



УДК 633.521



DOI 10.22314/2073-7599-2020-14-1-69-75

Переработка низкосортной тресты льна-долгунца в однотипное волокно с использованием прицепного льнокомбайна КВЛ-1

Елена Валерьевна Соболева,
старший научный сотрудник;
Александр Владиславович Безбабченко,
старший научный сотрудник;

Владимир Геннадьевич Внуков,
кандидат технических наук, ведущий научный
сотрудник;
Сергей Владимирович Прокофьев,
научный сотрудник

Федеральный научный центр лубяных культур, г. Тверь, Российская Федерация

Реферат. Для получения длинного и короткого льноволокна высокого качества по традиционной технологии переработки необходима льняная треста номера не ниже 1,5. Однако, по некоторым данным, низкосортная треста льна-долгунца номера 0,75 и ниже на льнозаводах может составлять до 30 процентов от общей массы заготавливаемого сырья. Для поддержания рентабельности такую тресту необходимо перерабатывать в короткое однотипное волокно, применяя новые инновационные технологии и оборудование. *(Цель исследования)* Изучить технологический процесс первичной переработки низкосортной тресты льна-долгунца, начиная с поля и заканчивая льнозаводом, на различных технологических линиях, определить рациональный состав технологического оборудования доочистки костроволокнистой массы, полученной в поле на льнокомбайне КВЛ-1, и выявить показатели качества полученного волокна. *(Материалы и методы)* Для проведения исследований в качестве сырья использовали низкосортную льнотресту льна-долгунца двух типов: тип 1 – треста номер 1,0, тип 2 – треста номер 0,5, взятая с льнозаводов России. Провели первичную переработку льнотресты льнокомбайном КВЛ-1 непосредственно в поле. Полученную костроволокнистую массу перевозили в лабораторию для доочистки в стационарных условиях на различных линиях, состоящих из дезинтегратора ДЛВ-2 и трясильных машин с нижним гребенным полем. *(Результаты и обсуждение)* Выявили, что исходное сырье – низкосортная треста льна-долгунца – имеет низкую прочность и высокую отделяемость. Сформулировали рекомендации по технологии переработки низкосортной тресты льна долгунца в однотипное волокно. *(Выводы)* Определили состав двух технологических линий для переработки низкосортной тресты льна-долгунца по схеме «поле – завод», применяя которые, можно производить однотипное льноволокно (моноволокно) со средней массодлиной 189-195 миллиметров, линейной плотностью 5,6-6,2 текс и массовой долей костры 6,7-16,7 процента. Подчеркнули, что из низкосортной тресты льна-долгунца по предлагаемым технологиям можно получать однотипное волокно номером не более 2, из которого производят межвенцовые и объемные утеплители, нетканые материалы, котонин, целлюлозу, техническую и медицинскую вату, пряжу низких номеров, композиты.

Ключевые слова: льнокомбайн КВЛ-1, лен-долгунец, низкосортная треста, однотипное волокно, номер короткого льноволокна, дезинтегратор, трясильная машина, линейная плотность, массодлина, разрывная нагрузка.

■ **Для цитирования:** Соболева Е.В., Безбабченко А.В., Внуков В.Г., Прокофьев С.В. Переработка низкосортной тресты льна-долгунца в однотипное волокно с использованием прицепного льнокомбайна КВЛ-1 // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2020. Т. 14. №1. С. 69-75. DOI 10.22314/2073-7599-2020-14-1-69-75.

Processing Low-Grade Retted Straw of Fibre Flax Into Homogeneous Fiber Using Trailed Flax-Harvesting Combine КВЛ-1

Elena V. Soboleva,
senior research engineer;
Aleksandr V. Bezbabchenko,
senior research engineer;

Vladimir G. Vnukov,
Ph.D. (Eng.), key research engineer;
Sergey V. Prokofiev,
research engineer

Federal Research Center for Fibre Crops, Tver, Russian Federation

Abstract. To obtain long and short flax fiber of high quality under the conventional processing technology, retted flax straw of no less than grade 1.5 is required. However, according to some data, low-grade retted straw flax of grade 0.75 and lower used at some flax-processing plants can make up to 30 percent of the total mass of harvested raw materials. To maintain profitability, this

retted straw must be processed into short homogenous fiber using new innovative technologies and equipment. (*Research purpose*) Study of the technological process of primary processing of low-grade retted straw flax, starting from the field and finishing at a flax-processing plant in various technological lines, determination of the rational composition of technological equipment of post-treatment lines of chaff-fiber mass obtained in the field with the flax-harvesting combine KVL-1, as well as determination of quality indicators of the obtained fiber. (*Materials and methods*) For research purpose, two types of low-grade retted straw were used as raw material: type 1 – retted straw grade 1.0, type 2 – retted straw no.0.5, taken from Russian flax-processing plants. Primary processing of retted straw was carried out directly in the field with the flax-harvesting combine KVL-1. Further, the resulting chaff-fiber mass was transported to the laboratory and cleaned in the stationary conditions in various lines consisting of commercially available disintegrator DLV-2 and tow shakers with a lower gilling section. (*Results and discussion*) Analysis of the research results has revealed that the raw material used – low-grade retted flax straw – features low strength and high separability of fiber. The authors have put forward some recommendations on using the technology of processing low-grade retted flax straw into homogeneous fiber. (*Conclusion*) The authors have described the design of two technological lines for processing low-grade retted flax straw according to the ‘field-plant’ pattern. Using these lines, one can produce homogeneous flax fiber (monofilament) with an average mass length of 189-195 millimeter, a linear density of 5.6-6.2 Tex and a mass fraction of chaff of 6.7-16.7 percent. It is emphasized that the proposed technologies allow obtaining homogeneous fiber of a grade not exceeding 2 from low-grade retted flax straw. This type of fibre can be used to produce between-joisting and volumetric sealants, nonwoven materials, modified flax fibre, cellulose, technical and medical cotton wool, low-grade yarn, composites, etc.

Keywords: flax-harvesting combine KVL-1, fibre flax, low-grade retted straw, homogeneous fiber, grade of short flax fiber, disintegrator, tow shaker, linear density, mass/length indicator, breaking load.

For citation: Soboleva E.V., Bezbabchenko A.V., Vnukov V.G., Prokofiev S.V. Pererabotka nizkosortnoy tresty l'na-dolguntsa v odnotipnoe volokno s ispol'zovaniem pritsepnogo l'nokombayna KVL-1 [Processing low-grade retted straw of fibre flax into homogeneous fiber using trailed flax-harvesting combine KVL-1]. *Sel'skohozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*. 2020. Vol. 14. N1. 69-75 (In Russian). DOI 10.22314/2073-7599-2020-14-1-69-75.

В настоящее время наблюдается повышение эффективности производства, переработки и реализации сельскохозяйственной продукции [1]. Для отечественных сельхозтоваропроизводителей наиболее целесообразен экспорт короткого волокна [2].

В условиях современной рыночной экономики для большинства текстильных предприятий остро стоит вопрос о перспективах их развития и востребованности выпускаемой ими продукции [3].

Механизация аграрного производства составляет основу высокой производительности труда и конкурентоспособности продукции [4-5].

Спрос на льноволокно на международном рынке (Китай, Индия, Евросоюз и другие) характеризуется незначительными годовыми колебаниями – до 10%.

Эффективность же производства льноволокна при первичной переработке зависит не только от производительности, но и от качества льнотресты. Например, доля высоких номеров льнотресты – 1,25-1,75 и выше – в РФ составляет в среднем не более 30,1%, доля среднего номера – 1,00 – равна 60,1% и низких номеров – низкосортная треста, 0,50 и 0,75 – находится на уровне 9,8%. Однако, по некоторым данным, низкосортная треста льна-долгунца номера 0,75 и ниже на льнозаводах может достигать 30% от общей массы заготавливаемого сырья. Переработка такой льнотресты в длинное волокно снижает выход волокна и повышает затраты на его получение. Для поддержания рентабельности льнозавода такую тресту не-

обходимо перерабатывать в короткое одностипное волокно, применяя для этого инновационные технологии и оборудование первичной переработки низкосортной льнотресты непосредственно в поле, не затрачивая финансовые средства на перевозку ее на льнозавод.

С этой целью в 2015 г. впервые создали прицепной льнокомбайн КВЛ-1 (рис. 1). Он предназначен для первичной переработки льнотресты льна-долгунца преимущественно низкого качества (номеров 0,75 и ниже) в кострволокнистую массу.

Льнокомбайн КВЛ-1 по новой технологии позволяет производить одностипное волокно (моноволкно), которое может стать сырьем для производства различных изделий [6-9].

В настоящее время у переработчиков низкосортной льнотресты в одностипное волокно есть выбор ли-



Рис. 1. Общий вид льнокомбайна КВЛ-1 в поле

Fig. 1. Overall view of the flax-harvesting combine KVL-1 in the field



ний, но не все из них могут быть эффективны и рентабельны для доработки кострволокнистой массы на предприятии [10].

Исследования по переработке кострволокнистой массы, полученной в поле на агрегате КВЛ-1М, а затем ее доочистки в стационарных условиях проводили в 2017 г. на масличном льне, а не на низкосортной тресте льна-долгунца. И в них использовали агрегат КВЛ-1М, а не льнокомбайн КВЛ-1. Поэтому на сегодняшний день не получили качественных характеристик однотипного волокна из низкосортной тресты льна-долгунца по схеме «поле – завод» [11-13].

Цель исследования – изучить технологический процесс первичной переработки низкосортной тресты льна-долгунца, начиная с поля и заканчивая льнозаводом, на различных технологических линиях, определить рациональный состав оборудования доочистки кострволокнистой массы, полученной в поле на льнокомбайне КВЛ-1, и выявить показатели качества полученного волокна.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. Для проведения исследований в качестве сырья использовали низкосортную льнотресту льна-долгунца двух типов: тип 1 – треста N1,0; тип 2 – треста N0,5; которую предоставили льнозаводы РФ.

Первичную переработку льнотресты проводили непосредственно в поле льнокомбайном КВЛ-1. Далее полученную кострволокнистую массу перевозили в лабораторию, где проводили ее доочистку в стационарных условиях на различных линиях (рис. 2). В их составе – серийно выпускаемые дезинтеграторы ДЛВ-2 и трясильные машины с нижним гребенным полем.

Был реализован процесс первичной переработки низкосортного льна в поле и получения из него однотипного волокна (моноволокна) на льнозаводе, то есть по схеме «поле – завод».

Определяли следующие показатели качества моноволокна: среднюю массодлину, среднюю линейную плотность, массовую долю костры, прочность волокна. Сравнили их с аналогичными характеристиками короткого льняного волокна, полученного по традиционной технологии (МТА+КПА) и оцененного по ГОСТ 9394-76 и ГОСТ Р 54589-2011 «Волокно льняное короткое» N2.

По показателям качества полученного волокна определяли состав технологического оборудования, необходимый для доочистки кострволокнистой массы. Статистическую обработку экспериментальных данных проводили с помощью статистического пакета программы *Excel*.

Результаты и обсуждение. Анализируя результаты экспериментов, отметим, что исходное сырье – треста льна-долгунца – имеет низкую прочность и высокую отделяемость, поэтому она относится к низкосортным материалам (таблицы 1, 2).

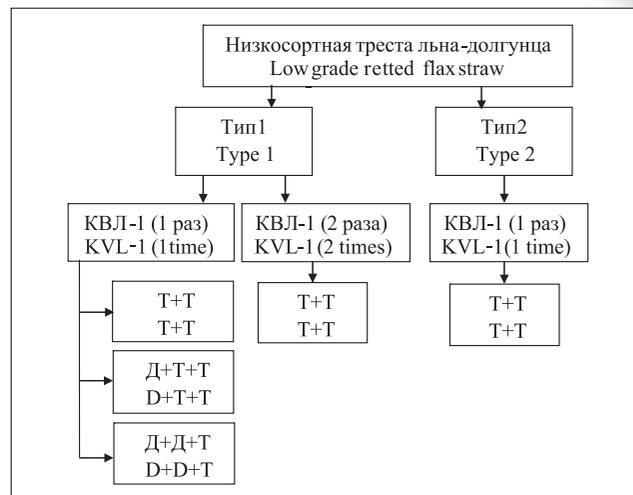


Рис. 2. Технологические линии переработки тресты льна-долгунца в однотипное волокно: Д – дезинтегратор; Т – трясильная машина с нижним гребенным полем

Fig. 2. Technological lines of processing retted straw flax into homogeneous flax fiber: D – disintegrator; T – tow shaker with a lower gilling section

Средняя массодлина волокна в кострволокнистой массе, полученной из низкосортной льнотресты в поле с использованием льнокомбайна КВЛ-1, существенно уменьшается по отношению к первоначальному значению: для тресты типа 1 – на 331,9 мм, для тресты типа 2 – на 339,6 мм (таблицы 1 и 2). При последующей переработке (доочистке) кострволокнистой массы в стационарных условиях значения данного показателя также снижаются: для тресты типа 1 – в интервале 115,7-195,0 мм, для тресты типа 2 – в интервале 129,2-131,8 мм (таблицы 1 и 2).

Линейная плотность однотипного волокна, полученного после обработки кострволокнистой массы, уменьшается в 1,6-1,7 раза: у тресты типа 1 – с 8,4 до 5,3 текс, у тресты типа 2 – с 8,7 до 5,2 текс.

Переработка низкосортной льнотресты обоих типов в КВЛ-1 уменьшает массовую долю костры и сорных примесей вдвое – с 65,2 до 33,3% и с 63,3 до 33,3%. После дополнительной обработки кострволокнистой массы в дезинтеграторе и трясильных машинах ее значение снижается в зависимости от типа тресты: с 65,2 до 6,7-16,7% и с 63,3 до 20%.

Эксперименты показали, что для получения однотипного волокна N2 (ГОСТ 9394-76) достаточно технологической линии в составе КВЛ-1 (1 раз)+Т+Т для обоих типов тресты. Однако эта линия обеспечивает содержание костры 20%, то есть близкое к критическому значению 24% (таблицы 1 и 2). Поэтому рекомендуются две следующие линии по схеме «поле – завод». Первая – льнокомбайн КВЛ-1 в поле, далее в стационарных условиях дезинтегратор, две трясильные машины с нижним гребенным полем: КВЛ-1 (1 раз)+Д+Т+Т. Вторая – два дезинтегратора и одна трясильная машина: КВЛ-1 (1 раз)+Д+Д+Т. На рекомен-

Показатели Indicators		Состав технологических линий Composition of processing lines						Короткое льноволокно Short flax fiber
Исходная льнотреста Original retted straw	КВЛ-1 (1 раз) KVL-1 (1 time)	КВЛ-1 (1 раз) +Т+Т KVL-1 (1 time) +Т+Т	КВЛ-1 (1 раз) +Д+Т+Т KVL-1 (1 time) +Д+Т+Т	КВЛ-1 (1 раз) +Д+Д+Т KVL-1 (1 time) +Д+Д+Т	КВЛ-1 (2 раза) KVL-1 (2 times)	КВЛ-1 (2 раза) +Т+Т KVL-1 (2 times) +Т+Т		
Горстевая длина, см Grab length, cm	84,0	–	–	–	–	–	–	–
Содержание волокна в исходной массе, % Fiber content in original mass, %	34,8	–	–	–	–	–	–	–
Отделяемость волокна от древесины, ед. Fiber separability from wood, units	9,1	–	–	–	–	–	–	–
Средняя массодлина волокна, мм Average mass/length indicator of fiber, mm	492,9	161,0	185,8	188,6	195,0	179,0	115,7	70,9-60,0****
Средняя линейная плотность волокна, текс Average linear density of fiber, tex	8,4	6,0	5,3	6,2	5,6	5,3	5,9	2,5-8,0****
Массовая доля костры и сорных примесей, % Mass fraction of chaff and weed impurities, %	65,2	33,3	20,0	16,7	6,7	35,0	10,0	24,0*
Разрывная нагрузка**, кгс Breaking load **, kgf	8,3	4,8	6,5	5,5	9,3	9,4	4,8	не менее than 5,5-11,0*
Номер льнотресты Grade of retted straw	1,00	–***	2	2	2	–***	–***	2*

* Короткое льноволокно (ГОСТ 9394-76 и ГОСТ Р 54589-2011) Short flax fiber (GOST 9394-76 and GOST R 54589-2011)
 ** Для льнотресты определяли по ГОСТ 24383-89, ГОСТ Р 53143-2008 «Треста льняная», для волокна – по ГОСТ 9394-76 «Волокно льняное короткое», ТУ – по разрывной нагрузке скрученной ленточки
 For retted straw the indicator was determined according to GOST 24383-89, GOST R 53143-2008 “Retted straw”, for fiber it was determined according to GOST 9394-76 “Short flax fiber”. Technical Standards - by the breaking load of a twisted ribbon
 *** Невозможно определить из-за высокой массовой доли костры или низкого значения разрывной нагрузки скрученной ленточки
 The indicator is impossible to determine because of the high mass share of chaff or low values of the breaking load of a twisted ribbon
 **** По статистике собственных исследований
 According to statistics of the authors' research

двух линиях из низкосортной льнотресты получили однотипное волокно (моноволокно) с массодлиной 189-195 мм, линейной плотностью 5,6-6,2 текс и массовой долей костры 6,7-16,7%. Его можно использовать для производства межвенцовых и объемных утеплителей, нетканых материалов, котонина, целлюлозы, технической ваты, пряжи низких номеров, льноваты, композитов и прочего.

Сравнивая характеристики однотипного волокна, полученного при переработке на рекомендуемых линиях КВЛ-1 (1 раз)+Д+Т+Т и КВЛ-1 (1 раз)+Д+Д+Т и

короткого льноволокна, которое по ГОСТ соответствует N2, следует отметить, что их значения входят в интервалы короткого льноволокна (КЛВ) N2. Например, разрывная нагрузка однотипного волокна составляет 5,5 и 9,3 кгс (для КЛВ N2 – 5,5-11,0 кгс), массовая доля костры – 6,7 и 16,7% (для КЛВ N2 – 24%). Это означает, что полученное однотипное волокно соответствует короткому волокну N2 (таблица 1). Кроме того, эксперименты показали, что невозможно из низкосортной льнотресты получить однотипное волокно с характеристиками, соответствующими номеру корот-



Таблица 2

Table 2

ХАРАКТЕРИСТИКИ ИСХОДНОЙ ЛЬНОТРЕСТЫ (ТИП 2), КОСТРОВОЛОКНИСТОЙ МАССЫ ПОСЛЕ КВЛ-1 И ОДНОТИПНОГО ВОЛОКНА, ПОЛУЧЕННОГО НА РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЛИНИЯХ ПО СХЕМЕ «ПОЛЕ – ЗАВОД»
CHARACTERISTICS OF THE ORIGINAL RETTED FLAX STRAW (TYPE 2), CHAFF-FIBER MASS AFTER KVL-1 AND HOMOGENEOUS FLAX FIBER OBTAINED FROM DIFFERENT TECHNOLOGICAL LINES ACCORDING TO THE “FIELD-PLANT” PATTERN

Показатели Indicators	Исходная льно-треста Original retted straw	Состав технологических линий Composition of processing lines		Короткое льноволокно Short flax fiber
		КВЛ-1 (1 раз) KVL-1 (1 time)	КВЛ-1 (1 раз) +Т+Т KVL-1 (1 time) +Т+Т	
Горстевая длина, см Grab length, cm	63,0	–	–	–
Содержание волокна в исходной массе, % Fiber content in original mass, %	35,8	–	–	–
Отделяемость волокна от древесины, ед. Fiber separability from wood, units	невозможно определить	–	–	–
Средняя массодлина волокна, мм Average mass/length indicator of fiber, mm	471,4	131,8	129,2	70,9-160,0****
Средняя линейная плотность волокна, текс Average linear density of fiber, tex	8,7	5,3	5,2	2,5-8,0****
Массовая доля костры и сорных примесей, % Mass fraction of chaff and weed impurities, %	63,3	33,3	20,0	24,0*
Разрывная нагрузка**, кгс Breaking load **, kgf	0,0	2,1	4,6	не менее not lower than 5,5-11,0*
Номер льнотресты Grade of retted straw	0,5	–***	–***	2*

* Короткое льноволокно (ГОСТ 9394-76 и ГОСТ Р 54589-2011)
Short flax fiber (GOST 9394-76 and GOST R 54589-2011)

** Для льнотресты определяли по ГОСТ 24383-89, ГОСТ Р 53143-2008 «Треста льняная», для волокна – по ГОСТ 9394-76 «Волокно льняное короткое», ТУ – по разрывной нагрузке скрученной ленточки

For retted straw the indicator was determined according to GOST 24383-89, GOST R 53143-2008 “Retted straw”, for fiber it was determined according to GOST 9394-76 “Short flax fiber”. Technical Standards - by the breaking load of a twisted ribbon

*** Невозможно определить из-за высокой массовой доли костры или низкого значения разрывной нагрузки скрученной ленточки
The indicator is impossible to determine because of the high mass share of chaff or low values of the breaking load of a twisted ribbon

**** По статистике собственных исследований
According to statistics of the authors' research

кого волокна N3 и выше (таблицы 1 и 2).

Регрессионный анализ экспериментальных данных показал влияние технологических линий на качественные характеристики однотипного волокна посредством коэффициентов детерминации R^2 (рис. 3) и $R1^2, R2^2, R3^2$ (рис. 4).

Линии доработки костривоолокнистой массы в однотипное волокно оказывают существенное влияние на массодлину волокна и массовую долю костры. Это подтверждают значения коэффициентов детерминации 0,824 и 0,954, при этом коэффициенты корреляции рав-

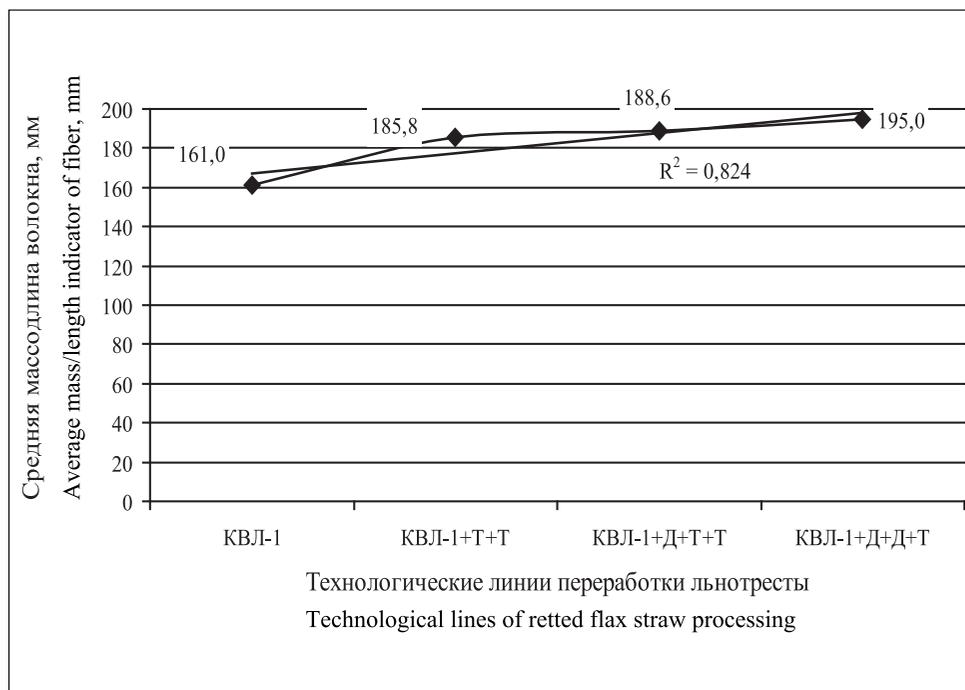


Рис. 3. Влияние технологических линий на среднюю массодлину однотипного волокна

Fig. 3. The impact of technological lines on the average mass-length indicator of homogeneous fiber

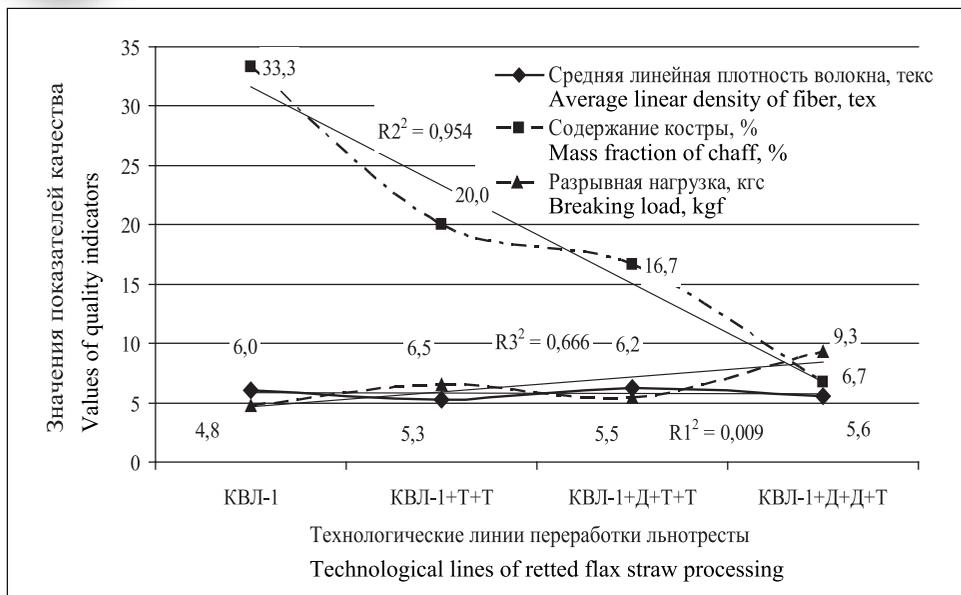


Рис. 4. Влияние технологических линий на линейную плотность, содержание костры и разрывную нагрузку однотипного волокна

Fig. 4. The impact of technological lines on linear density, chaff content and breaking load of homogeneous fiber

ны 0,908 и 0,977 соответственно и не оказывают никакого влияния на изменение линейной плотности, на что указывает коэффициент корреляции 0,096.

Коэффициент корреляции, отражающий зависимость разрывной нагрузки от технологических линий, равный 0,816, подтверждает, что между этими показателями существует определенная связь, но не тесная.

Выводы. Определены составы двух рациональ-

ных технологических линий для переработки низкосортной тресты льна-долгунца по схеме «поле – завод», применяя которые, можно производить однотипное льноволокно (моноволокно) со средней массодлиной 189,0-195,0 мм, линейной плотностью 5,6-6,2 текс и массовой долей костры 6,7-16,7%. Из низкосортной тресты льна-долгунца по предлагаемым технологиям можно получать однотипное волокно номером не более 2. Оно пригодно для производства межвенцовых и объемных утеплителей, нетканых материалов, котонина, целлюлозы, технической

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Белик Н.И., Чердниченко О.А., Рыбасова Ю.В. Современное состояние регионального АПК: ключевые проблемы и возможности развития // *Аграрный вестник Верхневолжья*. 2015. N4. С. 89-93.
- Uschapovsky I. The Russian flax sector: bottlenecks and solutions. *Journal of Natural Fibers*. 2009. Vol. 6. N1. 108-113.
- Киселев М.В., Зайков К.В. Разработка геометрической 3D-модели бронезилета // *Технологии и качество*. 2017. N1(37). С. 5-8.
- Кряжков В.М., Годжаев З.А., Шевцов В.Г., Гурылев Г.С., Лавров А.В., Ошеров А.Н. Проблемы формирования инновационного парка сельскохозяйственных тракторов России // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2015. Т. 9. N4. С. 5-11.
- Пучков Е.М., Галкин А.В., Ущуповский И.В. О состоянии, проблемах и перспективах обеспечения специализированной техникой льнокомплекса России // *Вестник НГИЭИ*. 2018. N5(84). С. 97-110.
- Черников В.Г., Ростовцев Р.А., Романенко В.Ю., Пучков Е.М. Влияние характеристик условий работы на надежность и точность выполнения технологических процессов льноуборочными машинами // *Механизация и электрификация сельского хозяйства*. 2016. N4. С. 9-11.
- Новиков Э.В., Безбабченко А.В. Исследование линии для производства однотипного льноволокна на льнозаводе // *Научный вестник Костромского государственного технологического университета*. 2013. N1. 15 с.
- Лачуга Ю.Ф., Ковалев М.М., Апыхин А.П. Состояние и перспективы разработки технологии и оборудования для получения однотипного льноволокна // *Достижения науки и техники АПК*. 2012. N12. С. 68-70.
- Ковалев М.М., Апыхин А.П. Обоснование и разработка инновационных технологий и куделеприготовительного агрегата для получения короткого льноволокна // *Техника и оборудование для села*. 2013. N11. С. 2-6.
- Новиков Э.В., Басова Н.В., Безбабченко А.В. Анализ экономических показателей линий для переработки масличного льна // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2018. Т. 12. N4. С. 35-40.
- Новиков Э.В., Соболева Е.В., Безбабченко А.В., Внуков В.Г., Прокофьев С.В. Исследование первичной переработки масличного льна по схеме поле-завод с применением



ем инновационного мобильного агрегата КВЛ-1М // *Вестник НГИЭИ*. 2018. N9(88). С 101-113.

12. Сычев В.Г., Афанасьев Р.А., Годжаев З.А., Гришин А.П., Гришин А.А. Робототехника и агрохимическое обеспечение растениеводства // *Тракторы и сельхозмашины*. 2016. N9. С. 40-43.

13. Бейлис В.М., Ценч Ю.С., Коротченя В.М., Старовойтов С.И., Кынев Н.Г. Тенденции развития прогрессивных машинных технологий и техники в сельскохозяйственном производстве // *Вестник ВИЭСХ*. 2018. N4 (33). С. 150-156.

REFERENCES

1. Belik N.I., Cherednichenko O.A., Rybasova Yu.V. Sovremennoe sostoyanie regionalnogo APK: klyuchevye problemy i vozmozhnosti razvitiya [Current state of the regional farming industry: key problems and development opportunities]. *Agrarnuyu vestnik Verkhnevolzhya*. 2015. N4. 89-93 (In Russian).

2. Uschapovskiy I. The Russian flax sector: bottlenecks and solutions. *Journal of Natural Fibers*. 2009. Vol. 6. N1. 108-113 (In English).

3. Kiselev M.V., Zaikov K.V. Razrabotka geometricheskoy 3d-modeli bronezhileta [Development of a geometric 3D-model of a body armor]. *Tekhnologii i kachestvo*. 2017. N1(37). 5-8 (In Russian).

4. Kryazhkov V.M., Godzhaev Z.A., Shevtsov V.G., Gurylev S.G., Lavrov A.V., Oshero A.N. Problemy formirovaniya innovatsionnogo parka sel'skokhozyaistvennykh traktorov Rossii [Problems of making up an innovative fleet of agricultural tractors in Russia]. *Sel'skokhozyaistvennyye mashiny i tekhnologii*. 2015. N4. 5-11. (In Russian).

5. Puchkov E.M., Galkin A.V., Ushchapovskiy I.V. O sostoyanii, problemakh i perspektivakh obespecheniya spetsializirovannoy tekhnikoj l'no-kompleksa Rossii [On the current status, problems and prospects of providing Russian flax-processing enterprises with specialized equipment]. *Vestnik NGIEI*. 2018. N5(84). 97-110 (In Russian).

6. Chernikov V.G., Rostovtsev R.A., Romanenko V.Yu., Puchkov E.M. Vliyaniye kharakteristik usloviy raboty na nadezhnost' i tochnost' vypolneniya tekhnologicheskikh processov l'noborochnymi mashinami [Influence of the characteristics of working conditions on the reliability and accuracy of performing technological processes by flax-harvesting machines]. *Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyaistva*. 2016. N4. 9-11 (In Russian).

7. Novikov E.V., Bezbabchenko A.V. Issledovanie linii dlya proizvodstva odnotipnogo l'novolokna na l'nozavode [Study of the production line to obtain homogeneous fiber at a flax-processing plant] *Nauchnyy Vestnik Kostromskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta*. 2013. N1. 15 (In Russian).

8. Lachuga Yu.F., Kovalev M.M., Apykhin A.P. Sostoyanie i perspektivy razrabotki tekhnologii i oborudovaniya dlya polucheniya odnotipnogo l'novolokna [Status and prospects of developing technology and equipment for the production of homogeneous flax fiber]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2012. N12. 68-70 (In Russian).

9. Kovalev M.M., Apykhin A.P. Obosnovanie i razrabotka innovatsionnykh tekhnologiy i kudeleprigotovitel'nogo agregata dlya polucheniya korotkogo l'novolokna [Determination and development of innovative technologies and a tow scutcher unit to obtain short flax fibre]. *Tekhnika i oborudovanie dlya sela*. 2013. N11. 2-6 (In Russian).

10. Novikov E.V., Basova N.V., Bezbabchenko A.V. Analiz ekonomicheskikh pokazateley liniy dlya pererabotki maslichnogo l'na [Analysis of economic indicators of oil flax processing lines]. *Sel'skokhozyaistvennyye mashiny i tekhnologii*. 2018. Vol. 12. N4. 35-40 (In Russian).

11. Novikov E.V., Soboleva E.V., Bezbabchenko A.V., Vnukov V.G., Prokof'ev S.V. Issledovanie pervichnoy pererabotki maslichnogo l'na po skheme pole-zavod s primeneniem innovatsionnogo mobil'nogo agregata KBJL-1M [Study of primary processing of oil flax according to the 'field-plant' pattern with the use of innovative mobile unit KBJL-1M]. *Vestnik NGIEI*. 2018. N9(88). 101-113 (In Russian).

12. Sychev V.G., Afanas'ev R.A., Godzhaev Z.A., Grishin A.P., Grishin A.A. Robototekhnika i agrokhimicheskoe obespechenie rastenievodstva [Robotics and agrochemical support of crop production]. *Traktory i sel'khoz mashiny*. 2016. N9. С. 40-43 (In Russian).

13. Beylis V.M., Tsench Yu.S., Korotchenya V.M., Starovoytov S.I., Kynev N.G. Tendentsii razvitiya progressivnykh mashinnykh tekhnologiy i tekhniki v sel'skokhozyaistvennom proizvodstve [Trends in the development of advanced machine technologies and machinery in agricultural production]. *Vestnik VIESH*. 2018. N4(33). 150-156 (In Russian).

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 30.09.2019
The paper was submitted
to the Editorial Office on 30.09.2019

Статья принята к публикации 05.03.2020
The paper was accepted
for publication on 05.03.2020