

**ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ
СОЗДАНИЯ ЦЕНТРА ГЛУБОКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ЛУБЯНЫХ ВОЛОКОН
И СОПУТСТВУЮЩИХ КОМПОНЕНТОВ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ
ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ШИРОКОГО СПЕКТРА
ВЫСОКОРЕНТАБЕЛЬНОЙ ИННОВАЦИОННОЙ ПРОДУКЦИИ***

**FEASIBILITY STUDY FOR CREATION OF BAST FIBERS DEEP PROCESSING
AND RELATED PLANT RAW MATERIALS COMPONENTS CENTER
FOR THE PRODUCTION OF A WIDE RANGE
OF HIGHLY PROFITABLE INNOVATIVE PRODUCTS**

*А.П. МОРЫГАНОВ, Н.С. ДЫМНИКОВА, М.Г. КИСЕЛЕВ, С.А. КОКШАРОВ,
А.Р. ДАНИЛОВ, Ю.М. ТРЕЩАЛИН*

*A.P. MORYGANOV, N.S. DYMNKOVA, M.G. KISELEV, S.A. KOKSHAROV,
A.R. DANILOV, YU.M. TRESHALIN*

**(Институт химии растворов им. Г.А. Крестова РАН, г. Иваново,
ООО "Геопроект",
Ивановский государственный политехнический университет)**

**(Krestov Institute of Solution Chemistry of the Russian Academy of Sciences, Ivanovo,
Geoproject LLC,
Ivanovo State Polytechnical University)**

E-mail: apm@isc-ras.ru

Обоснованы технологическая и технико-экономическая целесообразность создания Центра глубокой переработки лубяных волокон (лен, конопля) и сопутствующих примесей (пектин, лигнин, микрочастицы измельченной костры и льняной пыли) для производства широкой гаммы инновационной текстильной продукции одежного, медицинского и технического направления. Эта продукция будет создана на основе отечественного волокнистого сырья и, благодаря не присущим нативным волокнам извитости, гидрофильности, мягкости, которые приобретаются лубяными волокнами только в результате механохимической модификации, будет иметь как технические, так и экономические преимущества в сравнении с аналогами из импортируемых ныне хлопковых волокон.

The technological and technical and economic feasibility of creating a Center for bast fibers (flax, hemp) deep processing and related impurities (pectin, lignin, microparticles of crushed bonfire and flax dust) for the production of a wide range innovative textile products of clothing, medical and technical directions is substantiated. These products will be created on the basis of domestic fibrous raw materials and, due to the tortuosity, hydrophilicity, softness not inherent in native fibers, which are acquired by bast fibers only as a result of mechanical and chemical modification, will have both technical and economic advantages in comparison with analogues from imported cotton fibers now.

* По материалам пленарного доклада на XXIV Международном научно-техническом форуме "SMARTEX-2021" (Иваново, ИВГПУ, октябрь, 2021 г.).

Ключевые слова: льняное и конопляное волокна, сопутствующие примеси, механохимическая модификация, Центр глубокой переработки, инновационная продукция.

Keywords: flax and hemp fiber, accompanying impurities, mechanochemical modification, Deep processing Center, innovative products.

Суть предлагаемого проекта заключается в организации Центра глубокой переработки лубяных волокон (ЦГПЛ), использующего в качестве сырья лен и техническую коноплю (зеленка). Мощность предлагаемого Центра по сырью – 10 000 тонн в год, причем в результате первого передела будет получено 2500 тонн короткого волокна, 2-го передела – 1500 тонн отбеленного волокна. При этом следует иметь в виду, что по прогнозам специалистов потребность в льноволокне для изготовления тканей, медицинских изделий, объемных утеплителей для строительства в РФ на 2019 г. составила 351,8 тыс.т., в том числе короткого волокна – 175,9 тыс.т.

Общая стоимость проекта – 1,313 млрд. руб.

Параметры отбеленного волокна конопли

Наименование показателей	Образец
Средняя массодлина, мм	30,0-38,0
Средняя линейная плотность, текс	3,5-7,6
Содержание волокон до 15мм, % не более	30
Разрывная нагрузка, сН/текс	10,0-18,0
Скорость погружения, сек	1,2-1,4
Капиллярность, не менее	85 мм
Степень белизны, % не менее	69-72
Пектины, %	0,01
Лигнины, %	1,5 – 2,0
Гемцеллюлоза, %	2,6-3,9
α-целлюлоза, %	90-93
Влажность, % не более	8,0
Реакция водной вытяжки	нейтрал.



Рис. 1

Фотография отбеленного волокна конопли и показатели его свойств представлены на рис. 1. Они полностью соответ-

ствуют показателям аналогов на рынке, что свидетельствует о возможности их применения для создания высококачественной медицинской продукции.

Технологическая схема получения отбеленного волокна механохимическим способом показана на рис.2. Как видно из рис.2, оборудование для этого участка используется в основном отечественное, доказавшее свою работоспособность и надежность на ряде российских предприятий (ООО "ЛенОм", ООО "АПК "Вологодчина" и др.).

Технологическая схема механической очистки волокна

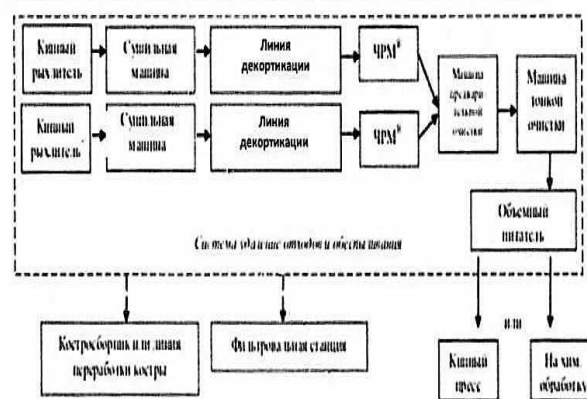


Рис. 2

Перечень технологического оборудования для ЦГПЛ и его стоимость представлены в табл.1, а расчетная удельная себестоимость отбеленного волокна – в табл. 2.

Таблица 1

№ п/п	Наименование	Цена за единицу, тыс. руб.	Количество, ед.	Стоимость без НДС, тыс. руб.
Линия декорткации				163 200
1	Кипящий рыхлитель	12 000	2	24 000
2	Сушильная машина	18 000	2	36 000
3	Линия декорткации	12 000	2	24 000
4	Станция формирования кип	21 500	1	21 500
5	Фильтровальная станция	42 700	1	42 700
6	Котельная для сжигания костры	8000	1	8 000
7	Оборудование пневмотранспорта и аспирации	7000	1	7 000

Линия производства отбеленного волокна				532 243
1	Линия доочистки	40 000	1	40 000
2	Пункт слива и хранения химических реактивов	5000	1	5000
3	Химстанция	125461	1	125 461
4	Линия беления волокна	146 551	1	146 551
5	Сушильная камера с линией разволокнения и хранения	136006	1	136 006
6	Станция формирования кип	21500	1	21500
7	Котельная	8000	1	8000
8	Градирня	10 000	1	10000
9	Станция нейтрализации стоков	16 724	1	16 724
10	Водоподготовка	5000	1	5000
11	ГП	3000	1	3000
12	Складское оборудование	10000	1	10 000
13	Пусконаладочные работы, обучение персонала	5 000	1	5000
ВСЕГО				695 443

Т а б л и ц а 2

Расчетная себестоимость готовой продукции		
Полная себестоимость единицы продукции	Годовые затраты, тыс. руб.	руб/кг
Сырье	70 000	46,67
Химреактивы	30 000	20,00
Вода	2 029	1,35
Газ отопление	3 630	2,42
Газ производство	16 074	10,72
Электроэнергия	29 666	19,78
Стоки	3544	2,36
Оплата труда	60 121	40,08
Текущий ремонт	2 423	1,62
Амортизация	48 458	32,31
Налоги	64	0,04
Итого:	266 010	177,34

Предпосылки для успешной реализации проекта заключаются в следующем.

- Высокая потребность в отбеленном волокне в Европе и России (недостаток хлопка-сырья на отечественном и европейском рынках приводит к увеличению его стоимости; тренд на включение в изделия из нетканого волокна до 20% натуральных волокон приводит к увеличению спроса на льноволокно).

- Потребность в выращивании технической конопли (конопля является хорошим предшественником для сахарной свеклы и пшеницы, что требует ее участия в севообороте).

- Наличие отечественной технологии и опыта отбеливания льноволокна (наличие богатого научно-технологического отечественного потенциала с применением инновационной технологии переработки лубяных культур, что способствует формированию эффективной технологической базы проекта; наличие положительных результатов лабораторного получения отбеленного

волокна конопли, а также отваренного волокна и/или окрашенного, огне-, био- и термостойкого) [1], [2].

- Участие в проекте действующих потребителей отбеленного волокна (так, участие в проекте компании DERUX, Германия, как интегратора проекта, позволяет реально оценивать рынок продукта, требуемое качество и эффективно формировать технологическую цепочку европейским оборудованием; потребность DERUX в отбеленном волокне к 2022 г. составит 5000 т в год).

Большое внимание в проекте уделено использованию отходов основного производства ЦППЛ – микрочастицам льняной пыли размером от 10 до 100 мкм, выделяемым из костры и короткого льноволокна, природным примесям лубяных волокон (лигнины, пектины). Так, анализ результатов испытаний (табл. 3 – средние значения физико-механических характеристик образцов композиционных моноплетей при растяжении) показывает, что при практически одинаковой линейной плотности изго-

товленных образцов монопонитей, внедрение в их состав мельчайших частиц льняной пыли приводит к увеличению прочности на растяжение полученного композиционного материала. Кроме того, следует ожидать

снижения коэффициента теплопроводности композиционных монопонитей по отношению к теплопроводности полипропилена или иным химическим веществам, используемым в текстильной промышленности.

Т а б л и ц а 3

Наименование материала	Средние значения				
	прочность при растяжении, Н/мм ²	прочность при разрыве, Н/мм ²	модуль упругости, Н/мм ²	абсолютное удлинение, мм	относительное удлинение, %
Монопонить: полипропилен – 100 %	4600,63	4692,15	1176,19	12,859	13,1
Композиционная монопонить: полипропилен – 93...95%; льняная пыль – 3...5%.	6502,01	6387,41	1238,09	10,672	11,9
Композиционная монопонить: полипропилен – 90%; льняная пыль – 10%.	6069,1	5886,61	1195,23	10,894	12,1

Другой вариант использования отходов - получение наноструктурированных и композиционных материалов на основе льняной костры. Инновационная продукция включает кормовые добавки и премиксы, обладающие высокой белковосвязывающей способностью, антиоксидантной и антимикробной активностью, а также сорбционных материалов широкого спектра направленности (биоразлагаемые полимерно-неорганические сорбенты и селективносорбционные фильтры для очистки жидких и газовых сред, сорбенты медицинского назначения на текстильной основе, высокочастотные гигиенические средства для поглощения влаги и биологической жидкости).

Возможна и организация производства модифицированных пилет из костры (как для внутреннего использования, так и на экспорт), отличающихся от существующих аналогов полной экологической безопасностью, повышенной теплотворной способностью и уменьшенной зольностью (то есть снижением количества коксового углеродного остатка).

Таким образом, создание Центра глубокой переработки по разработанной документации позволит получить не менее 1500 т в год 1...2 видов нижеуказанной инновационной продукции, и/или требуемое количество еще 5...6 видов перспективного отечественного волокнистого сырья или изделий на его основе, а также обеспечить практически полную переработку в полезную продукцию всех растительных примесей и отходов производства.

Различные варианты инновационной

продукции ЦПЛ из низкономерных конопляных и льняных волокон заключаются в следующем:

1) механохимически модифицированное бесканабидное конопляное волокно природного серого цвета или окрашенное (одновременно с модификацией);

2) механохимически модифицированное низкономерное льноволокно (гигроскопичное, природного серого цвета или окрашенное); позволяет обеспечить вложение в смеску с хлопком 40...70% модифицированного льна;

3) отбеленное высокосорбционное льноволокно и нетканые полотна оригинальных структур (атравматичные, ламинированные, дублированные); льновата с содержанием льна от 50 до 100%;

4) низкоmaterialeмкие огне- и биостойкие ткани технического назначения с содержанием льноволокна 30...50% и более, показатели огне- и термостойкости, значительно превышают требования ГОСТ;

5) отбеленное высокосорбционное конопляное волокно и сорбционные нетканые материалы на его основе, поглощательная способность 10 г/г, время смачивания 5...10 с;

6) модифицированные льноволокна с антимикробной, антигрибковой и/или антивирусной отделками;

7) объемный огне- и биозащищенный льняной или конопляный утеплитель.

В Ы В О Д Ы

1. Предложен проект создания Центра глубокой переработки лубяных культур,

позволяющий производить отечественное модифицированное целлюлозное волокно медицинского, одежного и технического назначения (не менее 1500 т в год).

2. Доказана технико-экономическая эффективность проекта.

3. Представлены различные возможности утилизации всех отходов переработки лубяных волокон и их примесей (лигнины, пектины).

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Морыганов А.П.* Инновационная продукция текстильного, медицинского и технического назначения на основе модифицированного короткого льноволокна // Изв.вузов. Технология текстильной промышленности. – 2017, №1. С. 297...301.

2. *Морыганов А.П.* Отечественное целлюлозное волокно – перспективное сырье для российской тек-

стильной промышленности // Изв.вузов. Технология текстильной промышленности. – 2018, №4. С.44...49.

R E F E R E N C E S

1. Moryganov A.P. Innovative products for textile, medical and technical purposes based on modified short flax fiber // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2017, № 1. P. 297...301.

2. Moryganov A.P. Domestic cellulose fiber is a promising raw material for the Russian textile industry // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2018, № 4. P.44...49.

Статья опубликована по материалам "SMARTEX"-2021. Поступила 03.12.21.