

ОБОСНОВАНИЕ ЛИНИИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КОРОТКОГО ВОЛОКНА ИЗ ЦЕЛЫХ СТЕБЛЕЙ ТРЕСТЫ МАСЛИЧНОГО ЛЬНА

НОВИКОВ Эдуард Валерьевич, Федеральный научный центр лубяных культур

СОБОЛЕВА Елена Валерьевна, Федеральный научный центр лубяных культур

БЕЗБАБЧЕНКО Александр Владиславович, Федеральный научный центр лубяных культур

В статье обоснована технологическая линия производства короткого льноволокна из тресты льна масличного в виде целых стеблей осенней и весенней уборки, состоящая из мельной машины, дезинтегратора и двух трясильных машин с нижним гребенным полем, которая также может перерабатывать массу льна масличного в виде спутанных и поломанных стеблей.

98

АГРАРНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

4

2021



Введение. Наибольший подъем производства масличного льна в России наблюдается с 2017 г. Основным видом продукции являются семена, используемые для получения пищевого и технического масла. Для повышения рентабельности его выращивания производителям следует использовать тресту в виде целых стеблей для производства льноволокна. Таким образом, первичная переработка этой тресты льна масличного в виде целых стеблей в натуральное экологически чистое волокно должна проводиться на эффективном и энергосберегающем российском оборудовании, что является актуальным, а оборудование должно обеспечивать снижение себестоимости волокнистой продукции [3, 9].

В настоящее время предложены машинные технологии и линии для получения волокна из масличного льна, в основном это крупногабаритные поточные линии, установленные стационарно, и устройства, состоящие из двух-трех узлов, в т.ч. перемещающиеся по полю [2, 4].

На льнозаводах России для первичной переработки льна масличного применяют классические отечественные куделеприготовительные агрегаты КПАЛ, АКЛВ-1, АКЛВ-1-01 или зарубежные агрегаты Wanhaavaert (Бельгия), Charle (Франция), Demaitere (Бельгия) и ЛКЛВ-0,75 (Беларусь), которые не приспособлены для переработки масличного льна, т.к. изначально предназначены для переработки стеблей и отходов трепания льна-долгунца. Несмотря на достаточную их пропускную способность, они малоэффективны на масличном льне, имеют большую металлоэнергоемкость, не могут эффективно вести его переработку при влажности более 16 %, имея при этом низкий коэффициент полезного времени по причине частых остановов из-за намотов волокна на рабочие органы. Кроме того, стоимость оборудования и его занимаемая площадь слишком велики для приобретения российскими переработчиками [5].

Исследования по переработке целых стеблей льна масличного с целью получения длинного волокна для текстильной промышленности проводились ранее [9], но за последние 20 лет в РФ появились новые сорта этой культуры, которые убирают не только осенью, но и весной в виде тресты в целых стеблях.

Анализ научных исследований в области первичной переработки масличного льна показал, что получение длинного волокна из него на мельно-трепальных агрегатах (далее МТА), т.е. по классической технологии льна-долгунца, в большинстве случаев невозможно [7, 9]. Однако треста масличного льна в целых стеблях имеет до 23 % волокна, использование которого необходимо в качестве изделий [7], – это натуральное стратегическое сырье.

Целью работы является обоснование линии первичной переработки тресты новых сортов масличного льна в виде целых стеблей в короткое волокно.

Для достижения поставленной цели необходимо провести сравнительные исследования линий путем анализа показателей качества, полученного короткого волокна и технологических характеристик.

Методика исследований. Для проведения исследований взяты следующие образцы тресты льна масличного:

целые очесанные стебли тресты урожая 2018 г. (сорт Уральский), которые после осеннего обмолота семян были оставлены в поле на корню до весны в целых стеблях (в стерне, в стеблях), затем вытереблены вручную – весенняя уборка;

целые очесанные стебли тресты урожая 2019 г. трех различных сортов льна осенней уборки ЛМ-98, Нилин и ВНИИМК-620.

Их характеристики представлены в табл. 1.

Данные табл. 1 показывают, что льнотреста является легкообрабатываемой, т.к. имеет высокую отделяемость волокна от древесины 7,3–8,8 ед., однако в сравнении с льном-долгунцом содержание волокна в стеблях невысокое и составляет 19–32 %.

Треста масличного льна весенней уборки, в нашем случае это сорт Уральский, подвергалась первичной переработке на шести линиях, которые различались составом отдельных машин. В их состав входило следующее оборудование: мельная машина М-110Л2, дезинтегратор Д, трясильные машины Т, это линии: Д+Т+Т; Д+Д+Т+Т; М-110Л2+Т+Т; М-110Л2+Д+Т+Т; М-110Л2+Д+Д+Т+Т; куделеприготовительный агрегат КП-100Л, который является предшественником действующего агрегата КПАЛ. В качестве трясильной машины применялась известная и эксплуатируемая машина марки ТГ-135Л. Стебли льнотресты

Характеристики исследуемой льнотресты масличного льна в виде целых стеблей по сортам (урожай 2018–2019 гг.)

Характеристики	Сорт			
	Уральский	ЛМ-98	Нилин	ВНИИМК-620
Средняя горстевая длина стеблей, см	58	71	64	90
Содержание волокна в стеблях, %	32	23	22	19
Отделяемость волокна от древесины, ед.	8,8	7,3	8,5	7,6
Прочность тресты, кгс	1,8	7,0	1,0	1,6
Средняя массодлина волокна в стеблях, мм	154,7	291,9	119,3	252,5
Линейная плотность волокна в стеблях, текс	10,3	10,9	10,6	11,7

с влажностью 12 % подавались в мельчущую машину перпендикулярно оси валцов. Далее обоснованная рациональная линия переработки проходила экспериментальную проверку на льнотресте масличного льна осенней уборки с целью определения ее эффективности на различном льносыре.

Оценка показателей качества волокна проводилась с использованием стандартов ГОСТ 9394-76 и ГОСТ 54589-2011 «Волокно льняное короткое. Технические условия», а также методик, описанных в [1, 8].

Результаты исследований. Результаты исследований представлены в табл. 2, 3, на рис. 1, 2.

Из тресты масличного льна в целых стеблях весенней уборки (см. табл. 2, сорт Уральский) невозможно получить короткое волокно хотя бы с самым низким номером 2. Это связано с тем, что льнотреста весенней уборки изначально имела низкую прочность (см. табл. 1) и, как следствие, низкая прочность в виде разрывной нагрузки скрученной ленточки наблюдалась в коротком волокне (до 1 кгс) независимо от линии переработки.

Приняв за критерий выбора рациональной линии показатель массовая доля костры и сорных примесей, следует констатировать, что для переработки льнотресты масличного льна весенней уборки следует применять линии Д+Д+Т+Т, М-110Л2+Д+Т+Т (М+Д+Т+Т) или М-110Л2+Д+Д+Т+Т (М+Д+Д+Т+Т), т.к. волокно после них имеет значение этого показателя не более 28 %, что соответствует требованию стандарта. Для обоснования наиболее рациональной из указанных выше линий воспользуемся следующими рассуждениями. Рациональная линия, прежде всего, должна вырабатывать короткое волокно с меньшей массовой долей костры, большим значением массодлины волокна и его выхода. Анализируя результаты табл. 2 с этой точки зрения, то такой является линия М-110Л2+Д+Т+Т, производящая волокно средней массодлиной более 100 мм,

Таблица 2

Характеристики волокна из тресты масличного льна, сорт Уральский, урожай 2018 г., весенняя уборка

Характеристики	Линии переработки						Для волокна льняного короткого (из стандарта)
	Д+Т+Т	Д+Д+Т+Т	М-110Л2+Т+Т	М-110Л2+Д+Т+Т	М-110Л2+Д+Д+Т+Т	КП-100Л	
Разрывная нагрузка скрученной ленточки, кгс	0,3	0,6	0,7	0,4	0	0	Не менее 5,5
Массовая доля костры и сорных примесей, %	33	28	30	25	23	14	Не более 29
Средняя массодлина волокна, мм	138,4	117,6	123,6	106,0	80,6	87,4	Не гостируется
Линейная плотность волокна, текс	9,1	8,8	7,6	8,9	7,8	7,3	Не гостируется
Номер короткого льняного волокна по ГОСТ Р 54589-2011 (ГОСТ 9394-76)	—*	—*	—*	—*	—*	—*	2, 3, 4, 6, 8
Выход волокна, %	31	27	34	27	24	23	Не гостируется

* Невозможно определить из-за низкой разрывной нагрузки.

Таблица 3

Характеристики волокна, полученного из тресты масличного льна в стеблях осенней уборки урожая 2019 г. на обоснованной линии, состоящей из М+Д+Т+Т

Характеристики	Сорт			Для волокна льняного короткого (из стандарта)
	ЛМ-98	Нилин	ВНИИМК-620	
Разрывная нагрузка скрученной ленточки, кгс	12,3	4,6	6,1	Не менее 5,5
Массовая доля костры и сорных примесей, %	22	30	18	Не более 29
Средняя массодлина волокна, мм	183,0	123,1	163,0	Не гостируется
Линейная плотность волокна, текс	6,4	9,0	8,7	Не гостируется
Номер короткого волокна	3	—*	2	2, 3, 4, 6, 8
Выход волокна, %	21	26	24	Не гостируется

* Невозможно определить из-за низкой разрывной нагрузки.



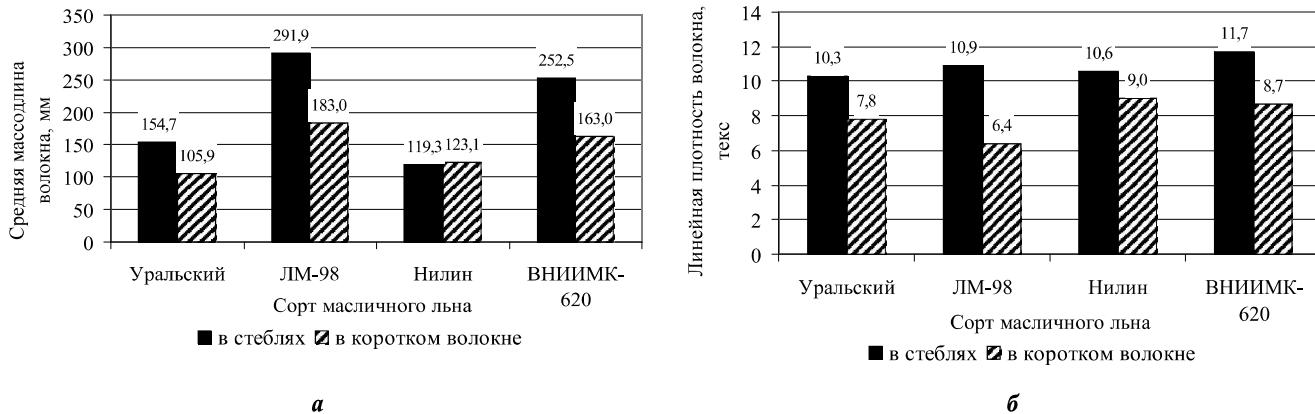


Рис. 1. Изменения свойств волокна до и после переработки:
а – массодлина; б – линейной плотности

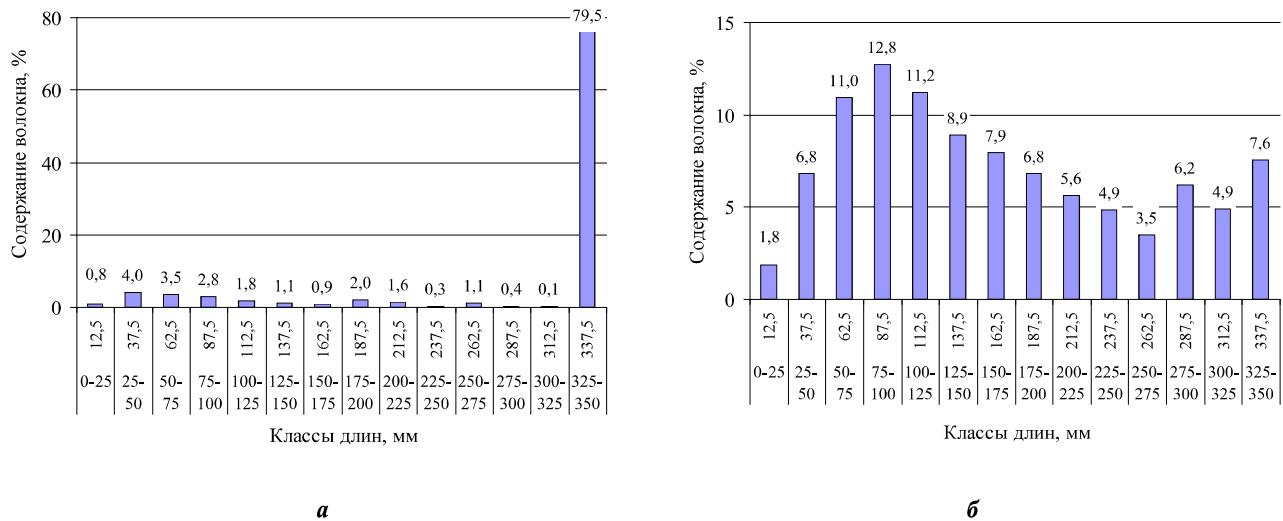


Рис. 2. Содержание волокон по классам длин (типовые графики):
а – в стеблях до переработки; б – в полученном волокне

массовой долей костры 23 %, при выходе волокна 27 %. Аналогичный состав технологической линии был экспериментально обоснован ранее в исследовании [6], но для переработки тресты масличного льна, состоящей из поломанных и перепутанных стеблей.

Экспериментальная проверка уже обоснованной линии М-110Л2+Д+Т+Т (М+Д+Т+Т, см. табл. 2) на льнотресте масличного льна осенней уборки показала, что разрывная нагрузка скрученной ленточки в волокне, полученном из целых очесанных стеблей тресты осенней уборки, варьируется от 4,6 до 12,3 кгс (см. табл. 3). Из трех рассматриваемых сортов льна только у сорта Нилин показатели качества короткого волокна не соответствуют требованиям ГОСТ, волокно из сортов ЛМ-98 и ВНИИМК-620 имеют номер 3 и 2 соответственно. Это говорит о том, что из целых стеблей масличного льна осенней уборки можно получить короткое волокно выше номера 2. Известно, что, например, из тресты масличного льна в виде спутанной дезориентированной массы поломанных стеблей нельзя получить короткое волокно выше номера 2 [6].

Анализируя отдельные характеристики короткого волокна из масличного льна, следует отметить следующее:

его массодлина в процессе переработки снижается у сорта ЛМ-98 на 108,9 мм, у ВНИИМК-620 на 89,5 мм, Уральского на 48,8 мм (см. рис. 1, а), что указывает на достаточно высокую деформацию стеблей тресты и, как следствие, из-за которой понижается разрывная нагрузка скрученной ленточки;

в процессе переработки значительно снижается линейная плотность волокна: для сорта Уральский на 2,5 текс; ЛМ-98 – на 4,5 текс, Нилин – на 1,6 текс, ВНИИМК-620 – на 3,0 текс (рис. 1, б), что в свою очередь повышает его гибкость (чем выше гибкость, тем выше качество волокна).

выход волокна при использовании рациональной линии составляет 21–27 %, который можно использовать в технико-экономических расчетах.

Из рис. 2 показано изменение фракционного состава волокон до и после переработки. Подобные графики построены для всех перерабатываемых сортов, которые в целом аналогичны, поэтому на рисунке представлены типовые гистограммы. Видно, что основную часть волокон в льнотресте составляют волокна длиной 325–350 мм, в зависимости от сорта изменяются незначительно, а в коротком волокне основная часть волокон длиной 25–200 мм, в зависимости от сорта – от 60 % до 75 %.

Переработка целых стеблей масличного льна на классическом куделеприготовительном агрегате КП-100Л, который впервые исследовался на этом сырье, показала, что он обеспечивает существенное снижение массовой доли костры в волокне, однако при этом снижаются показатели массодлины и прочности волокна.

Заключение.

1. Обоснована технологическая линия производства короткого волокна из тресты льна масличного в виде целых стеблей осенней и весенней уборки, состоящая из мяльной машины, дезинтегратора и двух трясильных машин с нижним гребенным полем, которая позволяет получить короткое волокна со следующими характеристиками: разрывной нагрузкой скрученной ленточки не более 13 кгс, массовой долей костры не менее 18 %, массодлиной не более 185 мм, линейной плотностью не менее 6 текс. Также линия может перерабатывать лен масличный в виде спутанных, поломанных стеблей

2. Треста льна масличного весенней уборки, полученная путем выдержки целых стеблей на корню в поле с осени до весны, имеет очень низкую прочность, поэтому получить короткое волокно, отвечающее требованиям стандарта, невозможно. При этом из тресты осенней уборки можно получить гостирированное волокно номеров 2 и 3, но не более.

3. Для первичной переработки тресты льна масличного в целых стеблях осенней и весенней уборки не следует применять технологические линии, состоящие из одного дезинтегратора и двух трясильных машин или из одной мяльной машины и двух трясильных машин, так как массовая доля костры в полученном волокне превышает предельно допустимое значение по стандарту.

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» (№ 0477-2019-0005).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Испытания лубоволокнистых материалов / под ред. В.В. Городова, С.Е. Лазаревой, И.Я. Лунева. – М.: Легкая индустрия, 1969. – 208 с.

2. Исследование первичной переработки масличного льна по схеме поле- завод с применением инно-

вационного мобильного агрегата КВЛ-1М / Э.В. Новиков [и др.] // Вестник НГИЭИ. – 2018. – № 9 (88). – С. 101–113.

3. Исследование характеристик короткого волокна, полученного из масличного льна на различных малогабаритных линиях / Э.В. Новиков [и др.] // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2018. – Вып. 2 (174). – С. 83–89.

4. Исследование первичной переработки масличного льна с применением инновационного агрегата КВЛ-1М и технологических схем дополнительной обработки волокна / Е.В. Соболева [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2019. – № 1. – С. 81–85.

5. Новиков Э.В., Безбабченко А.В., Внуков В.Г. Обоснование параметров и режимов работы поточной линии для переработки масличного льна в короткое волокно // Технологии и качество. – 2018. – № 3(41). – С. 10–17.

6. Обоснование линии первичной переработки масличного льна в волокно / Э.В. Новиков [и др.] // Техника и оборудование для села. – 2020. – № 2 (272). – С. 26–29.

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

8. Товароведение лубяных волокон: учебное пособие для средн. спец. учебн. заведений текстильной промышленности / под ред. Б.В. Борухсона, В.В. Городова, А.Г. Скворцова. – М.: Легкая индустрия, 1974. – 184 с.

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

Новиков Эдуард Валерьевич, канд. техн. наук, доцент, ведущий научный сотрудник, Федеральный научный центр лубяных культур. Россия.

Соболева Елена Валерьевна, старший научный сотрудник, Федеральный научный центр лубяных культур. Россия.

Безбабченко Александр Владиславович, старший научный сотрудник, Федеральный научный центр лубяных культур. Россия.

170041, г. Тверь, Комсомольский просп., 17/56.
Тел.: (4822) 41-61-10.

Ключевые слова: масличный лен; льнотреста; целые стебли; осенняя и весенняя уборка; выход волокна; прочность; массодлина; линейная плотность; короткое льноволокно; оборудование; линия.

JUSTIFICATION OF THE LINE FOR THE PRODUCTION OF SHORT FIBERS FROM WHOLE STEMS OF OIL FLAX RETTED STRAW

Novikov Eduard Valeriyevich, Candidate of Technical Sciences, Leading Researcher, Federal Scientific Center for Fibre Crops, Russia.

Soboleva Elena Valeryevna, Senior Researcher, Federal Scientific Center for Fibre Crops, Russia.

Bezbabchenko Alexander Vladislavovich, Senior Researcher, Federal Scientific Center for Fibre Crops, Russia.

Keywords: oil flax; retted straw; whole stems; autumn and spring harvesting; fiber output; strength; mass/length indicator; linear density; short flax fibre; equipment; line.

The article substantiates the production line of short flax fiber from the oil flax retted straw in the form of whole stems of autumn and spring harvesting from the field, consisting of a mill machine, a disintegrator and two shaking machines with a lower comb field, which can also process the mass of oil flax in the form of confused stems.

