

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА И ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ, ПЕРВИЧНАЯ И ГЛУБОКАЯ ПЕРЕРАБОТКА РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

DOI 10.54016/SVITOK.2024.41.39.007

УДК 633.521

ОБОСНОВАНИЕ УНИВЕРСАЛЬНОСТИ ПЕРЕРАБОТКИ ЛЬНОТРЕСТЫ В ОДНОПРОЦЕССНОЙ МАШИНЕ МТОФ-1М

© 2024. Э. В. Новиков, Е. Н. Королева, С. В. Соловьев,
В. Ю. Романенко, А. В. Безбабченко
ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур»,
г. Тверь, Российская Федерация

В России увеличиваются посевные площади льна масличного и технической конопли, а посевы льна-долгунца сокращаются. Исходя из этого необходимо искать решения по использованию машин для первичной переработки не только тресты льна-долгунца в целых стеблях, но и других видов льна, в т.ч. низкосортной льнотресты. Наибольшее применение для производства длинного и короткого волокна из льнотресты в фермерских хозяйствах нашла машина МТОФ-1Л, которая в настоящее время не выпускается, но работает в нескольких малых предприятиях РФ. В 2024 году возросли цены технологического оборудования на 10%. Такое увеличение цен не позволит фермерским хозяйствам закупить дорогостоящее оборудование, поэтому в ФНЦ ЛК разработана малогабаритная мяльно-трепальная однопроцессная двухручьевая машина МТОФ-1М, которая создана путем модернизации ранее используемой машины МТОФ-1Л. Линия с использованием МТОФ-1М является экономически эффективной при производстве льна трёпаного, короткого и однотипного волокна технологической влажности. Однако не рассматривалась переработка качественной и низкосортной тресты льна-долгунца, льна масличного в стеблях (льна-межеумка) и в спутанной массе (льна кудряша) с повышенной влажностью на указанной машине. Представлены экспериментальные исследования машины МТОФ-1М по изучению первичной переработки льнотресты из различных видов льна с повышенной влажностью. Исследования проведены на аналогичном МТОФ-1М устройстве в мяльно-трепальном станке СМТ-200М. Сделаны выводы об использовании МТОФ-1М для производства однотипного льноволокна из различного льна, обоснована схема переработки льнотресты и состав линии для малых предприятий.

Ключевые слова: льнотреста, однотипное льноволокно неориентированное, выход и показатели качества волокна, линия первичной переработки.

Благодарности: работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ в 2024 году по Государственному заданию ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» (тема FGSS-2022-0007).

Для цитирования: Новиков Э.В., Королева Е.Н., Соловьев С.В., Романенко В.Ю., Безбабченко А.В. Обоснование универсальности переработки льнотресты в однопроцессной машине МТОФ-1М. Технические культуры. Научный сельскохозяйственный журнал. 2024; 3(4):(50-59). DOI: 10.54016/SVITOK.2024.41.39.007

Поступила: 18.07.2024 Принята к публикации: 14.08.2024 Опубликовано: 27.09.2024

JUSTIFICATION OF THE VERSATILITY OF FLAX STALKS PROCESSING IN A SINGLE-PROCESS MACHINE MTOF-1M

© 2024. E. V. Novikov, E. N. Koroleva, S. V. Solovyov,
V. Yu. Romanenko, A. V. Bezbabchenko
Federal Research Center for Bast Fiber Crops,
Tver, Russian Federation

In Russia, the sowing areas of oilseed flax and industrial hemp are increasing, while the sowings of flax are decreasing. Based on this, it is necessary to look for solutions for the use of machines for the primary processing of not only flax straw in whole stems, but also other types of flax, including low-grade flax straw. The most widely used machine for the production of long and short fibers from flax in farms was the MTOF-1L machine, which is currently not produced, but works in several small enterprises of the Russian Federation. In 2024, the prices of technological equipment increased by 10%. Such an increase in prices will not allow farms to purchase expensive equipment, therefore, the Federal Scientific Center of Bast Crops has developed a small-sized single-process two-strand rolling and scutching machine MTOF-1M, which was created by modernizing the previously used MTOF-1L machine. The line using MTOF-1M is cost-effective in the production of scutched flax, short and uniform fiber of technological moisture. However, the processing of high-quality and low-grade flax straw, oilseed flax in stems and in tangled mass with increased humidity on the specified machine was not considered. Experimental studies of the MTOF-1M machine for studying the primary processing of flax straw from different types of flax with increased humidity are presented. The research was carried out on a similar MTOF-1M device in the SMT-200M rolling and scutching machine. Conclusions are made on the use of MTOF-1M for the production of uniform flax fiber from different flax, the flax straw processing scheme and the line composition for small enterprises are substantiated.

Keywords: flax straw, uniform non-oriented flax fiber, fiber yield and quality indicators, primary processing line.

Acknowledgements: the research was carried out with the support of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation within the framework of the State Assignment of the Federal State Budgetary Research Institution «Federal Research Center for Bast Fiber Crops» (topic No. FGSS-2022-0007).

For citation: Novikov E.V., Koroleva E.N., Solovyov S.V., Romanenko V.Yu., Bezbabchenko A.V. Justification of the versatility of flax stalks processing in a single-process machine MTOF-1M. Technical crops. Scientific agricultural journal. 2024; 3(4):(50-59). DOI: 10.54016/SVITOK.2024.41.39.007

Received: 18.07.2024 Accepted for publication: 14.08.2024 Published: 27.09.2024

Введение. Льнокомплекс России — сложная подотрасль, находящаяся в кризисном состоянии, но с хорошим потенциалом в области сельскохозяйственного производства, первичной и глубокой переработки [16].

В России стабильно увеличиваются посевные площади льна масличного и технической конопли, посевы льна-долгунца сокращаются, поэтому надо искать решения по использованию для переработки в одних и тех же машинах не только тресты льна-долгунца в виде целых параллелизованных стеблей, но и других видов льна, в т.ч. низко-сортной в спутанной стеблевой массе.

В 2024 году повысились цены на лён трепаный на 20%, волокно льняное короткое и

однотипное — в среднем на 35%, на пеньку однотипную — на 21%, что повысило эффективность работы льнозаводов. Однако в 2024 г. также возросли цены на технологическое оборудование на 10%, что в совокупности с дефицитом оборотных средств у льнопенькозаводов снижает вероятность замены устаревшего оборудования на современное отечественное.

Для фермерских хозяйств увеличение цен также не позволит приобрести дорогостоящее оборудование для переработки льнотресты собственного урожая. Например, в 2024 году цена отечественных мяльно-трепального и куделеприготовительного агрегатов [5, 19, 2, 11, 13, 4] составляет более 50 млн руб. Поэтому очевидно то, что фермеры для пе-

переработки льнотресты льна-долгунца, выращенного своими силами с площади 100-300 га и при необходимости переработки тресты масличного льна, необходимо затратить на приобретение технологического оборудования более 50 млн рублей.

Для сокращения затрат на покупку и установку технологического оборудования

указанными хозяйствами в ФНЦ ЛК разработана малогабаритная мяльно-трепальная двухручье́вая машина МТОФ-1М [1], которая создана путем модернизации ранее используемой машины МТОФ-1Л [12, 3, 14].

Технологическая схема и общий вид МТОФ-1М представлены на рисунке 1.

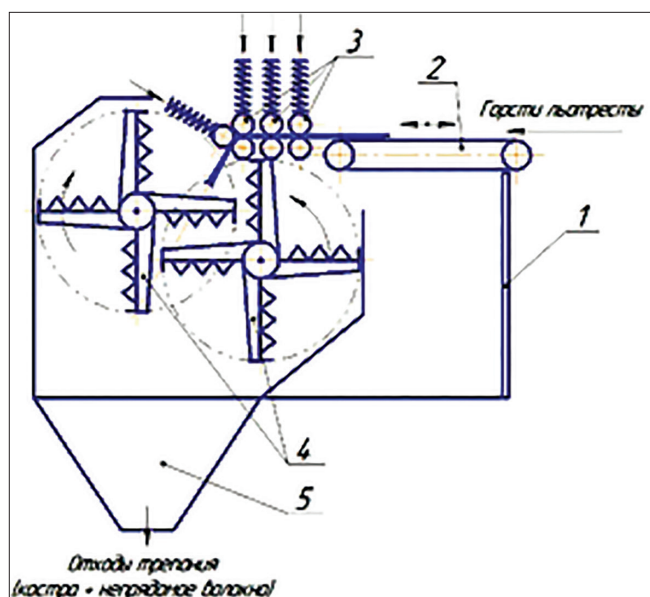


Рисунок 1. Машина мяльно-трепальная однопроцессная двухручье́вая марки МТОФ-1М: слева – технологическая схема; справа – вид со стороны питающего транспортёра: 1 – рама; 2 – транспортёр питающий; 3 – мяльный модуль; 4 – барабаны трепальные; 5 – бункер отходов трепания.

В работе [1] определено, что малогабаритная линия с использованием МТОФ-1М для первичной переработки льнотресты льна-долгунца является экономически эффективной при производстве льна трёпаного (рисунок 1б), короткого и однотипного волокна из льнотресты льна-долгунца технологической влажности 14%. Однако в [1] не рассмотрена эффективность переработки тресты льна-долгунца и льна масличного в стеблях (льна-межеумка) в спутанной массе (льна кудряша) с повышенной влажностью на указанной машине. Предполагается, что переработка указанных видов льнотресты расширит возможности машины МТОФ-1М, тем самым сделает её более универсальной.

Цель исследований – изучить процесс первичной переработки льнотресты различ-

ных видов льна в сочетании с повышенной влажностью в машине МТОФ-1М, сделать выводы о целесообразности использования этой машины для производства однотипного льноволокна и при положительном результате обосновать технологическую схему переработки.

Для достижения поставленной цели необходимо:

- подготовить навески тресты льна-долгунца и льна масличного;
- переработать их на станке СМТ-200М, который является аналогом машины МТОФ-1М;
- переработать костроволокнистую массу после СМТ-200М в волокно однотипное;
- проанализировать показатели качества льноволокна однотипного неориентированного из различных видов льна по действующим стандартам;



Рисунок 2. Вид горстей тресты льна-долгунца и льна масличного на питающем транспортере станка СМТ-200М:

а – целые стебли льна-долгунца (средняя длина стеблей 73 см); *б* – путанина льна-долгунца; *в* – лён-межеумок в целых стеблях (длина стеблей до 70 см); *г* – лен-кудряш в спутанной массе

- дать рекомендации по использованию МТОФ-1М в промышленности для производства однотипного льноволокна из льна-долгунца и льна масличного.

Методика исследований. В качестве перерабатываемого сырья использованы горсти тресты: льна-долгунца в целых стеблях и в спутанной массе (путанины); масличного льна-межеумка в целых стеблях; масличного льна-кудряша в спутанной массе. Всё сырьё имело нормальную степень вылежки.

Переработка каждой горсти тресты льна-долгунца и льна масличного осуществлялась на станке СМТ-200М, которая имеет схожую с машиной МТОФ-1М конструкцию за исключением трехбильных барабанов в отличие от МТОФ-1М, где имеют место четырехбильные барабаны.

Горсти тресты каждого вида льна массой 250 г укладывались на транспортёр СМТ-200М (рисунок 2) и далее перерабатывались в нём при движении питающего транспортера непрерывно вперед.

Использовались горсти технологической влажности 14% и повышенной 20%. Повторность опытов трёхкратная.

Параметры переработки в СМТ-200М соответствовали стандартным значениям, заложенным в станке СМТ-200М: скорость транспортера – 4,65 м/мин, частота вращения трепальных барабанов – 230 мин⁻¹, глубина захождения рифлей мяльных вальцов – 4 мм.

После СМТ-200М костроволокнистая масса дорабатывалась в однотипное волокно по двум вариантам линии: первый – в двух трясильных машинах с нижним гребенным полем Т (сокращенно СМТ-200М+Т+Т); второй – в трепальной машине типа дезинтегратор и двух трясильных машинах с нижним гребенным полем (СМТ-200М+Д+Т+Т). Добавление трепальной машины в виде дезинтегратора (Д) во втором варианте объясняется необходимостью увеличения числа механических воздействий с целью снижения массовой доли костры в волокне.

Полученное в результате первичной переработки однотипное волокно подвергалось оценке качества по ГОСТ Р 54589-2011 и ПНСТ 424-2020.

Результаты и их обсуждение. Показатели качества полученного однотипного льноволокна представлены в таблицах 1-3 и на рисунке 3.

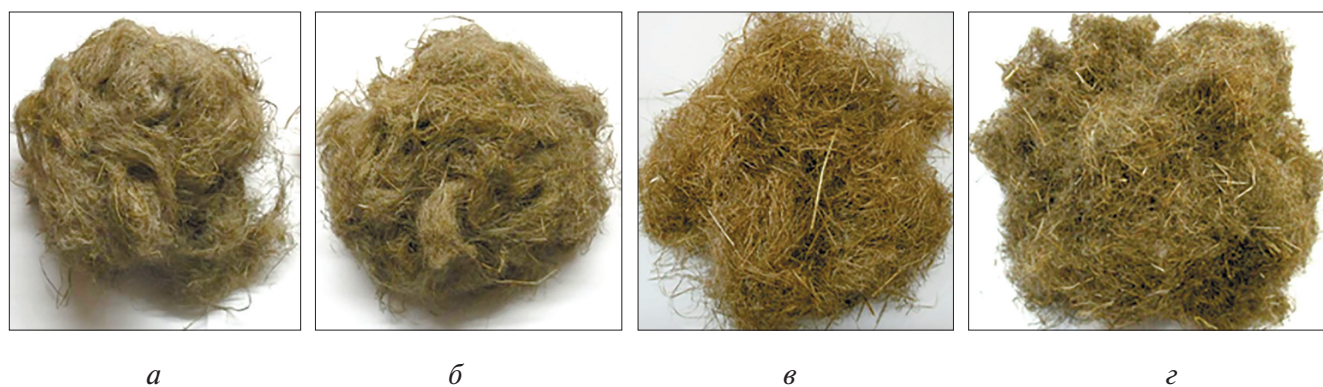


Рисунок 3. Вид волокна однитипного неориентированного, полученного в исследованиях на линии СМТ-200М+Д+Т+Т (таблица. 2):

а – из тресты льна-долгунца в целых стеблях (рисунок 2а); б – из тресты льна-долгунца в виде путанины (рисунок 2б); в – из тресты льна-межеумка в целых стеблях (рисунок 2в); г – из тресты льна-кудряша в целых стеблях (рисунок 2г)

Таблица 1 – Показатели качества однитипного льноволокна, полученного на линии СМТ-200М+Т+Т из тресты льна-долгунца различного качества при различной влажности

№ п/п	Показатель	Влажность, %	целые стебли льна-долгунца	путанина льна-долгунца
1	Массовая доля костры, %	20	47	48
	Уд. вес несвязанной костры, %		19	19
	Уд. вес связанной костры, %		81	81
2	Разрывная нагрузка скрученной ленточки, кгс / Н / даН		17,3/165,9/17,0	17,8/174,4/17,4
3	Номер (сорт)		-	-
4	Массовая доля костры, %	14	29	28
	Уд. вес несвязанной костры, %		21	18
	Уд. вес связанной костры, %		79	82
5	Разрывная нагрузка скрученной ленточки, кгс/Н/даН		21,2/207,8/20,8	17,1/167,6/16,8
6	Номер (сорт)		2	2

Таблица 2 – Показатели качества однотипного льноволокна, полученного на линии СМТ-200М+Д+Т+Т из различных видов льна и качества при различной влажности (рис. 2а, б, в)

№ п/п	Показатель	Влажность, %	Вид льна			
			целые стебли льна-долгунца	путанина льна-долгунца	целые стебли масличного льна	
1	Массовая доля костры, %	20	20	20	33	
	Уд. вес несвязанной костры, %		0	0	0	
	Уд. вес связанной костры, %		100	100	100	
2	Разрывная нагрузка скрученной ленточки, кгс/Н/даН		24,1/236,2/23,6	21,5/210,7/21,1	11,7/114,7/11,5	
3	Номер (сорт)		4	4	-	
4	Выход однотипного волокна, %		34	31	16	
5	Массовая доля костры, %		14	18	18	19
	Уд. вес несвязанной костры, %			2	17	5
	Уд. вес связанной костры, %	98		83	95	
6	Разрывная нагрузка скрученной ленточки, кгс/Н/даН	15,9/155,8/15,6		12,9/126,4/12,6	9,9/97,0/9,7	
7	Номер (сорт)	4		3	2	
8	Выход однотипного волокна, %	32		33	22	

Таблица 3 – Показатели качества однотипного льноволокна, полученного на линии СМТ-200М+Д+Д+Т+Т из тресты льна-кудряша с влажностью 20% (рисунок 2г)

№ п/п	Показатель	Значения
1	Массовая доля костры, %	52
	Уд. вес несвязанной костры, %	8
	Уд. вес связанной костры, %	92
2	Разрывная нагрузка скрученной ленточки, кгс/Н/даН	0/0/0
3	Номер (сорт)	-

Из таблиц 1 и 2 следует, что увеличение влажности льнотресты существенно влияет на показатели качества однотипного льноволокна в обеих схемах переработки, т.е. в линиях СМТ-200М+Т+Т и СМТ-200М+Д+Т+Т. Из тресты с влажностью 14% на линии без

дезинтегратора получается льноволокно номера 2, при увеличении влажности до 20 %, т.е. более чем в 1,6-1,7 раза, возрастает массовая доля костры, тем самым волокно не имеет номера (таблица 1). Кроме того, при повышении влажности существенно повы-

шается удельный вес несвязанной костры в волокне (таблица 1). Это значит, что линию СМТ-200М+Т+Т следует применять только при переработке тресты льна-долгунца в целых стеблях и в виде путанины с влажностью не более 14%.

Из таблицы 2 очевидно, что добавление в линию дезинтегратора эффективность первичной переработки повышается, т.к. у волокна, полученного из льна-долгунца, повысился номер до 3 и 4. При этом относительно показателей качества по таблице 1 массовая доля костры и разрывная нагрузка волокна по таблице 2 снижаются, последний показатель снижается на 5 кгс.

При переработке исследуемой тресты выход однотипного льноволокна из льна-долгунца составляет от 32 до 33 % при влажности 14% и от 31 до 34% при влажности 20 % (таблица 2), что является достаточно высоким значением.

Переработку труднообрабатываемого сырья в виде тресты льна масличного в стеблях

и путанине в однотипное волокно (таблицы 2 и 3) также следует признать эффективной потому, что показатели качества выработанного волокна в указанных таблицах являются не хуже, а в некоторых случаях наилучшими в сравнении с ранее проведенными исследованиями по переработке масличного льна [6, 9, 10, 15, 8, 17, 18, 7]. При этом нужно учесть, что в линию для переработки тресты льна-кудряша масличного желательнее добавить вторую трепальную машину в виде дезинтегратора (Д, таблица 3).

Из результатов проведенных исследований следует заключить, что первичная переработка тресты льняной различного качества с использованием машины МТОФ-1М эффективна, а значит, с её использованием можно планировать производство длинного, короткого и однотипного льноволокна на небольших льнозаводах, в фермерских и крестьянских хозяйствах, применяя линию с машиной МТОФ-1М, конструктивно-технологическая схема которой представлена на рисунке 4.

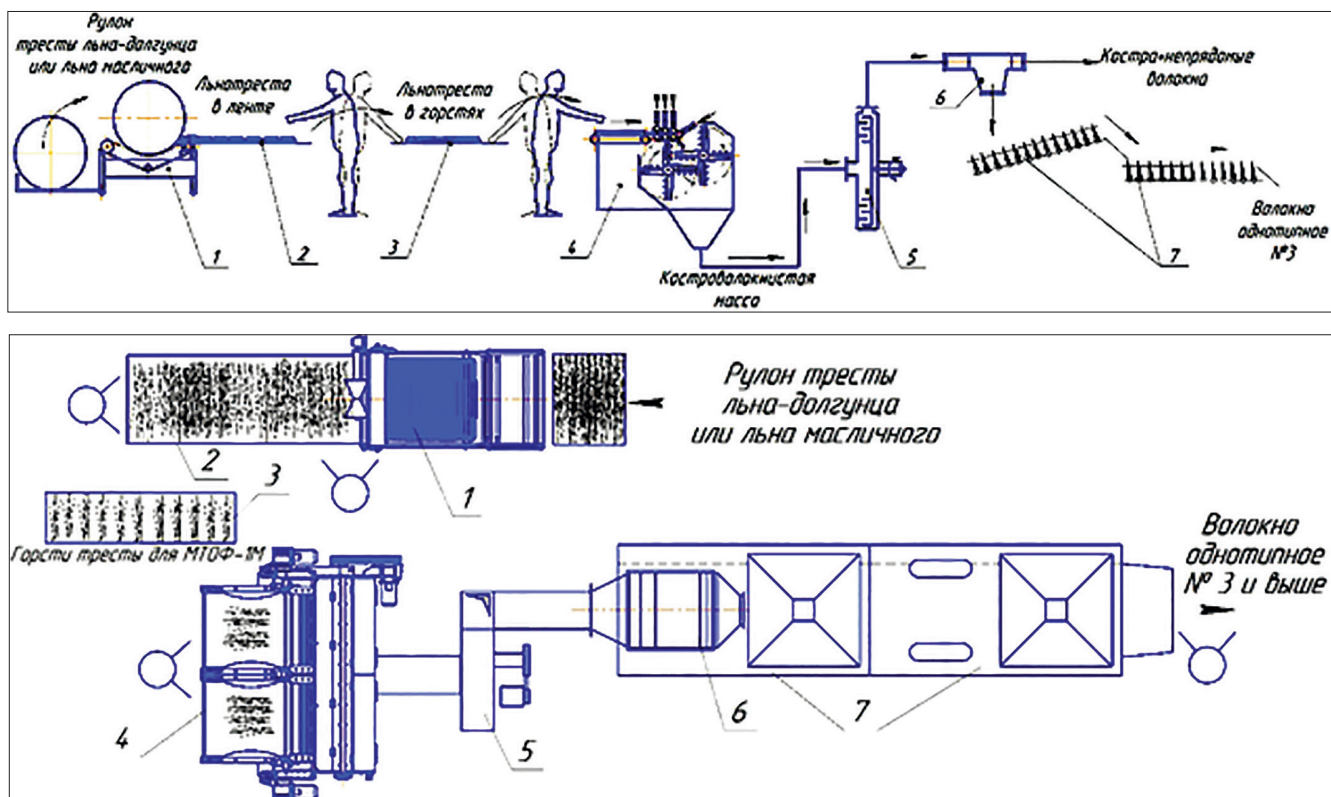


Рисунок 4. Конструктивно-технологическая схема линии переработки льнотресты различных видов льна разного качества в однотипное волокно для малых предприятий: а – вид сбоку; б – вид сверху: 1 – размотчик рулонов РР-2; 2 – стол для слоя льнотресты при размотке рулона; 3 – стол для горстей льнотресты; 4 – машина МТОФ-1М с непрерывно движущимся вперед питающим транспортером; 5 – трепальная машина – дезинтегратор льняной; 6 – разгрузитель бесциклонный; 7 – машины трясельные

Принцип работы линии на рисунке 4 при переработке различного качества тресты следующий. Переработка льнотресты в длинное волокно в машине МТОФ-1М производится движением транспортера вперед-выстой и назад, а переработка низкосортной тресты в целых стеблях, путанины льна-долгунца и масличного льна - без остановки транспортера, т.е. он движется непрерывно вперед с той же скоростью.

Выгодными отличиями предложенной линии являются:

- минимальное количество машин, а также её универсальность, т.е. переработка различных видов льна и разного исходного качества тресты в различное волокно (длинное, короткое и однотипное), при этом пропуск льнотресты составит до 300 кг/ч;

- цена в 3 раза ниже, чем у другого отечественного оборудования нормального габарита для длинного, короткого и однотипного льноволокна.

Выводы. 1. Изучен процесс первичной переработки льнотресты различных видов льна технологической и повышенной влажности в предлагаемой линии с использованием машины МТОФ-1М. 2. Первичная переработка различных видов льна, низкосортной тресты льна-долгунца и масличного льна технологической и повышенной влажности в товарное однотипное волокно в машине МТОФ-1М целесообразна и эффективна, в результате чего можно утверждать, что указанная машина и предложенная линия первичной переработки являются универсальными и предназначены, прежде всего, для фермерских хозяйств, при этом можно применять режимы переработки, используемые в настоящих исследованиях. 3. Полученные в представленных исследованиях значения выхода и характеристики льноволокна рекомендуется использовать при планировании аналогичных производств.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Басова Н.В., Новиков Э.В. Экономическая эффективность первичной переработки тресты льна-долгунца различного качества на предприятиях с небольшими посевными площадями // АПК: экономика, управление. – 2024. – №3. – С. 90-96. DOI: 10.33305/243-90.

2. Дьячков В.А. Теоретические основы производства лубяных волокон: монография. – Кострома: Костромской государственный технологический ун-т, 2009. – 271 с.

3. Ковалев М.М., Апыхин А.П., Зубов Ф.В., Дьяченко Д.Г. Ресурсосберегающая технология и оборудование для переработки льносырья // Интенсивность машинных технологий производства и переработки льнопродукции: материалы Междунар. науч. конф. – Тверь, 2004 г. – Ч. 2. – С. 16-26.

4. Ковалев М.М., Колчина Л.М. Технология и оборудование для производства и первичной переработки льна и конопли: справочник. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2013. – 84 с.

5. Марков В.В., Суслов Н.Н., Трифонов В.Г., Ипатов А.М. Первичная обработка лубяных волокон: учебник. – М.: Легкая индустрия, 1974. – 416 с.

6. Новиков Э.В., Безбабченко А.В., Алтухова И.Н. Переработка льна масличного из южного и сибирского регионов // Техника и оборудование для села. – 2023. – № 6 (312). – С. 24-27.

7. Новиков Э.В., Королева Е.Н., Шевалдин Д.М., Безбабченко А.В. Обоснование малогабаритной линии для переработки масличного льна на основе исследований характеристик волокна // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2018. – Вып. 2 (174). – С. 84-89.

8. Новиков Э.В., Соболева Е.В., Безбабченко А.В., Пираков Ш.Х. Обоснование линии первичной переработки масличного льна в волокно // Техника и оборудование для села. – 2020. – № 2 (272). – С. 26-29.

9. Новиков Э.В., Соболева Е.В., Безбабченко А.В. Влияние ориентации стеблей масличного льна и дополнительного оборудования на качество однотипного волокна в куделеприготовительном агрегате // Техника и оборудование для села. – 2022. – № 7 (301). – С. 37-41.

10. Новиков Э.В., Соболева Е.В., Безбабченко А.В. Обоснование линии для производства короткого волокна из целых стеблей тресты масличного льна // Аграрный научный журнал. – 2021. – № 4. – С. 98-101.

11. Новиков Э.В., Федосова Н.М., Безбабченко А.В. Планы заводов первичной обработки льна и конопли: учебно-методическое пособие. – Кострома: Изд-во Костромского государственного технологического ун-та, 2010. – 43 с.

12. Патент № 2157432 Российская Федерация, МКИ 7Д01В1/14. Мяльно-трепальная машина. № 99122947/12; заявл. 02.11.99; опубл. 10.10.2000, Бюл. №28. / А.П. Апыхин, Б.Н. Матвеев, М.М. Ковалев, Г.А. Шарстук. – 2 с.

13. Пашин Е.Л., Пашина Л.В., Румянцева И.А., Федосова Н.М., Куликов А.В., Смирнова Т.Ю., Новиков Э.В., Енин М.С. Справочник по заводской первичной обработке льна. Ч. 1 – Кострома: КГТУ, 2014. – 221 с.

14. Поздняков Б.А., Ковалев М.М. Организационно-экономические аспекты технологизации льняного комплекса: монография. – ГУПТО «Тверская областная типография», 2006. – С. 208.

15. Ростовцев Р.А., Прокофьев С.В., Фадеев Д.Г., Соболева Е.В., Новиков Э.В. Мате-

матический анализ влияния различных факторов на процесс переработки тресты льна масличного в агрегате КВЛ-1М // Техника и оборудование для села. – 2021. – № 6. – С. 12-16.

16. Системные проблемы льнокомплекса России и зарубежья, возможности их решения // Молочнохозяйственный вестник. – 2017. – №1 (25). – С. 166–186.

17. Соболева Е. В., Безбабченко А.В., Внуков В.Г., Прокофьев С.В. Исследование процесса переработки низкосортной тресты льна-долгунца в однотипное волокно с использованием прицепного льнокомбайна КВЛ-1 // Сельскохозяйственные машины и технологии». – 2020. – №1. – Т.14. – С. 69-75.

18. Соболева Е. В., Новиков Э.В., Безбабченко А.В., Прокофьев С.В., Внуков В.Г. Исследование первичной переработки масличного льна с применением инновационного агрегата КВЛ-1М и технологических схем дополнительной обработки волокна // Аграрный научный журнал. – 2019. – № 1. – С. 81-85.

19. Храмцов В.Н. Справочник по заводской первичной обработке льна. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 512 с.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Новиков Эдуард Валерьевич, кандидат техн. наук, ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией, ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур», 17/56, Комсомольский проспект, г. Тверь, Российская Федерация, 170041, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8793-4409>, e-mail: e.novikov@fncl.ru

Королева Евгения Николаевна, старший научный сотрудник, ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур», 17/56, Комсомольский проспект, г. Тверь, Российская Федерация, 170041, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5938-0587>, e-mail: e.koroleva@fncl.ru

Соловьев Сергей Викторович, младший научный сотрудник, заведующий лабораторией, ФГБНУ «Федеральный научный центр

лубяных культур», 17/56, Комсомольский проспект, г. Тверь, Российская Федерация, 170041, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8461-3888>, e-mail: s.solovyov@fncl.ru

Романенко Владислав Юрьевич, кандидат техн. наук, ведущий научный сотрудник, ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур», 17/56, Комсомольский проспект, г. Тверь, Российская Федерация, 170041, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8793-4409>, e-mail: v.romanenko@fncl.ru

Безбабченко Александр Владиславович, старший научный сотрудник, ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур», 17/56, Комсомольский проспект, г. Тверь, Российская Федерация, 170041, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3726-6262>, e-mail: a.bezbabchenko@fncl.ru

Eduard V. Novikov, PhD in Technical Sciences, leading researcher, head of the laboratory, Federal Research Center for Bast Fiber Crops, 17/56, Komsomolskiy pr., Tver, Russian Federation, 170041, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8793-4409>, e-mail: e.novikov@fncl.ru

Evgenia N. Koroleva, senior research associate, Federal Research Center for Bast Fiber Crops, 17/56, Komsomolskiy pr., Tver, Russian Federation, 170041, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5938-0587>, e-mail: e.koroleva@fncl.ru

Sergey V. Solovyov, junior research associate, head of the laboratory, Federal Research Center for Bast Fiber Crops, 17/56, Komsomolskiy

pr., Tver, Russian Federation, 170041, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8461-3888>, e-mail: s.solovyov@fncl.ru

Vladislav Y. Romanenko, PhD in Technical Sciences, leading researcher, Federal Research Center for Bast Fiber Crops, 17/56, Komsomolskiy pr., Tver, Russian Federation, 170041, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7273-3009>, e-mail: v.romanenko@fncl.ru

Aleksandr V. Bezbabchenko senior research associate, Federal Research Center for Bast Fiber Crops, 17/56, Komsomolskiy pr., Tver, Russian Federation, 170041, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3726-6262>, e-mail: a.bezbabchenko@fncl.ru