

## Заключение

Таким образом, полученные нами результаты свидетельствуют, что качество получаемого котонизированного волокна можно значительно повысить при его котонизации с добавкой моноэтаноламина, что позволяет улучшить его физико-механические показатели и белизну. Настоящую усовершенствованную технологию для улучшения качества волокна следует испытать на Оршанском льнокомбинате. При этом использование углекислого газа в процессе котонизации также позволяет улучшить качественные показатели льняного волокна, но действие CO<sub>2</sub> проявляется значительно хуже.

## Литература

1. Способ облагораживания целлюлозы: а. с. 1509468 СССР, МКИ 4 D21C 9/00 / Ф. Я. Рубинова, В. А. Долматов, А. А. Леонович, Л. Г. Аким; Ленинградская лесотехническая академия им. С. М. Кирова. – № 4367465/31–12; заявл. 21.01.88; опубл. 23.09.89 // Открытия. Изобрет. – 1989. – № 39. – 3 с.
2. Reid, D. The effect addition of monoethanolamins alcaline cooking of wood / D. Reid, C. H. Nelson, S. Aranovski // Industr. Engin. Chem. Anal. Eg. – 1940. – Vol. 12. – Pp. 225–231.
3. Чуйко, Г. В. Влияние моноэтаноламина на делигнификацию при щелочной варке / Г. В. Чуйко, Э. И. Чупка, В. М. Никитин // Бумажная пром. – 1972. – № 7. – С. 7–9.
4. Способ получения целлюлозы: а. с. 1305226 СССР, МКИ4 D21C 3/04 / Т. В. Мурашкевич, И. И. Карпунин, Д. В. Мацкевич, И. Н. Абранпальский, А. М. Шишко; Институт физико-органической химии АН БССР. – № 3988328/29–12; заявл. 16.12.85; опубл. 23.04.87 // Открытия. Изобрет. – 1987. – № 15. – 3 с.

УДК 633.521+677.011

Поступила в редакцию 16.07.2018  
Received 16.07.2018

**А. Н. Перепечаев<sup>1</sup>, А. Л. Рапинчук<sup>1</sup>, В. П. Чеботарев<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»  
г. Минск, Республика Беларусь*

*<sup>2</sup>УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»  
г. Минск, Республика Беларусь*

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА КОРОТКОГО ЛЬНОВОЛОКНА ЗА СЧЕТ ИЗМЕНЕНИЯ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ ТРЕПАЛЬНЫХ БАРАБАНОВ

В статье проведен анализ режимов работы мяльно-трепальной машины для переработки отходов трепания с целью получения наиболее качественного короткого льноволокна.

*Ключевые слова:* отходы трепания, короткое льноволокно, режимы работы, трепальные барабаны, номер перерабатываемой льнотресты.

**A. N. Perepetchaev<sup>1</sup>, A. L. Rapinchuk<sup>1</sup>, V. P. Chebotarev<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>RUE «SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanization»  
Minsk, Republic of Belarus*

*<sup>2</sup>Educational Establishment «Belarusian State Agrarian Technical University»  
Minsk, Republic of Belarus*

## INVESTIGATION OF THE POSSIBILITY OF INCREASING THE QUALITY OF A SHORT-FLAX LUMINUM FOR THE ACCOUNT OF CHANGING THE FREQUENCY OF ROTATION OF TRAPAL DRUMINGS

The article analyzes the modes of operation of the butcher-trephine machine for the processing of waste shaking to obtain the best quality short flax fiber.

*Keywords:* scrap waste, short flax fiber, operating modes, combing drums, number of processed flax.

## Введение

Важная роль в АПК Республики Беларусь принадлежит льноводству, для развития которого на территории нашей страны имеются необходимые природно-климатические условия. Среди возделываемых в настоящее время в республике сельскохозяйственных культур лен-долгунец занимает одно из первых мест по рентабельности производства. Лен и изделия из него практически без ограничений могут быть востребованы на международном рынке. Все больший интерес у населения вызывает растительное масло из семян льна. А отходы его производства – жмых и шрот – нашли широкое применение в комбикормовой промышленности. Получаемые в больших объемах, они незаменимы для дальнейшего интенсивного развития молочного и мясного животноводства. Все вышперечисленное позволяет сделать вывод о том, что лен является одной из перспективных культур для АПК нашей страны, а успешное решение проблем его переработки требует особого внимания разработчиков сельскохозяйственной техники. Однако, несмотря на все преимущества, льноводство в течение последних лет развивалось медленными темпами. Это обусловлено значительной трудоемкостью и энергоемкостью процессов переработки льна, недостаточным уровнем механизации ряда технологических процессов.

С целью определения влияния режимов работы технологического оборудования переработки отходов трепания на качественные показатели короткого льноволокна были проведены исследования частоты вращения трепальных барабанов мяльно-трепальной машины линии короткого льноволокна ЛКЛВ-0,75.

## Основная часть

При исследовании режимов работы мяльно-трепального агрегата был проведен анализ получаемого короткого льноволокна при следующих условиях:

Сорт льна: Грант.

Номер льнотресты – № 2,0 и № 1,0.

Исходная влажность в рулонах – 19–23 %.

Исходная влажность в линии короткого льноволокна – 8–10 %.

Проведенные до этого исследования режима работы мяльных вальцов показали, что частота их вращения не оказывает значительного влияния на процесс очистки от костры отходов трепания, полученных с линии выработки длинного льноволокна, и скорость вращения мяльных вальцов может быть принята в виде постоянной величины. Частота вращения мяльных вальцов: 1-я группа вальцов – 360 мин<sup>-1</sup>, 2-я группа – 380 мин<sup>-1</sup>. Разность скоростей вращения первой и второй групп обусловлена только эксплуатационными показателями и увеличена во второй группе с целью исключения подбивок перерабатываемого материала под вальцы второй группы, а соответственно, и намоток на вальцы и трепальные барабаны.

Забор проб для оценки качества короткого льноволокна производился после прохождения трех трясыльных машин, перед проходным прессом короткого льноволокна. Полученные результаты сводились в таблицу 1.

Для аппроксимации имеющихся статистических данных использовано квадратное уравнение регрессии вида [1]:

$$y = a + bx + cx^2, \quad (1)$$

Коэффициенты регрессии определялись методом наименьших квадратов. В результате получены уравнения, описывающие влияние оборотов трепальных барабанов на закрученность ( $y_1$ ) короткого льноволокна и на разрывное усилие скрученной ленточки ( $y_2$ ).

$$y_1 = 61,59 - 0,16x + 0,0001x^2, \quad (2)$$

$$y_2 = 193,57 + 0,199x - 0,0006x^2. \quad (3)$$

Таблица 1. – Результаты исследования короткого льноволокна после обработки (№ 2,00)

Факторы		Зависимая переменная	
Обороты трепальных секций, $мин^{-1}$	Средние значения оборотов для группы, $мин^{-1}$	Закостренность льноволокна, % ( $y_1$ )	Разрывная нагрузка скрученной ленточки, $H$ ( $y_2$ )
250	270	29	206
270		28	208
290		27	208
300	320	24	191
320		22	196
340		23	197
350	370	19	182
370		19	186
390		18	184
400	420	14	181
420		15	180
440		15	175
450	466	12	155
470		13	151
480		12	157

Адекватность уравнения статистическим данным проверялась по критерию Фишера.

$$F = \frac{S_0^2}{S_y^2}. \quad (4)$$

Значимость коэффициентов регрессии вычислялась по условиям:

$$|a_0| \geq \frac{t_{\alpha, n-k-1} \cdot S_0}{\sqrt{n-k-1}}; \quad |a_1| \geq \frac{t_{\alpha, n-k-1} \cdot S_0}{\sqrt{n-k-1} \cdot S_i}, \quad (5)$$

где  $S_0$  – остаточная дисперсия величины  $y$ ;  $S_y$  – выборочная дисперсия величины  $y$ ;  $S_i$  – выборочная дисперсия  $i$ -го фактора;  $t_{\alpha, n-k-1}$  – табличное значение критерия Стьюдента при выбранном уровне значимости  $\alpha$  и числе степеней свободы  $n - k - 1$ ;  $n$  – объем выборки;  $k$  – число факторов.

Дисперсии коэффициентов множественной и парной корреляции рассчитывались по общеизвестным соотношениям [2, 3].

При  $n = 15$  и  $k = 3$  значение критерия  $F = 2,12$ .

Поскольку  $F_{0,05} = 194,1 > F$  (для закостренности) и  $F_{0,05} = 92,6 > F$  (для разрывной нагрузки), уравнения (2) и (3) адекватны статистическим данным.

Найдем коэффициент детерминации, показывающий, какая доля вариации зависимой переменной обусловлена вариацией объясняющей переменной. Чем ближе  $R^2$  к единице, тем лучше регрессия аппроксимирует эмпирические данные, тем теснее наблюдения примыкают к линии регрессии.

Получим следующие значения:  $R_1^2 = 0,972$ ,  $R_2^2 = 0,936$  для закостренности и для разрывной нагрузки скрученной ленточки соответственно.

На рисунках 1 и 2 приведены графики влияния частоты вращения трепальных барабанов на процесс обескостривания льноволокна и на разрывное усилие при переработке отходов трепания, полученных из льнотресты № 2,00.

Как видно из графиков, для обеспечения наименьшего содержания костры в коротком льноволокне целесообразно повышать обороты трепальных барабанов, но при этом возникает проблема перетирания короткого льноволокна, из-за чего оно теряет в разрывной нагрузке. Так, при проведении анализа оптимальным режимом работы для отходов трепания после обработки льнотресты № 2,00 на линии длинного льноволокна можно считать среднюю частоту вращения трепальных барабанов в пределах от 400 до 430  $мин^{-1}$ , при этом закостренность льнотресты будет находиться в пределах 15–17 %, что соответствует № 6 короткого льноволокна. Однако

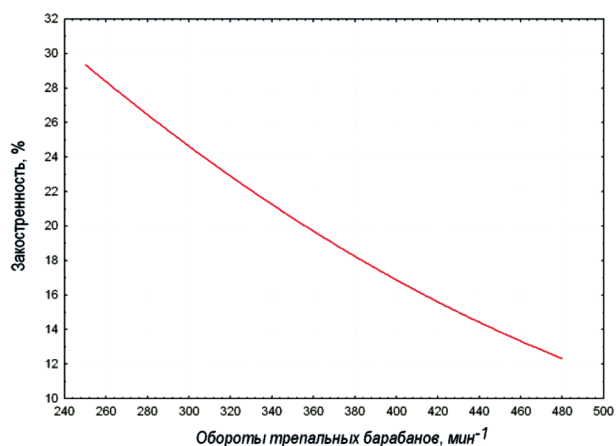


Рисунок 1. – Зависимость частоты вращения трепальных барабанов на процесс обескостривания льноволокна (№ 2,00)

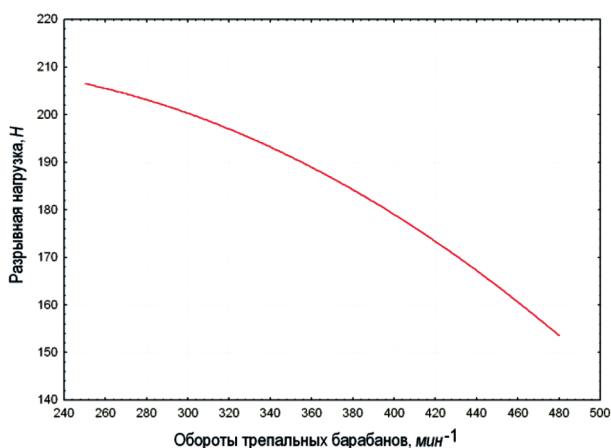


Рисунок 2. – Влияние частоты вращения трепальных барабанов на разрывное усилие короткого льноволокна (№ 2,00)

следует отметить, что полученные частоты вращения трепальных барабанов не всегда будут обеспечивать выход короткого льноволокна наилучшего качества, так как при переработке отходов трепания сырье поступает в машину неравномерно. Вместе с тем данные режимы работы оборудования позволяют получить наибольшее количество качественного короткого льноволокна при переработке льнотресты № 2,00.

Также были проведены исследования влияния оборотов трепальных барабанов на исходные параметры короткого льноволокна при переработке отходов трепания льнотресты № 1,00 с линии длинного льноволокна.

На основании обработки экспериментальных данных были получены уравнения:

$$y_1 = 68,03 - 0,21x - 0,0002x^2; \quad (6)$$

$$y_2 = 346,07 - 0,72x - 0,0005x^2. \quad (7)$$

На рисунках 3 и 4 приведены графики влияния частоты вращения трепальных барабанов на процесс обескостривания льноволокна и на разрывное усилие при переработке отходов трепания, полученных из льнотресты № 1,00.

При проведении анализа оптимальным режимом работы для отходов трепания после обработки льнотресты № 1,00 на линии длинного льноволокна можно считать среднюю частоту

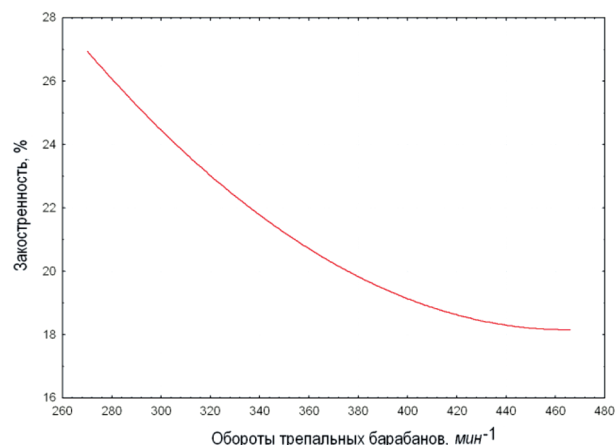


Рисунок 3. – Зависимость частоты вращения трепальных барабанов на процесс обескостривания льноволокна (№ 1,00)

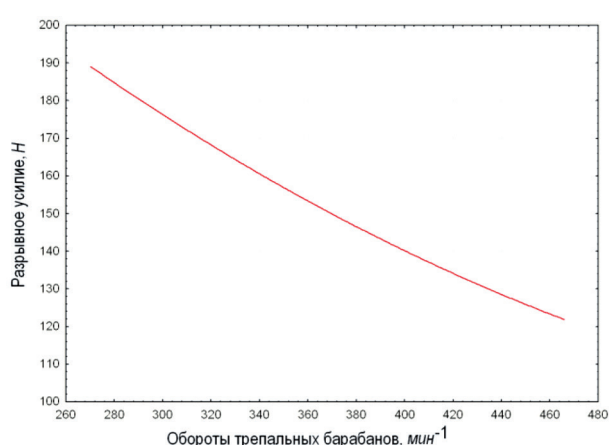


Рисунок 4. – Влияние частоты вращения трепальных барабанов на разрывное усилие короткого льноволокна (№ 1,00)

вращения трепальных барабанов в пределах от 340 до 400  $\text{мин}^{-1}$ , при этом заостренность льнотресты будет находиться в пределах 19–24 %, что соответствует № 4 короткого льноволокна, разрывная нагрузка – в пределах 140–160  $H$ . Однако, как и в предыдущем случае, следует отметить, что полученные частоты вращения трепальных барабанов не всегда будут обеспечивать выход короткого льноволокна наилучшего качества, так как при обработке отходов трепания сырье поступает на машину неравномерно.

Проведенные исследования позволили определить, что с увеличением частоты вращения трепальных барабанов очистка волокна от костры заметно улучшается, но одновременно увеличивается и интенсивность его разрушения, выражающаяся в уменьшении средней массодлины волокна.

Влияние частоты вращения барабанов на эффективность обескостривания и повреждение волокна объясняется ростом сил давления и трения пропорционально квадрату частоты вращения барабанов.

Помимо этого, существенное влияние на процесс трепания оказывает глубина захождения планок в обрабатываемый слой, которая в данных исследованиях являлась постоянной величиной. При увеличении глубины захождения увеличивается угол обхвата кромки волокном и растет число планок, находящихся одновременно в поле трепания. Все это приводит к возрастанию сил давления на материал со стороны кромки и сил натяжения. Вместе с тем процесс регулировки глубины захождения трепальных барабанов в обрабатываемый слой является достаточно трудоемкой операцией, в отличие от изменения частоты вращения трепальных барабанов, которого можно добиться включением в электрическую схему привода частотного преобразователя.

### Заключение

В результате проведенных исследований получены уравнения регрессии, описывающие качественные показатели получаемого короткого льноволокна в зависимости от скоростей вращения трепальных барабанов в линии короткого льноволокна ЛКЛВ-0,75.

В результате проведения анализа оптимальным режимом работы для отходов трепания после обработки льнотресты № 1,00 на линии длинного льноволокна можно считать среднюю частоту вращения трепальных барабанов в пределах от 340 до 400  $\text{мин}^{-1}$ , при этом заостренность льнотресты будет находиться в пределах 19–24 %, что соответствует № 4 короткого льноволокна, разрывная нагрузка – в пределах 140–160  $H$ .

Оптимальным режимом работы для отходов трепания после обработки льнотресты № 2,00 на линии длинного льноволокна можно считать среднюю частоту вращения трепальных барабанов в пределах от 400 до 430  $\text{мин}^{-1}$ , при этом заостренность льнотресты будет находиться в пределах 15–17 %, что соответствует № 6 короткого льноволокна. Однако следует отметить, что полученные частоты вращения трепальных барабанов не всегда будут обеспечивать выход короткого льноволокна наилучшего качества, так как при переработке отходов трепания сырье поступает в машину неравномерно. Вместе с тем данные режимы работы оборудования позволяют получить наиболее качественное короткое льноволокно при переработке.

### Литература

1. Венцель, Е. С. Теория вероятностей / Е. С. Венцель. – М.: Наука, 1969. – 576 с.
2. Адлер, Ю. П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю. П. Адлер, Е. В. Маркова, Ю. В. Грановский. – М.: Наука, 1976. – 280 с.
3. Гутер, Р. С. Элементы численного анализа и математической обработки результатов опыта / Р. С. Гутер, Б. В. Овчинский. – М.: Наука, 1970. – 432 с.