

Заключение

Выражения (5) и (6) с математической точки зрения объясняют физическую сущность тех явлений и процессов, которые происходят с подкапывающей лапой при включении вибратора. В дальнейшем они будут использованы при обосновании параметров и расчете основных режимов работы подкапывающей лапы.

19.08.13

Литература

1. Артоболевский, И.И. Теория механизмов и машин / И.И. Артоболевский. – М.: Наука, 1988. – 640 с.

УДК 677.051.38

**Ю.Ф. Лачуга, М.М. Ковалев,
А.П. Апыхин**

(ГНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт механизации льноводства Российской академии сельскохозяйственных наук», г.Тверь, Российская Федерация)

В.П. Чебогарев, В.М. Изюитко

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

**СОСТОЯНИЕ И
ПЕРСПЕКТИВЫ
РАЗРАБОТКИ
ТЕХНОЛОГИИ И
ОБОРУДОВАНИЯ
ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ
ОДНОТИПНОГО
ЛЬНОВОЛОКНА**

Введение

Актуальной проблемой в области первичной обработки льняной тресты является модернизация технологии и оборудования с целью расширения сфер применения льноволокна, повышения производительности труда, снижения энергопотребления, капитальных вложений и эксплуатационных расходов.

Одним из перспективных направлений решения этой проблемы является разработка технологии и оборудования для получения *однотипного неориентированного волокна и однотипного волокна в ленте*. Однотипное волокно может быть использовано для широкого ассортимента полуфабрикатов и готовых изделий: тканей бытового назначения (простыней, скатертей, гардинных тканей, полотенец и др.), а также модифицированного волокна, пробивных и прошивных нетканых материалов, объемных утеплителей, технической и медицинской ваты и др. При этом в ряду изделий из однотипного волокна приоритетны ткани бытового назначения, так как в условиях ухудшающейся экологической обстановки «здоровая» одежда приобретает первостепенное значение.

Цель исследований заключалась в проведении анализа конструктивно-технологических схем линий обескостривания льносырья для

получения однотипного льноволокна из низкосортной льнотресты, отходов трепания и в разработке модернизированной технологической линии обескостривания таких продуктов с определением ее технико-экономических показателей.

Условия, материалы и методы

В условиях рыночной системы хозяйствования обеспечение конкурентоспособности льняного комплекса является основной задачей. Эту задачу в значительной степени можно решить, реализовав направление, связанное с расширением сфер применения льноволокна путем получения однотипного льноволокна. Особо актуальным является направление, связанное с получением однотипного льноволокна из тресты низких номеров (0,5; 0,75), переработка которой по существующей раздельной технологии с получением длинного и короткого волокна нерентабельна из-за низкой производительности, высоких цен на оборудование и энергоносители и малого процента выхода длинного волокна.

Работы по получению однотипного льноволокна были начаты в СССР и Западной Европе в 70-х годах прошлого века [1]. В это время технико-экономическое обоснование внедрения технологии переработки низкосортной тресты с получением неориентированного однотипного волокна путем сравнительного прядения волокна, полученного по раздельной технологии и технологии получения однотипного волокна, было сделано Центральным научно-исследовательским институтом промышленности лубяных волокон (ЦНИИЛВ, г. Москва).

В настоящее время работы по получению однотипного льноволокна проводятся в Российской Федерации и в Украине [2].

В процессе работы использовались необходимые литературные источники, льноссырье, отходы трепания, машины и оборудование для обескостривания.

При проведении исследований использовались системный анализ, экспериментальные исследования, сравнительные испытания и экономические расчеты.

Результаты и обсуждение

При выполнении технико-экономического обоснования в ЦНИИЛВ технология получения однотипного льноволокна базировалась на использовании куделеприготовительного агрегата КПМЛ-2М, которому был присущ ряд недостатков. Поэтому Псковским специальным конструкторским бюро по лубяным волокнам (СКБЛВ) была разработана КД, а ПО «Псковмаш» – изготовлен опытный образец агрегата АВОЛ, установленного на Славковском льнозаводе Псковской области. Однако из-за конструктивных недостатков и отсутствия сырьевой базы производственные испытания агрегата АВОЛ не были завершены.

Одновременно с технологией получения однотипного неориентированного волокна псковской экспериментальной лабораторией разрабатывались технология и оборудование для получения однотипной лубяной ленты из льносолумы. Для этого на Стремуткинском льнозаводе с цехом мочки льносолумы была смонтирована экспериментальная поточная линия. Совместно с ЦНИИЛВ были решены вопросы слоеформирования, мятъя, трепания, лентоформирования, что легло в основу создания опытного образца поточной линии ПЛЛ-1, а затем и ПЛЛ-2, техническая характеристика которой приводится в [3]. Линия имела производительность по пропуску соломы 500...700 кг/ч влажностью 12...13 %, с выходом лубяной ленты 20 %, и эксплуатировалась до 1990 г. Показатели качества ленты отвечали требованиям ТУ 17 РСФСР-6675-74.

Линия включала три агрегата. На первом агрегате получали сыровую лубяную ленту, на втором производилось выравнивание и обескостривание однотипной ленты, на третьем – утонение, параллелизация и укладка готовой лубяной ленты в пачки. Полученная лента перерабатывалась на Великолукском льнокомбинате. Пряжа № 14,7 (68 *текс*) и № 17,9 (56 *текс*) использовалась для выработки тканей бытового назначения.

По результатам эксплуатации поточной линии ПЛЛ-2 ПО «Псковмаш» был изготовлен и установлен на Великолукском льнозаводе Псковской области головной образец установочной серии.

В это же время СКБЛВ разработало, а ПО «Псковмаш» изготовило опытный образец поточной линии ЛКВ для переработки тресты низких номеров в однотипное неориентированное волокно, затем установленной на Ельнинском льнозаводе Смоленской области.

Учитывая, что процесс обескостривания льняной соломы и льняной тресты подчиняется общим закономерностям и включает операции сушки, слоеформирования, мятъя, трепания, трясения, то в линии ЛКВ ее первый агрегат во многом повторил технологические и конструктивные решения, заложенные в линии ПЛЛ-2. Второй агрегат содержал тряильную машину типа ТГ-135Л и линию по прессованию короткого волокна ЛПК.

Однако доводочные и пусконаладочные работы и головного образца установочной серии линии ПЛЛ-2, и линии ЛКВ не были завершены вследствие финансового кризиса 90-х годов XX века.

Анализируя опыт создания оборудования для получения однотипного неориентированного волокна, следует отметить, что в основу разработок было положено существующее оборудование (КПМЛ-2М, ПЛЛ-2), технологически не безупречное, с низким КПД, громоздкое и энергоемкое. В настоящее время и наука, и практика пополнились новыми знаниями по обескостриванию волокнистого продукта. Как известно, схема любого процесса механической обработки волокнистой массы определяется структурой обрабатываемого потока, видом и по-

следовательностью выполнения технологических операций, количеством воздействий и их интенсивностью.

До недавнего времени схема обескостривания льносырья была избыточна и включала последовательно выполняемые технологические операции: слоеформирование → мятье → трепание → трясение. Причем процесс трепания осуществлялся с применением несовершенного узла трепания, неудовлетворительная работа которого из-за частых забивок волокна в питающих вальцах, намоток на трепальные и отбойные барабаны явилась основной причиной, сдерживающей повышение производительности. Не было объективных данных о степени обескостривания волокнистой массы по переходам технологического процесса, а значит, и об эффективности применения тех или иных технологических операций. Совершенствование технологического процесса получения короткого волокна проводилось в два этапа. Была предложена новая технологическая схема узла трепания [4], реализованная в конструкции куделе-приготовительного агрегата КПАЛ. Исследованиями во ВНИИМЛ [5] было установлено, что технологический процесс обескостривания в КПАЛе построен нерационально, так как поступающая в мьяльную машину волокнистая масса содержит крупные фракции насыпной костры (таблица 27).

Таблица 27 – Изменение массовой доли костры и сорных примесей в отходах трепания по переходам технологического процесса в агрегате КПАЛ

| Наименование | Массовая доля костры и сорных примесей, % | | | | % удаления костры |
|---|---|-----------------|-----------------|----------------|-------------------|
| | общее | насыпная костра | присущая костра | сорные примеси | |
| Колковый питатель | 46,2 | 10,5 | 28,9 | | – |
| Мьяльная машина | 42,7 | 16,6 | 22,2 | 1,6 | 3,5 |
| Трепальная часть | 38 | 14,4 | 22 | 1,6 | 4,7 |
| Трясильная часть (6 верхних шпос 14 нижних игольчатых валиков) | 21,3 | 4,9 | 14,2 | 2,2 | 1,7 |

Эти фракции не следует измельчать, их необходимо вывести из зоны обработки, так как удаление мелких костринок затруднено и приводит к повреждению волокон. При наличии 19 пар мьяльных вальцов в агрегате КПАЛ низкая эффективность мятья. Применение трясильной машины с верхним расположением игольчатых валиков неэффективно, при этом из-за высокой скорости игольчатого транспортера и работы игольчатых валиков в разных фазах происходит зажгучивание волокна, в результате чего теряется его прочность и уменьшается штапельность.

Для устранения указанных недостатков была предложена новая технологическая схема получения однотипного волокна, включающая

операции слоеформирования → трепания → мятя → трепания → переформирования потока → трясения. Принципиальное отличие предложенной технологии обработки заключается в изменении последовательности выполнения технологических операций и применении двух трепальных секций, то есть в увеличении количества воздействий при одновременном уменьшении их интенсивности, а также в использовании механизма переформирования слоя, обеспечивающего распрямление и параллелизацию волокон, уменьшение весовой неравноты слоя и заостренности. Количество мыльных пар сокращено с 19 до 9.

Указанная технологическая схема получения неориентированного однотипного волокна была апробирована (без узла переформирования) на модернизированном агрегате КПАЛ, установленном на Порховском льнозаводе Псковской области.

Влажность перерабатываемых отходов трепания на КПАЛе была 6,9...8,4 %, а на модернизированном агрегате она составила 9,3...10,2 %. Результаты сравнительных испытаний представлены в таблицах 28 и 29.

Таблица 28 – Изменение содержания костры по переходам технологического процесса в агрегате КПАЛ при переработке отходов трепания из тресты с повышенной засоренностью

| Наименование частей агрегата КПАЛ | Засоренность тресты (%): | | | | | |
|--|--------------------------|--------------------|-------------|-------|--------------------|-------------|
| | 15 | | | 24 | | |
| | Содержание костры (%): | | | | | |
| | общее | насыпной + примеси | присущенной | общее | насыпной + примеси | присущенной |
| Колковый питатель | 42 | 15,3 | 26,7 | 48,3 | 19,6 | 28,7 |
| Мыльная часть | 38,3 | – | – | 41,4 | – | – |
| Трепальная часть | 31,4 | – | – | 36,4 | – | – |
| Трясильная часть с верхними игольчатыми валиками | 28,9 | – | – | 29,1 | – | – |
| Трясильная часть с нижними игольчатыми валиками | 27 | 8,5 | 18,5 | 27,8 | 12,5 | 15,3 |
| Абсолютное удаление костры, % | 15 | 6,8 | 8,2 | 20,5 | 7,2 | 13,4 |

Абсолютное удаление костры и сорняков по переходам технологического процесса для сравниваемых вариантов показано в таблице 30.

Проведенные исследования и производственная проверка оборудования показали следующее:

- эффективность обескостривания при использовании новой технологической схемы получения короткого волокна возросла в среднем на 6 %, в том числе присущистой костры удалено на 5 % больше;

Таблица 29 – Изменение содержания костры по переходам технологического процесса модернизированного агрегата КПАЛ при переработке отходов трепания из тресты с повышенной засоренностью

| Наименование частей модернизированного КПАЛ | Засоренность тресты (%): | | | | | |
|--|--------------------------|--------------------|-------------|-------|--------------------|-------------|
| | 15 | | | 25 | | |
| | общее | насыпной + примеси | присущенной | общее | насыпной + примеси | присущенной |
| Колковый питатель | 48,4 | 15,1 | 33,3 | 53,1 | 22,6 | 30,5 |
| Первая трепальная часть | 43,1 | – | – | 47,1 | – | – |
| Мяльная часть | 38,1 | – | – | 42,6 | – | – |
| Вторая трепальная часть | 31,9 | – | – | 33 | – | – |
| Трясильная часть с верхними игольчатыми валиками | 31 | – | – | 32 | – | – |
| Трясильная часть с нижними игольчатыми валиками | 26,6 | 8,6 | 18 | 27,5 | 13,3 | 14,2 |
| Абсолютное удаление костры, % | 21,8 | 6,5 | 15,3 | 25,6 | 9,3 | 16,3 |

Таблица 30 – Абсолютное удаление костры по переходам технологического процесса агрегата КПАЛ и модернизированного агрегата КПАЛ

| Наименование переходов | КПАЛ | | Модernизированный КПАЛ | |
|---|---|------|------------------------|------|
| | Засоренность тресты (%) | | | |
| | 15 | 24 | 15 | 25 |
| | Абсолютное удаление костры и примесей (%) | | | |
| Первая трепальная секция | – | – | 5,3 | 6 |
| Мяльная часть: | | | | |
| агрегат КПАЛ (19 пар мяльных вальцов) | 3,7 | 6,9 | | |
| модernизированный агрегат КПАЛ (9 пар) | | | 5 | 4,5 |
| Вторая трепальная секция | – | – | 6,4 | 9,6 |
| Трепальная секция КПАЛ | 6,9 | 5 | – | – |
| Трясильная секция с верхними игольчатыми валиками | 2,5 | 7,3 | 0,7 | 1,0 |
| Трясильная часть с нижними игольчатыми валиками | 1,9 | 1,3 | 4,4 | 4,5 |
| Абсолютное удаление костры | 15 | 20,3 | 21,8 | 25,6 |

- эффективность обескостривания в мяльной части агрегата КПАЛ и модернизированного агрегата оказалась адекватной и составила соответственно 5,3 и 4,8 %;

- применение в составе модернизированного агрегата двух трепальных секций эффективно. Суммарное обескостривание в зависимости от засоренности тресты составило от 11,7 до 15,6 %;

- применение в модернизированном агрегате трясыльной части с верхним расположением игольчатых валиков оказалось малоэффективным. Обескостривание не превысило 1 %;

- внедрение новой технологической схемы обработки позволяет перерабатывать отходы трепания влажностью до 10 % и засоренностью тресты до 25 % с возможностью гибкого регулирования процесса трепания.

С учетом этого во ВНИИМЛ были разработаны исходные требования модернизации куделеприготовительного агрегата КПАЛ, а ПО «Псковмаш» разработало КД и изготовило опытный образец модернизированного куделеприготовительного агрегата КПАЛ-И. Агрегат включает по ходу технологического процесса: первую трясыльную секцию типа ТГ-135Л → колковый питатель → первую трепальную секцию → двухсекционную мяльную машину (12 пар вальцов) → вторую трепальную секцию → механизм деления слоя → вторую трясыльную секцию типа ТГ-135Л.

Производственные испытания агрегата КПАЛ-И в сравнении с КПАЛ проводились на Рославльском льнозаводе Смоленской области.

В результате установлено:

- производительность агрегата КПАЛ-И составила 380 кг волокна в час, что на 25 % выше производительности агрегата КПАЛ;

- коэффициент технического использования (КТИ) – высокий и составил 0,95;

- номер короткого волокна повышается на 0,3;

- заостренность волокна снижается на 3 % (*абс.*);

- прочность полученного волокна возрастает на 22 %.

По результатам производственных испытаний ОАО «Псковмаш» приступил к серийному выпуску агрегата КПАЛ-И. Только в Республику Беларусь поставлено 13 таких машин.

Создание агрегата КПАЛ-И обеспечивает технологическую и конструктивную основу для разработки технологии и линии по переработке низкосортной тресты в однотипное неориентированное волокно.

Рассматривая процесс получения однотипного неориентированного волокна с точки зрения экономической эффективности, можно констатировать, что с учетом создания экономичной сушильной машины и современных достижений по оптимизации процесса обескостривания его внедрение целесообразно.

Выводы

1. В результате исследований предложена модернизированная технологическая схема линии для получения однотипного льноволокна, основное отличие которой от существующих заключается в изменении последовательности выполнения технологических операций и применении в ней двух трепальных секций.

2. Для комплектования линии могут быть использованы созданные во ВНИИМЛ новые машины и оборудование: сушильная машина СКПЦ-1Л, слоеформирующий механизм СПЛ-2, мяльная машина ММФ-1Л и куделеприготовительный агрегат КПАЛ-И.

3. Применение модернизированной технологической схемы линии для получения однотипного льноволокна при переработке тресты № 0,75 и производительности 900 кг/ч обеспечит расчетный экономический эффект шесть миллионов рублей в год. При этом в сравнении с известными линиями производительность оборудования возрастет в 1,4...1,6 раза, труда – в 1,7...2,0 раза; установленная мощность двигателей уменьшится в 2,0...2,4 раза, расход теплоносителя – в 2,0...2,2 раза, а капитальные вложения снизятся в 1,8...2,0 раза.

20.09.13

Литература

1. Успенский, В.К. Вопросы переработки льна во Франции / В.К. Успенский, В.И. Лобанов, Л.Н. Гинзбург. – М.: ЦНИИ информации, 1970. – 77 с.
2. Гилязетдинов, Р.Н. К вопросу производства льна без разделения его на длинное и короткое / Р.Н. Гилязетдинов, С.П. Коробченко // Повышение конкурентоспособности льняного комплекса России в современных условиях: материалы Междунар. науч.-практ. конф., г. Вологда, 25 февраля 2009 г. – Вологда–Тверь, 2009. – С. 142–145.
3. Хромцов, В.Н. Справочник по заводской первичной обработке льна / В.Н. Хромцов. – М.: Легпищепром, 1984. – 510 с.
4. Устройство для обработки лубоволокнистого материала: а.с. № 983155 СССР, МПК ЗД01В1/10 / А.П. Апыхин, А.С. Дербенев, И.Н. Левитский, А.А. Федоров, Ф.А. Ицков, А.И. Чепусенко, О.А. Куликовский. – № 3229422/28-12; заявл. 31.12.1980; опубли. 23.12.1982. – Бюл. № 47. – 2 с.
5. Ковалев, М.М. Совершенствование технологии и оборудования для получения короткого волокна из льняной тресты / М.М. Ковалев, А.П. Апыхин, В.Ю. Молофеев // Повышение конкурентоспособности льняного комплекса России в современных условиях: материалы Междунар. науч.-практ. конф., г. Вологда, 25 февраля 2009 г. – Вологда–Тверь, 2009. – С. 128–135.