

УДК 677.12

**РЕГУЛИРОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА УТОНЕНИЯ СЛОЯ ЛЬНОСЫРЬЯ
В КАНАЛЕ СО СВОБОДНОЙ "ФИКСАЦИЕЙ" СТЕБЛЕЙ**

**REGULATION OF FACTOR OF THE EXTRACT OF THE LAYER OF FLAX
IN THE CHANNEL WITH FREE "FIXING" STALKS**

В.А. РОМАНОВ, Э.В. НОВИКОВ
V.A. ROMANOV, E.V. NOVIKOV

(Всероссийский научно-исследовательский институт механизации льноводства)
(All-Russian Research Institute of Mechanization of Flax Production)
E-mail: vniiml1@mail.ru, romanoff_va@bk.ru

Представлен способ регулирования коэффициента утонения слоя льносырья в канале со свободной "фиксацией" стеблей и результаты его экспериментального обоснования.

The method of adjusting of coefficient of the extract of layer of flax in a channel with the free "fixing" of stems and results of its experimental ground is presented.

Ключевые слова: льняные стебли, утонение слоя, линейная плотность, коэффициент утонения слоя, канал утонения.

Keywords: linen stalks, extract of layer, linear closeness, coefficient extract of layer, channel of extract.

Линейная плотность q_2 – толщина слоя, поступающего в мяльную машину, оказывает существенное влияние на выход трепаного волокна при первичной переработке льнотресты на МТА. Для повышения эффективности переработки – увеличения выхода трепаного волокна – необходимо обеспечить дифференциацию линейной плотности слоя q_2 , в зависимости от основных технологических свойств сырья конкретной партии и параметров применяемого оборудования. Диапазон дифференциации технологически

рационального значения линейной плотности слоя $q_{2т}$ составляет 2 и более раза.

Вышеупомянутое следует из известных и проверенных временем рекомендаций о толщине слоя по числу стеблей, которая изменяется, в зависимости от конкретных условий, от 1 до 2-х и более стеблей [1...3].

До настоящего времени вопрос о формировании слоя сырья с технологически рациональным значением линейной плотности $q_2 = q_{2т}$ из исходного слоя с линейной плотностью q_1 (для конкретного слоя $q_{1т}$) не

имеет технического решения, приемлемого для производственных условий, что является одной из существенных причин неудовлетворительного состояния подотрасли в текущий период [4...7].

Подготовку слоя заданной плотности $q_{2т}$ проводят утонением исходного слоя в каналах утонения слоеутоняющих (слоеформирующих) машин. При утонении линейная плотность слоя на выходе из канала утонения определяется выражением $q_2 = q_1 / k_y$, где q_1 и q_2 – линейные плотности слоя на входе и выходе из канала утонения соответственно; k_y – общий коэффициент утонения или степень утонения слоя. Для выполнения на выходе из канала утонения условия $q_2 = q_{2т}$ необходимо обеспечить плавное регулирование общего коэффициента утонения канала утонения k_y до его технологически необходимого значения $k_{yт}$.

Известно, что каналы утонения бывают двух типов. Их принципиальное различие заключается в степени фиксации стеблей в межзубных впадинах утоняющих дисков. К первому типу относятся каналы утонения со строгой (жесткой) фиксацией стеблей (стебли зафиксированы во впадинах зубчатых дисков), второй тип каналов образуют каналы утонения с мягкой (свободной) "фиксацией" стеблей (в необжатом состоянии) [2].

Для обоих типов каналов утоняющих машин известных марок, как правило, значение $k_y = \text{const}$ [1...3], [8], [9] и определяется конструктивным исполнением канала утонения: числом последовательно расположенных дисков и их параметрами; разностью угловых скоростей смежных дисков.

Изменение разности угловых скоростей за счет применения индивидуальных приводов смежных дисков для регулирования k_y может быть применено в каналах утонения обоих типов. Экономическая целесообразность такого решения повышается в связи с внедрением частотно-регулируемых асинхронных электроприводов.

Тем не менее, наиболее целесообразно применение данного варианта привода утоняющих дисков в каналах утонения с жесткой фиксацией стеблей – при утонении слоя путем деления на последовательно уменьшаемые порции стеблей. Это объясняется

меньшим числом последовательно установленных дисков – зон утонения и соответственно меньшим числом приводов. Этой особенностью, характерной для большинства отечественных слоеформирующих машин, на наш взгляд, и вызвано применение данного решения в работе по модернизации слоеформирующей машины ПЛ Костромским государственным университетом и Ивановским механическим заводом им. Г.К. Королева.

Необходимо отметить, что оборудование, реализованное на применении каналов первого типа, выполняет свое назначение только на сырье с неразрушенной конструкцией стеблей и при повышенных структурных параметрах слоя. Его применение было эффективно при ручной уборке и доработке сырья. Но, даже в этом случае, считали необходимым перед утонением слоя в канале с жесткой фиксацией стеблей, для повышения технологической надежности процесса (том числе, исключения забилок, намоток, приводящих к остановке технологической линии), проведение подготовительных операций: прочеса слоя; виброударных воздействий на комлевую часть стеблей во время утонения [10].

При механизированной уборке льносырья в рулоны, ввиду существенного снижения его качественных параметров, эффективность применения оборудования с жесткой фиксацией стеблей в канале утонения существенно снизилась и часто его заменял ручной труд.

Для утонения слоя льносырья из рулонов более целесообразным является, как показывает практика, применение утонения "вытяжкой" слоя при мягкой "фиксации" стеблей в межзубных впадинах утоняющих дисков. На таком принципе утонения реализовано большинство импортного оборудования (Depoortere, Vandommele, Wanhauwaert), а также машина СПЛ-2 отечественного производства [11...13], схема канала утонения которой представлена на рис. 1.

Канал утонения второго типа состоит из двух рядов утоняющих дисков: верхнего 5 и нижнего 1, с более значительным числом дисков в каждом ряду, в отличие от оборудования с каналом первого типа. В этом

случае регулирования k_y за счет индивидуальных регулируемых приводов утоняющих дисков экономически явно менее целесообразно.

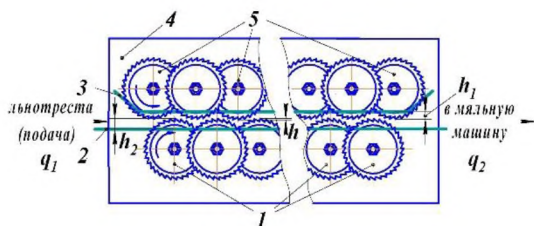


Рис. 1

Но, как показывает анализ процесса утонения слоя "вытяжкой" со свободной "фиксацией" стеблей, в каналах утонения второго типа имеются еще два вероятных варианта регулирования k_y : за счет изменения сечения канала (высоты h); за счет изменения вылета утоняющих дисков h_1 и h_2 над ограничивающими поверхностями (ограничителем и столом).

Можно предположить, что регулирование k_y за счет изменения вылета утоняющих дисков h_1 и h_2 возможно реализовать в машинах с наиболее простым конструктивным исполнением.

Это относится к каналам утонения второго типа с постоянным сечением $h = \text{const}$, аналогичным каналу утонения СПЛ-2. Как следует из рис. 1, канал утонения ограничен со стороны верхнего 5 и нижнего 1 рядов дисков, выполненных на одном редукторе 4, соответственно ограничителями 3 и столом 2. Это необходимо прежде всего для обеспечения надежности протекания процесса – исключения намоток льносырья на вращающиеся элементы оборудования и т.п. При регулировании вылета утоняющих дисков h_1 и h_2 происходит изменение условий взаимодействия стеблей слоя с рабочими органами, например, меняется число одновременно взаимодействующих со стеблями зубьев утоняющих дисков и т.п. Все это может тем или иным образом влиять на степень утонения слоя, то есть на k_y , который в этом случае станет регулируемым параметром.

Целью данной работы было экспериментальное подтверждение возможности

плавного регулирования общего коэффициента утонения k_y в каналах утонения со свободной "фиксацией" стеблей постоянного сечения за счет изменения вылета утоняющих дисков.

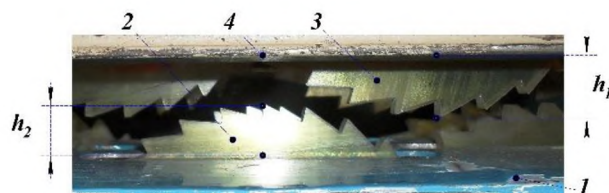


Рис. 2

При проведении исследований использовали макетный образец адаптера с каналом утонения (рис. 1), в котором были обеспечены требуемые перемещения в вертикальной плоскости ограничителей 3 и стола 2, утоняющие диски – полимерные, вид на фрагмент канала утонения при исследовании $k_y = f(h_1, h_2)$ (рис. 2). При проведении эксперимента сечение канала утонения h равнялось (+ 4,79) мм. Знак плюс говорит о том, что траектории концов зубьев утоняющих дисков пересекаются в вертикальной плоскости. Исследования проводили в лабораторных условиях на образцах льноотресты со следующими основными технологическими параметрами: горстевая длина стеблей 79 см, средний диаметр 1,5 мм, отделяемость 5,6 ед. При проведении эксперимента применяли двухфакторный центральный композиционный план. Исходные данные для планирования эксперимента приведены в табл. 1.

Анализ результатов эксперимента показал, что статистически значимым оказался вылет нижних дисков над столом h_2 , см. карта Парето для выходного параметра – "утонения" рис. 3.

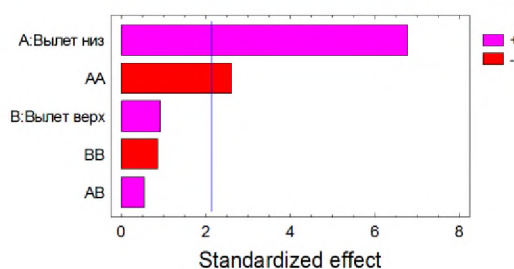


Рис. 3

Характеристика плана	Переменные факторы		Примечание
	вылет верхних дисков h_1 , мм	вылет нижних дисков h_2 , мм	
Верхний уровень	18,0	18,0	линейная плотность слоя на подаче $q_1 = 1,5$ кг/м; линейная скорость вершин зубчатых дисков на выходе $v_{\text{вых}} = 60$ м/мин
Нижний уровень	12,0	12,0	

С наибольшей вероятностью в исследованном диапазоне изменения факторов данное влияние можно объяснить различием сил взаимодействия стеблей слоя с ограничивающими вылет дисков верхнего и нижнего рядов поверхностями из-за их конструктивного различия, а также влиянием гравитационных сил, из-за которых различаются силы взаимодействия стеблей с утоняющими дисками верхнего и нижнего рядов зубчатых дисков и ограничивающими их вылет поверхностями.

В результате проведенных расчетов получено уравнение регрессии:

$$k_y = -1,112 + 0,395 h_2 - 0,011 h_2^2.$$

Данное уравнение, графически показанное на рис. 4, объясняет 76,6 % дисперсии функции отклика, $R^2 = 76,6$ %.

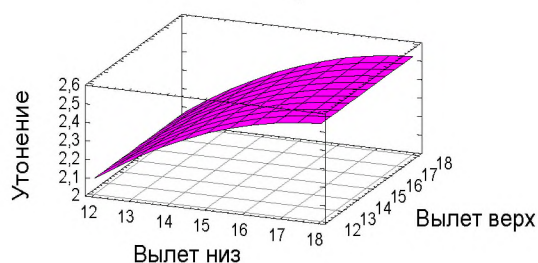


Рис. 4

ВЫВОДЫ

1. Экспериментально подтверждена возможность плавного регулирования общего коэффициента утонения слоя в каналах утонения слоя постоянного сечения со свободной "фиксацией" стеблей за счет изменения вылета утоняющих дисков. Это позволяет создавать машины с каналом данного типа, которые обеспечат необходимую для оптимизации процесса переработки сырья дифференциацию линейной плотности слоя.

2. Конструктивно канал утонения слоя постоянного сечения со свободной "фиксацией" стеблей должен обеспечивать максимально необходимое технологически значимое коэффициента утонения слоя, что позволит проводить регулирование k_y предлагаемым способом в необходимых пределах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Макаров В.В. Первичная обработка льна и других лубяных культур. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981.
2. Дьячков В.А. Теоретические основы технологии производства лубяных волокон. – Кострома: Изд-во Костром. гос. технол. ун-та, 2009.
3. Справочник по заводской первичной обработке льна [Электронный ресурс]: в 2-х ч.: Ч. 1 / Е.Л. Пашин, Л.В. Пашина, И.А. Румянцева, Н.М. Федосова, А.В. Куликов, Т.Ю. Смирнова, Э.В. Новиков, М.С. Енин. – Кострома: КГТУ, 2014. – 221 с. – Режим доступа: <http://www.kstu.edu.ru/mark/1011663.pdf>.
4. Ростовцев Р.А., Черников В.Г. Приоритетные вопросы механизации современного льноводства // Мат. Междунар. науч.–практ. конф. ВНИИМЛ: Инновационные разработки для производства и переработки лубяных культур. – Тверь: Твер. гос. ун-т, 2016. С. 7...11.
5. Уцаповский И.В., Басова Н.В., Новиков Э.В., Галкин А.В. Анализ состояния, проблемы и перспективы льнокомплекса России // Мат. Междунар. науч.–практ. конф. ВНИИМЛ: Инновационные разработки для производства и переработки лубяных культур. – Тверь: Твер. гос. ун-т, 2016. С. 27...35.
6. Новиков Э.В., Королева Е.Н., Безбабченко А.В., Уцаповский И.В. Анализ эффективности первичной переработки льносырья в Российской Федерации // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016, № 2. С. 71...75.
7. Безбабченко А.В., Новиков Э.В., Басова Н.В., Уцаповский И.В. Пути снижения себестоимости льноволокна на предприятиях первичной обработки лубоволокнистых материалов // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2011, № 8. С. 31...33.
8. Вихарев С.М., Федосова Н.М., Фролов А.И. Контроль плотности при переработке льняного сырья на мяльно-трепальном агрегате // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2009, № 3. С. 15...18.

9. Дьячков В.А., Корабельников Р.В. Совершенствование конструкции слоесформирующей машины для обработки льна // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2005, № 5. С. 13...15.

10. Ушанов Г.П. Исследование процесса прочесывания льняной тресты: Дис...канд. техн. наук. – Кострома, 1971.

11. Романов В.А. Повышение эффективности переработки льнотресты // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2010, №8. С. 24...25.

12. Пат. на полезную модель РФ № 104639 Российская Федерация, МПК D01B 1/00. Устройство для утонения слоя стеблей льносырья / Романов В.А., Ковалев М.М.; заявитель и патентообладатель Всероссийский науч.-исслед. ин-т механизации льноводства. – № 2010150732/05; заявл. 10.12.2010; опубл. 27.05.2011, Бюл. № 15.

13. Пат. на полезную модель РФ № 123414 Российская Федерация, МПК D01B 1/24. Устройство для утонения слоя стеблей льна-долгунца / Романов В.А., Ковалев М.М., Зубов Ф.В.; заявитель и патентообладатель Всероссийский науч.-исслед. ин-т механизации льноводства. – № 2012131452/12; заявл. 20.07.2012; опубл. 27.12.2012, Бюл. № 36.

REFERENCES

1. Makarov V.V. Pervichnaya obrabotka lna i drugih lubyanyh kultur. – M.: Legkaya i pishevaya promyshlennost, 1981.

2. Dyachkov V.A. Teoreticheskie osnovy tehnologii proizvodstva lubyanyh volokon. – Kostroma: Izd-vo Kostrom. gos. tehnol. un-ta, 2009.

3. Spravochnik po zavodskoj pervichnoj obrabotke lna [Elektronnyj resurs]: v 2-h ch.: Ch. 1 / E.L. Pashin, L.V. Pashina, I.A. Rumyancheva, N.M. Fedosova, A.V. Kulikov, T.Yu. Smirnova, E.V. Novikov, M.S. Enin. – Kostroma: KGTU, 2014. – 221 s. – Rezhim dostupa: <http://www.kstu.edu.ru/mark/1011663.pdf>.

4. Rostovcev R.A., Chernikov V.G. Prioritetnye voprosy mehanizacii sovremennogo Inovodstva // Mat. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. VNIIML: Innovacionnye razrabotki dlya proizvodstva i pererabotki lubyanyh kultur. – Tver: Tver. gos. un-t, 2016. S. 7...11.

5. Ushapovskij I.V., Basova N.V., Novikov E.V., Galkin A.V. Analiz sostoyaniya, problemy i perspektivy Inokompleksa Rossii // Mat. Mezhdunar. nauch.-prakt.

konf. VNIIML: Innovacionnye razrabotki dlya proizvodstva i pererabotki lubyanyh kultur. – Tver: Tver. gos. un-t, 2016. S. 27...35.

6. Novikov E.V., Koroleva E.N., Bezbabchenko A.V., Ushapovskij I.V. Analiz effektivnosti pervichnoj pererabotki Inosyrya v Rossijskoj Federacii // Izv. vuzov. Tehnologiya tekstilnoj promyshlennosti. – 2016, № 2. S. 71...75.

7. Bezbabchenko A.V., Novikov E.V., Basova N.V., Ushapovskij I.V. Puti snizheniya sebestoimosti Inovolokna na predpriyatiyah pervichnoj obrabotki lubovoloknistyh materialov // Ekonomika selskhozajstvennyh i pererabatyvayushih predpriyatij. – 2011, № 8. S. 31...33.

8. Viharev S.M., Fedosova N.M., Frolov A.I. Kontrol plotnosti pri pererabotke lnyanogo syrya na myalnotrepalnom agregate // Izv. vuzov. Tehnologiya tekstilnoj promyshlennosti. – 2009, № 3. S. 15...18.

9. Dyachkov V.A., Korabelnikov R.V. Sovershenstvovanie konstrukcii sloeformiruyushej mashiny dlya obrabotki lna // Izv. vuzov. Tehnologiya tekstilnoj promyshlennosti. – 2005, № 5. S. 13...15.

10. Ushanov G.P. Issledovanie processa prochesyvaniya lnyanoj tresty: Dis...kand. tehn. nauk. – Kostroma, 1971.

11. Romanov V.A. Povyshenie effektivnosti pererabotki Inotresty // Mehanizaciya i elektrifikaciya selskogo hozyajstva. – 2010, №8. S. 24...25.

12. Пат. на полезную модель РФ № 104639 Российская Федерация, МПК D01B 1/00. Устройство для утонения слоя стеблей льносырья / Романов В.А., Ковалев М.М.; заявитель и патентообладатель Всероссийский науч.-исслед. ин-т механизации льноводства. – №2010150732/05; заявл. 10.12.2010; опубл. 27.05.2011, Бюл. № 15.

13. Пат. на полезную модель РФ № 123414 Российская Федерация, МПК D01B 1/24. Устройство для утонения слоя стеблей льна-долгунца / Романов В.А., Ковалев М.М., Зубов Ф.В.; заявитель и патентообладатель Всероссийский науч.-исслед. ин-т механизации льноводства. – № 2012131452/12; заявл. 20.07.2012; опубл. 27.12.2012, Бюл. № 36.

Рекомендована лабораторией "Переработка лубяных культур" ВНИИМЛ. Поступила 09.04.18.