

## 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 сырцовую 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.