

5. ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВОЛН КРУЧЕНИЯ ВДОЛЬ ДВИЖУЩЕЙСЯ НИТИ КОНЕЧНОЙ ДЛИНЫ // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. Рахимбердиев М.Р. [и др.]. 2023. 10(115). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/16085> (дата обращения: 06.09.2024).

6. Махкамова, Ш. Ф. Сравнительный анализ качества волокна в прядомых волоконистых отходах прядильного производства // Universum: технические науки. – 2023. – № 5–4 (110). – С. 59–62.

7. Севостьянов, А. Г. Методы и средства исследования механико-технологических процессов текстильной промышленности., Учебник., – М; МГТУ, 2007. – 648 с.

8. Абакумова, И. В., Тибенко Т.А., Сухова Т.Н. Обработка данных средствами Excel: учебно-методическое пособие / Амурский гос.ун-т – Благовещенск, 2006. – 68 с.

УДК 677.022

## Разработка технологии льносодержащей пряжи для коврового производства

**Плавская Л.К., гл. спец.,  
Силич Т.В., к.т.н., гл. спец.,  
Яцко Т.И., инж.-техн. 2 кат.**

РУП «Центр научных исследований легкой промышленности»,  
г. Минск,  
Республика Беларусь

*Реферат.* В статье описана разработанная для хлопкопрядильного производства технология получения смешанной ковровой пряжи с содержанием 60 % льноволокна. В производстве ковров в качестве уточной нити используется низкономерная пряжа из джутового волокна, хлопчатобумажная или хлопкополиэфирная, при этом джутовая пряжа и хлопковое волокно являются импортруемыми видами сырья. На основе ряда теоретических и экспериментальных исследований установлена возможность частичного замещения данных видов сырья льносодержащей пряжей из отечественного короткого льна. С этой целью разработана технология, позволяющая получить по кардной системе прядения хлопка кольцевым способом льнохлопковую пряжу линейной плотности 250 текс (62,5 текс х 4) и льнополиэфирную пряжу линейной плотности 354 текс (59,0 текс х 6). В качестве исходного сырья для пряжи использовано короткое льняное волокно № 4, дополнительно подготовленное к процессу котонизации по разработанному способу, что обеспечило получение чесальной ленты с показателями качества, необходимыми для увеличения в пряже массовой доли льна, повышение

*степени очистки и расщепленности льна. Разработанные и оптимизированные параметры заправки оборудования по переходам производства пряжи обеспечили достижение заданных свойств пряжи. С использованием полученной низкономерной льносодержащей пряжи в качестве уточной нити получены образцы тканых ковров. Обрывность пряжи в процессе ткачества не наблюдалась, отмечены мягкость и эластичность ковровых изделий. Установлено, что при использовании в утке льнополиэфирной пряжи повысилась прочность закрепления ворсового пучка. Разработанная технология изготовления ковровой льнохлопковой и льнополиэфирной пряжи большой линейной плотности с вложением 60 % льняных волокон с дополнительной их подготовкой к процессу котонизации применима в хлопкопрядильном производстве. Пряжа может использоваться в качестве уточной при изготовлении тканых ковровых изделий на отечественных предприятиях.*

*Ключевые слова:* короткий лён, котонизированный, волокно, пряжа, уток, ковёр.

На отечественных предприятиях, выпускающих ковровые изделия, в качестве уточной нити в тканых коврах используется пряжа большой линейной плотности из джутового волокна, хлопчатобумажная или хлопкополиэфирная. Джут зарекомендовал себя как экологичный и износостойкий натуральный материал, который в процессе эксплуатации хорошо предохраняет ковер от деформаций. Хлопчатобумажная пряжа также является экологичным натуральным сырьем, но достаточную износостойкость коврам не обеспечивает, и потому предпочтение чаще всего отдается хлопкополиэфирной пряже, которая придает коврам требуемую прочность и устойчивость к износу за счет полиэфирных волокон.

В Республике Беларусь джутовая пряжа не производится, как и хлопковое волокно для получения хлопчатобумажной пряжи она приобретается предприятиями по импорту за валютные средства. Из всего перечисленного выше и используемого в ковроткачестве сырья только полиэфирные волокна производятся белорусским химическим предприятием – ОАО «Могилевхимволокно». Альтернативой джутовой и хлопчатобумажной пряже в производстве ковровых изделий может выступать льносодержащая пряжа из отечественного короткого льна, при условии разработки технологического процесса ее производства с максимально возможной степенью очистки льняного волокна от костры и сорных примесей и придания готовой пряже необходимых физико-механических свойств и качественных показателей. Разработка такой технологии обеспечит не только расширение объемов потребления короткого льняного волокна, но и частичное импортозамещение хлопкового

волокна и джутовой пряжи для коврового производства.

Степень очистки и расщепленность льняного волокна напрямую влияют на его процентное содержание в пряже. В настоящее время массовая доля котонизированного льняного волокна в ткацкой пряже, промышленно выпускаемой отечественными предприятиями по кардной системе прядения хлопка на кольцепрядильных машинах, не превышает 50 %, а в смешанной пряже малой и средней линейной плотности содержится не более 25–30 % льна [1, 2]. Однако для коврового производства была поставлена цель увеличить массовую долю льна. С технологической и технической точки зрения такая возможность существует, и одним из путей является дополнительная подготовка короткого льна к последующим технологическим операциям.

Разработанные ранее технологии биоотварки и отбеливания котонизированного льноволокна, эффективно используемые сегодня в отечественном хлопкопрядильном производстве, позволяют повысить чистоту, расщепленность и мягкость волокна и в итоге получить ткацкую и трикотажную пряжу с повышенным содержанием льна в широком диапазоне линейных плотностей [2, 3]. Однако такая подготовка льна после котонизации нецелесообразна при получении ковровой пряжи, поскольку пряжа приобретает излишнюю мягкость, менее износоустойчива при повышенных нагрузках, которым подвергаются ковровые изделия, и дороже по стоимости. Для разработки технологии получения точной ковровой пряжи с содержанием не менее 60 % льна требуется иной подход к подготовке льноволокна к использованию в технологическом процессе.

В ходе ряда теоретических и экспериментальных исследований было установлено, что необходима дополнительная подготовка короткого льняного волокна к процессу котонизации, что впоследствии обеспечит получение чесальной ленты с требуемыми показателями качества. Такая дополнительная подготовка представляет собой увлажнение короткого льна методом разбрызгивания раствора с содержанием щелочного реагента и последующую отлежку волокна в течение 24 часов при температуре 22–24 °С. Данное техническое решение было реализовано при разработке технологии получения льнохлопковой и льнополиэфирной ковровой пряжи с содержанием 60 % льноволокна.

Линейная плотность используемой в ковроткачестве крученой пряжи для утка по информации ОАО «Витебские ковры» находится в диапазоне от 250 до 590 текс. Предприятием используются для производства тканых ковров джутовая пряжа 280 текс, 360 текс, 420 текс и 560 текс, хлопчатобумажная пряжа 254 текс и хлопкополиэфирная 591 текс. С учетом назначения льносодержащей пряжи и предъявляемых к ней требований был разработан технологический процесс, позволяющий получить по кардной системе прядения хлопка кольцевым способом следующие виды пряжи:

- 1) пряжа сырьевого состава: лён/хлопок 60/40 линейной плотности 250 текс (структура пряжи 62,5 текс × 4);
- 2) пряжа сырьевого состава: лён/ПЭ 60/40 линейной плотности 354 текс (структура пряжи 59,0 текс × 6).

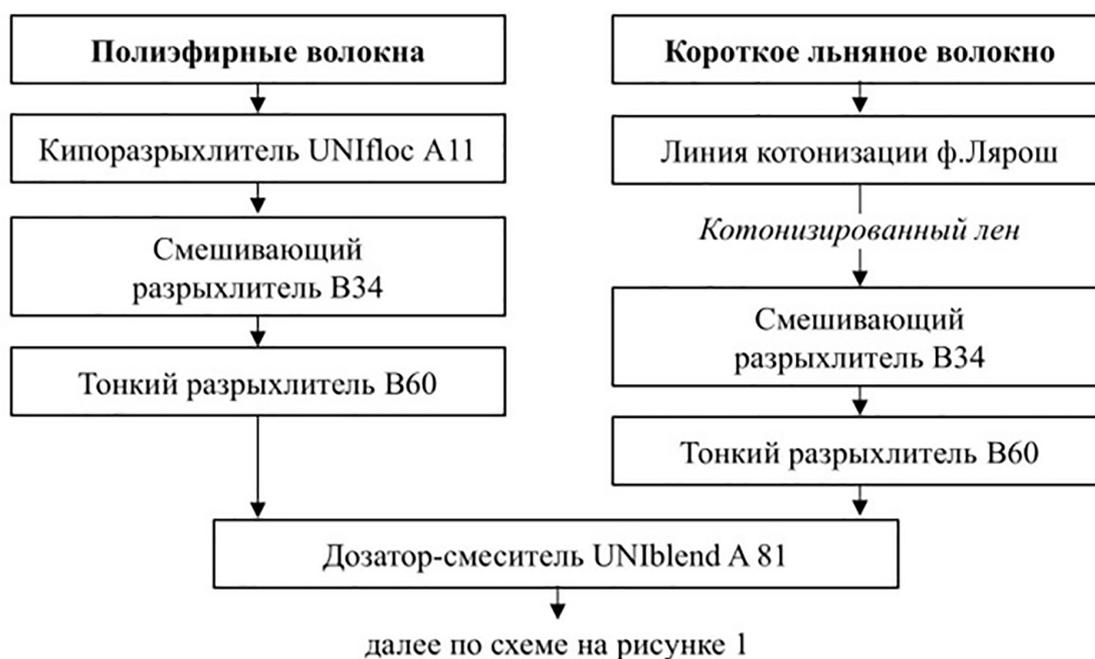
В качестве исходного сырья были выбраны короткое льняное волокно № 4, средне-

волокнистый хлопок 4 тип, I сорт, класс хороший и полиэфирные (ПЭ) волокна линейной плотности 0,17 текс круглого профиля сечения.

Для спроектированных сырьевых составов уточной пряжи указанных линейных плотностей была определена последовательность технологических переходов и необходимая для этого цепочка технологического оборудования, которая представлена на рисунках 1 и 2. После смешивающей машины (дозатора-смесителя) обе эти схемы идентичны. Перечисленное в схеме оборудование установлено в ОАО «Гронитекс» (г. Гродно), где проводились опытно-технологические работы по получению ковровой льносодержащей пряжи с апробацией разработанного технологического процесса.



**Рисунок 1 – Схема цепочки технологического оборудования**



**Рисунок 2 – Схема цепочки технологического оборудования для получения одиночной льнополиэфирной ковровой пряжи**

Подготовка волокон к смешиванию проводилась отдельно, при этом короткое льняное волокно перед котонизацией было подвергнуто дополнительной обработке, указанной выше. Сравнительный анализ показал, что полученная в результате чесальная лента с содержанием 60 % котонизированного льняного волокна образует на 2–2,5 % больше отходов в виде костры и сорных примесей, чем аналогичные чесальные ленты с массовой долей льна 40–50 %, что в совокупности с другими показателями качества свидетельствует о более глубокой степени очистки льняного компонента смеси и большей расщепленности комплексных волокон.

На всех технологических переходах получения полуфабрикатов для одиночной пряжи обоих сырьевых составов проводилась экспериментальная оптимизация заправочных параметров оборудования для обеспечения стабильности протекания процессов, достижения заданных технологических характеристик и показателей качества. На ленточных машинах II перехода линейную плотность выходящей ленты потребовалось увеличить до 5000 ктекс, чтобы впоследствии обеспечить необходимую по технологическому процессу линейную плотность ровницы и пряжи.

В таблице 1 приведены значения оптимизированных параметров заправки оборудования. Полученная в итоге одиночная пряжа льнохлопковая 62,5 текс и льнополиэфирная 59,0 текс по физико-механическим свойствам отвечает предъявляемым требованиям. Оценка качественных показателей пряжи осуществлялась на приборе Covatest. Обобщенный анализ полученных данных свидетельствует, что одиночная льносодержащая пряжа

с вложением 60 % волокон льна обладает достаточной прочностью при незначительной величине крутки и равномерна по структуре и свойствам.

После перематывания одиночной пряжи процесс получения крученой пряжи проводился с подбором наиболее рациональных заправочных параметров работы тростильной машины TW-2D и крутильной машины Sirius 251-B/BF. Трошение пряжи осуществлялось в два этапа: по 2 одиночные стренги с последующим их трощением между собой: в общей сложности для льнохлопковой в 4 сложения, для льнополиэфирной в 6 сложений.

**Таблица 1 – Оптимизированные заправочные параметры технологического оборудования для получения полуфабрикатов и пряжи**

№ п/п	Наименование заправочного параметра	Значение параметра	
		при получении льнохлопковой пряжи	при получении льнополиэфирной пряжи
1	2	3	4
<b>Чесальная машина С-70</b>			
1	Линейная плотность выходящей ленты, ктекс ( $Nm$ )	5,917 (0,169)	
2	Частота вращения приемного барабана, мин <sup>-1</sup>	1600	
3	Частота вращения главного барабана, мин <sup>-1</sup>	700	
4	Скорость движения шляпок, м/мин	0,30	
<b>Ленточная машина I перехода SB-D45</b>			
5	Линейная плотность выходящей ленты, ктекс ( $Nm$ )	4,17 (0,240)	5,000 (0,200)
6	Разводка, мм: в предварительной зоне вытягивания в главной зоне вытягивания	47	48
		40	42
7	Вытяжка общая	5,48	4,58
8	Вытяжка в предварительной зоне вытягивания	1,3	
9	Число сложений	4	
<b>Ленточная машина II перехода RSB-D50</b>			
10	Линейная плотность выходящей ленты, ктекс ( $Nm$ )	5,000 (0,200)	5,000 (0,200)
11	Разводка, мм: в предварительной зоне вытягивания в главной зоне вытягивания	43	50,0
		38	44,0
12	Вытяжка общая	4,78	5,83
13	Вытяжка в предварительной зоне вытягивания	1,3	1,01
14	Число сложений	4	6

## Окончание таблицы 1

1	2	3	4
<b>Ровничная машина Zinser FL 668</b>			
15	Линейная плотность ровницы, текс ( $Nm$ )	909,1 (1,1)	1000 (1,0)
16	Общая вытяжка	5,5	4,97
17	Предварительная вытяжка	1,3	1,3
18	Основная вытяжка	4,2	3,8
19	Крутка, кр./м	63	50
20	Разводка, мм: в предварительной зоне вытягивания в главной зоне вытягивания		65 48,5
<b>Кольцепрядильная машина G35</b>			
21	Линейная плотность пряжи, текс ( $Nm$ )	62,5	59,0
22	Вытяжка общая (заправочная)	16,40	18,1
	Вытяжка: в предварительной зоне вытягивания в главной зоне вытягивания	1,09 15,05	1,14 15,9
23	Крутка, кр./м	620	600
24	Номер бегунка	140	140
25	Число оборотов веретен, мин <sup>-1</sup>	8000	9500

В таблице 2 представлены результаты испытания физико-механических свойств и качественных показателей крученой льнохлопковой пряжи результирующей линейной плотности 254 текс и льнополиэфирной пряжи результирующей линейной плотности 360 текс. Полученные данные свидетельствуют о том, что изготовленная по разработанному технологическому процессу по кардной системе прядения хлопка кольцевым способом пряжа, с вложением 60 % волокон льна, обладает физико-механическими показателями и качественными характеристиками, подтверждающими возможность ее переработки в ковровом производстве в качестве уточной нити тканых ковров.

Комплексная оценка свойств полученной низкономерной льносодержащей пряжи проводилась на ковроткацком станке модели Alpha 360 ф. Schönerг при получении образцов тканых ковровых изделий с разрезным ворсом. Льносодержащая пряжа апробировалась как альтернатива джутовой и хлопчатобумажной пряже, применяемой в качестве уточной пряжи.

В качестве основных нитей использовались следующие сырьевые компоненты:

- ворсовая основа – нить ПП «Хит-сет» линейной плотности 200 текс и нить ПЭ усадочная линейной плотности 135 текс;
- настилочная основа – нить текстурированная ПЭ линейной плотности 24 текс × 4;
- коренная основа – нить текстурированная ПЭ линейной плотности 24 текс × 3.

**Таблица 2 – Физико-механические показатели льносодержащей ковровой крученой пряжи**

№ п/п	Наименование показателя	Значение показателя	
		для пряжи 62,5 текс × 4 (котолен/хлопок 60/40)	для пряжи 59 текс × 6 (котолен/ПЭ 60/40)
1	Номинальная результирующая линейная плотность, текс ( $Nm$ )	254 (3,94)	360 (2,78)
2	Фактическая результирующая линейная плотность, текс ( $Nm$ )	249 (4,02)	366 (2,73)
3	Кондиционная результирующая линейная плотность, текс ( $Nm$ )	257 (3,89)	368 (2,72)
4	Отклонение кондиционной линейной плотности от номинальной, %	+1,2	+2,2
5	Разрывная нагрузка, сН	2398	5685
6	Относительная разрывная нагрузка, сН/текс	9,6	15,5
7	Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %	8,9	4,4
8	Коэффициент крутки	26,5	30,6
9	Крутка, кр./м	168	160
10	Коэффициент укрутки	0,942	0,945
11	Показатель качества	1,08	3,52

Были получены 2 образца ковровых изделий с заправкой в качестве уточной нити в одном случае льнохлопковой пряжи, во втором – льнополиэфирной пряжи. При наработке образцов проводилась регулировка заправочных параметров ткацкого станка – плотности по утку и скоростных параметров – с учетом свойств перерабатываемой пряжи. Обрывность уточной нити в процессе ткачества не наблюдалась, что свидетельствует о достаточных прочностных характеристиках льносодержащей пряжи. Органолептически отмечены мягкость и эластичность полученных образцов ковровых изделий. По результатам испытаний установлено, что за счет использования в утке льнополиэфирной пряжи повысилась прочность закрепления ворсового пучка, которая составила 12145 мН в сравнении с 8020 мН при заправке джутовой пряжи, при этом поверхностная плотность готового коврового изделия практически не изменилась при одинаковом значении заправочной плотности по утку 527 нитей на 10 см. Изготовленные образцы ковровых изделий соответствуют требованиям ГОСТ 28415-89 «Покрытия и изделия ковровые тканые машинного способа производства. Общие технические условия» и ТР ТС 017/2011 «О безопасности продукции легкой промышленности».

В целом с учетом результатов всех проведенных исследований и экспериментальных работ, производственной апробации полученной пряжи в ковроткачестве можно сде-

лать вывод, что разработанный технологический процесс изготовления льнохлопковой и льнополиэфирной пряжи с вложением 60 % льняных волокон со специальной их подготовкой к котонизации применим в хлопкопрядильном производстве. Пряжа большой линейной плотности, полученная с целью частичного импортозамещения джутовой пряжи и хлопкового волокна, может использоваться для изготовления тканых ковровых изделий на отечественных предприятиях.

#### Список использованных источников

1. Разработать и освоить новые технологии биоподготовки короткого льна и его переработки в инновационную текстильную и трикотажную продукцию : отчет о НИОТР (заключ.) / РУП «Центр научных исследований легкой промышленности» ; рук. Л.К. Плавская. – Минск, 2017. – 293 с. – № ГР 20163136.
2. Разработать технологии получения и переработки новых видов смешанной пряжи, в том числе с использованием льна и современных химических волокон : отчет о НИОТР (заключ.) / РУП «Центр научных исследований легкой промышленности» ; рук. Л.К. Плавская. – Минск, 2020. – 442 с. – № ГР 20180373.
3. Создать технологические процессы и освоить выпуск пряжи, в том числе с применением новых способов формирования, для текстильной продукции на основе химических и льняных волокон с новыми свойствами : о НИОТР (заключ.) / РУП «Центр научных исследований легкой промышленности» ; рук. Л.К. Плавская. – Минск, 2022. – 321 с. – № ГР 20200526.

UDC 678

## Experimental Investigation of Impacted Composite Plates

**Ezenwankwo J.U., Ing.,  
Petrikova I., Prof.,  
Zak J., PhD**

Technical University of Liberec,  
Liberec, Czech Republic

*Abstract. This paper presents an experiment and simulation of the impact strength of fibre-reinforced polymer composite, comparing glass and rayon fibre. The results showed more response with fibre type than with fibre orientation. Rayon-fibre composite showed more brittleness than glassfibre composite. The impact velocity was set at 8m/s to obtain a thorough break of the material by the impactor. The DIN-ISO-6603-2 and the ASTM-D3763-10E-1 standards were compared. Critical mechanical properties in impact such as total energy (J), puncture energy (J), puncture deflection (mm), energy to maximum force (J), deflection at maximum force (mm) and total energy up to 5 % of highest force and peak energy were evaluated. The plots were obtained and compared. Experimental*