

реть накопительные ячейки для семян и семенного вороха льна, наличие которых уменьшит повреждение семян и упростит эксплуатацию устройства.

05.07.11

Литература

1. Сай, В.А. Удосконалення технології збирання і первинної переробки стеблової частини льону олійного: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01 / В.А. Сай. – Луцьк, 2011. – 137 с.
2. Живетин, В.В. Масличный лен и его комплексное развитие / В.В. Живетин, Л.Н. Гинзбург. – М.: ЦНИИЛКА, 2000. – 389 с.
3. Dudarev, I. Reasoning of technology and design parameters of oil flax harvesting machines / I. Dudarev, R. Kirchuk // INMATEH – Agricultural engineering. – Vol. 33, No. 1/2011. – Bucharest, 2011. – P. 37-42.
4. Комбайн для збирання олійного льону: пат. 93019 Україна, МПК7 А01D45/00, А01D34/00, А01F11/00 / І.М. Дударєв; заяв. 08.10.2009; опубл. 27.12.2010 // Промислова власність. – Бюл. № 24.

УДК 677.021

**В.М. Изойтко, Е.В. Кислов,
И.Е. Бобровская, А.А. Юшкевич**
(РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации
сельского хозяйства»,
г. Минск, Республика Беларусь)

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА
МЯТЬЯ ЛЬНОТРЕСТЫ
КРУПНОРИФЛЕННЫМИ
ВАЛЬЦАМИ**

Введение

Мяльная машина, входящая в поточную линию выработки длинного льноволокна, предназначена для разрушения конструкции стебля и подготовки его к дальнейшей обработке на трепальной машине с целью выделения волокна.

Для обеспечения эффективного мятья должны быть нарушены связи между волокном и древесиной с одновременным сохранением прочности волокна в процессе частичного освобождения его от костры и других неволокнистых примесей.

От того, как подготовлен сырец (промятый слой льнотресты) при мятье, в значительной степени зависит сложность и эффективность его последующей обработки в трепальной машине, а следовательно, выход и качество длинного льноволокна.

В последние годы в связи с переходом на механизированную уборку характеристика льнотресты, идущей на переработку, значительно изменилась в части растянутости слоя в рулоне, нарушения параллельности стеблей и сцепленности в комлевой и вершинной частях слоя стеблей. Требуется другие подходы к процессу мятья такой тресты, в частности усовершенствование формы рабочих органов и режимов работы оборудования.

В настоящее время на льнозаводах республики, в основном, используются мяльные машины марок М-110-Л и М-110-Л2 производства ОАО «Завод им. Г.К. Королева» (Россия). Эти машины не отвечают современным требованиям к переработке льнотресты. Отсутствие фиксации слоя в процессе его

промина, несовершенные рабочие органы, технически сложно реализуемая регулировка технологических параметров процесса отрицательно сказываются на выходе длинного волокна. Кроме того, на эти машины приходится значительный процент простоев в связи с образованием намотов и забивок материала в рабочих органах машины.

Имеется также опыт использования мяльных машин технологических линий выработки длинного волокна фирмы Van Dommele (Бельгия). Основные отличия таких мяльных машин заключаются в том, что транспортирование слоя льнотресты через машину, состоящую из двух секций, содержащих по 10 пар вальцов, осуществляется зажимным конвейером. В секциях поочередно обрабатываются комлевая и вершинная части стебля. Мятые производятся вальцами с крупными рифлями (высотой 23 мм) и с наружным диаметром 222 мм. Эти параметры значительно превышают аналогичные параметры вальцов российских мяльных машин (наружный диаметр 117–122 мм, высота рифлей 4–17 мм) [1, с. 231, 2]. В связи с этим древесина стеблей льнотресты разрушается на более крупные костринки.

Вопросам организации качественного мятя слоя, анализу и совершенствованию результатов различного рода воздействий на стебли слоя льнотресты в процессе мятя, анализу динамики разрушения стебля, а также оптимизации параметров рабочих органов и режимов их воздействий посвящено большое количество исследовательских работ [3–11]. В работах, как правило, исследуется мятые льнотресты вальцами, аналогичными применяемым в машинах российского производства. В то же время исследования, посвященные процессам мятя льнотресты вальцами, характерными для импортных (бельгийских) мяльных машин конвейерного типа (Van Dommele, Vanhauwaert, Depoortere), в литературных источниках не встречаются.

Целью исследований было установить зависимости технологических показателей процесса мятя от характера воздействий на слой льнотресты крупнорифленых вальцов; установить области рациональных значений факторов, определяющих эти воздействия.

Объекты и методы исследований

Объектом исследований являлся процесс мятя слоя льнотресты крупнорифлеными вальцами мяльной машины.

В ходе экспериментальных исследований устанавливались закономерности воздействия на слой льнотресты крупнорифленых вальцов мяльной машины; определялись рациональные режимы обработки льнотресты в мяльной паре. Экспериментальным путем определялось необходимое количество мяльных пар для обеспечения оптимального умина с одновременным сохранением прочности льноволокна.

Исследования проводились с использованием лабораторной установки, разработанной на основании результатов изучения зарубежного опыта и выполненных теоретических исследований. Конструкция лабораторной установ-

ки (рисунок 65) позволяет изменять режимы работы при проведении эксперимента. Для этого предусмотрена возможность регулирования скорости вращения валцов, глубины захождения рифлей и нагрузки на верхний валец.



Рисунок 65 – Лабораторная установка

Исследования проводились на однородной льнотресте нормальной вылежки с отделяемостью 6–7 единиц.

Для проведения экспериментальных исследований по определению рациональных режимов обработки льнотресты в мяльной паре из предварительно подсушенного в сушильной машине до требуемой технологическим регламентом влажности (13–14%) слоя льнотресты, отвечающей требованиям СТБ 1994–2007, формировались навески толщиной 2–3 стебля, шириной около 25 см и массой около 100–120 г, что соответствует слою льнотресты на входе в

мяльную машину в технологической линии выработки длинного льноволокна для обеспечения производительности линии по переработке льнотресты 1600–1800 кг/ч. В ходе эксперимента предварительно взвешенные навески пропускались через мяльную пару комлевой и вершинной частями стеблей.

Обработанные горсти сырца взвешивались, после чего определялось качество мятья по проценту умина $Y(1)$ [12]:

$$Y = \frac{G_1 - G_2}{G_1} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где G_1 – масса тресты до промина, г;

G_2 – масса сырца после промина, г.

Одновременно определялась прочность волокна по методике [13] с использованием разрывной машины РМП-1.

Эксперимент был поставлен по программе центрального композиционного ротатбельного планирования второго порядка. Параметры, характеризующие процесс: Y_1 – умин, %; Y_2 – прочность волокна, Н, %. Факторы, определяющие процесс: X_1 – глубина захождения рифлей, мм; X_2 – линейная скорость валцов, м/с; X_3 – величина нагрузки на верхний валец мяльной пары, Н. Факторы, уровни и интервалы варьирования факторов приведены в таблице 20.

В результате обработки экспериментальных данных были получены уравнения регрессии, адекватные экспериментальным данным:

Таблица 20 – Уровни и интервалы варьирования факторов

Факторы	Уровни			Интервалы варьирования
	+1	0	-1	
X_1 – глубина захождения рифлей (h), мм	20	15	10	5
X_2 – линейная скорость вальцов (v), м/с	100	80	60	20
X_3 – величина нагрузки на верхний валец мьяльной пары (p), Н	800	650	500	150

$$Y_1 = 14,766 + 2,959X_1 + 0,351X_3 - 0,45X_1^2 + 0,25X_3^2; \quad (2)$$

$$Y_2 = 202,16 - 47,319X_1 - 2,988X_2 - 7,921X_3 - 3,198X_1X_3 - 11,308X_1^2. \quad (3)$$

Построение поверхностей отклика по результатам обработки экспериментальных данных выполняли с помощью программы «Statistica» (рисунок 66).

Анализ поверхности отклика, изображенной на рисунке 66а, показал, что с увеличением глубины захождения рифлей и нагрузки на верхний валец мьяльной пары повышается умин. При этом с увеличением глубины захождения рифлей существеннее сказывается величина нагрузки на умине.

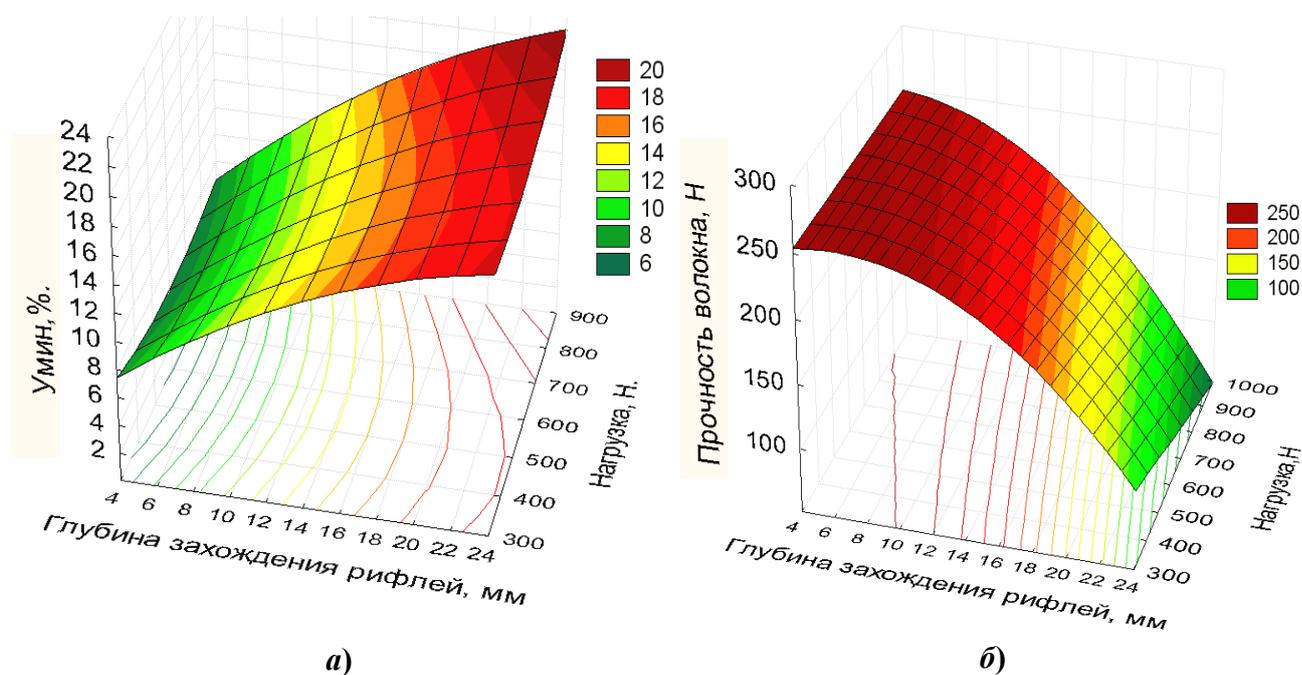


Рисунок 66 – Зависимость умина и прочности волокна от глубины захождения рифлей вальцов и нагрузки на верхний валец мьяльной пары

Согласно рисунку 66б, увеличение указанных выше факторов приводит к снижению прочности льноволокна. При этом отмечается, что при глубине захождения рифлей 5–14 мм значение прочности уменьшается незначительно, кроме того, нагрузка в данном диапазоне значений несущественно влияет на этот показатель. С увеличением глубины захождения рифлей более 14–16 мм прочность резко снижается, к тому же ощутимей становится воздействие нагрузки.

Изменение линейной скорости валцов не оказывает существенного влияния на умин в исследуемом диапазоне значений, влияние линейной скорости на прочность льноволокна незначительно, но отмечена тенденция к снижению прочности льноволокна с увеличением скорости.

На основании вышесказанного определены рациональные значения факторов (режимы обработки льнотресты в мяльной паре), при которых может быть получен максимальный выход длинного льноволокна, то есть в процессе мятья обеспечится наибольший умин при минимальном повреждении волокна:

- глубина захождения рифлей 14–16 мм;
- нагрузка на верхний валец 500–600 Н.

При указанных значениях факторов может быть получен умин более 16% в одной мяльной паре при прочности волокна не менее 230–250 Н. Увеличение значений факторов выше указанных одновременно с увеличением умина приводит к резкому снижению прочности волокна, что недопустимо, так как в дальнейшем отрицательно сказывается на выходе и качестве льноволокна.

С целью определения необходимого количества мяльных пар для достижения наибольшего умина с одновременным сохранением прочности льноволокна проводился эксперимент, в котором при рациональном режиме работы мяльной пары (по результатам предыдущего эксперимента) обрабатывали заготовленные навески льнотресты, пропуская их через мяльную пару определенное количество раз. После каждого пропуска навески взвешивались и рассчитывался умин по (1). Обработку проводили до тех пор, пока значение умина с каждым новым пропуском через мяльную пару не стабилизировалось.

На рисунке 67 представлена графическая интерпретация зависимости умина от количества пар мяльных валцов, полученная на основании экспериментальных данных.

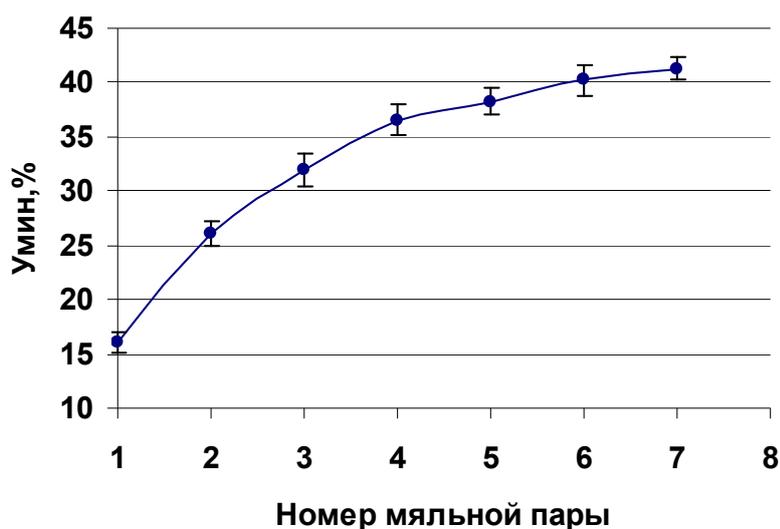


Рисунок 67 – Зависимость умина от количества мяльных пар

Анализ зависимости показал, что с увеличением количества мяльных пар умин возрастает, при этом резкое увеличение умина наблюдается лишь после обработки в 4 первых мяльных парах, при дальнейшей обработке темпы роста замедляются, после 6-й мяльной пары увеличения умина практически не происходит.

Заключение

В результате экспериментальных исследований установлены зависимости технологических показателей процесса мятья (умина, прочности волокна) от глубины захождения рифлей и величины нагрузки на верхний валец, определены области рациональных значений этих факторов: глубина захождения рифлей 10...16 мм, нагрузка на верхний валец мяльной пары 400...600 Н.

Определено количество мяльных пар в мяльной машине с крупнорифленными вальцами, необходимое для достижения достаточного умина (не менее 40%), обеспечивающего эффективность выполнения последующих перерабатывающих процессов, – не менее 6 для обработки комлевой и вершинной частей стеблей. Дальнейшее увеличение количества мяльных пар нецелесообразно, так как приводит к удорожанию оборудования, увеличению расходов на электроэнергию, снижению прочности волокна при несущественном увеличении умина.

20.05.11

Литература

1. Голуб, И.А. Льноводство Беларуси / И.А. Голуб, А.З. Чернушок; РУП «Ин-т льна Нац. акад. наук Беларуси». – Борисов: Борисов. укрупн. тип. им. 1 Мая, 2009. – 245 с.
2. Справочник по заводской первичной обработке льна / Под общ. ред. В.Н. Храмцова. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – С. 189.
3. Барбаков, М.М. Исследование разрушения конструкции стебля в процессе изгиба-излома / М.М. Барбаков // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1958. – № 4. – С. 61-75.
4. Барбаков, М.М. Силы, действующие на материал в поле мятья рифлей, пары мяльной машины / М.М. Барбаков, Н.Н. Суслов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1960. – № 4. – С. 16-20.
5. Добровольский, П.П. Элементы теории процесса мятья: дисс. ... канд. техн. наук / П.П. Добровольский. – М.: МТИ, 1948.
6. Дьячков, В.А. Интенсификация процесса удаления костры при обработке лубяных волокон в мяльных машинах: дис. ... канд. техн. наук / В.А. Дьячков. – Кострома: КТИ, 1986.
7. Макеев, В.С. Некоторые вопросы теоретического и экспериментального изучения работы мяльных машин с вальцами винтового рифления: дис. ... канд. техн. наук / В.С. Макеев. – М.: МТИ, 1958. – 215 с.
8. Смирнов, Б.И. О рациональном процессе мятья при выделении льняного луба: дис. ... канд. техн. наук / Б.И. Смирнов. – М.: МТИ, 1958. – 203 с.
9. Смирнов, Б.И. К вопросу комплектования мяльных валков в мяльных машинах / Б.И. Смирнов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1973. – № 6. – С. 27-30.
10. Смирнов, Б.И. Основы теории и оптимизация процесса мятья в валковых мяльных машинах: дисс. ... докт. техн. наук / Б.И. Смирнов. – Кострома: КТИ, 1980.
11. Маянский, С.Е. Особенности перемещения верхнего валка рифленой пары при промине / С.Е. Маянский, А.А. Баринов, Е.Л. Пашин // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2008. – № 4. – С. 25-27.
12. Дьячков, В.А. Теоретические основы производства лубяных волокон / В.А. Дьячков. – Кострома: Изд-во Костром. гос. технол. ун-та, 2009. – С. 93.
13. Треста льняная. Технические условия: ГОСТ 2975-73. – Взамен ГОСТ 2975-57; введ. 1973.07.01. – М.: Изд-во стандартов, 1981. – С. 9.