

$$\lambda_3 = 0,0328 + 0,0004 \cdot x_3,$$

где  $x_3$  – линейная плотность ленты после транспортера, *кг/м.п.*

График зависимости линейной плотности ленты от соотношения скорости прессующих ремней к скорости подающего транспортера приведен на рисунке 2.

По результатам обработки экспериментальных данных была построена номограмма для определения оптимальных режимов работы пресс-подборщика для обеспечения заданной линейной плотности ленты льнотресты в рулоне (рисунок 3).

### Заключение

В результате проведенных экспериментальных исследований были определены оптимальные режимы работы пресс-подборщика при разных рабочих скоростях для обеспечения заданной линейной плотности ленты льнотресты в рулоне.

Это позволяет, независимо от требуемой степени уплотнения, обеспечить достаточную для протекания рабочего процесса скорость прессовальных ремней и вальцов прессовальной камеры. При этом первая ступень уплотнения будет обеспечиваться за счет разности скоростей агрегата и подбирающего барабана.

### Литература

1. Ковалев, М. М. Параметры и режимы подбирающего аппарата для лубяных культур / М. М. Ковалев // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2007. – № 3. – С. 34–35.
2. Чеботарев, В. П. К вопросу формирования слоя льнотресты в рулоне / В. П. Чеботарев, М. Н. Трибуналов, С. Ф. Лойко // Актуальные проблемы науки в агропромышленном комплексе: сб. ст. 62-й междунар. науч.-практ. конф.: в 3 т. / под ред. И. А. Яцюка [и др.]. – Кострома: КГСХА, 2011. – Т. 2: Архитектура и строительство. Механизация сельского хозяйства. – С. 83–84.
3. Казакевич, П. П. Льноводство и льнопереработка в Беларуси: проблемы развития / П. П. Казакевич // Белорусское сельское хозяйство. – 2010. – № 7 (99).
4. Венцель, Е. С. Теория вероятностей / Е. С. Венцель. – М.: Наука, 1969. – 576 с.

УДК 633.521+677.011

Поступила в редакцию 16.07.2018  
Received 16.07.2018

**А. Н. Перепечаев, А. Л. Рапинчук, Е. В. Кислов**

*РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»  
г. Минск, Республика Беларусь*

## **ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ РАБОТЫ МЯЛЬНО-ТРЕПАЛЬНОГО АГРЕГАТА НА КАЧЕСТВО ПОЛУЧАЕМОГО КОРОТКОГО ЛЬНОВОЛОКНА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИСХОДНОГО НОМЕРА ЛЬНОТРЕСТЫ**

В статье проведен анализ режимов работы мяльно-трепальной машины для переработки отходов трепания в зависимости от исходного номера льнотресты с целью получения наиболее качественного короткого льноволокна.

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

**A. N. Perepcheaev, A. L. Rapinchuk, E. V. Kislov**

*RUE «SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanization»  
Minsk, Republic of Belarus*

## **INFLUENCE OF OPERATING MODES OF THE MILLE-SCUTCHING UNIT ON THE QUALITY OF THE RECEIVED SHORT-TWELFLY DEPENDING ON THE INITIAL NUMBER OF THE FLYING TRAY**

The article analyzes the modes of operation of the mille-scutching machine for recycling waste scrap depending on the original number of flax truffles in order to obtain the best quality short flax fiber.

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

## Введение

Лен-долгунец – важнейшая техническая сельскохозяйственная культура Беларуси. Льноволокно и получаемая из него продукция пользуются широким спросом во многих странах мира. Поэтому возделывание льна может служить одним из источников валютных поступлений в республику.

Решение проблемы оптимального построения технологий и создания технических средств в технологических процессах производства продукции льноводства вполне востребовано сельскохозяйственной наукой и аграрной практикой и соответствует целям реформирования агропромышленного комплекса страны. Для льноводства наиболее актуальны научные разработки, посвященные созданию новых технологий производства льнопродукции и высокопроизводительной техники для ее переработки. Требуются такие решения, которые при приемлемых издержках для льноводства, на научной основе, с использованием достижений НТП, отечественного и зарубежного опыта позволили бы обеспечить конкурентоспособность получаемой продукции.

Определение оптимальных режимов и параметров работы оборудования для переработки позволит добиться получения льноволокна наиболее высокого качества и, как результат, увеличить рентабельность переработки на стационарных линиях.

## Основная часть

В ходе исследований предстояло выявить оптимальные режимы работы, при которых обеспечивается выход наиболее качественного короткого льноволокна.

При изучении технологического процесса переработки отходов трепания в короткое льноволокно применялся метод оперирования случайными величинами и законами их распределения.

В задачу исследований входило определение качества работы мяльно-трепального агрегата в зависимости от номера исходной льнотресты, поступающей на переработку в линию длинного льноволокна.

Основные параметры работы мяльно-трепального агрегата определялись по стандартной методике. Опыты проводились в соответствии с ГОСТ 9394–76 «Волокно льняное короткое», СТБ 1194–2007 «Треста льняная. Требования при заготовках» [1, 2].

Для определения качества переработки производились замеры разрывного усилия скрученной ленточки и заостренности отходов трепания до попадания в мяльно-трепальный агрегат, также замерялись эти показатели для короткого льноволокна после процесса обработки.

Результаты измерений обрабатывали методами математической статистики.

На основании полученных данных измерений, после обработки их методами математической статистики, изучали влияние режимов работы мяльных и трепальных барабанов машины на качественные показатели очистки льноволокна.

На рисунках 1 и 2 показаны мяльно-трепальный агрегат и панель управления рабочими органами машины.



Рисунок 1. – Мяльно-трепальный агрегат конвейерного типа

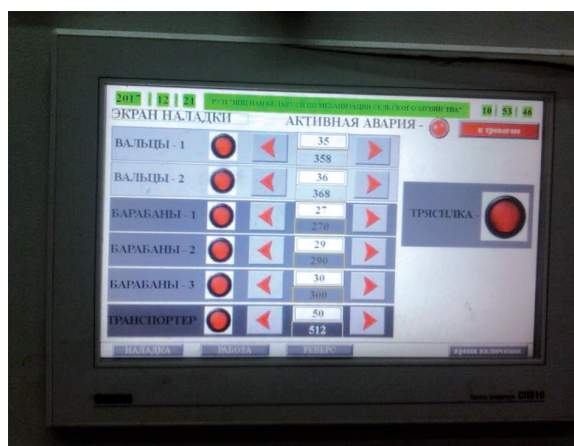


Рисунок 2. – Панель управления рабочими органами машины

Сгруппировав данные, полученные при проведении анализа процесса обескостривания и изменения разрывного усилия скрученной ленточки в зависимости от частот вращения трепальных барабанов при различном исходном сырье, найдем оптимальные режимы работы при переработке отходов трепания, полученных из льнотресты номеров 0,75; 1,00, 1,5, 2,00. С этой целью использовались только те режимы работы, при которых достигается наиболее высокий номер короткого льноволокна.

Качество работы агрегата определялось по количеству костры в волокне и разрывному усилию скрученной ленточки. Данные факторы являлись параметрами оптимизации  $y$ .

При выборе факторов оптимизации учитываем, что они должны непосредственно воздействовать на объект и быть действительно независимыми, управляемыми и изменяемыми. Исходя из этих требований, в качестве факторов оптимизации выбираем частоту вращения трепальных барабанов  $x_1$  и исходный номер льнотресты  $x_2$ .

Предполагаем, что значение параметра оптимизации с изменением режимов работы изменится, скорее всего, нелинейно. Поэтому для математического описания объекта исследования применим планирование второго порядка. Предполагаем, что модель в общем случае может иметь вид [3]:

$$y = b_0 + b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_2 + b_{12} \cdot x_1 \cdot x_2 + b_{11} \cdot x_1^2 + b_{22} \cdot x_2^2,$$

где  $y$  – величина отклика;  $b_1, b_2, b_{12}, b_{11}, b_{22}$  – оценки коэффициентов регрессии.

Данные, полученные в результате проведения эксперимента, сводились в таблицу 1.

Таблица 1. – Данные для оценки влияния исходных параметров отходов трепания для различных сортономеров на режимы переработки

Номер перерабатываемой льнотресты ( $x_1$ )	Оптимальные частоты вращения, $\text{мин}^{-1}$ ( $x_2$ )	Закостренность короткого льноволокна, % ( $y_1$ )	Разрывная нагрузка скрученной ленточки, $H$ ( $y_2$ )
0,75	300	27	132
1,00	360	24	145
1,25	385	23	148
1,50	400	22	155
1,75	420	18	158
2,00	430	16	170

Для аппроксимации имеющихся статистических данных использовано уравнение множественной регрессии линейного вида:

$$y = a_0 + a_1 \cdot x_1 + a_2 \cdot x_2 + a_{12} \cdot x_1 \cdot x_2 + a_{11} \cdot x_1^2 + a_{22} \cdot x_2^2.$$

где  $x_1$  – номер перерабатываемой льнотресты;  $x_2$  – оптимальные частоты вращения,  $\text{мин}^{-1}$ ;  $a_i$  – неизвестные коэффициенты регрессии.

Коэффициенты регрессии определялись методом наименьших квадратов. В результате получено следующее уравнение, описывающее заостренность короткого льноволокна в зависимости от исходного номера поступающей на переработку в линию длинного льноволокна льнокостры.

$$y_1 = 58,73 - 0,49x_1 + 144,12x_2 + 0,001x_1^2 - 0,42x_1x_2 + 10,42x_2^2. \quad (1)$$

Адекватность уравнения статистическим данным проверялась по критерию Фишера.

$$F = \frac{S_0^2}{S_y^2}.$$

Значимость коэффициентов регрессии вычислялась по условиям:

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

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 [4].

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

Поскольку  $F_{0,05} = 37,9 > F$ , то уравнение (1) адекватно 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:  $R_1^2 = 0,98$ ,  $R_2^2 = 0,93$  для оборотов и исходного номера соответственно.

На рисунке 3 приведен график влияния частоты вращения трепальных барабанов и номера исходной льнотресты на заостренность короткого льноволокна.

Аналогичным образом проводим расчет зависимости разрывного усилия скрученной ленточки от частоты вращения трепальных барабанов и исходного номера льнотресты, поступающей на переработку.

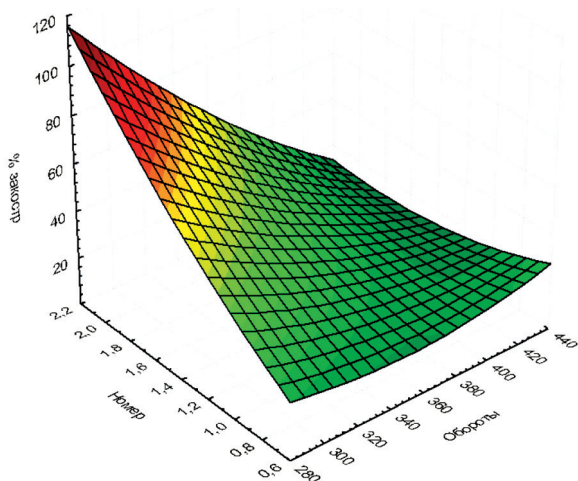


Рисунок 3. – Влияние частоты вращения трепальных барабанов и номера исходной льнотресты на заостренность короткого льноволокна

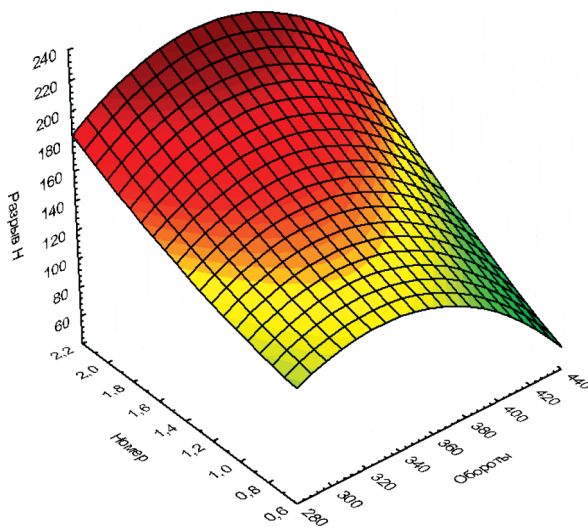


Рисунок 4. – Влияние частоты вращения трепальных барабанов и номера исходной льнотресты на разрывное усилие скрученной ленточки

$$y_2 = -527,36 + 4,05x_1 - 55,39x_2 - 0,006x_1^2 + 0,22x_1x_2 + 12,42x_2^2. \quad (2)$$

Поскольку  $F_{0,05}^* = 40,6 > F$ , то уравнение (2) адекватно статистическим данным.

Получим следующие значения:  $R_1^2 = 0,98$ ,  $R_2^2 = 0,96$  для оборотов и исходного номера соответственно.

На рисунке 4 приведен график влияния частоты вращения трепальных барабанов и номера исходной льнотресты на разрывное усилие скрученной ленточки.

Полученные зависимости и графики позволяют определить оптимальные режимы работы мяльно-трепального агрегата для выработки короткого льноволокна из отходов трепания в линии ЛКЛВ-0,75.

### Заключение

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

### Литература

1. Волокно льняное короткое. Технические условия: ГОСТ 9394–76. – Введ. 30.06.1977; дата актуализации описания: 21.04.2018. – М.: Изд-во стандартов, 1987. – 8 с.
2. Треста льняная. Требования при заготовках: СТБ 1194–2007. – Утв. и введ. 19.11.2007 / Госстандарт Республики Беларусь. – Минск: БелГИСС, 2008. – 14 с.
3. Веденяпин, Г. В. Общая методика экспериментального исследования и обработки опытных данных / Г. В. Веденяпин. – М.: Колос, 1973. – 200 с.
4. Адлер, Ю. П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю. П. Адлер, Е. В. Маркова, Ю. В. Грановский. – М.: Наука, 1976. – 280 с.

УДК 633.521+677.014

Поступила в редакцию 17.08.2018  
Received 17.08.2018

**П. П. Казакевич, А. Н. Перепечаев, В. И. Карпунин**

*РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»  
г. Минск, Республика Беларусь*

### УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ КОТОНИЗАЦИИ ЛЬНЯНОГО ВОЛОКНА ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ТКАНЯХ БЫТОВОГО НАЗНАЧЕНИЯ

В статье представлены результаты исследований по производству котонизированного льняного волокна с целью его использования для тканей бытового назначения и изготовления упаковки. При этом, кроме разработанного технологического процесса, дана характеристика различных номеров короткого льняного волокна, предназначенного для котонизации химико-механическим способом. Представлена разработанная рецептура химического реагента для предварительной обработки низкосортного короткого льняного волокна. Изложена сущность протекающих процессов при обработке низкосортного короткого льняного волокна химическим реагентом.

*Ключевые слова:* котонизированное льняное волокно, технологический процесс, химико-механическая котонизация, короткое льноволокно, химический реагент.