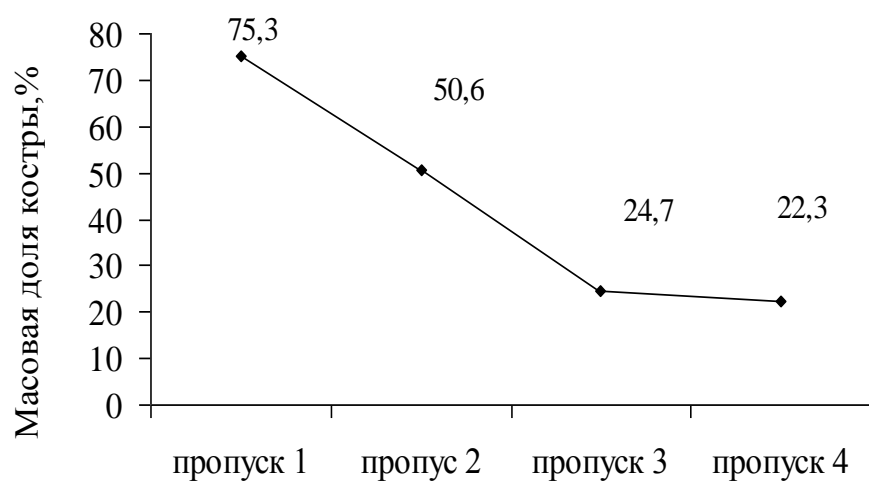


Рис. 6. Вид короткого волокна из соломы после различного числа пропусков через линию:

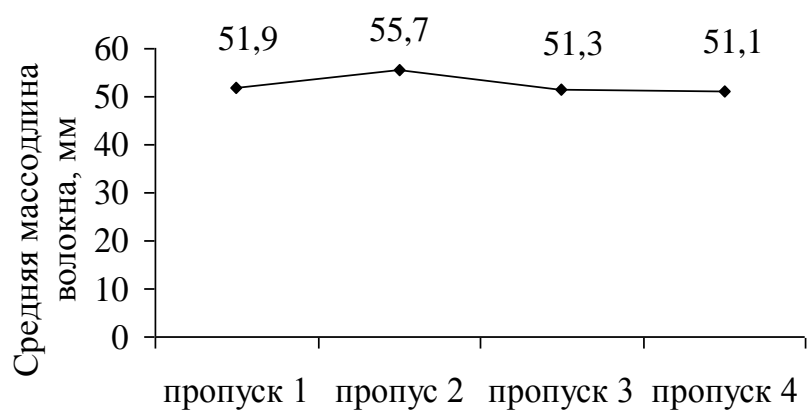
а – после первого пропуска; б – после второго пропуска; в – после третьего пропуска; г – после четвертого пропуска

Значит, полученное волокно из льносоломы может быть переработано в чистом виде (без помешивания других волокон) в изделия, в которых прочность не является определяющей, например, в объемный и межвенцовый утеплители, целлюлозу, техническую вату или в композиты с приданием им прочности термическим способом и т.п.

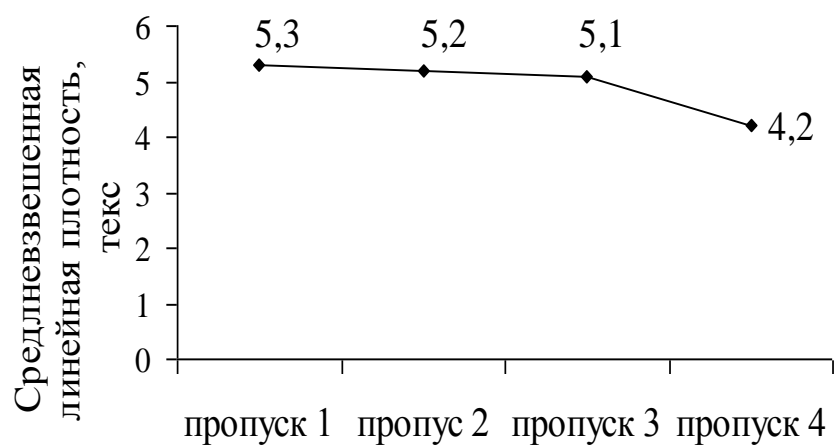
Важным показателем готового волокна также является наличие в нем связанной и несвязанной костры, который будет влиять на дальнейшую его переработку и на выбор того, в какие изделия его будут перерабатывать. Замерив, этот показатель у выработанного волокна можно отметить, что наличие связанной костры в нем при увеличении числа пропусков снижается с 33,3 % до 8,1 % (табл. 2), это происходит за счет перехода связанной костры в несвязанную путем повторных пропусков через дезинтегратор.



а

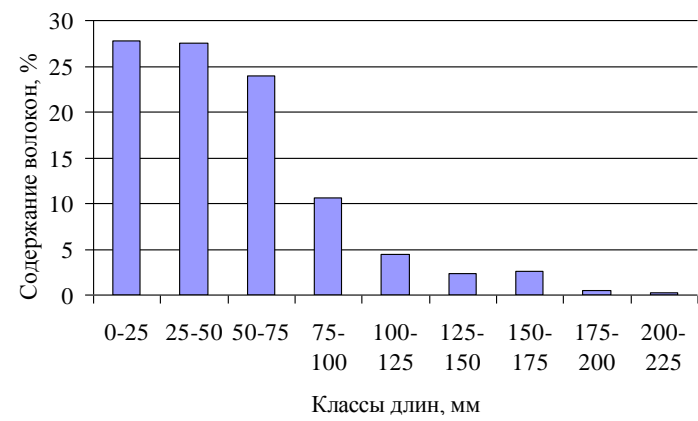


б

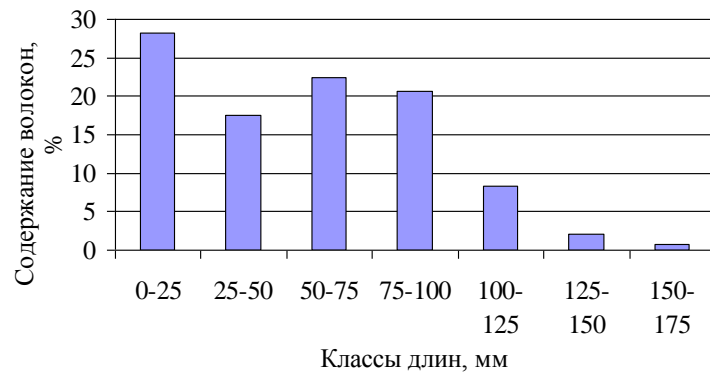


в

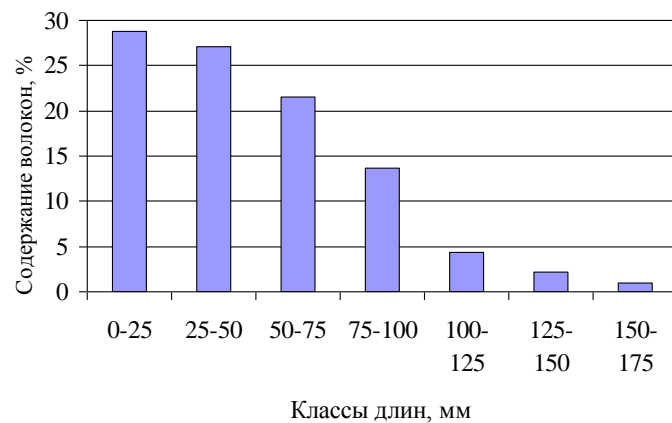
Рис. 7. Изменение некоторых характеристики волокна из льносолумы при различном числе пропусков через линию:
 а – массовая доля костры в волокне; б – средняя массодлина волокна;
 в – средневзвешенная линейная плотность



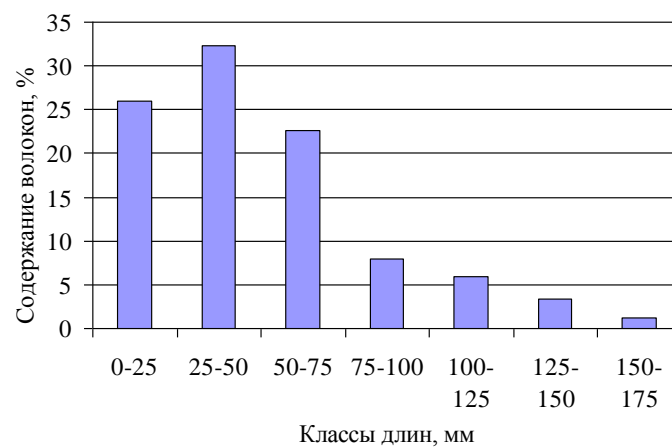
а



б



в



г

Рис. 8. Изменение средней массодлины короткого волокна:
а – один пропуск; б – два пропуска; в – три пропуска; г – четыре пропуска

Однако содержание несвязанной костры при этом не снижается и даже увеличивается с 66,5 % до 85,6...91,9 % (табл. 2), что указывает на трудность удаления несвязанной костры из волокна при переработке льна повышенной влажности. Это является естественным, так как известно, что при производстве короткого волокна технологическая влажность сырья должна составлять не более 8 %, в настоящих экспериментах она была 18...27 %. В реальности же, из практики известно, что переработка сырья ведется удовлетворительно при влажности не более 12...15 %. В любом случае наша переработка велась при повышенной влажности сырья.

Средняя массодлина волокна за один пропуск соломы через линию снизилась с 78,3 мм до 51,9 (табл. 2) и в зависимости от количества пропуском существенно не изменилась, в среднем находилась на уровне 53 мм (рис. 7б).

Однократный пропуск соломы существенно снизил средневзвешенную линейную плотность волокна, которая до обработки составляла в среднем 12,9 текс (табл. 1), а после более 5 текс (табл. 2). Двух- и трехкратный пропуск не привел к снижению средневзвешенной линейной плотности, которая в среднем составила 5,1...5,3 текс, а четвертый пропуск снизил этот показатель до 4,2 текс (рис. 7в).

Анализируя распределение волокон по классам длин (рис. 8), следует отметить, что содержание непрядых волокон (до 50 мм) в массе волокна во всех вариантах переработки составляет более 50 %, что является высоким значением для того, чтобы перерабатывать данное волокно в пряжые изделия [18], а значит, что это волокно в чистом виде, не может быть подвергаться прядению. Это означает, что в чистом виде это волокно не может быть переработано по технологиям предпрядения и прядения, например, для в шпагатные и веревочные изделия, а только в нетканые материалы. Это также подтверждает вывод сделанный ранее в настоящих исследованиях (см. выше). Однако, известно, что в смеси с более длинными натуральными волокнами это волокно может быть переработано в шпагатные изделия и угарную пряжу [18].

Выводы

1. Впервые изучен процесс первичной переработки соломы масличного льна российского производства, убранный зерновым комбайном при различном числе пропусков.

2. Солома льна-межеумка, убранный зерновым комбайном, является низкокачественным и труднообрабатываемым сырьем с повышенной влажностью, распределенной неравномерно внутри и снаружи рулона, при которой происходит процесс гниения.

3. Для того чтобы обеспечить готовому короткому волокну товарное значение массовой доли костры солому льна-межеумка необходимо перерабатывать на представленной линии не менее трех раз, однако даже при достижении допустимой массовой доли костры полученное волокно

является низкокачественным и может быть в чистом виде переработано в изделия, в которых прочность не является определяющей, например, в объемные и межвенцовые утеплители, целлюлозу, техническую вату или в композиты с приданием им прочности термическим способом.

4. Длина полученного волокна и средневзвешенная линейная плотность его составляют не более 56 мм и 5,3 текс.

Список литературы

1. Бушнев А.С. Состояние производства и совершенствование элементов технологии возделывания льна масличного в южном регионе российской федерации / А. С. Бушнев и др. // Реферируемый журнал «Масличные культуры. Научно-технический бюллетень ВНИИМК». Вып. 2 (155-156). – 2013. – С. 63-84.

2. Живетин В.В. Масличный лен и его комплексное использование / В. В Живетин, Л. Н. Гинзбург // Москва; ЦНИИЛКА, 2000. – 389 с.

3. Живетин В.В. Основное направление инноваций: лен и медицина [Электронный ресурс] / В. В. Живетин, Б. П. Осипов, Н. Н. Осипова // Материалы междунар. научн. – практич. конф. «Льняной комплекс России. Проблемы и перспективы». – Вологда, ЦНИИЛКА. – 2001. – URL: <http://len%20kompleks/3.htm>.

4. Лукомец В.М. Состояние и перспективы производства льна масличного в России / В. М. Лукомец, А. В. Кочегура, Л. Г. Рябенко // Внедрение инновационных разработок в целях повышения экономической эффективности в льняном комплексе России: Материалы деятелей науки ВУЗов отечественных и зарубежных стран, научных работников организаций по производству и переработке льна, а также текстильных и машиностроительных предприятий. – Вологда, 2012. – С. 41-46.

5. Новиков Э.В. Перспективные направления использования соломы и тресты льна масличного / Э. В. Новиков, Е. М. Пучков, М. М. Ковалев, А. В. Безбабченко // Электронный журнал «Научный вестник КГТУ», 2014, №2. <http://vestnik.kstu.edu.ru/6/viewnumber.aspx><http://vestnik.kstu.edu.ru> / Дата выпуска: 15.05.2014.– 9 с.

6. Безбабченко А.В. Энергосберегающая технология для переработки различных видов льна в однотипное волокно / А. В. Безбабченко, Э. В. Новиков, И. Б. Мясников // Труды 9-й Международной научно-технической конференции «Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве». 21-22 мая 2014 г., Россия, г. Москва. ВИЭСХ. С. 190-193.

7. Новиков Э.В. Изучение характеристик соломы масличного льна с целью определения его технологического качества / Э. В. Новиков, А. В. Безбабченко, В. Г. Внуков // ФГБНУ ВИЭСХ. 27-28 апреля. Электронный журнал Всероссийского научно-исследовательского института электрификации сельского хозяйства. По итогам Юбилейной заочной научно-технической конференции молодых ученых и специалистов

«Инновации в сельском хозяйстве», посвященная 85-летию института, Россия, Москва. Выпуск №3 (13). 2015. <http://ej.viesh.ru/journal/201502end/>. – С. 261-264.

8. Ковалев М.М. Обоснование и разработка инновационных технологий и куделеприготовительного агрегата для получения короткого льноволокна / М. М. Ковалев, А. П. Апыхин // Техника и оборудование для села. – 2013, №11. – С. 2-6.

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

10. Новиков Э.В. Сравнение технологий переработки льна масличного в короткое волокно на типовом оборудовании / Э. В. Новиков, К. В. Смирнов // Материалы Международной научно-практической конференции ФГБНУ ВНИИМЛ «Инновационные разработки для производства льна» (14-15 мая 2015). ВНИИМЛ. – Тверь: Твер. гос. ун-т, 2015. – С. 263-267.

11. Новиков Э.В. Сравнительные исследования заводских технологий переработки масличного льна в короткое волокно / Э. В. Новиков, К. В. Смирнов // Журнал «Научный вестник КГТУ». Изд-во Костромс. гос. ун-та. – 2015, №1 (34). – С. 12-16.

12. Патент РФ № 2506353 Способ получения лубяного волокна и устройство для его осуществления. Авторы: Внуков В.Г., Федосова Н.М., патентообладатель ООО «Агролён-инвест» 10.02.2014 г.

13. Новиков Э.В. Исследование линии для производства однотипного волокна на льнозаводе / Э. В. Новиков, А. В. Безбабченко // Электронный журнала «Научный вестник Костромского государственного университета», <http://vestnik.kstu.edu.ru>. – Кострома. Костромс. госуд. технолог. ун-т. – 2013, №1. – 8 с.

14. Носов А.Г. Влияние влажности на вероятностные параметры распределения штапельной длины отходов трепания при обработке в дезинтеграторе // А. Г Носов, С. М. Вихарев, В. Г. Дроздов // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №3. – С. 40-42.

15. Федосова Н.М. Совершенствование методов оценки технологического качества льна и приемов его переработки : монография / Н. М. Федосова, С. М. Вихарев, А. С. Соколов. – Кострома : Изд-во Костром. гос. технол. ун-та, 2013. – 83 с.

16. Павловский, Е.И. Дезинтегратор для отделения костры от отходов трепания // Е. П. Павловский, В. Г. Внуков // Льняное дело, 1998, №3. – С. 38-40.

17. ГОСТ 9394-76 Волокно льняное короткое. ТУ. Государственный комитета стандартов Совета Министров СССР от 3 сентября 1976 г. № 2081 срок введения с 01.07.77. – Москва. – 10 с.

18. Никитин Н.Г. Отходы производства легкой промышленности / Н. Г Никитин, А. А. Пантелькин, М. Э. Тряпицин. – М., «Легкая индустрия», 1973. – 256 с.