

**ОБОСНОВАНИЕ ВЗАИМНОГО  
РАСПОЛОЖЕНИЯ СЛОЯ  
ЛЬНОТРЕСТЫ И ДИСКОВ  
В СЛОЕФОРМИРУЮЩЕЙ  
МАШИНЕ****Введение**

Известно, что на процесс утонения слоя льнотресты в слоеформирующей машине существенное влияние оказывают, среди прочих параметров, расположение дисков на валах, ширина слоя льнотресты и расположение его перед слоеформирующей машиной. В [1] предложена вероятностная модель движения слоя между двумя зубчатыми дисками на одном валу, показано, что от расстояния между дисками на валах зависит величина изменения угла дезориентации стеблей в слое. Одним из критериев оценки работы машины предложен показатель вероятной доли стеблей, которая успешно обрабатывается парой зубчатых дисков на одном валу (без разворота стеблей), зависящий также от расположения слоя по отношению к зубчатым дискам.

В [2] усовершенствована предложенная модель с учетом различий в сцепленности стеблей в комлевом и вершинном участках слоя, установлено влияние различий в сцепленности на расстояние между дисками на валу и расположение слоя, при этом основой совершенствования осталась вероятностная оценка неразворота стеблей.

В [3, 4] приведены результаты исследований по оптимизации расположения слоя по отношению к зажимным транспортерам трепальной машины и влиянию ширины слоя стеблей на этот параметр. Критерием для оптимизации параметров в исследованиях принят показатель пригодности слоя к обработке трепанием, впервые предложенный А.М. Ипатовым [5]. Под пригодностью слоя к обработке трепанием понимается вероятная часть стеблей слоя льнотресты по массе, которая может быть зажата в обоих конвейерах трепальной машины. В отличие от ранее использовавшегося при оценке качества показателя пригодности тресты [6, с. 65] предложенный показатель включает параметры распределения стеблей в слое по длине, разброс их по комлям и углу дезориентации и является статистическим показателем. До сих пор этот показатель использовался только в теоретических исследованиях.

Таким образом, можно отметить, что ранее выполненные исследования важных для слоеутонения параметров имеют теоретический характер, реализованы для машин с двумя линиями утонения, экспериментальное подтверждение их результатов отсутствует.

Очевидно, что влияние на конечный результат исходного положения слоя стеблей и изменения их расположения в машине с тремя утоняющими линиями отличается от исследованного. Поэтому целью данной работы являлось экспериментальное исследование влияния этих факторов на результаты работы слоеформирующей машины и их оптимизация.

### Метод исследований

На основании ранее выполненных исследований установлено, что наиболее существенными факторами (без учета физико-механических свойств стеблей), влияющими на выход волокна, являются расстояние между дисками крайних линий утонения слоеформирующей машины, а также расположение слоя льнотресты по отношению к зажимным конвейерам трепальных секций. Однако оценка результатов опытов непосредственно по выходу длинного волокна невозможна из-за влияния на этот показатель многих факторов при обработке тресты в мяльно-трепальном агрегате. В то же время достаточно объективно позволяет оценить влияние исследуемых параметров показатель пригодности слоя к обработке трепанием, который и был принят нами в качестве параметра оптимизации. Для его экспериментального определения использовали несколько видоизмененный метод и оборудование (лабораторные зажимные колодки и гребень) для определения пригодности тресты [6, с. 66].

Исследования проводились на экспериментальном образце слоеформирующей машины МС-6,97 с тремя линиями утонения, в котором была предусмотрена возможность изменения расстояния между крайними и средним диском каждого вала. Соответствующая возможность была предусмотрена и для полозков.

Для варьирования расположением слоя относительно зажимных конвейеров трепальной машины делали их привязку к дискам среднего ряда слоеформирующей машины. За линию отсчета принимали осевую линию слоя тресты, которую смещали относительно среднего ряда дисков в сторону комлевой и вершинной его частей.

Таким образом, *параметр оптимизации* – пригодность слоя к обработке трепанием  $P_T$  (доли единицы), *факторы*: расстояние между дисками крайних линий утонения слоеформирующей машины  $d_d$  (см); смещение оси слоя на входе в слоеформирующую машину от осевой линии слоеформирующей машины (средней линии утонения)  $x_o$  (см).

Факторы, уровни и интервалы варьирования факторов приведены в таблице 6.

Учитывая, что длина стеблей – одно из важных свойств льнотресты, но как фактор является трудноуправляемым, эксперименты по поиску оптимальных значений факторов проводили на тресте различной горстевой длины ( $L_{Г1} \approx 60$  см,  $L_{Г2} \approx 70$  см).

Таблица 6 – Уровни и интервалы варьирования факторов

Факторы	Уровни			Интервалы варьирования
	+1	0	-1	
$X_1$ – расстояние между дисками крайних линий утонения слоеформирующей машины ( $d_d$ ), см	32	35	38	3
$X_2$ – смещение оси слоя на входе слоеформирующей машины относительно осевой линии слоеформирующей машины ( $x_0$ ), см	-5*	0	5	5

\* Знак «-» означает смещение оси слоя в сторону комлевой его части.

С учетом вышесказанного параметр оптимизации  $Y_1$  для  $L_{Г1} \approx 60$  см,  $Y_2$  для  $L_{Г2} \approx 70$  см.

Эксперимент был поставлен по программе центрального композиционного ротатбельного планирования второго порядка [7].

Для проведения экспериментальных исследований использовались фрагменты слоя льнотресты с различной длиной стеблей из двух рулонов, сформированных прессом ПРЛ-150 с внутренней прокладкой двух нитей шпагата.

Фрагмент слоя льнотресты, полученный путем размотки рулона, располагался на конвейерном столе слоеформирующей машины при сохранении его структуры. Отбирались пробы льнотресты и по [8] определялись горстевая длина, растянутость стеблей в слое, а также линейная плотность слоя. Характеристики слоя льнотресты приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Характеристики льнотресты

Наименование показателя	Значение показателя	
Горстевая длина, см	62	71
Растянутость, раз	1,24	1,20
Линейная плотность слоя, кг/м	1,85	1,94
Угол дезориентации, град.	5	5

Фрагмент исходного слоя пропускался через механизм утонения экспериментального образца слоеформирующей машины при вращении рабочих органов (зубчатых дисков) в ручном режиме. Выходящий из слоеформирующей машины слой при сохранении его структуры размещался на столе, имеющем отметку, соответствующую оси зажимно-транспортующего механизма первой секции трепальной машины (рисунок 41). От слоя отбиралась проба шириной примерно 35 см, которая взвешивалась на весах (ВТНг-10М) и затем на участке, соответствующем отметке, зажималась в лабораторную колодку.

Зажатые в колодке стебли льнотресты прочесывали с помощью гребня (рисунок 42) со стороны комлевой части. Следует отметить, что

при прочесе комлевой части наряду с удалением не попавших в зажим стеблей устранялась дезориентация в оставшихся стеблях.

Однако это соответствует явлениям, происходящим при трепании, и не оказывает негативного влияния на результат эксперимента. После прочеса комлевой части слой зажимался второй колодкой, расположенной на расстоянии 17 см от первой со стороны вершинной части и также прочесывался. Учитывая, что при прочесе выделялось существенное количество костры, непосредственное взвешивание оставшихся стеблей и вычисление пригодности по принятой в [6, с. 66] формуле привело бы к высокой погрешности. Поэтому из очеса выбирали целые стебли, их взвешивали, а экспериментальное значение пригодности рассчитывали по формуле:

$$P_t = 1 - \frac{m_{ст}}{m_o}, \quad (1)$$

где  $P_t$  – пригодность слоя льнотресты к обработке трепанием;

$m_{ст}$  – масса стеблей в очесах, кг;

$m_o$  – общая масса порции, кг.

Показатель пригодности вычисляли по (1) с точностью до 0,001 с с последующим округлением до 0,01 с.

После прочеса пяти порций (необходимое количество повторностей определялось по результатам серии предварительных опытов) изменяли значения факторов в соответствии с планом эксперимента и повторяли опыт.

### Результаты исследований

В результате обработки опытных данных (проверки гипотезы воспроизводимости дисперсий по G-критерию Кохрена, значимости коэффициентов регрессии по t-критерию Стьюдента) получены модели зависимости параметра оптимизации от исследуемых факторов, которые в натуральных значениях переменных имеют вид:

$$Y_1 = -2,64089 + 0,20222d_d - 0,0062x_o - 0,00289d_d^2 - 0,00548x_o^2; \quad (2)$$

$$Y_2 = -0,12489 + 0,06222d_d + 0,009x_o - 0,00089d_d^2 - 0,0014x_o^2. \quad (3)$$

Проверка по F-критерию Фишера показала, что модели (2, 3) адекватны результатам экспериментов.



Рисунок 41 – Выходящий из слоеформирующей машины слой льнотресты



Рисунок 42 – Прочес льнотресты

Анализ полученных зависимостей показал, что расстояние между дисками крайних линий утонения слоеформирующей машины  $d_d$  и смещение слоя на входе слоеформирующей машины относительно осевой линии слоеформирующей машины  $x_0$  являются значимыми факторами и оказывают существенное влияние на пригодность слоя льнотресты к трепанию. Зависимости параметра оптимизации от каждого из факторов имеют параболический характер, следовательно, имеют экстремум, соответствующий оптимальному значению параметра.

Поиск оптимальных значений факторов осуществляли следующим образом.

Приравнивая к нулю частные производные  $\frac{\partial Y_1}{\partial d_d}$ ,  $\frac{\partial Y_1}{\partial x_0}$  в (2) и  $\frac{\partial Y_2}{\partial d_d}$ ,  $\frac{\partial Y_2}{\partial x_0}$

в (3) и решая полученные уравнения, находили значения факторов, соответствующие экстремуму функций, и, подставляя полученные значения факторов в исходное уравнение, определяли значение функции, соответствующее экстремуму параметра оптимизации. Расчеты показали, что эти значения попадают в исследуемый диапазон факторов. Максимальное значение функция (2) принимает в точке с координатами  $d_d = 35,00$  см;  $x_0 = -57,00$  см ( $Y_1 = 0,898$ ). Функция (3) – в точке с координатами  $d_d = 35,00$  см;  $x_0 = 3,21$  см соответственно ( $Y_2 = 0,977$ ).

Графическое изображение поверхностей отклика и их сечений по результатам обработки экспериментальных данных, выполненных с помощью программы «Statistica», представлено на рисунках 43, 44.

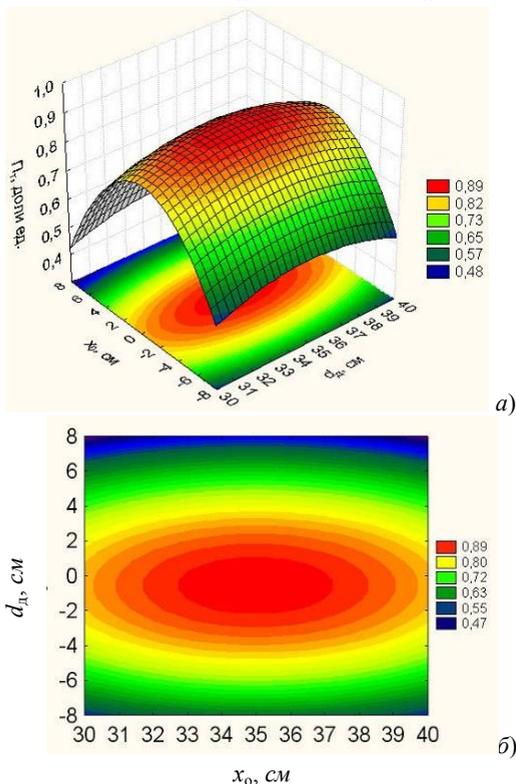


Рисунок 43 – Поверхность отклика (а) и сечения поверхности отклика уравнения регрессии (б) для слоя с горстековой длиной 62 см

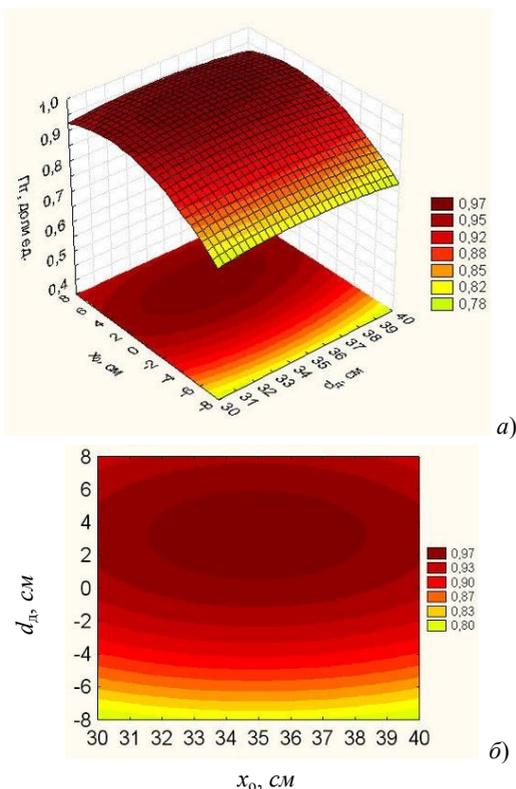


Рисунок 44 – Поверхность отклика (а) и сечения поверхности отклика уравнения регрессии (б) для слоя с горстевой длиной 71 см

ной стеблей к трепанию от расположения зубчатых дисков на валах и расположения слоя на конвейерном столе слоеформирующей машины.

2. По полученным зависимостям определено оптимальное значение расстояний между зубчатыми дисками на валах слоеформирующей машины.

3. Показана необходимость смещения слоя льнотресты перед слоеутонением при изменении длины стеблей льнотресты.

29.06.12

### Литература

1. Неманов, В.А. Рациональное расположение на валу зубчатых дисков для утонения слоя стеблей льна / В.А. Неманов [и др.] // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2001. – № 12. – С. 14–15.

Учитывая, что интервалы рациональных значений  $d_d$  для слоя с различной горстевой длиной стеблей практически одинаковы и в каждом случае оптимум функции достигается при  $d_d = 35,00$  см, то целесообразно устанавливать диски крайних линий утонения в слоеформирующей машине на данном расстоянии. Кроме того, в целях упрощения конструкции слоеформирующей машины можно отказаться от регулирования расстояния между дисками крайних линий утонения.

### Выводы

1. В результате выполненного двухфакторного эксперимента получены математические модели зависимостей пригодности слоя льнотресты с различной дли-

2. Маянский, С.Е. Вероятностная оценка угловой дезориентации стеблей при слоеутонении / С.Е. Маянский, Е.Л. Пашин, А.В. Смирнов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010. – № 5. – С. 32–36.
3. Баринов, А.А. Оптимизация расположения льняного слоя при обработке на мяльно-трепальном агрегате / А.А. Баринов, С.Е. Маянский, Е.Л. Пашин // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2009. – № 1. – С. 31–34.
4. Баринов, А.А. Влияние ширины слоя стеблей льна на его оптимальное расположение перед мяльно-трепальным агрегатом / А.А. Баринов, С.Е. Маянский // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010. – № 8. – С. 17–18.
5. Ипаатов, А.М. Влияние дезориентации стеблей и угла перекоса слоя перед мяльной машиной на его пригодность к трепанию / А.М. Ипаатов, В.А. Мараманов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1986. – № 2. – С. 26–29.
6. Испытание лубоволокнистых материалов / В.В. Городов [и др.]. – М.: Легкая индустрия, 1969. – 208 с.
7. Спиридонов, А.А. Планирование эксперимента при исследовании технологических процессов / А.А. Спиридонов. – М.: Машиностроение, 1981. – С. 71.
8. Треста льняная. Требования при заготовках: СТБ 1194–2007. (Взамен СТБ 1194–94). – Введ. 2007.07.01. – Минск: Госстандарт, 1999. – 14 с.

УДК 677.021

**Е.В. Кислов**

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

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНТУРА СЕЧЕНИЯ МЯЛЬНЫХ ВАЛЬЦОВ**

### **Введение**

При исследовании процессов первичной переработки стеблей лубяных культур, в том числе и процесса мятья, приходится решать задачи, связанные со взаимодействием рабочих органов с обрабатываемым материалом. При этом немаловажное значение имеют форма и размеры рабочих органов, их взаимное расположение по отношению друг к другу и к обрабатываемому материалу (стеблям или другому волокнистому материалу) в тот или иной момент времени. Как правило, эти задачи решались графическим либо графоаналитическим методами, которые позволяли визуально оценить решение задачи, но давали приближенный результат и являлись весьма трудоемкими.

Аналитический метод решения указанных задач является более предпочтительным, а использование современных вычислительных средств позволяет представить решение задачи сразу в графическом виде, приемлемом для визуальной оценки результатов.