

## ГЛУБОКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ЛУБЯНЫХ ВОЛОКОН – ПУТЬ К ВОЗРОЖДЕНИЮ НАЦИОНАЛЬНЫХ ТРАДИЦИЙ РОССИИ

### THE DEEP PROCESSING OF BAST FIBERS AS THE WAY TO THE REVIVAL OF THE NATIONAL TRADITIONS OF RUSSIA

Е.П. ЛАВРЕНТЬЕВА, О.К. САНИНА, Р.О. БЕЛОУСОВ

E.P. LAVRENTEVA, O.K. SANINA, R.O. BELOUSOV

(Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство),  
Центральный научно-исследовательский институт промышленности и сельского хозяйства)

(Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art),  
Central Research Institute of Industry and Agriculture)

E-mail: lavrentyeva-ep@rguk.ru; sanina-ok@rguk.ru; roman.belousov@agroindustrial.institute

*В данной статье представлены сравнительные характеристики лубяных волокон (льна и конопли) и возможные пути их переработки.*

*This article presents the comparative characteristics of bast fibers (flax and hemp) and possible ways of processing them.*

**Ключевые слова:** лен, техническая конопля, структура, морфология, целлюлоза, пряжа, ткани, нетканые материалы, трикотажные изделия.

**Keywords:** flax, industrial hemp, structure, morphology, cellulose, yarn, fabrics, non-woven materials, knitwear.

Как известно, одним из факторов развития экономики и обеспечения национальной безопасности любой страны является внедрение передовых технологий. Преимущество страны в технологической сфере обеспечивает ей приоритетные позиции на мировых рынках, способствует укреплению стратегической и экономической безопасности.

Продукция текстильной и легкой промышленности должна отвечать самым высоким требованиям с точки зрения комфорта, надежности, долговечности, экологичности и дизайна. В этом плане при производстве смесовых текстильных материалов серьезное внимание должно быть уделено процессу разработки ассортимента текстильных материалов и процессу их изготовления на современном высокопроизводительном оборудовании. В настоящее время текстильная промышленность разрабатывает новые виды текстильных

материалов, полнее отвечающих современным требованиям. Обновление ассортимента способствует лучшему удовлетворению потребностей населения в условиях постоянного повышения требований к их качеству. В значительной степени обновлению ассортимента способствуют внедряемые в практику новые виды сырья и прогрессивные технологические процессы, а также изменчивость моды.

С древних времен и до конца XIX века единственным сырьем для производства текстильных материалов служили натуральные волокна, которые получали из различных растений. Сначала это были волокна дикорастущих растений, а затем волокна культурных: льна и конопли.

В последние годы мировой сырьевой рынок постепенно возвращается к производству продукции из этих волокон, природные свойства которых позволяют придавать выработываемой из них продукции

гигиенические, медико-биологические и защитные свойства.

Одно из ведущих мест в экономике многих стран традиционно занимало производство и переработка льна. В начале XX столетия Россия была ведущей державой в мире по объемам производства льноволокна и продукции из этого вида сырья. Общий валовой сбор льняного сырья (в пересчете на волокно) вплоть до 1990 г. превышал 350 тыс.т. В настоящее время он составляет около 50,0 тыс.т. Примерно в тех же пропорциях снизилось производство льняных тканей и изделий.

Лен – высокоэффективная культура, способная повысить рентабельность производства и улучшить финансовое положение сельскохозяйственных организаций по возделыванию льна и по его первичной переработке, производителей качественной продукции из льна, полностью задействовать производственные мощности промышленных предприятий, наполнить рынок конкурентоспособной экологически безопасной продукцией отечественного

производства и решить проблему занятости населения градообразующих льноперерабатывающих регионов.

На протяжении многих веков лен для России являлся важной составляющей российского экспорта и основной статьёй наполнения государственной казны. Значимость льна для экономики страны была оценена Петром I, которым лично был подписан Первый российский стандарт – стандарт на лен.

Волокно конопли – одно из наиболее крепких и выносливых среди остальных растительных волокон. Оно обладает повышенным сопротивлением ультрафиолетовому излучению, микробиологическому разрушению и к погодным воздействиям.

Несмотря на то, что оба эти волокна относятся к лубяным, имеются и различия между ними, что несомненно отражается на их переработке и области применения.

В табл. 1 представлены основные характеристики волокон льна-долгунца и технической конопли (среднерусской) [1].

Т а б л и ц а 1

Наименование характеристик	Лен	Конопля
Длина технического волокна, мм	500...750	700...1500
Линейная плотность технического волокна, текс	5...8	8...40
Средняя длина элементарного волокна, мм	15...26	15...25
Максимальная длина элементарного волокна, мм	130	65
Размер поперечного сечения элементарных волокон, мкм	12...20	14...50
Средняя линейная плотность элементарных волокон, мтекс	200...350	220...440
Удельный вес, г/см <sup>3</sup>	1,43...1,5	1,48...1,5
Показатель толщины, мм <sup>2</sup>	0,11...0,22	0,13...0,29
Средний коэффициент прозенхимности	1000...1500	600...1000
Среднее удлинение при разрыве, %	2,2...2,8	2,2...3,0
Влажность волокна, % при относительной влажности воздуха 60 %	10,0	16,3
при относительной влажности воздуха 90 %	10,8	18,5

П р и м е ч а н и е. Коэффициентом прозенхимности называется число, характеризующее отношение длины элементарного волокна к его поперечному сечению.

В табл. 2 представлены основные показатели химического состава льняного и

пенькового волокна [1...4].

Т а б л и ц а 2

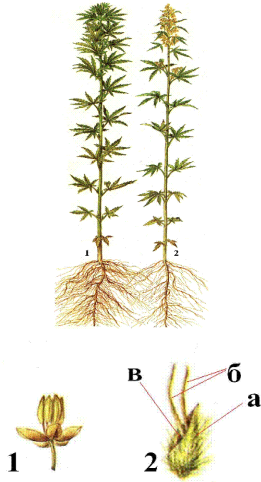
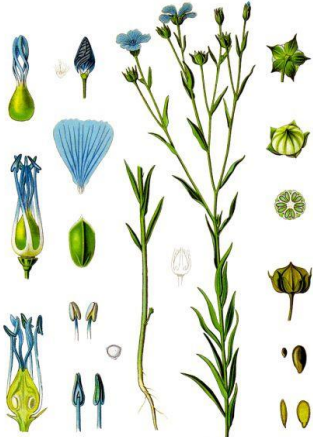
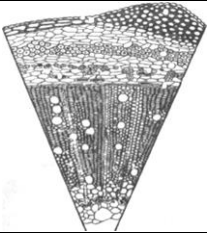
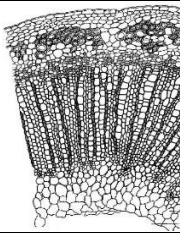
Составные части	Содержание, %	
	лен-долгунец	конопля
Целлюлоза	75...82	73...77
Пектиновые вещества	2,0...5	0,9...8
Лигнин	2,0...5,2	3,7...9,5
Жировосковые вещества	2,0...3,0	0,6...0,8
Минеральные вещества	0,7...1,1	0,8...1,2

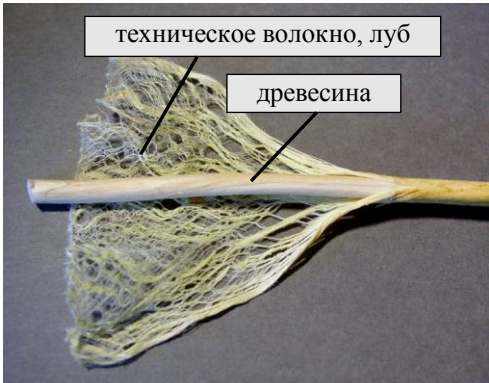

В связи с наличием во льне примесей нецеллюлозного характера, и, в частности, лигнина, лубяные волокна характеризуются повышенной по сравнению с хлопком устойчивостью к действию влаги, температуры и микроорганизмов, света и светопогоды. Вместе с тем лигнин неустойчив к действию растворов щелочей, особенно при повышенных температурах. Вследст-

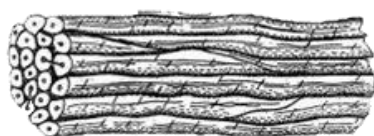

вие этого происходит быстрый щелочной гидролиз лигнина и расщепление комплексных лубяных волокон на элементарные. В изделиях из льна это приводит к снижению их прочности, массы и ухудшению других свойств [5].

Сравнительный анализ льняного и конопляного волокон представлен в табл. 3.

Таблица 3

Оцениваемая характеристика	Конопля	Лен
Ботаническое описание	Конопля обыкновенная ( <i>Cannabis sativa</i> ) - однолетнее лубоволокнистое растение - рода <i>Cannabis</i> семейства коноплевых ( <i>Cannabaceae</i> ).	Лен принадлежит к семейству льновых (лат. <i>Linaceae</i> Dumort). В это семейство входит 22 рода, из которых для практических целей используется один род (лат. <i>Linum</i> Tourn). Род включает свыше 200 видов, из которых основное хозяйственное значение имеет культурный лен (лат. <i>Linum usitatissimum</i> )
Внешний вид растения		
Поперечный разрез стебля		
Основные группы концентрических слоев	кора-камбий-древесина-сердцевина	кора-древесина-сердцевина
Коровый слой (кора)	как группа тканей, представляет особый интерес, так как в ней залегает волокно	только первичное (камбиальное) волокно
	как первичное (перезиклическое), так и вторичное (камбиальное)	
Камбиальный слой (камбий)	формирует вторичные лубяные волокна конопли; характеризует прирост толщины стебля	формирует лубяные волокна льна

<p>Древесный слой (древесина)</p>	<p>занимает срединное положение между сердцевинной и корой, точнее, камбиальным слоем. Древесина является как бы скелетной частью организма. При первичной обработке тресты и соломы древесина отходит в виде кострики или костры.</p> <p>В нижней части стебля древесина утолщается, и тем самым в этом месте увеличивается прочность растения.</p> <p>Удельный вес древесины около 60% от общего веса стебля конопля. Древесина представляет собой мощный слой древесных волокон (состоящих из грубых, в большинстве случаев толстостенных клеток), сходных по строению и по биологическому значению с волокнами лубяными, но отличающихся от последних по своим свойствам и основным микрохимическим реакциям. Древесные сосуды имеют неравномерные размеры. Этой разной величиной сосудов конопляный стебель анатомически отличается от льняного.</p>	<p>Костра составляет 57...70 % массы лубяного стебля и в основном состоит из целлюлозы (45...58 %), лигнина (21...29 %) и пентозанов (23...26 %).</p> <p>Хотя она содержит больше зольных веществ, чем древесная щепка, льняная костра пригодна для производства топливных брикетов или пеллет.</p>
<p>Сердцевинный слой (сердцевина)</p>	<p>Центральная часть стебля занята сердцевинной тканью (нежной, рыхлой тонкостенной), причем это заполнение бывает только у молодых растений. Ко времени цветения она постепенно ссыхается и прилегает с внутренней стороны к стенкам древесины стебля, внутри которого таким образом образуется полость</p>	
<p>Внешний вид лубяных волокон</p>		
<p>Техническое волокно</p>	<p>Техническое волокно конопля, состоит из большого количества элементарных волокон, объединенных в лубяные пучки. Лубяные волокна переплетены между собой и склеены в пучки пектином.</p>	<p>Основную ценность представляют волокнистые пучки, расположенные кольцеобразно в коре стебля, имеющие различные очертания и состоящие из волокон, плотно или рыхло расположенных в пучке.</p>
	<p>Волокна в пучке расположены рыхло и перемежаются клетками паренхимы. Лубяные волокна (или лубяная паренхима) могут быть двоякого происхождения: - первичными (или перициклическими) - они возникают из перицикла и залегают в перицикле (у льна перициклические волокна отсутствуют); - вторичными (камбиальными) - волокна появляются позже</p>	<p>Техническое волокно (волокнистые пучки) состоит из элементарных волокон, склеенных между собой пектином, воском, лигнином.</p> <p>Длина технических волокон 600...1000 мм. Льняные комплексы обладают неоднородным строением, неравномерной толщиной, а также неодинаковой плотностью прилегания растительных клеток.</p>

	<p>в процессе роста стебля, т.е. являются продуктом деятельности вторичной генеративной или производительной ткани самого стебля - камбия.</p> <p>Первичные волокна возникают за счет роста стебля в высоту, вторичные образуются за счет прироста из камбия, т.е. за счет прироста стебля в толщину. Вторичные волокна находятся преимущественно в нижней части стебля, в то время как первичные располагаются по всей длине стебля. Сверху стебля клетки лубяных волокон (лубяных пучков) располагаются гуще, снизу - реже.</p> <p>Вторичные волокна в наиболее старых прикорневых частях стебля располагаются кольцами и образуют второе, третье, иногда даже большее число колец. Все они, как образовавшиеся за счет прироста камбия, носят название вторичных лубяных пучков и располагаются, по сравнению с лубяными пучками первого образования, ближе к центру, т.е. к древесине; при этом, чем моложе кольцо вторичных волокон, тем ближе оно расположено к древесине, самое же молодое вплотную прилегает к камбию.</p> <p>Волокнистая часть стебля конопли отделяется от древесины по камбию, а не по внутренней поверхности пучков, как у льна.</p>	<p>Эти пучки волокон тянутся параллельно оси стебля по всей его длине.</p>  <p>Число элементарных волокон в пучке и число пучков чаще бывают наибольшим примерно на уровне 1/3 высоты стебля от основания. Элементарные волокна соединены в пучке так, что концы отдельных волокон находятся на неодинаковой высоте, что обуславливает прочность пучка. Волокнистые пучки связаны один с другим элементарными волокнами, переходящими из одного пучка в другой. Элементарные волокна сдвинуты вдоль пучка и их концы как бы вклиниваются между соседними. Местами волокнистые пучки (технические волокна) склеиваются между собой, образуя сетчатую структуру (анастомоз).</p> <p>В среднем в стебле льна содержится 300...700 элементарных волокон, которые образуют 20...30 пучков с числом элементарных волокон в каждом из них от 10 до 25.</p>
	<p>Отделенную волокнистую часть конопли можно после частичной мацерации разделить на две составляющие, содержащие отдельно первичные и вторичные волокна. У конопли пучки волокон, в отличие от льняных, менее выровненные по размерам. Лубяные волокна вторичного кольца более деревянистые, так и менее эластичные. Они короче первичных и соединены в меньшие пучки.</p>	<p>Волокнистая часть стебля льна отделяется по внутренней поверхности пучков.</p>
<p>Элементарное волокно:</p>	<p>Элементарное волокно представляет собой отдельную вытянутую, закрытую с обоих концов клетку с утолщенными стенками, имеющую внутри полость.</p> 	
	<p>По своей структуре конопляное волокно напоминает волокна льна, но канал пеньковых волокон существенно шире льняного волокна.</p>	<p>Концы этой клетки и поперечное сечение могут быть разными. Как правило, элементарное волокно льна веретенообразной формы с толстыми стенками и узким каналом.</p>
<p>- форма/поперечное сечение элементарного волокна</p>	<p>Волокна имеют слабо граненую или извилистую форму. В поперечном сечении элементарное волокно конопли многоугольное, часто с двойной слоистостью.</p>	<p>Форма элементарных волокон в поперечном сечении различна – от неправильной округлой, овальной до многоугольной, но чаще пятиугольной.</p>

- длина элементарного волокна	Длина элементарных волокон составляет от 1 до 10 см. Обычный их размер - 3,5...4,5 см. Первичные волокна льна и конопли относятся к числу наиболее длинных клеток. Вторичные волокна конопли значительно короче.	Длина элементарного волокна льна-долгунца имеет диапазон от 4 до 70 мм, в большинстве случаев составляет 15...40 мм (в среднем 25 мм). Показатели длины элементарного волокна увеличиваются от комля к вершине.
- стенки и канал элементарного волокна	Элементарное волокно конопли имеет утолщенные стенки и широкий канал	Элементарные волокна льна имеют толстые стенки и узкий канал

Из табл. 1...3 следует, что строение стебля и большинство характеристик элементарных волокон льна-долгунца и конопли (среднерусской) приближены друг к другу и могут быть рассмотрены как взаимозаменяемые в текстильном производстве или выступать в качестве дополнительного источника сырья для различных направлений [6].

Конопля по определению некоторых международных экспертов становится одной из главных культур XXI века.

В настоящее время возникла необходимость восстановления производства пенькового волокна, что диктуется свойствами этого волокна.

Схема переработки технической конопли и продукции из нее, которая практически аналогична схеме переработки технологического цикла производства льна-долгунца, представлена на рис. 1 [7].

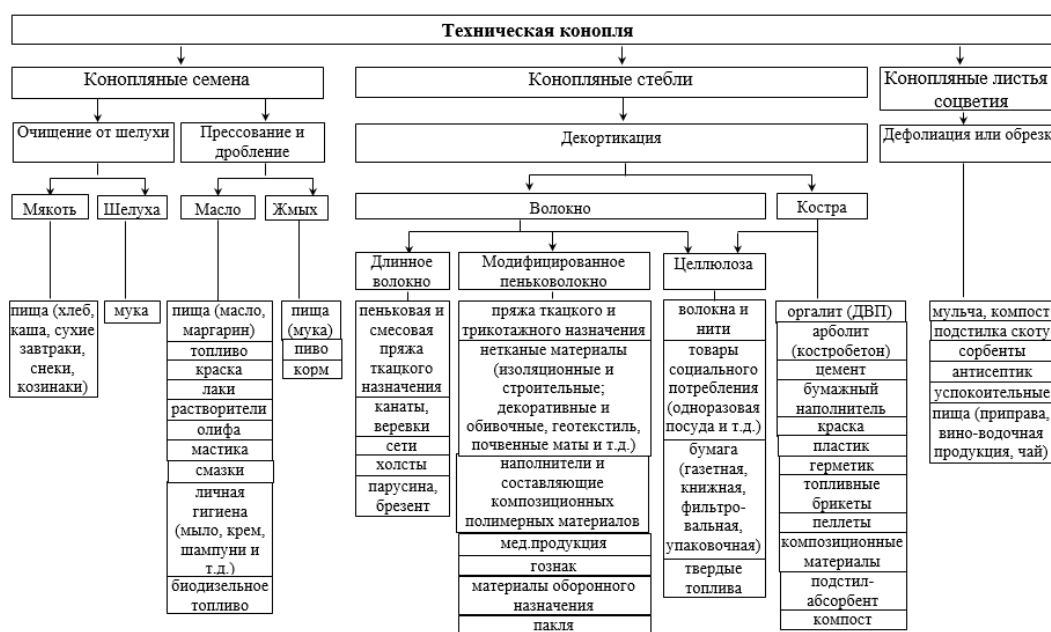


Рис. 1

За рубежом выпускается более трехсот видов изделий из конопли. Это популярнейшее сырье для медицинской, текстильной, легкой, пищевой, косметической, бумажной, строительной, авиационной, топливной и других отраслей промышленности.

Конопляное семя является источником ценных продуктов – альфа- и гамма-лино-

леновых кислот, витаминов, которые входят в состав масла и используются для профилактики и лечения целого ряда заболеваний – сердечных, онкологических и других.

Зарубежные страны из волокна конопли вырабатывают пеньковую пряжу, ткани и швейные изделия. Секрет получения мягких конопляных тканей принадлежит двум странам – Франции и Австралии.

В последние годы мировой опыт свидетельствует, что применение пеньки в текстиле особенно эффективно в смеси со льном, хлопком и химическими волокнами для выработки некоторых групп бытовых тканей, используемых для пошива одежды, которая всегда пользовалась популярностью у населения.

В настоящее время в Китае выведен новый сорт конопли, получивший название "ханьма", который является абсолютно безвредным растением, по заявлению китайских специалистов. Эксперты предполагают, что спрос на новые ткани, изготовленные из данного сорта конопли, будет ежегодно расти, несмотря на то, что цена на новую коноплю на международном рынке в два раза превышает цену на хлопок. Однако выгодным преимуществом волокна пеньки, получаемого из конопли "ханьма" и новейших тканей, выработанных из нее, являются высокие гигиенические показатели по сохранению тепла, впитыванию влаги, пропусканию кислорода и экологической безопасности населения в целом.

В докладе китайской пеньковой компании Yunnan Industrial Hemp Inc. отмечалось, что в Китае пеньковое волокно находит широкое применение в автомобильной промышленности, а также применяется при армировании пластмасс, используемых для оконных рам и напольных покрытий, внутренней и внешней отделки.

Немецкая фирма Badische Naturfaseraufbereitung GmbH (BaFa), специализирующаяся на производстве пеньки, сообщила о положительном опыте выращивания нового сорта пеньки в Нидерландах – "хамелеон", обеспечивающего хорошую урожайность и дающего возможность получать светлое волокно с хорошей декортикацией. Главными сферами применения пеньковых волокон этой фирмы является промышленность изоляционных материалов и автомобилестроение.

Также в России в 2020-2021 гг. были зарегистрированы новые сорта технической конопли "Роман" и "Милена", обладающие улучшенными свойствами и пригодными для использования в текстильной, целлюлозной и пищевой промышленности [8].

На международной конференции в г. Хюрт был проявлен большой интерес к пеньке для технических целей со стороны многих отраслей, включая промышленность пластмасс и армированных материалов, автомобильную, мебельную и строительную, бумажную и текстильную.

Перечисленные области применения конопли не исчерпываются этим списком. Так, стебли конопли идут на производство строительных цементоволокнистых плит, а семена конопли – на производство пищевого и технического масел. Пищевое масло используется для профилактики и лечения целого комплекса заболеваний (сердечных, онкологических и других), а техническое масло – в качестве топлива вместо дизельного.

Из продуктов отжима получают пищевую муку и корма для откармливания птицы, домашних животных и скота. Всего же, по данным зарубежной литературы, из конопли можно изготовить до 25 тысяч видов продукции.

Многие китайские фирмы, например Green China Group, представляют широкий спектр продукции – спортивную и повседневную одежду, водонепроницаемую ткань, прочную и удобную обувь. Hemp Valley – немецкая компания, специализирующаяся на производстве и продаже трикотажных изделий и аксессуаров из конопляного текстиля, имеет представительства в Италии, Франции, Великобритании и Австрии, производственные мощности находятся в Китае.

Канада – страна, признающая легальным употребление медицинской конопли с 2001 года.

Сегодня во Франции из конопли изготавливают текстиль, масло и строительные материалы. В стране работает несколько крупных кооперативов по выращиванию конопли. На сегодняшний день конопля, как источник сырья, может успешно использоваться в текстильной (ткани и нетканые материалы) [9], целлюлозно-бумажной (целлюлоза), пищевой (конопляное масло, лекарства на основе конопляного масла) [10], строительной (теплоизоляционные материалы), автомобильной (композитные



материалы) [11] и других отраслях промышленности, а также при производстве биотоплива.

Коноплеводство всегда являлось традиционной отраслью сельского хозяйства многих регионов России. В настоящее время селекционными исследованиями занимаются в основном в Пензенской области и Краснодарском крае [13].

В России лидером отрасли является группа компаний "Коноплекс", которая с 2014 года успешно возрождает коноплеводство в стране, выпуская целую гамму экологически чистых пищевых продуктов, различные натуральные волокна и нетканые материалы, костробетон и строительные материалы.

Производством целлюлозы из лубяных культур занимается российская компания "Межотраслевой инновационный комплекс", реализующая совместный с Минпромторгом России проект в Пензенской области [12].

По данным прогноза агентства "Рослен" в России намечается рост валового сбора пенькового волокна, рис. 2.

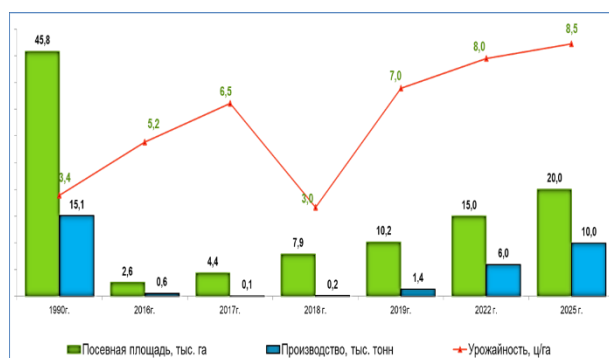


Рис. 2

Из изложенного следует, что увеличение посевов конопли и ее переработка в России может значительно расширить отечественную сырьевую базу для производства различных видов продукции. Природно-климатические условия Центральной, Западной части России и других регионов благоприятствуют развитию производства отечественного растительного сырья – конопли. В стране имеются подходящие площади для этого.

Разработка и промышленное освоение технологии модификации конопляного волокна позволят существенно расширить отечественную базу лубяных волокон для производства конкурентоспособных текстильных изделий технического и бытового ассортимента.

Таким образом, основные направления использования технической конопли можно обрисовать следующим образом:

- пищевое (методом холодного отжима из семян получают конопляное масло, обрубленное семя; на основе листьев и соцветий конопли изготавливают винно-водочную продукцию, в высушенном виде – используется в качестве холодного чая и является приправой для азиатской (иногда, европейской) кухни) [14];
- сельское хозяйство (мульча, компост, корм для птиц, животных, рыб);
- строительство (на основе костры производят строительные плиты, плиты для изготовления мебели, уплотнители и утеплители, гранулы для дорожного строительства, костробетон);
- энергетическое (топливный материал – брикеты или пеллеты. По своим теплотворным свойствам он вдвое превосходит древесину, к тому же является ежегодно возобновляемым ресурсом);
- медицинское и фармакологическое (перевязочные материалы, лекарственные препараты, эфирные масла);
- военное (порох);
- автомобиле- и самолетостроение (изоляционные, бикомпозитные материалы, биодизельное топливо);
- целлюлозно-бумажное (бумаги высшего сорта - бумага для банкнот и документов, папиросная и копировальная, а также бумага, используемая в производстве пакетиков для чая) [15];
- целлюлоза (разработаны и внедрены эффективные технологии выделения целлюлозы из конопли). В волокнах конопли целлюлоза является главной составляющей – ее содержание составляет примерно 65...77%. Во всем мире целлюлоза используется для производства бумаги и упаковочных материалов. Также применяется в текстильной, химической и парфюмерно-



косметической промышленности. Преимущество конопляной целлюлозы перед древесной заключается в качестве: выше прочность на растяжение и разрыв, белизна, меньшая плотность. Стоит принять во внимание, что бумага из конопли может быть переработана во много раз больше, чем бумага из дерева. Добывается из волокон и соломы конопли путем технической и химической обработки. Целлюлоза из длинного волокна используется, как правило, для изготовления высококачественной белой бумаги, специальной бумаги для сигарет и папирос, банкнот, а из соломы конопли без выделения костры добывают хемитермомеханическую целлюлозу, которая идет на производство бумаги для печати, упаковки и т.д. [16];

- текстильное. Применение конопляного волокна, в том числе котонизированного, в текстильной промышленности чрезвычайно широко – от изготовления мешочных тканей, холста, тонких тканей, аналогичных льну, до всевозможных крученых изделий.

Ткань из конопляных волокон обладает не только высокой прочностью, но и практически не гниет и не истлевает со временем. Еще одно уникальное свойство ткани из конопли – это ее антисептичность. Конопляная ткань – это не только полезно, но еще и красиво. Волокна конопли по природе своей пористые, они хорошо впитывают красители, а особые свойства растения позволяют удерживать цвет дольше всех других тканей. Результат – со временем вещи, сшитые из конопляной ткани, не выцветают. Ткань из конопли содержит естественные UV-фильтры, предотвращающие летом сгорание кожи. Все это сделало ткань из конопли объектом интереса современных дизайнеров.

Новым направлением, представленным на схеме, является получение модифицированного пенькового волокна путем котонизации.

Котонизированное пеньковое волокно возможно перерабатывать в смеси с хлопком и химическими волокнами, что позволит расширить ассортимент готовой про-

дукции, а также заменить импортный хлопок на отечественное сырье. Кроме того, получение из конопли целлюлозного (вискозного) волокна путем растворения и формирования позволит получать в России новое пополнение целлюлозных волокон типа Liocell, получаемых по бессероуглеродному способу за счет применения прямых растворителей целлюлозы, с более экономичным и экологичным процессом их производства по сравнению с вискозным волокном.

Уникальные свойства этих волокон, такие как высокая прочность в сухом и мокром состояниях, невысокая усадка в воде, гигроскопичность, низкая сминаемость, регулируемая фибриллизуемость, являются основой для создания на их основе качественно новых текстильных материалов и изделий. Кроме того, данные волокна с успехом используются в смеси с другими натуральными и химическими волокнами.

Волокна типа Liocell обладают большим инновационным потенциалом – дают возможность текстильным производствам разрабатывать материалы, которые на ощупь и визуально соответствуют шелку, шерсти или хлопку и составляют серьезную конкуренцию тканям из природных волокон.

Создавая необходимые структуры нанофибрилл, можно придавать новые функциональные свойства текстильным материалам из этого волокна. Например, гидрофильность, влагопроводимость, влагопоглощаемость, что способствует эффективному устранению роста бактерий.

Контролируемое фибриллирование позволяет создавать широкую гамму тканей с поверхностью, напоминающей замшу или персиковую кожу, или с гладкой шелковистой поверхностью.

Для того, чтобы эффективно перерабатывать пеньковое волокно в конкурентоспособные товары, необходимо возобновить научные исследования по созданию новых технологий по полному циклу технологического процесса от подготовки сырья до получения текстильных материалов. Этому будет посвящена последующая статья.

1. *Дорофеев В.В.* Разработка и исследование технологии получения модифицированных лубяных волокон на базе ударно-волнового воздействия: Дис...канд. техн. наук. – М., 2015.

2. <https://dereksiz.org/uchebnoe-posobie-po-odnoj-iz-bazovih-specialenih-disciplin-mat.html>.

3. [https://gendocs.ru/v5590/контрольная\\_работа\\_материаловедение\\_Строение\\_и\\_свойства\\_целлюлозных\\_волокон](https://gendocs.ru/v5590/контрольная_работа_материаловедение_Строение_и_свойства_целлюлозных_волокон)

4. <http://agrolib.ru/rastenievodstvo/item/f00/s01/e0001121/index.shtml>

5. <https://otherreferats.allbest.ru/marketing/d00011497.html>  
Изучение качественных показателей льняных тканей

6. *Марков В.В., Сулов Н.Н., Трифонов В.Г., Ипатов А.М.* Первичная обработка лубяных волокон. – М.: Легкая индустрия, 1974.

7. *Лаврентьева Е.П., Дьяченко В.В.* Опыт хлопчатобумажной промышленности по переработке льняного волокна // Вестник Текстильлегпрома. – Осень 2019. С. 48...51.

8. <https://cyberleninka.ru/article/n/novyy-sort-konopli-posevnoy-roman-dlya-tselyulozno-bumazhnoy-promyshlennosti/viewer> и <https://cyberleninka.ru/article/n/novyy-sort-konopli-posevnoy-milena/viewer>

9. <http://tku.org.ua/view-news/textile>

10. <http://tku.org.ua/view-news/meals>

11. <http://tku.org.ua/view-news/building>

12. [https://minpromtorg.gov.ru/press-centre/news/#!minpromtorg\\_zaklyuchil\\_pervoe\\_promyshlennoe\\_koncessionnoe\\_soglashenie](https://minpromtorg.gov.ru/press-centre/news/#!minpromtorg_zaklyuchil_pervoe_promyshlennoe_koncessionnoe_soglashenie)

13. [http://ria.ru/beznazko\\_news/20110923/442399390.html](http://ria.ru/beznazko_news/20110923/442399390.html)

14. <http://tku.org.ua/uk/news/sposoby-ispolzovaniya-listev-i-socvetiy-konopli-v-kachestve-produkta-pitaniya>

15. <https://www.mpz-insar.ru/history> – Русская пенька

16. [http://konoplex.ru/promyshlennost\\_i\\_selskoye\\_khozyaystvo/](http://konoplex.ru/promyshlennost_i_selskoye_khozyaystvo/)

1. Dorofeev V.V. "Development and research of technology for obtaining modified bast fibers based on shock-wave action". Thesis for the degree of candidate of technical sciences, Moscow, 2015.

2. <https://dereksiz.org/uchebnoe-posobie-po-odnoj-iz-bazovih-specialenih-disciplin-mat.html>.

3. [https://gendocs.ru/v5590/control\\_work\\_-\\_materials\\_science\\_Structure\\_and\\_properties\\_of\\_cellulose\\_fibers](https://gendocs.ru/v5590/control_work_-_materials_science_Structure_and_properties_of_cellulose_fibers)

4. <http://agrolib.ru/rastenievodstvo/item/f00/s01/e0001121/index.shtml>

5. <https://otherreferats.allbest.ru/marketing/d00011497.html>  
The study of quality indicators of linen fabrics

6. *Markov V.V.* Primary processing of bast fibers: a textbook for universities / *Markov V.V., Suslov N.N., Trifonov V.G., Ipatov A.M.* – М.: Light industry, 1974. – 416 p.

7. *Lavrentieva E.P., Dyachenko V.V.* The experience of the cotton industry in the processing of flax fiber // *Bulletin of Tekstillegprom*, autumn 2019, pp. 48-51.

8. <https://cyberleninka.ru/article/n/novyy-sort-konopli-posevnoy-roman-dlya-tselyulozno-bumazhnoy-promyshlennosti/viewer>, <https://cyberleninka.ru/article/n/novyy-sort-konopli-posevnoy-milena/viewer>

9. <http://tku.org.ua/view-news/textile>

10. <http://tku.org.ua/view-news/meals>

11. <http://tku.org.ua/view-news/building>

12. [https://minpromtorg.gov.ru/press-centre/news/#!minpromtorg\\_zaklyuchil\\_pervoe\\_promyshlennoe\\_koncessionnoe\\_soglashenie](https://minpromtorg.gov.ru/press-centre/news/#!minpromtorg_zaklyuchil_pervoe_promyshlennoe_koncessionnoe_soglashenie)

13. [http://ria.ru/beznazko\\_news/20110923/442399390.html](http://ria.ru/beznazko_news/20110923/442399390.html)

14. <http://tku.org.ua/uk/news/sposoby-ispolzovaniya-listev-i-socvetiy-konopli-v-kachestve-produkta-pitaniya>

15. <https://www.mpz-insar.ru/history> – Russian hemp

16. [http://konoplex.ru/promyshlennost\\_i\\_selskoye\\_khozyaystvo/](http://konoplex.ru/promyshlennost_i_selskoye_khozyaystvo/)

Рекомендована кафедрой текстильных технологий РГУ имени А.Н. Косыгина. Поступила 22.04.22.