УДК 633.521

DOI: 10.35887/2305-2538-2020-1-5-11

ТЕСТИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ СЛОЯ ЛЬНОТРЕСТЫ В ПОТОКЕ

¹Романов Вячеслав Анатольевич¹Новиков Эдуард Валерьевич¹ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур»

Реферат. Известно, что отсутствие достоверной и своевременной информации о линейной плотности и неровноте по данному показателю слоя льнотресты в потоке не позволяет проведение оптимизации процессов переработки. Предложено определение показателей проводить на основе первичного преобразователя роллерного типа. Для обоснования этого метода проведено экспериментальное изучение взаимосвязи линейной плотности слоя льнотресты, её неровноты по данному показателю с толщиной слоя в уплотненном состоянии, её неровнотой и длиной верхней огибающей слоя. Слой льнотресты формировали вручную, визуально он имел выровненную верхнюю поверхность. Льнотреста имела следующие основные характеристики: горстевую длину 0,85 м; диаметр стеблей 0,012 м; отделяемость 5,6 ед.; влажность 12,3 %. Опыты проводили на лабораторном стенде. Контроль линейной плотности в зонах измерения проводили прямым методом. Установлена разнонаправленная связь толщины уплотненного слоя и показателей ее вариации. Показана прямая взаимосвязь линейной плотности и толщины уплотненного слоя. Выявлена сильная положительная взаимосвязь линейной плотности с толщиной уплотненного слоя, доказывающая ее высокую прогностическую способность. Установлено существенное, до 50%, изменение значений среднего квадратического отклонения и коэффициента вариации толщины уплотненного слоя по его ширине, обуславливающее необходимость нормирования зоны измерения. Подтверждена возможность тестирования неровноты линейной плотности слоя на основе длины его верхней огибающей в уплотненном состоянии.

Ключевые слова: льнотреста, слой, переработка, линейная плотность, неровнота по линейной плотности, определение показателей.

TESTING FLAX RETTED STRAW LAYER PARAMETERS IN A STREAM

¹Romanov Vyacheslav¹Novikov Eduard

FSBRI "Federal Research Center for Bast Fiber Crops"

Abstract. It is known that the lack of reliable and timely information about the linear density and unevenness for this indicator of the layer of flax straw in the flow does not allow optimization of processing processes. It is proposed to determine the indicators based on the primary roller type Converter. An experimental study of the relationship between the linear density of the flax trust layer, its unevenness for this indicator with the layer thickness in the compacted state, its unevenness and the length of the upper envelope of the layer was carried out to justify this method. A layer of flax straw was formed manually; visually, it had a leveled upper surface. Flax straw had the following main characteristics: a handful length of 0.85 m; stem diameter 0.012 m; separability 5.6 units; humidity 12.3%. The experiments were carried out on a laboratory stand. Linear density control in the measurement zones was performed using a direct method. A multidirectional relationship between the thickness of the compacted layer and its variation indicators is established. A direct relationship between the linear density and the thickness of the compacted layer is shown. A strong positive relationship between the linear density and the thickness of the compacted layer is revealed, which proves its high predictive ability. A significant, up to 50%, change in the values of the mean square deviation and the coefficient of variation of the thickness of the compacted layer over its width was found, which necessitates the normalization of the measurement zone. The possibility of testing the unevenness of the linear density of the layer based on the length of its upper envelope in the compacted state is confirmed.

Keywords: flax fiber, layer, processing, linear density, irregularity in linear density, determination of indicators.

Введение. Дифференциация линейной плотности слоя при первичной обработке льнотресты в поточных линиях один из рациональных приемов повышения выхода длинного волокна [1]. Для выполнения этого приема необходимы слоеутоняющие машины с плавным регулированием коэффициента утонения слоя и технические средства тестирования в потоке параметров слоя.

Регулирование коэффициента утонения слоя κ_y обеспечивается в утоняющих машинах, основанных на свободной «фиксации» стеблей в межзубных впадинах утоняющих дисков [2]. Существует несколько вариантов исполнения таких технических средств утонения слоя [3]. Их конструктивное исполнение обеспечивает не только плавное регулирование κ_y , но и надежность процесса даже при высокой степени разрушения конструкции стеблей [4].

Однако в настоящее время отсутствуют способы получения достоверной и актуальной информации о параметрах слоя, адаптированные к условиям поточного производственного процесса первичной переработки льнотресты. Это относится, прежде всего, к параметрам слоя на выходе из канала утонения: коэффициенту утонения; скорости; линейной плотности и неровноте по данному показателю. Известные работы [5, 6] показывают, что определение таких показателей как скорость и коэффициент утонения слоя может быть проведено с применением измерителей роллерного типа. Эти измерители широко применяются во многих отраслях производства для измерения показателей скорости, частоты вращения, длины объектов [7]. Они имеют простое устройство и надежны в эксплуатации. Представляется целесообразным расширение сферы применения данного оборудования на оценку линейной плотности слоя льносырья и ее неровноты. На основе этой идеи был предложен способ тестирования неровноты линейной плотности слоя [8]. Суть способа заключается в измерениях длин участка слоя и его верхней огибающей в уплотненном состоянии. В качестве критерия неровноты предложено использовать, например, значение относительной разницы измеренных длин.

Целью работы является экспериментальное обоснование возможности тестирования линейной плотности слоя льнотресты и её неровноты на основе первичного преобразователя роллерного типа.

Материалы и методы. Определение используемых в работе показателей проводилось по методикам действующих стандартов на льнотресту и оригинальным методикам. Слой льнотресты формировали вручную, что соответствует сегодняшней практике подготовки слоя к переработке в производственных условиях. Визуально слой имел выровненную верхнюю поверхность. Льнотреста имела следующие основные характеристики: горстевую длину 0,85 м; диаметр стеблей 0,012 м; отделяемость 5,6 ед.; влажность 12,3 %. На рисунке 1 показана схема, поясняющая проведение опыта.

L_1 – длина слоя; L_2 – длина верхней огибающей слоя в уплотненном состоянии;
 A – поперечное сечение слоя в уплотненном состоянии; l_6 – расстояние между вариантами;
 l_{np} – длина отрезков стеблей в пробах

Рисунок 1 – Схема опыта по исследованию способа тестирования линейной плотности слоя и его неровноты

В опыте определялись следующие параметры: толщина слоя в уплотненном состоянии h_y ; длина слоя L_2 ; длина верхней огибающей слоя в уплотненном состоянии L_1 ; масса m отрезков стеблей с длиной $l_{np} = 0,05$ м, которые вырезали равномерно в обе стороны от линий замеров – вариантов, из равномерно отобранных по длине слоя 10-ти проб с шириной слоя каждой пробы 0,05 м. Определение толщины слоя h_y и ее неровноты проводилось согласно методическим указаниям [9]. Полученные таким образом данные служили в эксперименте контролем. Стебли слоя, в комлевой и вершинной части, были зафиксированы прижимными планками, что исключало изменение структурных параметров при измерениях. Длина слоя L_2 принята равной 0,7 м, что соответствовало вышеупомянутым методическим указаниям. По ширине слоя измерения параметров проводились на технической длине стеблей, при расстоянии между вариантами $l_e = 100$ мм. Линии замеров в вариантах отмечались контрастной краской, что обеспечивало повышение корректности проведения эксперимента. По каждой линии – варианту проводились 60 измерений h_y . При проведении экспериментов диаметр «измерительного» колеса был равен 77 мм, а толщина 0,02 м. Сила давления P_1 измерительного колеса на стебли слоя регулировалась и составляла 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 и 0,6 кг, в каждом варианте опыта. Длина огибающей верхней поверхности слоя в уплотненном состоянии L_1 исчислялась по показаниям счетчика оборотов. Вид на стенд при проведении экспериментов показан на рисунке 2.

- 1 – станина; 2 – двуплечий рычаг; 3 – балансир; 4 – поворотный балансир; 5 – продольная направляющая; 6 – часовой индикатор; 7 – прижимные планки; 8 – слой льнотресты;
9 – измерительное колесо; 10 – промежуточная передача; 11 – счетчик оборотов;
12 – поперечная направляющая; 13 – каретка; 14 – линии замеров

Рисунок 2 – Вид на стенд при проведении исследований

Результаты и их обсуждение. Оказалось, что, несмотря на выровненную верхнюю поверхность, слой имел существенное варьирование толщины в уплотненном состоянии. Вариационно-статистические параметры, отражающие вариабельность толщины уплотненного слоя h_y (контроль) в пределах исследованных выборочных совокупностей, приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Вариационно-статистические параметры толщины слоя h_y

№ варианта	n , изм.	h_{ycp} , см	δ_{hy} , см	min , см	max , см	V_{hy} , %
1	60	1,21	0,435	0,4	2,3	35,95
2		1,55	0,461	0,6	2,5	29,74
3		1,83	0,566	0,6	2,8	30,93
4		2,26	0,637	1,1	3,4	28,19
5		2,81	0,801	1,0	4,0	28,51
6		2,96	0,687	1,4	4,0	23,21

Широкий диапазон изменения h_y наблюдался во всех вариантах опыта. Значения коэффициента вариации толщины слоя V_h были, примерно, равны значениям вариации линейной плотности ленты после теребления. Очевидно существенное возрастание вариальности слоя в производственных условиях.

Отмечается корреляционная связь толщины уплотненного слоя h_y (зоны измерения по ширине слоя) и показателей ее вариации. Зависимости среднего квадратического отклонения $\delta_{hy} = f(h_y)$ и $V_{hy} = f(h_y)$ имеют противоположную направленность. Возрастание $h_{y\text{ср}}$ приводит к уменьшению значений V_{hy} и увеличению δ_{hy} . Наличие данных зависимостей, наглядно представленных на рисунке 3, обуславливает необходимость, при разработке способа тестирования, нормирования зоны измерения h_y по ширине слоя.

Рисунок 3 – Взаимосвязь показателей неровноты (δ_{hy} и V_{hy}) с толщиной в уплотненном слое

Нестабильность толщины уплотненного слоя h_y объясняется изменениями его линейной плотности, определяемой, в данном случае, прямым методом. Ее изменения по длине слоя q_o , относительно минимального значения в варианте, по вариантам показаны на рисунке 4.

Рисунок 4 – Относительное изменение линейной плотности по длине слоя

Закономерно возникает вопрос, о возможности определения линейной плотности слоя – важнейшего технологического показателя косвенно, применяя показатель h_y . Разумеется, что толщина слоя h_y зависит от большего числа неконтролируемых факторов. Можно допустить сложность получения между показателями обобщающей зависимости, приемлемой для

тестирования линейной плотности в практических целях. Однако, на практике, может иметь место корректировка зависимостей для конкретных партий однородной льнотресты, создание которых необходимо для эффективной переработки. На рисунке 5 показана взаимосвязь линейной плотности $q_z = f(h_{yz})$ и толщины слоя h_{yz} , полученная в эксперименте аппроксимацией средних значений показателей для зон измерения в вариантах опыта.

Рисунок 5 – Взаимосвязь линейной плотности q_z и толщины слоя h_{yz}

Высокая сила взаимосвязи показателей – $R^2 = 0,971$ доказывает возможность тестирования линейной плотности слоя q на основе измерения толщины уплотненного слоя h_y , которая может быть определена по перемещению первичного преобразователя в вертикальной плоскости.

Для оценки возможности тестирования неровноты слоя по линейной плотности на основе длины его верхней огибающей в уплотненном состоянии был проведен расчет корреляции между показателями L_I и h_y , δ_{hy} , V_{hy} . Полученные в результате расчета значимые значения коэффициентов корреляции приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Коэффициентов корреляции между изучаемыми показателями

Показатели		h_y	δ_{hy}	V_{hy}
		Коэффициент корреляции, r		
L_I при Р, кг	0,2	0,961	0,879	–
	0,3	0,957	0,838	-0,946
	0,4	0,982	0,873	-0,878
	0,5	0,854	–	-0,901
	0,6	–	–	–

Из полученных данных следует, что длина верхней огибающей слоя L_I имеет прямую связь с толщиной уплотненного слоя h_y и квадратичным отклонением δ_{hy} . Коэффициент вариации V_{hy} связан с L_I обратной связью. В большинстве вариантов уплотнения слоя коэффициенты корреляции r имеют достоверное значение, что подтверждает принципиальную возможность тестирования показателей линейной плотности предложенным способом.

Выводы.

1. Выявлена сильная положительная взаимосвязь линейной плотности с толщиной уплотненного слоя h_y ($R^2 = 0,971$), доказывающая ее высокую прогностическую способность

2. Установлено существенное, до 50%, изменение значений среднего квадратического отклонения δ_{hy} и коэффициента вариации V_{hy} по ширине слоя, обуславливающее необходимость нормирования зоны измерения h_y .

3. Экспериментально подтверждена возможность тестирования неровноты линейной плотности слоя на основе длины его верхней огибающей в уплотненном состоянии.

Список литературы

1. Дьячков В.А. Теоретические основы технологии производства лубяных волокон: монография. Кострома: Изд-во Костром. гос. технол. ун-та, 2009. 271 с.
2. Романов В.А., Новиков Э.В. Обоснование конструктивно-технологического решения слоеутоняющей машины, адаптивной к изменению параметров слоя льносырья // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2017. – № 3. – С. 122-126.
3. Романов В.А., Новиков Э.В. Экспериментальное обоснование параметров канала с постоянным сечением для утонения слоя стеблей льна // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2018. – № 10. – С. 44-48.
4. Романов В.А., Новиков Э.В. Модернизация машины для утонения слоя льнотресты // Наука в центральной России. – 2019. – № 2. – С. 85-91.
5. Дроздов Ю.В., Пашин Е.Л., Лапшин А.Б. Метод контроля параметров стеблей льна в движущемся слое // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2002. – № 2. – С. 24-26.
6. Дроздов Ю.В., Петров С.С., Обоснование конструкции механизма контроля параметров движущегося слоя льняной тресты // Вестник ВНИИЛК. – 2003. – № 1. – С. 88-92.
7. Система измерения длины и скорости LMS Wachendorff [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://megasensor.com/products/sistema-izmereniya-dliny-i-skorosti-lms/>, свободный (дата обращения: 13.01.2020)
8. Пат. РФ № 2650535 Российская Федерация, МПК D01B 1/00. Способ тестирования вариации толщины слоя стеблей льносырья / Романов В. А., Новиков Э. В., Безбабченко А. В., Левкина Г. И., заявитель и патентообладатель Всероссийский науч.-исслед. ин-т механизации льноводства. – № 2017124480, заявл. 10.07.2017, опубл. 16.04.2018 Бюл. № 11.
9. Антонов С.И., Щечкин В.В., Пашин Е.Л. Методические указания. Оценка технологической эффективности оборудования для первичной обработки льна. – М.: Россельхозакадемия – ГНУ ВНИИЛК. 2004. – 48 с.

References

1. D'jachkov V.A. Teoreticheskie osnovy tehnologii proizvodstva lubjanyh volokon: monografija. Kostroma: Izd-vo Kostrom. gos. tehnol. un-ta, 2009. 271 s.
2. Romanov V.A., Novikov Je.V. Obosnovanie konstruktivno-tehnologicheskogo reshenija sloeutonjajushhej mashiny, adaptivnoj k izmeneniju parametrov sloja l'nosyr'ja // Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2017. – № 3. – S. 122-126.
3. Romanov V.A., Novikov Je.V. Jeksperimental'noe obosnovanie parametrov kanala s postojannyim secheniem dlja utonenija sloja steblej l'na // Remont. Vosstanovlenie. Modernizacija. – 2018. – № 10. – S. 44-48.
4. Romanov V.A., Novikov Je.V. Modernizacija mashiny dlja utonenija sloja l'notresty // Nauka v central'noj Rossii. – 2019. – № 2. – S. 85-91.
5. Drozdov Ju.V., Pashin E.L., Lapshin A.B. Metod kontrolja parametrov steblej l'na v dvizhushhego sloja // Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2002. – № 2. – S. 24-26.
6. Drozdov Ju.V., Petrov S.S., Obosnovanie konstrukcii mehanizma kontrolja parametrov dvizhushhego sloja l'nanoj tresty // Vestnik VNIILK. – 2003. – № 1. – S. 88-92.
7. Sistema izmereniya dliny i skorosti LMS Wachendorff [Elektronnyj resurs] // Rezhim dostupa: <https://megasensor.com/products/sistema-izmereniya-dliny-i-skorosti-lms/>, svobodnyj (data obrashhenija: 13.01.2020)
8. Pat. RF № 2650535 Rossijskaja Federacija, MPK D01B 1/00. Sposob testirovaniya variacii tolshhiny sloja steblej l'nosyr'ja / Romanov V. A., Novikov Je. V., Bezbabchenko A. V., Levkina G. I., zajavitel' i patentoobladatel' Vserossijskij nauch.-issled. in-t mehanizacii l'novodstva. – № 2017124480, zajavl. 10.07.2017, opubl. 16.04.2018 Bjul. № 11.
9. Antonov S.I., Shhechkin V.V., Pashin E.L. Metodicheskie ukazaniya. Ocenka tehnologicheskoy jeffektivnosti oborudovaniya dlja pervichnoj obrabotki l'na. – M.: Rossel'hoz akademija – GNU VNIILK. 2004. – 48 s.

Сведения об авторах

Принадлежность к организации

Романов Вячеслав Анатольевич – старший научный сотрудник Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр лубяных культур», Россия, г. Тверь, e-mail: romanoff_va@bk.ru.

Новиков Эдуард Валерьевич – кандидат технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр лубяных культур», Россия, г. Тверь, e-mail: edik1@kmtn.ru.

Author credentials**Affiliations**

Romanov Vyacheslav – Senior Researcher of Federal State Budgetary Research Institution “Federal Research Center for Bast Fiber Crops”, Russia, Tver, e-mail: romanoff_va@bk.ru.

Novikov Eduard – Candidate of Technical Sciences, associate Professor, Leading Researcher of Federal State Budgetary Research Institution “Federal Research Center for Bast Fiber Crops”, Russia, Tver, e-mail: edik1@kmtn.ru.

Поступила в редакцию (Received): 16.01.2020 Принята к публикации (Accepted): 19.02.2020

УДК 631.172

DOI: 10.35887/2305-2538-2020-1-11-21

ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОЙ СИСТЕМЫ РАЗДАЧИ КОРМОВ

¹*Ведищев Сергей Михайлович*

^{1,2,3}*Завражнов Анатолий Иванович*

¹*Прохоров Алексей Владимирович*

⁴*Бралиев Майдан Кабатаевич*

¹ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»

²ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет»

³ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве»

⁴НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана»

Реферат. Использование дозирующих органов кормораздатчиков с возможностью оперативного изменения подачи (дозы) с улучшенными показателями качества и удельных энергозатрат позволяет повысить эффективность кормления свиней. Рассмотрены варианты расчета энергозатрат удельных при выдаче корма в кормушки в индивидуальные и групповые с остановкой кормораздатчиков и без. Суммарные энергозатраты за цикл складываются из энергозатрат на транспортирование корма от линии загрузки до линии раздачи, перемещение раздатчика от линии раздачи к линии загрузки, перемещение кормораздатчика при переезде с одной линии кормораздачи на другую в пределах одного помещения и непосредственно на раздачу корма. В соответствии с балансом времени при раздаче корма в непрерывные или индивидуальные кормушки кормораздатчик загружается кормом в линии загрузки, транспортирует корм к линии раздачи, выдает корм животным и возвращается к месту загрузки. При этом мощность расходуется на приводы мешалки, ходовой части и дозирующих органов. Результаты лабораторных исследований электрооборудованных кормораздатчиков при выдаче корма в индивидуальные и групповые кормушки показали преимущество кормораздатчика на пневматических колесах с модернизированными рабочими органами. Неравномерность выдачи корма кормораздатчиками, оснащенные модернизированными рабочими органами находилась в пределах зоотехнических требований и не превышала 5%. Сравнительная оценка использования кормораздатчиков по показателю энергоэффективности показывает, что более низкие затраты имеют кормораздатчики при выдаче в групповые кормушки, чем при выдаче в индивидуальные в среднем в 1,65 раза.

Ключевые слова: баланс времени, кормораздатчик, кормушка, скорость, энергозатраты.