

А. Н. Перепечаев, В. И. Карпунин, Е. В. Кислов

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

О ТЕХНОЛОГИЯХ УГЛУБЛЕННОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ЛЬНОЗАВОДАМИ КОСТРЫ И НИЗКОСОРТНОГО КОРОТКОГО ВОЛОКНА

В статье проведен анализ использования отходов трепания, тресты и некондиционного волокна для получения нетрадиционной продукции, а также рассмотрена целесообразность развития такого рода производства.

Ключевые слова: отходы трепания, костра, отходы первичной переработки, льняная солома, энергосбережение.

A. N. Perepcheaev, V. I. Karpunin, E. V. Kislov

*RUE «SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanization»
Minsk, Republic of Belarus*

ABOUT THE TECHNOLOGIES OF IN-DEPTH PROCESSING BY FLAX FACTORIES FLAX-GRASS AND LOW-CUTTING SHORT FIBER

The article analyzes the use of waste shaking, flax-grass and non-conditional fiber to produce non-traditional products, as well as the feasibility of developing such production.

Keywords: waste of flutter, flax-grass, waste of primary processing, linen straw, energy saving

Введение

В комплексном бизнес-плане развития льняной отрасли на 2011–2015 годы приводятся веские аргументы, свидетельствующие о значительном отставании нашей республики от других стран в освоении новых, нетрадиционных направлений использования короткого волокна, в то время как его доля в объеме производимого льняного волокна остается неизменно высокой (например, в 2007 году его было произведено 28233 тонны, или 83,4 процента). Короткое льноволокно в нашей стране используется как дешевый материал, а в развитых странах служит сырьем для высококачественной и экологически безопасной продукции. Во всем мире оно находит все большее применение в технических целях, а наша страна экспортирует его в значительных объемах (в 2006 году – 16633 тонны, или 54,8 процента) и, по сути, дотирует зарубежного производителя.

Существующие в республике технологии пока позволяют производить из короткого льноволокна только традиционные виды продукции – технические и тарные ткани, ковровые и трикотажные пряжи, обычные нетканые материалы. Однако востребованность в такой продукции постепенно снижается. С развитием химической промышленности значительно сократился спрос на ткани технического назначения и тарные ткани. Специалисты Оршанского льнокомбината подсчитали: в 1996–2009 годах объемы реализации тканей упаковочных и мешочных сократились в 9 раз, а в 2009 году их было реализовано лишь 74,2 процента от произведенного объема. Производимый комбинатом брезент также вытеснен соответствующей продукцией из синтетических волокон.

Основная часть

В Беларуси углубленной переработкой льноволокна занимаются 7 льнозаводов. Наиболее широкий ассортимент производит ОАО «Поставский льнозавод» – это нетканые материалы, веревка, костробрикет, чесаная лента, масло техническое. ОАО «Воложинский льнокомбинат» хорошо освоило выпуск котонизированного волокна. Для расширения объемов выпуска подоб-

ной продукции государством выделены немалые средства на приобретение для 10 льнозаводов гидравлических прессов для производства брикетов из тресты, а также комплектов оборудования для производства пищевого льняного масла. Эти линии вводятся в эксплуатацию в ОАО «Лидлен» и ОАО «Воложинский льнокомбинат». Проектная мощность каждой линии позволит перерабатывать 1800 тонн семян и получать 600 тонн пищевого льняного масла в год.

Нетканые иглопробивные и иглопрошивные полотна в республике выпускает ЧУП «Бобруйский комбинат нетканых материалов», функционирующий в системе потребительской кооперации. Наряду с другим сырьем это предприятие использует короткое льноволокно № 3, 4, 6. Запланированное здесь к приобретению оборудование позволит выпускать широкий ассортимент продукции, в том числе объемные полотна в сочетании с процессом иглопробивания, востребованные в строительной отрасли для тепло- и звукоизоляции, под стяжку стен, кровлю, в мебельной промышленности (обтяжка блоков и пружин при производстве мягкой мебели, матрасов), в качестве объемного наполнителя, прокладочного материала, в легкой промышленности (в качестве утеплителя для верхней одежды, прокладочных материалов для головных уборов, стелек) и для другого применения.

Безусловно, наша страна может и должна претендовать на более существенную долю мирового рынка не только традиционной, но и альтернативной льняной продукции. Стратегической задачей является внедрение, а при необходимости и разработка новых перспективных технологий углубленной переработки короткого льноволокна для создания новых льносодержащих изделий. Для Беларуси, располагающей отраслями машиностроения, строительства, развитой мебельной промышленностью и возможностями производства льна, нетрадиционные направления использования льнопродукции представляют большой интерес. Это позволило бы существенно расширить внутренний рынок, а в перспективе выйти на мировой рынок и эффективно использовать льняное сырье.

В настоящее время около 60–65 % льняной костры сжигается в котельных льнозаводов, а значительная ее часть остается неиспользованной, скапливается на территориях предприятий и является источником пожароопасности и экологического загрязнения [1–5]. В связи с этим важное значение имеет углубленная переработка отходов в разнообразную продукцию, необходимую для народного хозяйства.

В перспективе лен будет находить применение, как говорят, до последнего остатка. Это доказывает зарубежная практика. Скажем, сейчас внимание потребителей обращено к льняному семени из-за его благотворного влияния на здоровье людей, так как в семени льна содержатся природные лигнины. На рынке продовольственных товаров льняное семя может быть представлено в виде полноценного зерна или льняной продукции – в частности, муки. Эта мука предназначена для использования в хлебобулочной и кондитерской промышленности, а также для реализации населению.

Отходы первичной переработки льна (костра, остатки трепания) отвечают высоким экологическим требованиям при их использовании для получения теплоизоляционных строительных материалов. Костру следует использовать в качестве топлива для выработки тепловой и электрической энергии, удобрения сельскохозяйственных культур, производства строительных изделий. Полученный из костры сорбент пригоден для очистки воды, масел и даже воздуха.

Как известно, на всех льнозаводах имеются котельные, в которых установлены котлы разных марок и производителей. Основным источником топлива является отход переработанной тресты – костра.

Некоторые исследователи считают, что энергетически более выгодна биоконверсия растительной массы не в микробную биомассу, а в этанол (биотопливо) [6, 7]. Имеются автомобильные двигатели, работающие на 95 %-ном этаноле. Несмотря на то, что производство спирта из микроорганизмов целлюлозосодержащего сырья более энергоемко, чем из глюкозы и крахмалосодержащего сырья, в ряде стран это направление считают перспективным [8]. Определенный практический интерес представляет также получение из целлюлозосодержащего сырья органических кислот: уксусной, масляной и других. В литературных источниках [9] имеются данные о возможности использования костры для получения фурфурола, имеющего важное значение для изготовления пластмасс.

Из древесины льна (костры) возможно получение активированных углей, так как у таких сорбентов важную роль играет морфологическая структура исходных растительных продуктов. При этом большое значение в связи с возрастающим объемом потребления энергии имеет создание энергосберегающих технологий [10].

Костра, а также низкосортное короткое волокно по содержанию целлюлозы наиболее пригодны для изготовления целлюлозы и полуцеллюлозы, используемых в производстве бумаги и картона [11–13].

Для получения целлюлозы использовали льняную солому льна-кудряша, льна-долгунца, а также костру. Однако режим по использованию костры для получения волокнистых полуфабрикатов не был основательно отработан. В начале 60-х годов XX в. появились работы [14, 15], в которых описаны результаты исследований использования короткого волокна, остающегося после вытряски костры. Полученный после щелочных варок волокнистый полуфабрикат (целлюлоза) оказался пригодным для химической переработки при получении этилцеллюлозы, карбоксиметилцеллюлозы и высокого качества бумаги. В одном из исследований не предусмотрено использование костры для получения волокнистых полуфабрикатов, в то время как костра составляет 60–70 % от массы перерабатываемого сырья.

Изысканию путей рационального использования отходов льна были посвящены и другие работы [16–18]. Однако технические решения технологий по получению волокнистых полуфабрикатов, позволяющих улучшить качественные характеристики целевого продукта, окончательно не отработаны.

Анализ литературных источников показывает, что накопление способов использования костры обусловлено выращиванием на ней различных микроорганизмов с целью получения кормовых добавок для животных, ценных органических соединений (этилового спирта, органических кислот). Важнейшим направлением использования костры является производство из нее бумаги и картона для изготовления различных изделий. Например, упаковочных тарных ящиков, для чего требуется дальнейшая разработка технологий.

В литературе мало найдено данных по котонизации. Процесс котонизации короткого льняного волокна требует дальнейших исследований из-за его перспективности. При этом должна быть разработана энергосберегающая и ресурсосберегающая технология котонизации волокна, а сам процесс котонизации должен быть выгоден экономически.

Имеются некоторые литературные данные по производству расщепленного волокна (типа ваты), однако основательно процесс не отработан. Нет экономической оценки способа, его экологической безопасности. Нужна и надлежущая разработка технологии для получения такого волокна. Попутно заметим, что одним из перспективных способов получения котонизированного волокна является предварительная обработка низкокачественного короткого льноволокна химическими реагентами, позволяющими разрушать связь между пектиновыми веществами и в результате получать его более качественным, пригодным для изготовления различных ценных изделий.

Как известно, элементарные волокна льна длиннее хлопковых, но линейная плотность элементарных волокон хлопка меньше. Для того чтобы льняное волокно по показателям основных параметров было близко к хлопковому, его следует подвергать процессу котонизации (расщеплению на более мелкое волокно) и получать котонин. При смешивании льняного полотна с хлопковым, вискозой, шерстью и другими компонентами можно изготовить бытовые, костюмные и бельевые ткани с хорошим внешним видом, с повышенной несминаемостью, с сохранением гигиенических свойств льна.

Важным направлением в использовании котонизированного волокна является его применение в производстве мебельной и одежной ваты. В результате этого изделия из льняной ваты будут обладать высокими антистатическими свойствами, достаточной влагоемкостью и воздухопроводимостью. Причем их утилизация не потребует специальных мер, что имеет особое значение с точки зрения экологической безопасности.

Для расширения объемов использования короткого волокна и ассортимента выпускаемой продукции, улучшения ее качества планируется производство пряжи сухим прядением короткого волокна льна.

Производство более качественной пряжи высоких номеров из короткого льняного волокна позволит использовать ее для получения как технического, так и бытового ассортимента продукции (мебельных, декоративных, полотенечных и одежных тканей). Это уменьшит себестоимость таких изделий за счет использования более дешевого короткого волокна.

Для медицинских целей целесообразно использовать натуральные льняные изделия, ткани, вату, нетканое волокно и перевязочные материалы.

Важное значение приобретает производство упаковочной пряжи и технического льняного шпагата, а также теплоизоляционных материалов для строительства зданий экологического назначения (детские сады, школы, санаторно-курортные и оздоровительные сооружения) и получение компонентов взрывчатых веществ на предприятиях. Утеплители обладают высокими звукоизоляционными свойствами, позволяющими их использовать для перекрытий и межкомнатных перегородок.

В Институте НИИСМ был разработан связующий состав, который успешно может быть использован для замены крахмального при получении водостойких теплоизоляционных материалов. Он апробировался для выпуска костровых плит в ПО «Оршастройматериалы». Результаты проведенных работ подтвердили возможность получения теплоизоляционных изделий из льняного волокна и связующего состава.

Существует тенденция к разработке технологий по получению различных изделий из продукции глубокой переработки льна. Так, использование волокон льна в автомобильной промышленности ЕС в 2010 году превысило 100 тысяч тонн [17].

По данным европейских исследователей, обивка салона автомобиля волокнистым материалом позволяет получать микроклимат с соответствующей влажностью, существенно уменьшить уровень шума, поглощать вибрацию, а также улучшить теплоизоляцию. Низкая масса композитов на основе натуральных волокон уменьшает вес частей и массу всей машины, что способствует уменьшению расхода топлива и ограничивает эмиссию выхлопных газов в окружающую среду.

Льняное волокно и его отходы широко используются за рубежом во многих отраслях – в легкой промышленности, машиностроении, оборонной, пищевой, бумажной (взамен древесины) промышленности, в сельском хозяйстве (удобрения, горшочки для рассады), в строительстве (изоляционные и строительные материалы, кровля), в медицине (медицинская одежда, перевязочные материалы, вата, нити и другое), в коммунальном хозяйстве. Основное значение глубокой переработки льна заключается в использовании всего того, что образуется на льнозаводах после получения волокна, для производства полезных продуктов и изделий.

Полимеры натурального происхождения можно использовать как добавку к синтетическим, термопластичным полимерам – полиолифинам, что позволяет получать биологически разлагаемые материалы, перерабатываемые при помощи плавления.

Замена стекловолкна волокнами из льна в полипропиленовых элементах машин позволяет на 30–40 % снизить их массу при неизменных механических свойствах. По эксплуатационным свойствам биологические композиты превосходят материалы, изготовленные с использованием стекловолкна или синтетических нитей, оказывая менее негативное влияние на окружающую среду.

Ковровые или листовые маты формируют на 100 % из натуральных волокон либо в смесях с искусственными (доля натуральных волокон – не более 50 %). Суть изготовления ковровых матов заключается в том, что используется малоценное льняное волокно № 2, модифицированное по длине до размера 60–80 мм, либо однотипное штапельированное волокно до этих же размеров, полученное путем переработки льняной соломы посредством ее разрыва на специальных барабанных машинах.

Изготовление ковровых матов аналогично процессу производства иглопробивного материала. Достоинством этого материала является его растягивание при формовке, а повышение жесткости конечного изделия зависит от толщины исходного материала.

Особое значение должно иметь производство костровых плит. Как показывают наши исследования [19–23], производство костровых плит может быть рентабельным при условии использования в процессе новых малотоксичных смол в качестве связующего состава.

Вывод

Дешевая льняная сырьевая база в сочетании с новыми технологиями, оборудованием, практически неограниченным спросом на продукцию создадут предпосылки для нового бизнеса льноперерабатывающих предприятий, их экономического роста и производственного благополучия.

Литература

1. Карпунин, И. И. Отходы предприятий переработки льна – сырье для получения волокнистых полуфабрикатов, пригодных для получения бумаги и картона / И. И. Карпунин // Тезисы докладов Всесоюзного научно-технического совещания об опыте и проблемах производства бумаги и картона из полуфабрикатов высокого выхода. – Л., 1990. – С. 66–72.
2. Поиск новых направлений использования отходов предприятий первичной переработки лубяных культур: отчет НИИПОЛВ по теме № 881202. – Минск, 1988. – 97 с.
3. Разработать технологический регламент комплексной природоохранной утилизации костры льна, обеспечивающей повышение рентабельности производства на 3–5 %: отчет БелНИИльна № 1292. – Минск, 1992. – 36 с.
4. Провести производственную проверку утилизации отходов льна и определить качественные показатели продукции: отчет БелНИИльна по теме № 2193. – Минск, 1993. – 42 с.
5. Карпунин, И. И. Ресурсосберегающие и экологически состоятельные технологии переработки растительного целлюлозосодержащего сырья ... автореф. дисс. ... д-ра техн. наук / И. И. Карпунин. – Минск, 2004. – 42 с.
6. Бекер, М. Е. Трансформация продуктов фотосинтеза / М. Е. Бекер. – Рига, 1984. – 247 с.
7. Минкевич, И. П. Закономерности внутриклеточного материально-энергетического баланса роста микроорганизмов / И. П. Минкевич, В. К. Ермошин // Успехи современной биологии. – 1976. – № 1. – Т. 82. – С. 103–116.
8. Покровская, С. Ф. О производстве спирта из целлюлозосодержащего сырья / С. Ф. Покровская // Земледелие и растениеводство. – 1980. – № 9. – С. 9–16.
9. Карпунин, И. И. О химическом составе льняной соломы и использовании отходов переработки льна / И. И. Карпунин, П. П. Казакевич, В. Н. Перевозников. – Минск, 2003. – 82 с.
10. Карпунин, И. И. Использование возобновляемых источников сырья для производства энергии / И. И. Карпунин, В. В. Кузьмич, Т. Ф. Балабанова // Энергосбережение – важнейшее условие инновационного развития АПК: материалы Междунар. науч.-техн. конф. – Минск: БГАТУ, 2009.
11. Карпунин, И. И. О получении волокнистого полуфабриката для производства бумаги и картона из отходов предприятия первичной переработки льна / И. И. Карпунин, Л. А. Жидко // Перспективная технология, новая техника и организация труда в первичной обработке льна: сб. тр. – Торжок – Минск, 1989. – С. 47–58.
12. Карпунин, И. И. Отходы переработки льна – ценное сырье для производства бумаги и картона / И. И. Карпунин, П. П. Казакевич // Целлюлоза. Бумага. Картон. – 2007. – № 7. – С. 40–43.
13. Карпунин, И. И. Влияние стадий роста и погодных условий на переработку и химический состав льна / И. И. Карпунин, П. П. Казакевич. – Минск, 2007. – 76 с.
14. Получение целлюлозы из заостренных волокнистых отходов льнозаводов / Ф. Ф. Дербенцов [и др.] // Весці АН БССР. Серыя фіз.-тэхн. навук. – 1960. – № 3. – С. 51–60.
15. Комплексное использование льняной костры / А. И. Скриган [и др.] // Промышленность Белоруссии. – 1962. – № 7. – С. 52–53.
16. Карпунин, И. И. Влияние реакционной способности целлюлозы на ее качество как сырья для производства упаковки применительно к инновационным технологиям / И. И. Карпунин, В. В. Кузьмич, Т. Ф. Балабанова // Вестник БНТУ. – 2011. – № 1. – С. 62–63.
17. Карпунин, И. И. Технологические режимы переработки растительного сырья для производства упаковки / И. И. Карпунин, В. В. Кузьмич, Т. Ф. Балабанова // Вестник БНТУ. – 2011. – № 3. – С. 41–42.
18. Карпунин, И. И. Использование отходов растительного сырья для производства энергии / И. И. Карпунин, В. В. Кузьмич, Т. Ф. Балабанова // Энергетика. – 2011. – № 6. – С. 72–75.
19. Совершенствование технологий производства и переработки льна-долгунца и льна масличного / П. П. Казакевич [и др.]. – Минск: Беларусская наука. – 2016. – 184 с.
20. Способ получения модификатора карбамидоформальдегидной смолы для производства кистроплит: пат. № 12478 РБ, МПК С 08К 9/00; С 08К 11/00; С 07G 1/00 / Н. Г. Винченюк, В. И. Карпунин, В. П. Стасюк, В. А. Лазюк, И. И. Карпунин; заявитель РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – № а20060178; заявл. 2006.03.01; опубл. 2007.10.30 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2009. – № 4. – 8 с.
21. Карпунин, В. И. Отходы льна – ценное сырье для производства тарной упаковки / В. И. Карпунин // Наука образованию, производству, экономике: материалы 14-й Междунар. науч.-техн. конф. – Минск: БНТУ, 2016. – Т. 4. – С. 314–315.
22. Карпунин, В. И. Результаты рентгеноструктурного анализа кистроплит / В. И. Карпунин // Наука образованию, производству, экономике: материалы 14-й Междунар. науч.-техн. конф. – Минск: БНТУ, 2016. – Т. 4. – С. 316.
23. Миккульчик, С. Ю. Компьютерные программы дизайна, применяемые в промышленности Республики Беларусь / С. Ю. Миккульчик, В. И. Карпунин // Информационные технологии в технических и социально-экономических системах: сб. материалов науч.-технич. конф. – Минск: РИВШ, 2016. – С. 146–148.