

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВАЛЬЦОВОГО МОЛОТИЛЬНОГО УСТРОЙСТВА ПРИ ОБМОЛОТЕ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА

Бурлаков Ю.В.

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

Изучены пути повышения эффективности заводской технологии уборки льна-долгунца с обмолотом ленты, полученной от рулонов. Эксперимент проведен в условиях стационара при влажности исходного материала не более 16%. Предложено вальцовое молотильное устройство для отделения семенной части урожая от стебельной перед подачей стеблей в линию по выработке волокна. Устройство обеспечивает обмолот ленты льна-долгунца по всей ее ширине без применения отдельного зажимного транспортера. Выявлены места схода семенного вороха от вальцового молотильного устройства в процессе обмолота ленты льна-долгунца. Получены качественные показатели работы вальцового молотильного устройства, которые обеспечивают 100%-й обмолот ленты льна-долгунца при усилии сжатия ленты между вальцами 16 кН. При данном способе обмолота повреждение и дробление семян не отмечено, стебли равномерно проплющены по всей длине. Определен фракционный состав вымолоченного вороха при обмолоте ленты льна-долгунца между вальцами лабораторного образца трехвальцового молотильного устройства: свободные семена (50%), оболочки коробочек с плодоножками (47), коробочки с семенами (3), путанина (менее 1%). Результаты исследований в условиях стационара показали целесообразность использования вальцовых рабочих органов для отделения семенной части урожая от стебельной для технического обеспечения заводской технологии уборки льна-долгунца. Использование вальцовых рабочих органов при проектировании молотильных устройств без отдельного зажимного транспортера повысит качество и количество получаемой продукции льноводства как по семенам, так и по волокну за счет совершенствования процесса бережного проплющивания ленты между вальцами по всей ее ширине. Концепцию данного вальцового молотильного устройства целесообразно применять при проектировании прицепных и самоходных льноуборочных машин для реализации раздельной технологии уборки льна-долгунца.

Ключевые слова: уборка, обмолот, вальцовое молотильное устройство, лен-долгунец, влажность

USING THE ROLLER THRESHING DEVICE FOR THRESHING FIBER FLAX

Burlakov Yu.V.

Siberian Federal Scientific Center of Agro-Bio Technologies of the Russian Academy of Sciences
Novosibirsk region, Krasnoobsk, Russia

The ways of increasing efficiency of the factory technology for harvesting fiber flax with threshing stem band from the rolls were studied. The experiment was carried out in stationary conditions with a moisture content of the source material of no more than 16%. A roller threshing device was proposed for separating the seed part of the crop from the stem before feeding stems into the fiber production line. The device ensures threshing of the fiber flax stem band over its entire width without using a separate clamping conveyor. The places where the seed heap descends from the roller threshing device while threshing flax stem band were identified. Quality indicators of the roller threshing device operation were obtained ensuring 100% threshing of the fiber flax band with a band compression force between the rollers of 16 kN. With this method of threshing, damage and crushing of seeds were not noted, the stems were evenly flattened along their entire length. Fractional composition of the threshed heap was determined during threshing of a fiber flax stem band between the rolls of the laboratory sample of a three-roll threshing device: loose seeds (50%), shells of capsules with fruitstalks (47), capsules with seeds (3), heap of leaves and stems (less than 1%). The results of the study in stationary conditions showed the expediency of using roller working bodies to separate the seed part of the crop from the stem part for the technical support of the factory tech-

nology for harvesting fiber flax. The use of roller working bodies in the design of threshing devices without a separate clamping conveyor allows to increase the quality and quantity of flax products obtained both in seeds and in fiber due to the improvement of the process of gentle flattening of the stem band between the rollers along its entire width. The concept of this roller threshing device is advisable to use when designing trailers and travelling flax harvesting machines for the implementation of a separate technology for harvesting fiber flax.

Keywords: harvesting, threshing, roller threshing device, fiber flax, moisture

Для цитирования: Бурлаков Ю.В. Использование вальцового молотильного устройства при обмолоте льна-долгунца // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2020. Т. 50. № 6. С. 115–123. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2020-6-13>

For citation: Burlakov Yu. V. Using the roller threshing device for threshing fiber flax. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2020, vol. 50, no. 6, pp. C. 115–123. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2020-6-13>

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The author declares no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Производство такой стратегической культуры, как лен-долгунец, – актуальное направление развития сельского хозяйства России. Уборка льна-долгунца – достаточно трудоемкий процесс, на который приходится до 75% общих затрат. Ситуация в уборочный период усложняется зависимостью от конкретных погодных условий, которые влияют на качество как волокнистой, так и семенной части урожая. Реализация уборки возможна по следующим четырем основным технологиям: сноповая, прямая комбайновая, раздельная с обмолотом семян в поле, заводская с обмолотом в условиях стационара. Каждая из технологий уборки льна-долгунца имеет свои преимущества и недостатки и требует наличия дорогостоящего технического обеспечения для применения. В настоящее время развивается узкая специализация хозяйств, например по семенной направленности или волокнистой, что позволяет сократить затраты на приобретение технических средств для выполнения целесообразных технологических операций [1, 2].

Происходит расширение линейки технического обеспечения льноуборочных процессов. Увеличен выпуск одно- и двухпоточных самоходных машин, таких как льнотеребилки, льнооборачиватели, пресс-подборщики (АО «Вяземский машиностроительный завод»). Современные и высокопроизводительные машины вносят свой положительный вклад в реализацию таких технологических процессов, как теребление, оборачивание и

формирование рулонов из нечесаной ленты льна-долгунца с коробочками, вылежавшейся до состояния тресты с показателем 1,5 и более. Это соответствует требованиям производства льноволокна для получения волокна номера 11 и более [3].

Воздействие рабочих органов перечисленных выше машин на стебли льна-долгунца в процессе теребления, оборачивания и формирования рулонов не равномерно по своей длине. В результате процесс выкладки соломы до состояния тресты протекает неравномерно по длине стебля. В то время как срединная часть стебля перележала и качество волокна начинает резко снижаться, верхушечная часть стебля и комлевая не готовы к подъему и транспортировке ленты на льнозавод для выработки волокна [4].

В настоящее время отсутствуют серийно выпускаемые машины, обеспечивающие технологический процесс обмолота ленты льна-долгунца с коробочками, полученной от рулона в условиях стационара [5, 6]. В связи с этим в ходе обмолота семена в коробочках, попадая под мяльные вальцы технологической линии, разрушаются и замасливают волокно, чем ухудшают его качество и нарушают технологический процесс. Ситуация усложняется тем, что лента льна-долгунца с нечесаными коробочками, полученная от рулона, имеет высокую плотность, неравномерность по длине, растянутость в ленте, различную угловую ориентацию, различные коэффициенты трения по

длине стебля. Осуществить утонение ленты не представляется возможным, поскольку коробочки в верхушечной ее части хорошо сцеплены между собой [7–9].

Известные рабочие органы для отделения семенной части урожая от стеблей как для полевых, так и стационарных не позволяют в полной мере выделять семенную часть урожая от стебельной с наименьшими потерями как по семенам, так и по волокну [10–16]^{1–4}. Показатели качества технологического процесса должны соответствовать следующим требованиям: полнота выделения семян из коробочек – не менее 98%, отход стеблей в путанину – не более 4, чистота семян – не менее 92, общие потери семян – не более 6, повреждение семян – не более 2%.

Устройства для отделения семян от стеблей (гребневые, барабанные, щеточные, битерные, планчатые, пневматические, вальцовые, вальцово-битерные, дисковые, вальцово-гребневые, пневмо-механические, барабанно-бильные и т.д.) помимо основного рабочего органа включают зажимной транспортер. Он подводит стебли в зону очеса и удержания в процессе отделения семенной от стебельной части урожая. В зависимости от типа отделяющих устройств обрезающая зажимная бесконечная лента может иметь как гладкую рабочую поверхность, так и волнообразную с целью удерживания стеблей. Основное воздействие очесывающих рабочих органов приходится на верхушечную часть стебля и серединную, при этом комельная часть стеблей не подвергается воздействию рабочих органов.

Наиболее распространенный результат работы рабочих органов на неочесанную ленту льна-долгунца – «отрыв». Он обеспечивает качественное отделение семенных коробочек от стеблей при широком диапазоне влажности,

поэтому подходит для полевых условий. В то же время «отрыв» сопровождается деформациями стеблей на разрыве и изломе. Это приводит к уменьшению выхода волокна в результате неравномерности вылегки соломки до состояния тресты из-за различной степени деформации стеблей, при этом семенной ворох содержит высокий процент путанины.

Способ «вытирания» семенных коробочек реализуется планчатыми рабочими органами. Он более зависим от состояния влажности обмолачиваемой стебельной массы, однако позволяет снизить повреждение стеблей в процессе обмолота и уменьшает процент путанины в семенном ворохе.

«Плющение» как способ воздействия на неочесанную стебельную массу проявляется при использовании вальцовых рабочих органов, при этом он позволяет разрушать семенные коробочки и, не повреждая, проплющивать стебли. Однако применять такой способ воздействия целесообразно только при низкой влажности, когда семена «гремят» в семенных коробочках.

Опыт освоения прогрессивных технологий и технических средств для уборки и первичной переработки льна-долгунца показал, что основной сдерживающий фактор внедрения технологии раздельной уборки – отсутствие высокопроизводительного подборщика-очесывателя лент льна [17].

В стационарных заводских условиях после размотки нечесаной ленты льна-долгунца проходит ее сушка до оптимальной влажности в сушильной машине, поэтому перед поступлением на обмолот влажность стеблей должна быть не более 16%.

Цель исследований – повысить эффективность заводской технологии уборки льна-долгунца за счет включения трехвальцового молотильного устройства с усовершенствов-

¹Фадеев Д.Г. Классификация и анализ схем очесывающих аппаратов льноуборочных машин // Инновационные разработки для производства и переработки лубяных культур: материалы междунар. науч.-практ. конф. ФГБНУ ВНИИМЛ. 2017. С. 224–234.

²Байгозин Г.В. Анализ технических решений отделения семенной части льна-долгунца от стеблей // Знания молодых – будущее России. Материалы XVIII междунар. студенческой науч. конф. 2020. С. 81–83.

³Бурлаков Ю.В., Николашкин В.И. Результаты исследования влияния типа очесывающих органов и их кинематических режимов на полноту очеса семян льна-долгунца при раздельном способе уборки // Современные и перспективные технологии АПК в Сибири: Материалы междунар. науч.-практ. конф. (Новосибирск, 8–9 июля 2006 г.). Новосибирск, 2006. С. 49–45.

⁴Опыт освоения прогрессивных технологий и технических средств для уборки и первичной переработки льна-долгунца: науч. аналит. обзор. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2008. 50 с.

ванным зажимным устройством в технологическую линию первичной переработки растений.

В задачи исследований входила оценка качественных показателей обмолота ленты льна-долгунца, полученной от рулона и фракционного состава очесанного вороха.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Экспериментальные исследования процесса обмолота неочесанной ленты льна-долгунца, полученной от рулона, проводили на лабораторном образце трехвального молотильного устройства (см. рис. 1)⁵. Показатели технической характеристики лабо-

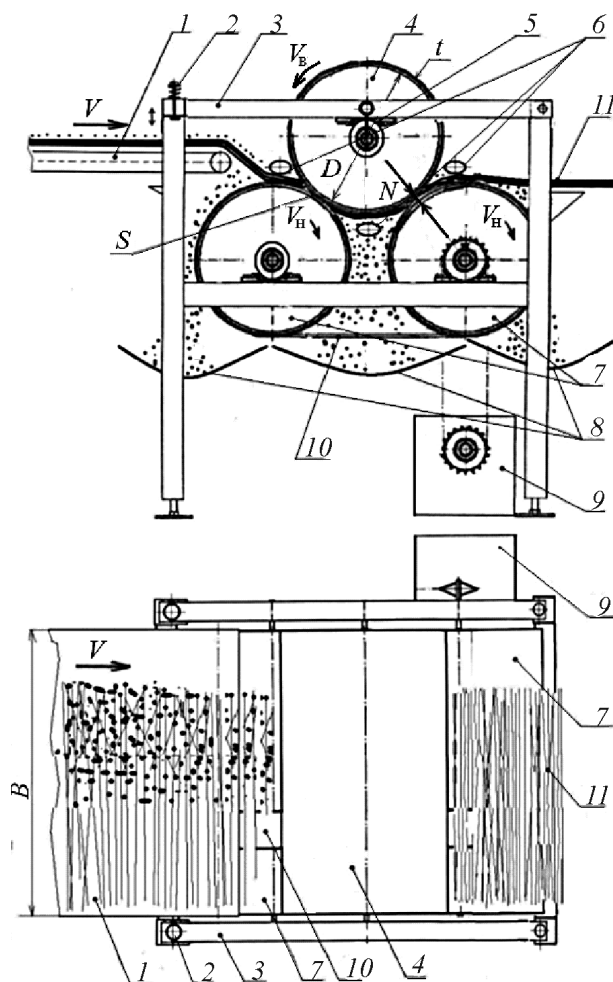


Рис. 1. Лабораторный образец трехвального молотильного устройства

1 – лентообразующий стол; 2 – пружина; 3 – прижимной механизм верхнего вальца; 4 – верхний обрезиненный валец; 5 – центрирующее устройство верхнего вальца; 6 – направляющие сопла для воздуха; 7 – нижние обрезиненные вальцы; 8 – сборники семенного вороха; 9 – универсальный регулируемый электропривод; 10 – нижняя прижимная бесконечная обрезиненная лента; 11 – лента льна-долгунца.

V – скорость подающего транспортера; V_u – скорость верхнего вальца; V_n – скорость нижних вальцов; D – диаметр обрезиненных вальцов; t – толщина обрезиненного слоя; S – зазор между обрезиненными вальцами; N – усилия сжатия ленты льна-долгунца между вальцами; B – ширина молотилки

Fig. 1. Laboratory sample of a three-roll threshing device

1 – band-forming table; 2 – spring; 3 – clamping mechanism of the upper roller; 4 – upper rubber-covered roller; 5 – centering device of the upper roller; 6 – air guiding nozzles; 7 – lower rubber-covered rollers; 8 – seed heap collectors; 9 – adjustable electric drive; 10 – lower pressure unlimited rubber-covered tape; 11 – fiber flax stem band.

V – speed of the feed conveyor; V_u – speed of the upper roller; V_n – speed of the lower rollers; D – diameter of rubber-covered rollers; t – thickness of the rubber-covered layer; S – the gap between the rubber rollers; N – compression forces of the flax stem band between the rollers; B – width of the thresher

⁵Патент № 2553235 Российская Федерация. МПК A01F11/02. Вальцовое молотильное устройство / Ю.В. Бурлаков; заявитель и патентообладатель ГНУ Сибирский науч.-исслед. ин-т механизации и электрификации сельского хозяйства. № 2014110386/13; заявл. 18.03.14; опубл. 10.06.15. Бюл. № 16. 3 с.

раторного образца трехвальцового молотильного устройства представлены в табл. 1.

Исходный материал для проведения экспериментальных исследований – лен-долгунец «Томский-19» средней влажности 16%. Длина заготовленной неочесанной стебельной массы составляла 0,82 м. Подача исходного материала в сторону трехвальцового молотильного устройства осуществлялась с помощью подающего транспортера.

Опыт проводили следующим образом. Производили раскладку на подающий транспортер ленты льна-долгунца. Вначале включали стационарную молотилку, затем подающий транспортер. В результате сформированная на лентообразующем столе неочесанная лента льна-долгунца из снопов направлялась между верхним и первым нижним обрезиненными вальцами с заданной скоростью, где и происходит разрушение семенных коробочек раздавливанием в зазоре между вальцами. Семена и чешуйки

коробочек под действием сил гравитации просыпаются вниз, обмолачиваемая лента льна-долгунца, поддерживаемая бесконечной обрезиненной лентой, подается далее в зазор между верхним и вторым нижним обрезиненными вальцами. После окончания обмолота ленты льна-долгунца между вальцами подающий транспортер со стационарной молотилкой останавливается, производится сбор вымолоченного вороха в местах схода с оценкой фракционного состава и полноты обмолота ленты.

Качество обмолота семян льна молотильным стационарным устройством характеризуется следующими выходными показателями: полнота вымолота семян, семена в коробочках (потери), повреждение семян, повреждение стеблей, всхожесть семян.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты экспериментальных исследований показали, что лабораторный образец трехвальцового молотильного устройства обеспечивает устойчивость выполнения технологического процесса обмолота в стационарных условиях стеблей ленты льна-долгунца от коробочек стебельной массы. При этом они полностью проплюсчиваются и не повреждаются по всей своей длине, семена также не повреждаются и имеют высокую всхожесть – 98%.

В процессе проведения экспериментов на лабораторном образце трехвальцового молотильного устройства по обмолоту неочесанной ленты льна-долгунца выявлены места схода семенного вороха и определен его фракционный состав (см. рис. 2).

Предварительная оценка полноты обмолота семян от усилия сжатия неочесанной ленты льна-долгунца между вальцами лабораторного образца трехвальцового молотильного устройства показала, что при усилии сжатия (N) более 16кН наблюдали полный вымолот семян за счет полного разрушения семенных коробочек (см. рис. 3).

Вымолоченный ворох при обмолоте ленты льна-долгунца между вальцами лабораторного образца трехвальцового молотильного устройства состоял из следующих фракций: свободные семена (50%), оболочки коробочек с плодоножками (47), коробочки с семенами (3), путанина (менее 1%) (см. рис. 4).

Табл. 1. Параметры лабораторного образца трехвальцового молотильного устройства

Table 1. Parameters of the laboratory sample of a three-roll threshing device

Наименование	Единица измерения	Показатель
Тип машины		Стационарный
Марка машины		МЛС-1500
Производительность в час	кг/ч	700
Масса машины	кг	1150
Длина	мм	1400
Ширина	мм	1982
Высота	мм	1840
Тип молотильного органа		Вальцовый
Количество вальцов	шт.	3
Диаметр вальцов	мм	450
Ширина рабочей поверхности вальцов	мм	1500
Линейная скорость вальцов	м/с	0–1,3
Тип транспортной ленты		ЛКВ 08.003
Скорость транспортной ленты	м/с	0–1,2
Привод рабочих органов		Электрический привод
Установленная мощность	кВт	5,5
Давление вальцов в зазорах на ленту	кН	2,7–16

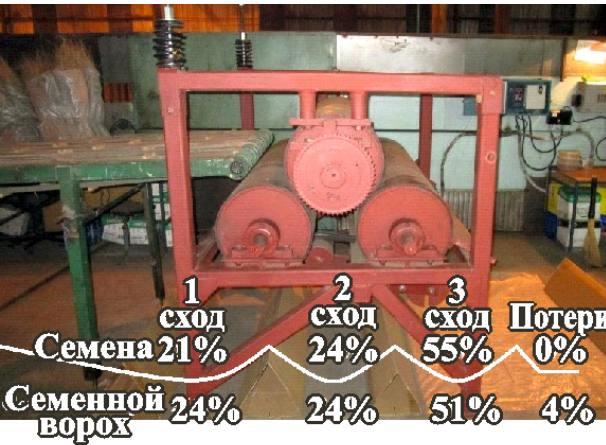


Рис. 2. Схема мест сбора сходов и результаты сходов по семенам и семенному вороху от лабораторного образца трехвального молотильного устройства

Fig. 2. Scheme of places for collecting descended seeds and seed heap and results of seed descents from the laboratory sample of a three-roll threshing device

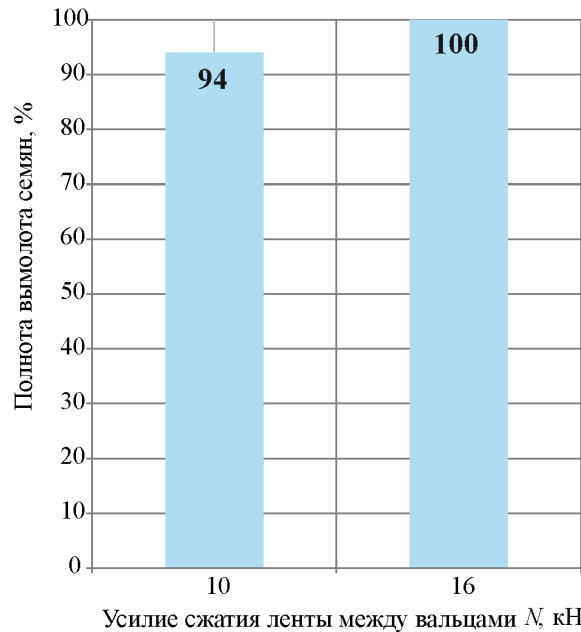


Рис. 3. Полнота вымолота семян от усилия сжатия ленты между вальцами лабораторного образца трехвального молотильного устройства (при $P = 3600$ шт./пог.м (P – плотность стеблей/метр погонный), $V = 0,4$ м/с)

Fig. 3. Completeness of seed threshing from the compression force of the stem band between the rollers of the laboratory sample of a three-roll threshing device (at $P = 3600$ pcs/r.m. (P – density stems/ running meter), $V = 0.4$ m/s)



Рис. 4. Фракционный состав вымолоченного вороха при обмолоте ленты льна-долгунца между вальцами лабораторного образца трехвального молотильного устройства (при полноте вымолота семян 100% при $P = 3600$ шт./пог.м; $N = 16$ кН; $V_{\pi} = 0,4$ м/с)

Fig. 4. Fractional composition of the threshed heap when threshing a flax stem band between the rolls of the laboratory sample of a three-roll threshing device (when the seed is 100% threshed at $P = 3600$ pcs/r.m.; $N = 16$ kN; $V_{\pi} = 0.4$ m/s)

Табл. 2. Результаты сравнения различных типов обмолачивающих устройств по заводской технологии уборки льна-долгунца, %

Table 2. Results of comparison of different types of threshing devices based on the factory technology of flax harvesting, %

Показатель	Гребневый рабочий орган (серийный)	Эластичный рабочий орган с решетчатой декой (экспериментальный)	Трехвальцовое молотильное устройство с усовершенствованным зажимным транспортером (предлагаемый)
Чистота очеса (обмолота)	82	98,8	100
Потери семян при очесе (обмолоте)	3	0,9	0
Повреждение и дробление семян	1,5	1	0
Повреждение стеблей, влияющее на выход длинно-го волокна	5	1,9	0
Отход стеблей в путанину	8	2	Менее 1

Эффективность заводской технологии уборки льна-долгунца за счет включения в технологическую линию первичной переработки льна-долгунца трехвальцового молотильного устройства с усовершенствованным зажимным транспортером представлена в табл. 2 [12].

ВЫВОДЫ

1. Установленное в линию по первичной выработки волокна вальцовое молотильное устройство с усовершенствованным зажимным транспортером обеспечивает стабильность выполнения технологического процесса обмолота ленты льна-долгунца влажностью не более 16%. Данное устройство является перспективным направлением для технического совершенствования и сопровождения льноуборочного процесса, реализуемого по заводской технологии с обмолотом ленты льна-долгунца, полученной от рулонов в условиях стационара.

2. В условиях стационара лабораторное трехвальцовое молотильное устройство обеспечивает 100%-й обмолот ленты льна-долгунца, при этом повреждение стеблей и дробление семян не отмечено, стебли равномерно проплющены по всей длине.

3. В полученном семенном ворохе свободные семена составляют 50%, оболочки коробочек – 47, семена в коробочках – 3 и путанина – менее 1, всхожесть семян составила 98%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Поздняков Б.А. Актуальные направления совершенствования систем машин для уборки льна-долгунца // Техника и оборудование для села. 2019. № 8. С. 2–6.
2. Сутыгин П.Ф., Шумкова Л.В. Влияние организации уборки льна-долгунца на урожайность и качество льнопродукции // Аграрный вестник Урала. 2009. № 9. С. 62–63.
3. Поздняков Б.А., Рожмина Н.Ю. Приоритетные направления модернизации льноводства в Российской Федерации // Техника и оборудование для села. 2015. № 9. С. 2–4.
4. Ковалев М.М., Козлов В.П. Плющильные аппараты льноуборочных машин (конструкция, теория, расчет): монография. Тверь: Тверское областное книжно-журнальное издательство, 2002. С. 64–122.
5. Поздняков Б.А., Великанова И.В., Рожмина Н.Ю. Усовершенствованная технологическая схема производства льна-долгунца // Агротехника и энергообеспечение. 2016. № 2. С. 61–65.
6. Пучков Е.М., Галкин А.В., Ушаповский И.В. О состоянии, проблемах и перспективах обеспечения специализированной техникой льнокомплекса России // Вестник НГИЭИ. 2018. № 5. С. 97–110.
7. Петраченко Д.А., Короченко С.П. Исследование динамики изменения основных качественных показателей ленты тресты льна-долгунца // Молодой ученый. 2014. № 10. С. 189–191.
8. Румянцева И.Т., Мочалов Л.В., Солдатенко А.Н. Особенности варьирования свойств тресты на льнище // Технология текстильной промышленности. 2007. № 6. С. 49–52.
9. Попов Р.А. Расчет коэффициентов трения при взаимодействии стеблей льна-долгунца с различными материалами // Достижения науки и техники АПК. 2006. № 4. С. 20–21.
10. Тарлецкий А.Г., Сизов И.В. Молотильно-сепарирующее устройство для льноуборочного комбайна // Техника и оборудование для села. 2017. № 3. С. 8–9.
11. Галкин А.В., Фадеев Д.Г., Ушаповский И.В. Исследование качественных характеристик льноволокна в зависимости от конструкции очесывающего аппарата // Вестник Мордовского университета. 2018. Т. 28. № 3. С. 389–399.
12. Круглень В.А., Левчук В.А., Цайц М.В., Мазаловский М.М. Исследование качества обмолота льнотресты в линии первичной переработки льна // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. 2014. № 3. С. 69–72.
13. Шаршунов В.А., Круглень В.Е., Алексеенко А.С., Левчук В.А., Цайц М.В. Исследование обмолачивающего устройства в линии первичной переработки льна // Весці нацыянальнай акадэміі навук беларусі. 2015. № 3. С. 112–117.
14. Шаршунов В.А., Алексеенко А.С., Цайц М.В., Левчук В.А. Анализ устройств для отделения семян льна от стеблей // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. № 4. С. 174–180.

15. Тарлецкий А.Г., Медведев Ю.А. Обоснование выбора молотильного аппарата для льноуборочного комбайна // Труды ГОСНИТИ. 2016. Т. 124. № 1. С. 167–170.
 16. Кругленья В.Е., Цайц М.В., Сентюров П.Д. Анализ применения механизированных технологий уборки льна-долгунца в Республике Беларусь // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения. 2013. № 1. С. 35–41.
 17. Шаршунов В.А., Алексеенко А.С., Цайц М.В., Левчук В.А. Анализ механизированных технологий уборки и первичной переработки льна // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. № 2. С. 137–141.
- REFERENCES**
1. Pozdnyakov B.A. Up-to-date areas of improving the systems of machines for harvesting fiber flax. *Tekhnika i oborudovanie dlya sela = The Machinery and Equipment for Rural Area*, 2019, no. 8, pp. 2–6. (In Russian).
 2. Sutygin P.F., Shumkova L.V. The influence of the fiber flax harvesting management on the yield and quality of flax products. *Agrarnyi vestnik Urala = Agrarian Bulletin of the Urals*, 2009, no. 9, pp. 62–63. (In Russian).
 3. Pozdnyakov B.A., Rozhmina N.Yu. Priority directions of flax-growing modernization in the Russian Federation. *Tekhnika i oborudovanie dlya sela = The Machinery and Equipment for Rural Area*, 2015, no. 9, pp. 2–4. (In Russian).
 4. Kovalev M.M., Kozlov V.P. *Pressing devices of flax harvesting machines (design, theory, calculation)*. Tver: Tver Regional Book and Magazine Publishing House, 2002, pp. 64–122. (In Russian).
 5. Pozdnyakov B.A., Velikanova I.V., Rozhmina N.Yu. Advanced technological scheme of production of fiber flax. *Agrotekhnika i energoobespechenie = Agricultural machinery and energy supply*, 2016, no. 2, pp. 61–65. (In Russian).
 6. Puchkov E.M., Galkin A.V., Ushapovsky I.V. Current situations, problems and prospects with the specialized equipment provision of Russian flax production branch. *Vestnik NGIEI = Bulletin NGIEI*, 2018, no. 5. pp. 97–110. (In Russian).
 7. Petrachenko D.A., Koropchenko S.P. Study of the dynamics of changes in the main quality indicators of the retted straw band of fiber flax. *Molodoi uchenyi = Young Scientist*, 2014, no. 10. pp. 189–191. (In Russian).
 8. Rumyantseva I.T., Mochalov L.V., Soldatenko A.N. Features of varying properties of fretted straw during flax harvesting. *Tekhnologiya tekstil'noi promyshlennosti = Textile Industry Technology*, 2007, no. 6. pp. 49–52. (In Russian).
 9. Popov R.A. Calculation of friction coefficients in the interaction of fiber flax stems with various materials. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AIC*, 2006, no. 4. pp. 20–21. (In Russian).
 10. Tarletsky A.G., Sizov I.V. Threshing and separating unit for flax harvester. *Tekhnika i oborudovanie dlya sela = The Machinery and Equipment for Rural Area*, 2017, no. 3, pp. 8–9. (In Russian).
 11. Galkin A.V., Fadeev D.G., Uschapovsky I.V. Studying quality characteristics of flax fiber depending on deseeding device design. *Vestnik Mordovskogo universiteta = Mordovia University Bulletin*, 2018, vol. 28, no. 3, pp. 389–399. (In Russian).
 12. Kruglenya V.A., Levchuk V.A., Tsayts M.V., Mazalovsky M.M. Studying quality of retted straw threshing in a flax primary processing line. *Vestnik Bryanskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii = Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy*, 2014, no. 3, pp. 69–72. (In Russian).
 13. Sharshunov V.A., Kruglenya V.E., Alekseenko A.S., Levchuk V.A., Tsayts M.V. Study of a threshing device in the line of primary flax processing. *Vestnik Belorusskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus*, 2015, no. 3, pp. 112–117. (In Russian).
 14. Sharshunov V.A., Alekseenko A.S., Tsayts M.V., Levchuk V.A. Analysis of devices for separating flax seeds from stems. *Vestnik Belorusskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii = The Journal of Belarusian State Agricultural Academy*, 2017, no. 4, pp. 174–180. (In Russian).
 15. Tarlecki A.G., Medvedev Y.A. Justification of the choice of a threshing machine for a flax harvester. *Trudy GOSNITI = Proceedings of GOSNITI*, 2016, vol. 124, no. 1, pp. 167–170. (In Russian).

16. Kruglenya V.E., Tsayts M.V., Sentyurov P.D. Analysis of the application of the technology of mechanized harvesting of flax in the Republic of Belarus. *Konstruirovaniye, ispol'zovaniye i nadezhnost' mashin sel'skokhozyaistvennogo naznacheniya* = *Design, Use and Reliability of Agricultural Machinery*, 2013, no. 1, pp. 35–41. (In Russian).
17. Sharshunov V.A., Alekseenko A.S., Tsaits M.V., Levchuk V.A. Analysis of mechanized technologies for harvesting and primary processing of flax. *Vestnik Belorusskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii* = *The Journal of Belarusian State Agricultural Academy*, 2017, no. 2, pp. 137–141. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

✉ **Бурлаков Ю.В.**, старший научный сотрудник; **адрес для переписки:** Россия, 630501, Новосибирская область, р.п. Краснообск; СФНЦА РАН, а/я 463; e-mail: yura011@yandex.ru

AUTHOR INFORMATION

✉ **Yuri V. Burlakov**, Senior Researcher; **address:** PO Box 463, SFSCA RAS, Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia; e-mail: yura011@yandex.ru

Дата поступления статьи 8.10.2020

Received by the editors 8.10.2020