

НОВЫЕ СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ ЛЬНОСОДЕРЖАЩИХ НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ СО СПЕЦИАЛЬНЫМИ СВОЙСТВАМИ

NEW METHODS OF PRODUCING OF NONWOVENS FLAX-CONTAINING MATERIALS WITH SPECIAL PROPERTIES

В статье приведены сведения о новых, внедряемых в настоящее время технологиях глубокой переработки короткого льноволокна и получении на его основе нетканых материалов со специальными свойствами (огне-, био- или огнебиозащитными). С применением данных материалов разработаны инновационные продукты: теплошумоизоляционные огнебиозащищенные дублированные полотна и огнебиозащищенные матрасы, которые могут быть использованы в сфере железнодорожного и другого общественного транспорта, а также больниц, гостиниц и т.д.

Ключевые слова

короткое льноволокно, механическая модификация, биозащита, огнезащита, дублированные материалы, огнебиозащищенные матрасы

The article contains information about the new introducing technologies of deep processing of short flax fiber and obtaining on the basis of non-woven materials with special properties (fire-, bio- or fire-bioproofing). With the use of these materials innovative products: heat-noise insulation fire-bioproofing laminated materials and fire-bioproofing mattresses are developed. It can be used in rail and other public transport, as well as hospitals, hotels, etc.

Keywords

short flax fiber, mechanical modification, bio-protection, fire- proofing, laminated materials, bioproofing mattresses

полульняных тканей, а остальное волокно (так называемое «короткое»), содержащее более 20% копры, идет на производство низкорентабельных технических материалов. В связи с этим многолетние призывы Минсельхоза РФ к увеличению посевов льна оказались бессмысленны: эффективная переработка короткого льноволокна просто отсутствовала, а изделия из длинноволокнистого льна, полученные по традиционной многостадийной и очень энергоемкой технологии, значительно ниже по качеству, чем зарубежные аналоги, и неконкурентоспособны по цене. В результате большинство заводов по первичной переработке льна и льнокомбинатов обанкротились и производство льноволокна в России упало до 40 – 50 тыс. т/год (хотя 100 лет назад его производилось в 12-15 раз больше). В последние месяцы, когда стоимость импортируемого хлопка возросла в 2-3 раза (до 120 тыс. руб. за тонну), освоение технологии производства текстильных изделий из ежегодно возобновляемого отечественного сырья становится первоочередной задачей государства для обеспечения сырьевой независимости.

к.т.н. **П.А. Морыганов**, директор **А.Р. Данилов***,
зам. директора **Э.А. Коломейцева****,
директор **О.В. Сачков*****

Учреждение Российской Академии Наук
Институт химии растворов РАН
ООО «РОСЛАН», г. Иваново *
ООО «АПОТЕКС», г. Иваново **
ООО «НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ», г. Балашиха,
Московская обл. ***
**P. Moryganov, A. Danilov,
E. Kolomejceva, O. Sachkov**
e-mail: poul.m@mail.ru

Проблема глубокой переработки льна возникла потому, что лишь 20 – 30% волокна, полученного из отечественного льна-долгунца, используется для выработки достаточно дорогих чистольняных и

Результаты многочисленных научных исследований специалистов различного профиля (ученых-химиков, технологов, экономистов) позволили выявить, что одним из главных направлений, обеспечивающих снижение себестоимости продукции изо льна и повышение за счет этого рентабельности производства, является глубокая переработка льна в принципиально новый ассортимент изделий [1–3]. В частности, доказана возможность и целесообразность использования короткого льноволокна для изготовления нетканых материалов различной поверхностной плотности (для промышленности, медицины и т.д.). Проведенные экономические расчеты показали, что при комплексном, эффективном применении всех видов льносырья (длинных и коротких волокон, костры), прибыль от реализации продукции значительно возрастает, а рентабельность превышает 30%.

При очевидной мировой тенденции к использованию натуральных волокон для улучшения функциональных, потребительских и экологических свойств нетканых материалов, их применение ограничено высокой стоимостью длинноволокнистого льна или, напротив, низким качеством сравнительно недорогого короткого льноволокна. Опыт работы зарубежных и российских линий котонизации («Laroche», Франция; «Temafa», «Trutzschler», Германия; «Легмашдеталь», Россия) свидетельствует о сложности достижения высокой степени очистки льноволокна от костры за счет их механического разделения на чесальных машинах. Повторное или даже многократное прохождение волокна через чесальное оборудование снижает остаточное содержание костры не более, чем на 1,5 – 2,0%. Однако при каждом проходе наблюдаются значительные потери волокна (выпадение его в угары) и увеличение количества коротких волокон. При этом техническое льняное волокно неизбежно распадается на более мелкие комплексы. С одной стороны, это способствует лучшей очистке от костры, но, с другой стороны, может привести к появлению большого числа коротких волокон, а следовательно, и к значительной их потере в процессах последующих механических обработок на стадии изготовления нетканого материала. Поэтому на первой стадии очень важно не допустить излишнего разволокнения и элементаризации льняных комплексов.

Существующее промышленное оборудование не позволяет получать волокна с заданными геометрическими размерами и требуемыми показателями очистки от сорных примесей. Так, зарубежные и отечественные линии котонизации обеспечивают

высокую степень очистки (до остаточного содержания костры менее 1%) только при получении «хлопкоподобного» волокна со средней массодлиной 24 – 35 мм. Волокно же с большей массодлиной (40 – 65 мм) на линиях котонизации можно изготовить только при неполном, а следовательно, и недостаточном цикле его очистки (остаточное содержание костры 5 – 8%). Кроме того, следует отметить низкую экономичность процессов вследствие достаточно большого количества единиц оборудования в линиях котонизации.

ООО «Рослан» разработана экономичная технологическая схема механической очистки и модификации короткого льноволокна, включающая набор высокопроизводительного (до 1000 кг/час) отечественного и импортного оборудования и позволяющая получать волокно, наиболее соответствующее требованиям, предъявляемым к сырью, направляемому на изготовление нетканых материалов [4].

Следует подчеркнуть, что разработанная технологическая схема механической очистки и модификации льноволокна позволяет перерабатывать не только традиционное сырье лен-долгунец, но и более дешевый лен-межеумок. В сравнении с известными способами котонизации новая технология позволяет в 1,5-3 раза уменьшить число единиц используемого в линии оборудования, занимаемые площади и удельный расход электроэнергии.

На первой модификации такой линии, установленной на заводе первичной льнопереработки (пос. Знаменский Омской обл.), в период с 2007 по 2010 гг. выпущено и реализовано на предприятиях РФ около 1200 т модифицированного льноволокна. В ООО «НПО Алтайский лен» изо льна-межеумка, помимо традиционной продукции – льняного масла, семян и жмыха – осваивается выпуск модифицированного льноволокна Рослан® для производства нетканых материалов технического назначения.

Устойчивость получаемых готовых изделий из механически модифицированных льноволокон к действию микроорганизмов не обеспечивается. Эксплуатация материалов технического назначения предполагает контакт с микроорганизмами, иногда при повышенной влажности и температуре, поэтому необходимость защиты натуральных волокон от биодеструкции является очевидной.

Иммобилизовать антимикробные препараты в процессе или после изготовления нетканого полотна технически сложно, не всегда возможно и требует больших затрат. Так, обрабатывать готовые нетканые полотна методом пропитки можно только при их невысокой поверхностной плотности

(не более 400 – 500 г/м²). Но даже в этом случае из-за деформируемости их структуры нежелательно удалять избыточную влагу механическим отжимом. Поскольку ее содержание на нетканом материале может превышать 200%, то высушивание становится слишком затратным процессом.

Принимая во внимание специфику ассортимента льносодержащих нетканых полотен, способы их производства и применяемое современное оборудование, мы полагаем, что для обеспечения надежной защиты изготавливаемых изделий следует использовать биологически защищенное льняное волокно [5]. На наш взгляд, способ получения такого льняного волокна методом дозированного нанесения реагентов, активных по отношению к микробным культурам (плесневым грибам или почвенной микрофлоре), является наиболее рациональным, экономичным, а главное, пока единственно возможным вариантом изготовления надежно защищенных от действия биодеструкторов льносодержащих нетканых материалов любой поверхностной плотности. Проводимые в ИХР РАН систематические исследования биологической активности известных и вновь синтезированных антимикробных препаратов позволили создать высокоэффективные композиционные составы Комбатекс, которые используются для придания льноволоконным материалам устойчивости к различным видам микрофлоры [6]. Представленные в табл. 1 данные убедительно свидетельствуют о возможности достижения высокой степени защиты льноволокон от биодеструкции методом дозированного нанесения препаратов Комбатекс (№ 5 и № 7), однако в

этом случае необходимо подбирать соотношение компонентов препарата и увеличивать их концентрации по сравнению с содержанием в растворах для жидкостной обработки.

Экономический эффект при применении низкомодульной технологии по сравнению со способом обработки волокна методом пропитки заключается в снижении расхода биоцидного препарата (в 5-6 раз), сокращении энергозатрат на сушку волокна и практически полном исключении промышленных стоков.

Не менее важным свойством материалов технического назначения является огнезащищенность. В Институте химии растворов РАН разработаны и промышленно выпускаются ООО «Апотекс» эффективные и экологически безопасные огнезащитные и огнебиозащитные составы для нетканых льносодержащих материалов, созданные на основе азотсодержащих фосфороганических соединений. Присутствие азота обеспечивает синергизм действия и образование полифосфорных кислот, являющихся дегидратирующими агентами и катализаторами процессов коксования [7]. Результаты использования препарата Тезагран-Н при обработке нетканых полотен различного компонентного состава приведены в табл. 2.

На основании полученных результатов можно сделать выводы о достижении высоких качественных показателей огнебиозащищенности (значительно превышающих требуемые нормативы) льносодержащих материалов.

Как известно, в вагоностроении широкое применение находят нетканые полотна, в частности, при

ТАБЛИЦА 1

Сравнение эффективности различных способов нанесения биоцидных композиций Комбатекс-Д на льняное волокно

№	Концентрация компонентов в рабочем растворе, г/л			Условия нанесения раствора		Расход препарата, г/кг волокна	Показатели, характеризующие процесс биоразрушения льноволокон					
	компонент		Всего				Потеря массы, %	Обрастание плесневыми грибами,* бал.	Наличие специфического запаха			
	А	Б										
1	5	3	8	Пропитка	100%	80 (при жидкостном модуле 10)	2,3	0	-			
2	5	3	8	Аэрозольно	100%	8	6,5	1	-			
3	10	6	16	Аэрозольно	50%	8	9,6	3	±			
4	15	9	24			13	7,2	1	+			
5	20	6	26			13	4,0	0	-			
6	20	12	32	Аэрозольно	25%	8	10,1	3	+			
7	25	20	45			11,2	4,1	0	-			
8	без обработки					16,1	3	+				

ТАБЛИЦА 2

Основные показатели качества огнебиозащитных нетканых материалов на основе льноволокна

Компонентный состав нетканого полотна	Антипирен	Коэффициент устойчивости материала к микробному разрушению, %	Показатели огнезащищенности		
			Кислородный индекс, %	Прожигаемость, сек.	Высота обугленного участка, мм (воздействие пламени – 15 сек.)
70% лен, 30% ПЭФ	– Тезагран-Н	10	18,8	0	горит
70% лен, 30% ПЭФ		97	32	53	48
80% лен, 20% ПЭФ		94	37	57	45
50% лен, 50% ПЭФ		98	33	52	48
100% лен		95	39,7	62	39
Отходы арамидных волокон	Нетканый материал Огнетекс	34	28	36	70
Норматив		не менее 85%	не менее 28%	не менее 40 – 50 сек.	не более 50 мм

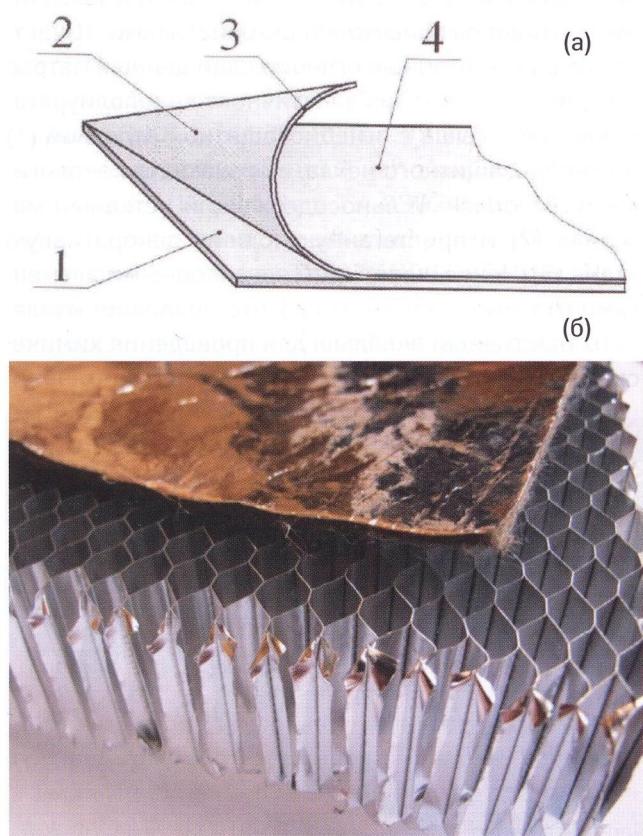


Рис. 1

Конструкция дублированного материала НО-Л-1А:
а - схема, б - фотография материала, размещенного на сотовом заполнителе
2 - подложка из нетканого полотна;
3 - трудногорючий клей;
4 - слой защитного покрытия, нанесенный магнетронным распылением

изготовлении теплошумоизоляционных конструкций, элементов мягкой мебели и т.д. Современные требования к вновь строящимся железнодорожным пассажирским вагонам предусматривают необходимость использования нетканых материалов и изделий на их основе, обладающих высокими эксплуатационными, экологическими и противопожарными характеристиками при относительно низкой стоимости. До последнего времени огнезащищенные изделия из отечественных текстильных материалов для вагоностроения не производились, а некоторые изделия на основе достаточно дорогих материалов из импортных синтетических волокон, например нетканого полотна Огнетекс, имеют неудовлетворительные звукоизоляционные свойства, недостаточный уровень огнезащищенности (см. табл. 2) и, к тому же экологически небезопасны.

С использованием композитной огнезащищенной нетканой подложки на основе льноволокна фирмой «Наукоемкие технологии» разработан многослойный теплошумоизоляционный материал НО-Л-1А, включающий алюминиевую фольгу со слоем защитного покрытия и сотовый заполнитель (рис. 1) [8].

Данные на рис. 2 показывают, что если для материала Огнетекс коэффициент звукоизоляции не превышает 0,15 – 0,35 (рис. 2а), то для материала НО-Л-1А, размещенного на сотовом заполнителе, этот показатель в широком диапазоне частот составляет 0,7 – 0,9 (рис. 2б).

Проведенные в Тверском институте вагоностроения испытания на натурном фрагменте

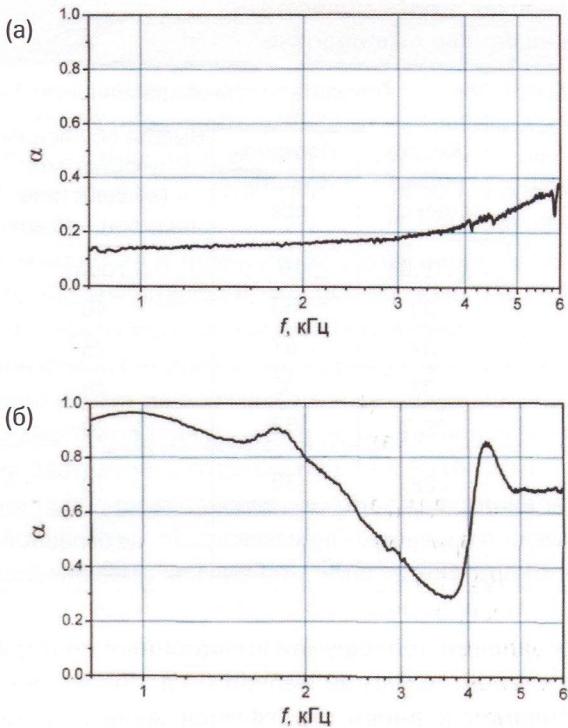


Рис. 2

**Коэффициенты звукопоглощения материала
Огнетекс (а) и НО-Л-1А (б)**

потолка большого коридора вагона модели 61-4440, установленном на специальном приспособлении, позволяющем имитировать его крепление на вагоне и установку на вибростенд, подтвердили значительное преимущество по звукопоглощающей способности дублированных материалов НО-Л-1А в сравнении с Огнетекс [9]. Как видно из табл. 3, разработанные материалы характеризуются высокой огнебиоустойчивостью, низкой гигроскопичностью, радиоэкранирующими свойствами. При этом по экологическим показателям выделяемых при горении газообразных продуктов (объем газа, скорость выделения и токсичность) материал НО-Л-1А в разы превосходит широко применяемые в вагоностроении до последнего времени огнезащитный нетканый материал Огнетекс и стеклоткань теплоустойчивую ТАФ-3, а стоимость его значительно ниже.

На основании комплекса проведенных исследований разработаны технические условия на льносодержащий дублированный теплошумоизоляционный материал НО-Л-1А и его нетканую подложку,

получены санитарно-эпидемиологические заключения, сертификаты пожарной безопасности и соответствие. С 2008 г. по 2010 г. выпущено опытно-промышленных и серийных промышленных партий запатентованных материалов НО-Л-1А, НО-Л-1Б по разработанным ТУ для вагоностроения общим объемом 1,3 млн. м².

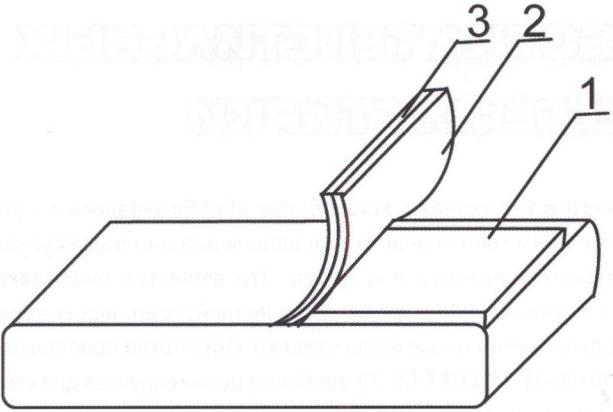
Основываясь на результатах комплексных испытаний и практической эксплуатации материалов льносодержащих огнезащищенных нетканых марок НО-Л-1, НО-Л-1А, НО-Л-1Б, Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по железнодорожному транспорту рекомендовало их к использованию в пассажирских вагонах [10].

С использованием полученных огнебиозащищенных текстильных и полимерных материалов разработаны новые технологические и конструкторские решения по созданию элементов мягкой мебели для вагоностроения, отличающихся высокими противопожарными характеристиками. В частности, разработанный огнебиозащищенный матрас (см. рис. 3) состоит из эластичного пенополиуретанового вкладыша с огнебиозащитной отделкой (1) и огнебиозащитного чехла, включающего экологически безопасный льносодержащий нетканый материал (2) и пристеганную к нему декоративную ткань (3). Чехол выполняется с запорными элементами (молния, липучки и т.д.), что позволяет извлекать эластичный вкладыш для проведения химической чистки матраса.

ТАБЛИЦА 3

Основные показатели огнебиозащищенных, теплошумоизоляционных и радиоэкранирующих композиционных льносодержащих материалов

Наименование	Норма для марки	
	НО-Л-1 (нетканая подложка)	НО-Л-1 А
Ширина, см	35-250	65-250
Толщина, мм	1,5-4,0	1,5-4,0
Поверхностная плотность, г/м ²	150-350	170-420
Кислородный индекс, %	36-38	37-39
Стойкость к прожиганию, с	80-210	250-350
Коэффициент биоустойчивости, %	94	98
Гигроскопичность, %, не более	15	10
Группа горючести	Трудногорючие	
Ослабление электромагнитного излучения, Дб	0	50
Коэффициент дымообразования, м ² /кг, не более	500	500



**Рис. 3
Конструкция огнебиозащищенного матраса**

На разработанный матрас с огнебиозащитными свойствами получен патент РФ на полезную модель [11], а все его элементы выпускаются по соответствующей нормативно-технической документации, утвержденной в установленном порядке. Для огнезащитного чехла – ткань «Тик огнезащищенный» марки ТО-ХЛ-1 (по ТУ 8310-009-77518115-07) и материал огнезащищенный нетканый иглопробивной НО-Л-1/160-2,5 (по ТУ 8397-006-77518115-07), а для эластичного вкладыша – поролон огнебиозащищенный (по ТУ 2254-001-63435638-10). Разработанные матрасы и встроенные матрасы-вкладыши включены в перечень съемного мягкого инвентаря для пассажирских вагонов [12].

Промышленное производство огнебиозащищенных матрасов осуществляется ООО «Наукоемкие технологии» с 2010 г.

Проведенные в 2010 г. в Тверском институте вагоностроения огневые испытания двухэтажного пассажирского вагона модели 61-4465, построенного с использованием представленных в данной статье материалов, подтвердили высокую эффективность использования огнезащищенных материалов в элементах мягкой мебели, при этом время безопасного пребывания пассажиров в вагоне составило 12 мин, при утвержденном нормативе времени эвакуации в 10 мин.

Таким образом, использование новых теплошумоизоляционных композиционных льносодержащих материалов и матрасов позволяет обеспечить требования противопожарной и санитарно-гигиенической безопасности, а также заменить комплектующие для вагоностроения из импортных материалов на отечественные.

Литература

1. Живетин В.В., Рыжов А.И., Гинзбург Л.Н. Моловлен (модифицированное волокно льна) – М.: РосЗИТЛП, 2000. 205 с.
2. Артемов А.В., Брыкин А.В., Шумаев В.А. Инновационное развитие легкой промышленности. Монография – Н. Новгород: Университетская книга, 2007.
3. Коньков П.А., Морыганов А.П., Стокозенко В.Г., Захаров А.Г. Глубокая переработка льна в России: исторические аспекты и перспективы // Текстильная промышленность, 2010, №1, с. 36 – 41.
4. Пат. №2347861 РФ. / Данилов А.Р. и др. Способ очистки льняного волокна. Опубл. 27.02.2009, Бюл. №6
5. Пат. №2350700 РФ. / Галашина В.Н. и др. Способ обработки льняного волокна. Опубл. 27.03.2009, Бюл. №9.
6. Галашина В.Н., Морыганов П.А., Кузнецов О.Ю. Биозащита льносодержащих нетканых материалов технического назначения // Текстильная промышленность. Научный альманах, 2008, №3. с. 40 – 44.
7. Морыганов А.П., Коломейцева Э.А., Сачков О.В., Сиротов Н.Г. Разработка и применение новых препаратов для огнезащитной и полифункциональной отделок технических тканей. // Текстильная промышленность. Научный альманах, 2007, №8, с. 22 – 24.
8. Пат. на полезную модель №83525 РФ / Сачков О.В. и др. Защитный трудногорючий экран. Опубл. 10.06.2009, Бюл. №16.
9. Сачков О.В., Чистобородов Г.И. Исследование звукоизоляционных свойств новых дублированных материалов на основе нетканого полотна // Известия вузов. Технология текстильной промышленности, 2010, №5, с. 66 – 71.
10. Руководство по санитарно-гигиенической оценке полимерсодержащих конструкционных и отделочных материалов, предназначенных для применения в пассажирских вагонах локомотивной тяги. / Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по железнодорожному транспорту. ФГУП ВНИИЖГ Роспотребнадзора. Москва, 2010.
11. Пат. на полезную модель №101625 РФ. Сачков О.В. и др. Матрас. Опубл. 27.01.2011, Бюл. №3.
12. Конструкционные и отделочные материалы, прошедшие гигиенические испытания и разрешенные к применению в пассажирском вагоностроении. Руководство. / ФГУП ВНИИЖГ Роспотребнадзора. Москва, 2010. Выпуск 4.