

УДК 677.11.021.151.256

С. С. Гришанова¹, М. Г. Тростянко²¹ Витебский государственный технологический университет
Республика Беларусь, 210035, г. Витебск, Московский пр., 72² Воложинский льнокомбинат
Республика Беларусь, 222358, г. Воложин, ул. Чапаева, 56

ИССЛЕДОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПЕРЕРАБОТКИ ЛЬНОТРЕСТЫ РАЗНОЙ СТЕПЕНИ ВЫЛЕЖКИ НА МЯЛЬНО-ТРЕПАЛЬНОМ АГРЕГАТЕ

© С. С. Гришанова, М. Г. Тростянко, 2017

В результате проведенных исследований определены оптимальные параметры работы для мяльно-трепального агрегата при переработке льнотресты разной степени вылежки. Оптимизация параметров работы оборудования, позволила стабилизировать количество и повысить качество длинного льняного волокна при нормальной степени вылежки льнотресты, а также увеличить выход длинного льняного волокна и повысить его качество при переработке перележалой и недолежалой льнотресты.

Ключевые слова: льнотреста, степень вылежки, мяльно-трепальный агрегат, длинное льняное волокно.

В Республике Беларусь льняное волокно является единственным натуральным сырьем для текстильной промышленности, производимым в стране. Качественные и количественные характеристики льняного волокна зависят, прежде всего, от качества льнотресты. Низкое качество льнотресты является основной причиной неблагоприятного соотношения длинного и короткого льняного волокна, а также его невысокого качества. В ходе многочисленных исследований установлено, большое влияние степени вылежки льнотресты на выход длинного льняного волокна и его качество, что отражено в работах [1]–[3].

Для ликвидации потерь и получения высококачественной продукции необходимо контролировать ход вылежки льнотресты. При недостаточном сроке вылежки (недолежке) тресты льняное волокно получается грубое, закостренное, с низкими технологическими показателями, а при излишнем (перележке) снижаются выход длинного волокна и его качество (в частности, прочностные характеристики).

Основными свойствами льнотресты, определяющими ее отношение к механической обработке, принято считать прочность и отделяемость волокна от древесины. В зависимости от сочетания этих свойств льнотреста подразделяется на четыре типа:

- а) 1 тип: нормальной вылежки, однородная (прочность тресты 80 Н и выше, отделяемость 5 и выше);
- б) 2 тип: недолежалая (прочность тресты 80 Н и выше, отделяемость 4 и ниже);
- в) 3 тип: перележалая (прочность тресты менее 60 Н, отделяемость 6 и выше);
- г) 4 тип: неоднородная, пестрая низкосортная (прочность тресты менее 60 Н, отделяемость до 7) [4].

Республика Беларусь находится в зоне рискованного земледелия, поэтому не только выращивание льносоломы, но и приготовление льнотресты определяется и це-

ликом зависит от метеорологических условий. Учитывая метеорологические условия Республики Беларусь, особенно ее северных районов, зачастую не удается убрать льнотресту вовремя, а это негативно сказывается на качестве льноволокна и его выходе. На заводы первичной переработки льна поставляется около 70% перележалой льнотресты, а это значительно затрудняет ее механическую переработку [1] и определяет необходимость оптимизации параметров мяльно-трепальных агрегатов.

Исследования проводились на ОАО «Воложинский льнокомбинат» совместно с сотрудниками предприятия. Цель исследований — оптимизация параметров работы мяльно-трепального агрегата «МТА-2Л» для переработки льняной тресты разной степени вылежки.

В качестве материала для испытаний использовалась льняная стланцевая треста урожая 2015 года, заготовленная с арендованных льнокомбинатом полей (урочища «Курдуны», урочища «Августово» и урочища «Юзефово»). Средний номер льнотресты, полученной из этих урочищ, составил 1,00. Треста, полученная из урочища «Курдуны», по причине раннего теребления (фаза зеленой спелости) и погодных условий была невылежанная, трудно обрабатываемая. Более выровненной по цвету и качеству вылежки была льнотреста из урочища «Августово». Льнотреста с урочища «Юзефово» по причине погодных условий и, соответственно, запоздалого прессования — перележалая. Засоренность льнотресты находилась в пределах 8–11%.

На мяльно-трепальном агрегате осуществляются следующие процессы: формирование слоя льнотресты на слоеформирующей машине, мятье на мяльной машине, трепание на трепальной машине.

Эффективность работы машин мяльно-трепального агрегата «МТА-2Л» оценивалась по следующим показателям: общий выход льняного волокна, выход

длинного льняного волокна, удельное содержание длинного льняного волокна (количественные показатели), номер длинного и короткого льняного волокна, содержание недоработки в волокне, процент умина льнотресты (качественные показатели).

Опираясь на справочную литературу, передовой опыт льнозаводов, результаты предварительных экспериментов, а также на опубликованные результаты исследований в данной области [4]–[8], для машин, входящих в мяльно-трепальной агрегат, выбраны оптимизируемые параметры работы, а также режимы остальных параметров.

Выбор оптимального режима обработки сводится к поискам такого сочетания параметров работы агрегата, которое обеспечивает получение максимального выхода длинного льняного волокна, хорошо очищенного от неволокнистых примесей, при условии выполнения плана по пропуску льнотресты.

В качестве входного параметра эксперимента на слоеформирующей машине агрегата «МТА-2Л» выбрана плотность слоя льнотресты, как комплексный параметр, влияющий как на качественные и количественные показатели длинного льняного волокна.

Выбраны следующие диапазоны варьирования плотности слоя:

— для тресты 1 типа (нормальной вылежки) — от 2200 до 3000 пог. м;

— для тресты 2-го типа (недолежалой) — от 2000 до 3000 пог. м;

— для тресты 3-го (перележалой) — от 2300 до 3500 пог. м.

Зависимость среднего номера длинного льняного волокна от плотности слоя льнотресты разной степени вылежки на слоеформирующей машине представлена в таблице 1.

Зависимость качественных и количественных показателей длинного льняного волокна от плотности слоя льнотресты на слоеформирующей машине агрегата «МТА-2Л» представлена на рисунках 1–3.

Таблица. 1. Зависимость среднего номера длинного льняного волокна от плотности слоя льнотресты разной степени вылежки на слоеформирующей машине

Плотность слоя, пог. м	Средний номер длинного льняного волокна, полученного из		
	тресты 1-го типа	тресты 2-го типа	тресты 3-го типа
2000		9,7	-
2200	10,1	9,8	-
2400	10,2	-	-
2600	10,3	9,65	9,7
2800	10,3	9,7	9,8
3000	10,2	9,6	9,65
3300			10,0
3500			10,0

Таким образом, проанализировав данные таблицы 1 и рисунков 1–3, можно сделать вывод, что наилучшие качественные и количественные показатели длинного льняного волокна получены на агрегате «МТА-2Л» при плотности слоя:

— от 2800 до 3000 пог. м для льнотресты 1-го типа;

— от 2200 до 2600 пог. м для льнотресты 2-го типа;

— от 3300 до 3500 пог. м для льнотресты 3-го типа.

Увеличение плотности слоя льнотресты 1-го и 2-го типа более 3000 пог. м приводит к недостаточной ее обработке, как следствие, к увеличению содержания недоработки в волокне. Снижение плотности слоя льнотресты 3-го типа менее 3000 пог. м приводит к потере выхода льняного волокна, так как треста данного типа является ослабленной.

В качестве входного параметра исследования на мяльных машинах агрегата «МТА-2Л» выбраны — о давление, создаваемое пружиной на мяльные вальцы, а в качестве выходных параметров выбран процент умина льнотресты, выход длинного льняного волокна, содержание недоработки в волокне, удельный вес длинного льняного волокна.



Рис. 1. Зависимость качественных и количественных показателей длинного льняного волокна от плотности слоя льнотресты 1-го типа на слоеформирующей машине агрегата «МТА-2Л»



Рис. 2. Зависимость качественных и количественных показателей длинного льняного волокна от плотности слоя льнотресты 2-го типа на слоеформирующей машине агрегата «МТА-2Л»

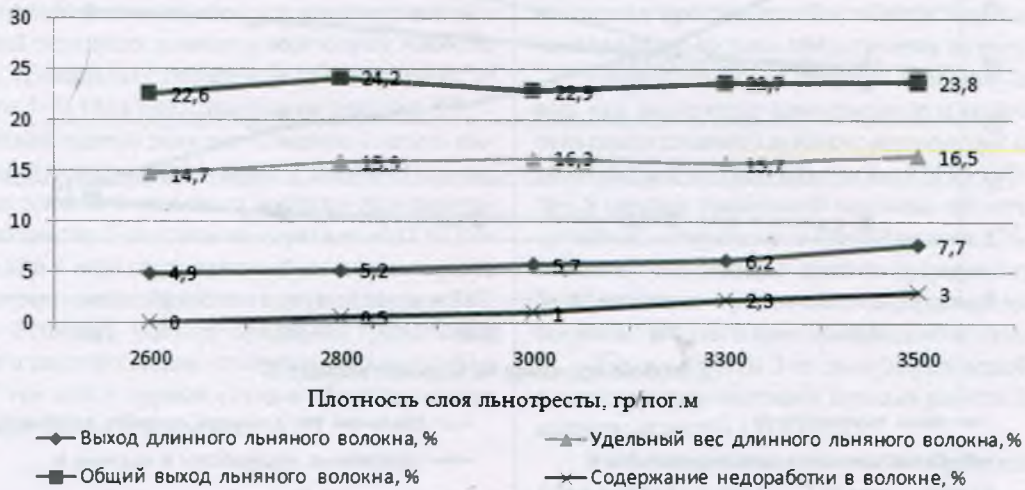


Рис. 3. Зависимость качественных и количественных показателей длинного льняного волокна от плотности слоя льнотресты 3-го типа на слоеформирующей машине агрегата «МТА-2Л»

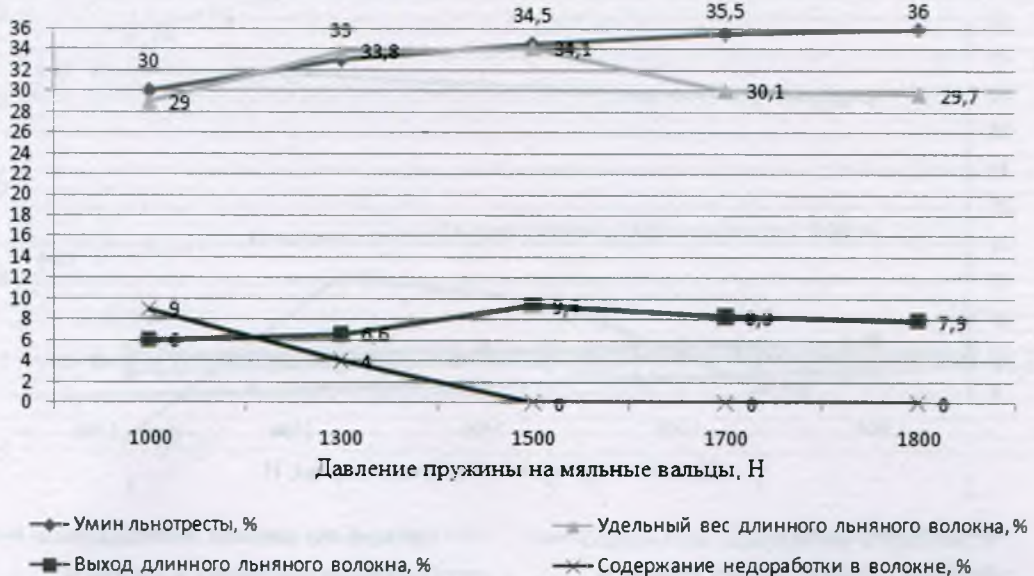


Рис. 4. Зависимость процента умина льнотресты, выхода и качества длинного волокна от давления пружины на мальные вальцы при переработке льнотресты 1-го типа на агрегате «МТА-2Л»

Выбраны следующие диапазоны варьирования давления пружины на мяльные вальцы:

- для тресты 1 типа (нормальной вылежки) — от 1000 Н до 1800 Н;
- для тресты 2-го типа (недолежалой) — от 1000 Н до 1800 Н;
- для тресты 3-го (перележалой) — от 800 Н до 1700 Н.

Зависимость процента умина льнотресты, выхода и качества длинного льняного волокна от давления пружины на мяльные вальцы при переработке льнотресты разной степени вылежки на агрегате «МТА-2Л» представлена на рисунках 4–6.

Проанализировав рисунки 4–5, можно сделать вывод, что наибольший выход длинного волокна и его

лучшее качество получены при давлении пружины на мяльные вальцы:

- для льнотресты 1-го типа — 1500 Н;
- для льнотресты 2-го типа — 1800 Н.

Недолежалая льнотреста требует более интенсивного механического воздействия.

Проанализировав рисунок 6, можно сделать вывод, что наибольший выход длинного волокна и его лучшее качество при переработке льнотресты 3-го типа получены при давлении пружины 800 Н. Более интенсивное воздействие на перележалую льнотресту нецелесообразно.

При оптимизации работы трепальной машины агрегата «МТА-2Л» в качестве входного параметра исследования выбрана частота вращения трепальных барабанов, а выходных — выход и удельный вес

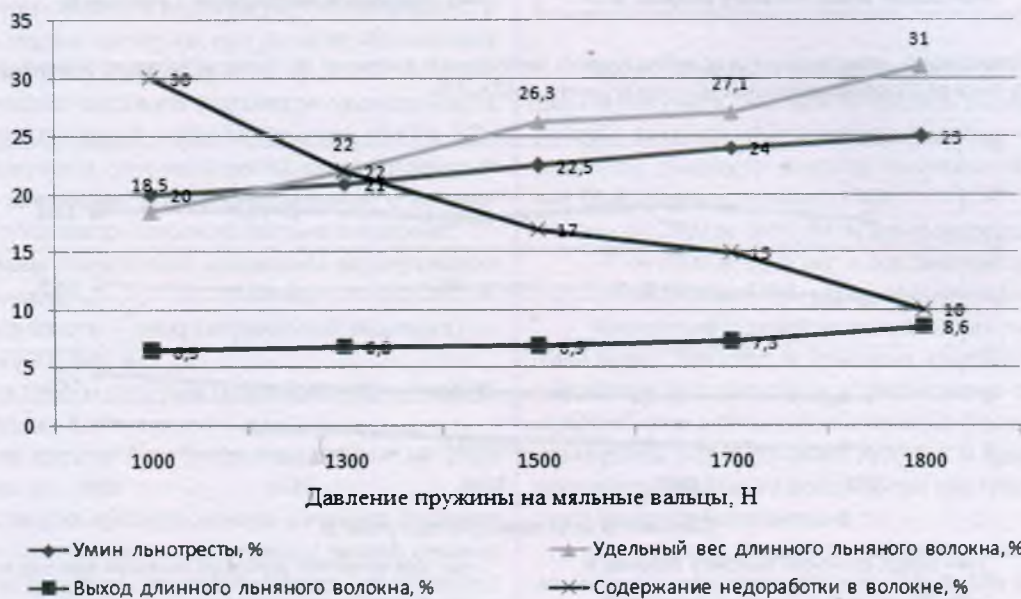


Рис. 5. Зависимость процента умина льнотресты, выхода и качества длинного волокна от давления пружины на мяльные вальцы при переработке льнотресты 2-го типа на агрегате «МТА-2Л»



Рис. 6. Зависимость процента умина льнотресты, выхода и качества длинного волокна от давления пружины на мяльные вальцы при переработке льнотресты 3-го типа на агрегате «МТА-2Л»

длинного льняного волокна, содержание недоработки, средний номер длинного льняного волокна.

Для льнотресты 1 типа (нормальной вылежки) выбрали следующие параметрами наладки работы трепальной машины агрегата «МТА-2Л»:

- 1 наладка машины: частота вращения барабанов в первой секции — 230 мин⁻¹, второй — 220 мин⁻¹;
- 2 наладка машины: частота вращения барабанов в первой секции — 240 мин⁻¹, второй — 230 мин⁻¹;
- 3 наладка машины: частота вращения барабанов в первой секции — 260 мин⁻¹, второй — 250 мин⁻¹;
- 4 наладка машины: частота вращения барабанов в первой секции — 280 мин⁻¹, второй — 270 мин⁻¹;
- 5 наладка машины: частота вращения барабанов в первой секции — 300 мин⁻¹, второй — 290 мин⁻¹.

Использованы оптимизированные параметры предыдущих экспериментов: плотность слоя 2800 пог. м на слоеформирующей машине, давление пружины на мяльные вальцы 1500 Н в мяльной машине.

Зависимость качественных и количественных показателей длинного льняного волокна от частоты вращения трепальных барабанов при переработке льнотресты 1-го типа представлена на рисунке 7.

Проанализировав рисунок 7, можно сделать вывод, что наилучшие качественные и количественные показатели длинного льняного волокна при переработке льнотресты 1-го типа на агрегате «МТА-2Л» получены при 4 наладке трепальной машины: частоте вращения трепальных барабанов в первой секции 280, второй — 270 мин⁻¹. Частоту вращения трепальных барабанов в первой секции устанавливаем несколько большей, так как в первой секции обрабатывается более грубая часть — комлевая.

Для льнотресты 2-го типа (недолежалой) выбрали следующие параметры наладки работы трепальной машины агрегата «МТА-2Л»:

- 1 наладка машины: частота вращения барабанов в первой секции — 260 мин⁻¹, второй — 250 мин⁻¹;
- 2 наладка машины: частота вращения барабанов в первой секции — 270 мин⁻¹, второй — 260 мин⁻¹;
- 3 наладка машины: частота вращения барабанов в первой секции — 280 мин⁻¹, второй — 270 мин⁻¹;
- 4 наладка машины: частота вращения барабанов в первой секции — 300 мин⁻¹, второй — 290 мин⁻¹;
- 5 наладка машины: частота вращения барабанов в первой секции — 320 мин⁻¹, второй — 310 мин⁻¹.

Использованы оптимизированные параметры предыдущих экспериментов: плотность слоя 2200 пог. м на слоеформирующей машине, давление пружины на мяльные вальцы 1800 Н в мяльной машине.

Зависимость качественных и количественных показателей длинного льняного волокна от частоты вращения трепальных барабанов при переработке льнотресты 2-го типа представлена на рисунке 8.

Проанализировав рисунок 8, можно сделать вывод, что наилучшие качественные и количественные показатели длинного льняного волокна при переработке льнотресты 2-го типа на агрегате «МТА-2Л» получены при 5 наладке трепальной машины: частоте вращения трепальных барабанов в первой секции 320, второй — 310 мин⁻¹. Понижение частоты вращения трепальных барабанов ведет к увеличению содержания недоработки, снижению выхода и качества длинного льняного волокна.

Для льнотресты 3-го типа (перележалой) выбраны следующие параметрами наладки работы трепальной машины агрегата «МТА-2Л»:

- 1 наладка машины: частота вращения барабанов в первой секции — 270 мин⁻¹, второй — 260 мин⁻¹;

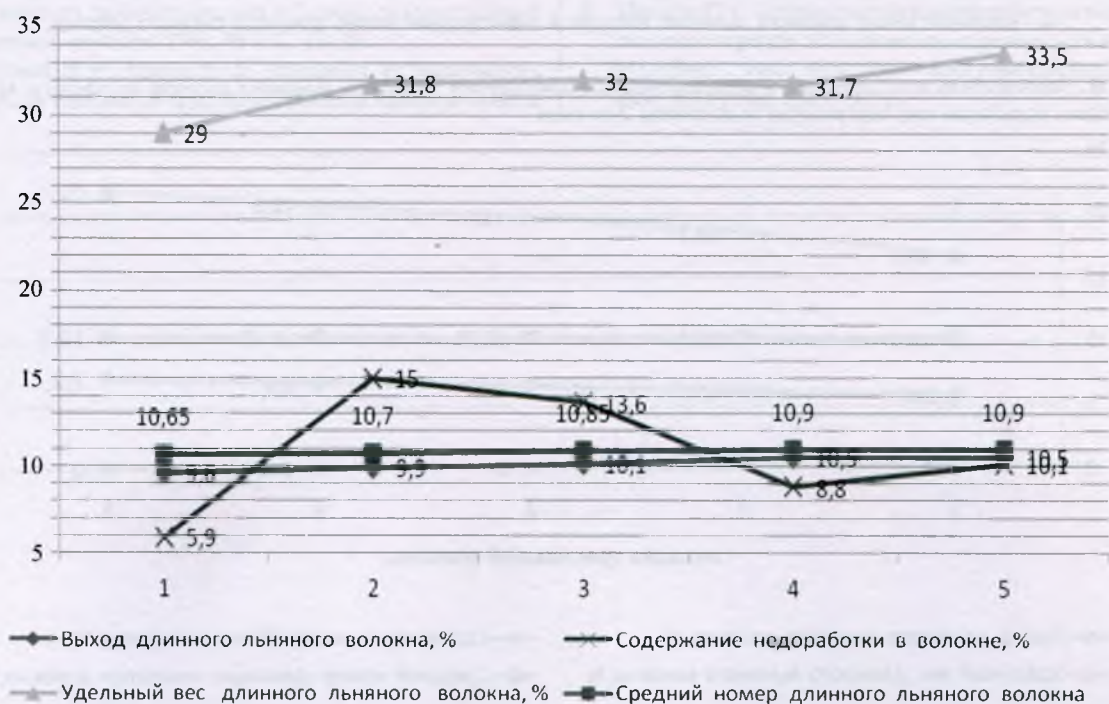


Рис. 7. Зависимость качественных и количественных показателей длинного льняного волокна от частоты вращения трепальных барабанов при переработке льнотресты 1-го типа

- 2 наладка машины: частота вращения барабанов в первой секции — 260 мин⁻¹, второй — 250 мин⁻¹;
- 3 наладка машины: частота вращения барабанов в первой секции — 250 мин⁻¹, второй — 240 мин⁻¹;
- 4 наладка машины: частота вращения барабанов в первой секции — 240 мин⁻¹, второй — 220 мин⁻¹;
- 5 наладка машины: частота вращения барабанов в первой секции — 230 мин⁻¹, второй — 220 мин⁻¹.

Использованы оптимизированные параметры предыдущих экспериментов: плотность слоя 3500 пог. м на слоеформирующей машине, давление пружины на мяльные вальцы 800 Н в мяльной машине.

Зависимость качественных и количественных показателей длинного льняного волокна от частоты вращения трепальных барабанов при переработке льнотресты 3-го типа представлена на рисунке 9.

Проанализировав рисунок 9 можно сделать вывод, что наилучшие качественные и количественные показатели длинного льняного волокна при переработке льнотресты 3-го типа на агрегате «МТА-2Л» получены при 5 наладке трепальной машины: частоте вращения трепальных барабанов в первой секции 230, второй — 220 мин⁻¹.

В результате проведенных исследований оптимизированы основные параметры работы мяльно-трепального агрегата «МТА-2Л» для переработки льнотресты разной степени вылежки, которые представлены в таблице 2.

При оптимальных параметрах работы агрегата «МТА-2Л» обработана льнотреста сорта «К-65» номера 1 разной степени вылежки. В таблице 3 представлены результаты переработки льнотресты.

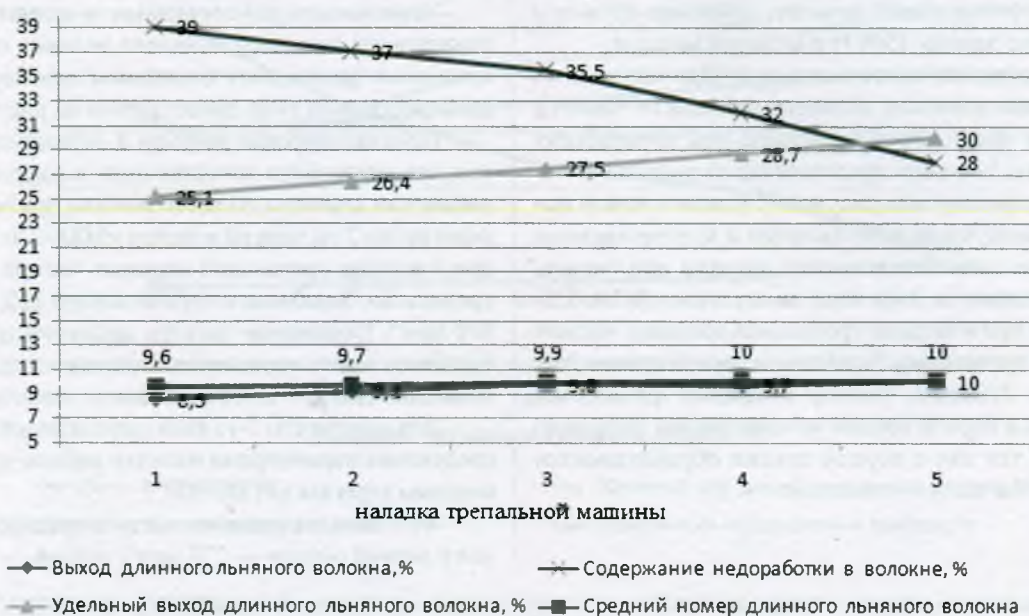


Рис. 8. Зависимость качественных и количественных показателей длинного льняного волокна от частоты вращения трепальных барабанов при переработке льнотресты 2-го типа



Рис. 9. Зависимость качественных и количественных показателей длинного льняного волокна от частоты вращения трепальных барабанов при переработке льнотресты 3-го типа

Таблица. 2. Оптимальные параметры работы мяльно-трепального агрегата «МТА-2Л» для переработки льняной тресты разной степени вылежки

Тип льнотресты	Агрегат «МТА-2Л»		
	Слоеформирующая машина	Мяльная машина	Трепальная машина
	Плотность слоя льнотресты, пог. м.	Давление на мяльные вальцы, Н	Частота вращения трепальных барабанов, мин ⁻¹
Нормальной вылежки	2800–3000	1500	Секция 1: 280, секция 2: 270
Недолежалая	2200	1800	Секция 1: 320, секция 2: 310
Перележалая	3500	800	Секция 1: 230, секция 2: 220

Таблица. 3. Результаты исследований переработки льнотресты

Тип льнотресты	Выход длинного льняного волокна	Средний номер длинного льняного волокна	Выход короткого льняного волокна
Нормальной вылежки	10,5	10,9	21,15
Недолежалая	10,0	10,0	20,18
Перележалая	7,2	10,5	20,90

Выводы

Оптимизация параметров работы оборудования позволила стабилизировать количество и повысить качество длинного льняного волокна при нормальной степени вылежки льнотресты, а также увеличить выход длинного льняного волокна и повысить его качество при переработке перележалой и недолежалой льнотресты.

Список литературы

1. Алисеевич С. О., Соколов Л. Е., Коган А. Г. Исследование влияния условий возделывания льна-долгунца на качественные показатели льнотресты и результаты её механической обработки // Вестник Витебского государственного технологического университета. 2013. № 25. С. 7–12.
2. Пашин Е. Л. Влияние технологических свойств на отделяемость льняного волокна // Технология текстильной промышленности. 1998. № 4. С. 18–20.
3. Круглий И. И., Пашин Е. Л., Лапшин А. Б. Зависимость выхода волокна от отдельных свойств льняной тресты и условий ее переработки // Аграрная наука. 2001. № 7. С. 17–19.
4. Отраслевой регламент. Первичная обработка льна. Типовые технологические процессы // РУПП Институт льна. НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства. Минск. 2016. 80 с.
5. Пашин Е. Л. Зависимость эффективности трепания льна от его свойств и режимов работы трепальной машины // Известия Вузов, Технология текстильной промышленности. 1998. № 1. С. 19–21.
6. Справочник по заводской первичной обработке льна / Под общ. ред. В. Н. Храмцова. М.: Легкая и пищевая промышленность. 1984. 512 с.
7. Щечкин В. В. Оптимизация скоростных режимов трепальных машин // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 1983. № 3. С. 27–28.
8. Петров С. С. Управление режимом работы мяльно-трепального агрегата по показателю отделяемости льнотресты: Дис. ... канд. техн. наук / Костромской гос. технол. ун-т. Кострома. 2007. 207 с.

S. S. Hryshanava, M. G. Trastsianka

Vitebsk State Technological University
Belarus, 210035, Vitebsk, Moskovsky Prospekt, 72
JSC «Vologin line enterprise»
Belarus, 222358, Vologin, Charayeva, 56

The researches and optimization of the technological process of processing of flax straw with a different retting time on breacking-scutching machine

As a result of researches the optimal settings of the breacking-scutching machine for processing of flax with a different retting time were determined. The optimization of settings of breaking-scutching machine made it possible to stabilize the amount and increase the quality of long flax fibers with a normal retting time of the flax straw. Moreover, it allowed increasing of output of long flax fibers and improving its quality while processing not properly retted flax straw.

Keywords: flax straw, retting time, breacking-scutching machine, long flax fibers.

References

1. Aliseevich S. O., Sokolov L. E., Kogan A. G. Investigation of the influence of the environment, cultivating flax flax on quality indicators and the results of its mechanical treatment. *Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta* [Herald of the Vitebsk State Technological University]. 2013. No 25. 7–12 pp. (in russ.).
2. Pashin E. L. Influence of processing properties on the separability of flax. *Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti* [Technology textile industry]. No 4. 1998. 18–20 pp. (in russ.).
3. Round I. I., Pashin E. L., Lapshin A. B. The dependence of the output fibers from the individual properties of flax stock and its processing conditions. *Agrarnaja nauka* [Agricultural science]. 2001. No 7. 17–19 pp. (in russ.).
4. *Otraslevoj reglament. Pervichnaja obrabotka l'na. Tipovye tehnologicheskie process.* [Industry regulation. The primary flax processing. Typical technological processes of pro-RUPP]. Institute of flax. SPC for agricultural mechanization hozyayst Islands. Minsk. 2016. 80 p. (in russ.).
5. Pashin E. L. The dependence of the efficiency of scutching flax from its properties and modes of operation picker. *Izvestija Vuzov, Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti* [Proceedings of the universities, technology textile industry]. 1998. No 1. 19–21 pp. (in russ.).
6. *Spravochnik po zavodskoj pervichnoj obrabotke l'na* [Guide to the factory the primary processing of flax]. Ed. Hramtsova V. N.. MG: Light and food industries. 1984. 512 p. (in russ.).
7. Schechkin V. V. Optimization of speeds picker. *Izvestija Vuzov, Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti* [Proceedings of the universities, technology textile industry]. 1983. No 3. 27–28 pp. (in russ.).
8. Petrov S. S. *Upravlenie rezhimom raboty mjal'notrepal'nogo agregata po pokazatelju otdeljaemosti l'notresty* [Management mode of operation myalno-picker unit in terms of separability of flax]. Dis. of cand. tehn. Science. Kostroma State. tehnol. Univ. Kostroma, 2007. 207 p. (in russ.).