

УДК 677.021.15/.022-951
DOI 10.47367/0021-3497_2025_1_130

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ВЫРАБОТКИ ПРЯЖИ
ИЗ НЕПРЕССОВАННОГО ВОЛОКНА**

STUDY OF THE POSSIBILITY OF PRODUCING YARN FROM UNPRESSED FIBERS

*Б.А. ПАЛУАНОВ¹, А.П. ПИРМАТОВ², И. ТУРМАНОВ¹,
Ш.Ф. МАХКАМОВА², Б.Т. КОЖАМЕТОВ¹*

*B.A. PALUANOV¹, A.P. PIRMATOV², I. TURMANOV¹,
SH.F. MAKHKAMOVA², B.T. KOJAMETOV¹*

¹Каракалпакский государственный университетим. Бердаха, Республика Узбекистан,
²Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, Республика Узбекистан)

(¹Karakalpak State University, Republic Uzbekistan,
²Tashkent Institute of Textile and Light Industry, Republic Uzbekistan)

E-mail: baxa_1717@inbox.ru; a.pirmatov@mail.ttyesi.uz; k_batir@karsu.uz; shoira-0218@mail.ru

В статье рассматривается вопрос совершенствования технологии производства пряжи, ориентированной на хлопково-текстильные кластеры. Цель исследования – минимизация повреждений волокон для получения пряжи высокого качества за счет оптимизации технологического процесса. Предлагаемый авторами метод включает последовательные этапы: сушка хлопка-сырца, очистка, джинирование, волокноочистка, упаковка волокна, подача упакованного волокна, очистка и смешивание, формирование волокнистого слоя, чесание, подготовка ленты, формирование ровницы и, наконец, формирование пряжи. Ключевое отличие метода заключается в исключении из существующей технологической линии таких операций, как прессование и кипоразрыхление. Внедрение процесса упаковки волокна в специальные формы с низкой плотностью укладки минимизирует механическое воздействие на волокна, что позволяет существенно снизить их повреждения и улучшить качество конечной продукции.

The article considers the issue of improving the technology of yarn production aimed at cotton-textile clusters. The purpose of the study is to minimize fiber damage to obtain high-quality yarn by optimizing the technological process. The method proposed by the authors includes the following successive stages: drying raw cotton, cleaning, ginning, fiber cleaning, fiber packaging, feeding the packaged fiber, cleaning and mixing, forming a fibrous layer, carding, preparing the sliver,

forming a roving, and, finally, forming yarn. The key difference of the method is the exclusion of such operations as pressing and bale opening from the existing technological line. The introduction of the fiber packaging process in special forms with a low packing density minimizes the mechanical impact on the fibers, which allows to significantly reduce their damage and improve the quality of the final product.

Ключевые слова: хлопково-текстильные кластеры, хлопковое волокно, повреждения волокон, прессование, малоплотное положение волокон, компактное прядение.

Keywords: cotton-textile clusters, cotton fiber, fiber damage, pressing, lowdensity fiber position, compact spinning.

Хлопковая промышленность играет важную роль в текстильной индустрии. В последние годы в Узбекистане активно внедряется модель хлопково-текстильных кластеров, которая охватывает полный цикл производства – от выращивания хлопка до производства готовой текстильной продукции. Данная инициатива направлена на интеграцию сельскохозяйственного и промышленного секторов, что позволяет более рационально использовать ресурсы и повышать добавленную стоимость.

Основные цели создания кластеров: обеспечение высокой степени переработки хлопка внутри страны, повышение качества и конкурентоспособности текстильной продукции, снижение издержек за счет оптимизации логистики и технологических процессов, создание новых рабочих мест и развитие сельских территорий. Такая модель способствует развитию экспорта и укреплению позиций Узбекистана на мировом текстильном рынке.

Однако в хлопково-текстильных кластерах существующие технологии производства готовой продукции из хлопка-сырца не соответствуют современным требованиям. Одной из серьезных проблем хлопково-текстильных кластеров Узбекистана является практика хранения волокна в бунтах, которая используется с 1970 года [5]. Так как переработка хлопка-сырца осуществляется сезонно, длительное хранение в бунтах негативно сказывается на качестве волокна. Под воздействием осадков хлопок-сырец подвергается увлажнению, что увеличивает вероятность гниения

и загрязнения волокна и приводит к потере качества сырья. При длительном хранении в больших бунтах волокна сминаются и уплотняются, что затрудняет их дальнейшую переработку и увеличивает количество отходов.

Еще одной важной проблемой является этап прессования волокна. Высокое давление при прессовании вызывает повреждение волокон, что отрицательно сказывается на их прочностных характеристиках. При прессовании волокна сильно уплотняются, что ухудшает равномерность их распределения в процессе прядения. Для разрыхления прессованных волокон требуется больше энергии и времени, а это увеличивает себестоимость производства.

Решением указанных проблем является переход на мягкую упаковку волокон при низкой плотности, что исключает прессование и минимизирует повреждения. Такой подход обеспечивает более высокое качество готовой продукции, снижает издержки и увеличивает рентабельность производства.

Хлопок-сырец, собранный машинным способом и упакованный в рулоны, поступает непосредственно на переработку без хранения в бунтах [1]. При этом снижение затрат на переработку, транспортировку и хранение хлопкового волокна является ключевой задачей. На сегодняшний день в республике перерабатывается 100% хлопкового волокна, а приоритетом становится производство готовой продукции [2].

Районирование и выращивание сортов хлопка, рекомендованных для регионов,

где расположены хлопково-текстильные кластеры, подчеркивают необходимость обеспечения эффективного использования сырья в процессе прядения, повышения равномерности распределения волокон в исходном сырье и конечной продукции.

Исследование возможностей эффективного смешивания хлопкового волокна ограниченного числа марок в процессе прядения направлено на улучшение качества пряжи. Результаты теоретических и практических экспериментов свидетельствуют о возможности внедрения инновационной технологии прядения хлопчатобумажной пряжи, основанной на сокращении этапов первичной обработки и прядения хлопка [3, 4].

Целью данного исследования является минимизация повреждений волокон и получение пряжи высокого качества за счет совершенствования методов переработки и исключения процессов, наносящих наибольший вред волокну.

Традиционные методы первичной обработки хлопка-сырца, включающие этап прессования волокна, характеризуются высокой степенью повреждения волокон. В результате многократного воздействия механических сил структура волокна значительно нарушается, что приводит к ухудшению качества пряжи [6].

Анализ технологических процессов переработки хлопкового волокна различной длины выявил их несоответствие современным требованиям. Для повышения качества хлопкового волокна особое внимание уделяется минимизации повреждений, возникающих на этапах первичной обработки. Кроме того, традиционные процессы отличаются высокой энергоемкостью и требуют значительных затрат на техническое обслуживание [7].

На этапе разрыхления прессованных хлопковых кип в автоматических разрыхлительных машинах волокна подвергаются многократным механическим воздействиям, что увеличивает их повреждаемость. Исследования подтверждают ухудшение качества волокна при высоком давлении, характерном для процессов прессования [8]. Например, при давлении 12...16 МПа

прочность волокна существенно снижается, а при 28...32 МПа повреждения достигают критического уровня [9]. Это подтверждает необходимость пересмотра традиционных подходов к переработке волокна.

Известные технологические линии переработки хлопка-сырца включают этапы сушки, очистки, джинирования, волоконной очистки и прессования волокна в кипы [10]. Основным недостатком таких линий является прессование волокна до плотности 500...600 кг/м³, что создает давление 820...920 Н/см², близкое к критическому для волокна. Это приводит к склеиванию волокон, ухудшению их равномерности и снижению качества пряжи.

Современные подходы предлагают исключить этапы прессования и разрыхления, что сократит механические повреждения. Для улучшения качества используются технологии, предусматривающие мягкую упаковку волокна с низкой плотностью. Это позволяет снизить нагрузку на волокно и улучшить равномерность его распределения.

Кроме того, известные способы переработки включают смешивание компонентов волокна перед джинированием и дальнейшую обработку, такую как формирование холста, ленты и ровницы [11].

Однако ограниченные возможности смешивания и сложности при переработке прессованного волокна не позволяют достичь стабильного качества. Аналогичные проблемы возникают при традиционных процессах кипоразрыхления, где склеенные волокна повреждаются при расслоении [12]. Таким образом, задача совершенствования технологии первичной обработки и прядения состоит в исключении этапов, приводящих к повреждению волокон, таких как прессование и кипоразрыхление, что способствует получению высококачественной пряжи и снижению отходов. Исследование направлено на внедрение в технологический процесс производства пряжи операций, минимизирующих механическое воздействие на волокна и, следовательно, снижающих их повреждения. Одним из ключевых этапов является про-

цесс упаковки волокна в специальные формы с низкой плотностью укладки. Такое решение позволяет уменьшить механические воздействия, возникающие при транспортировке и последующей подаче волокна, практически исключая дополнительные повреждения.

Для реализации указанного способа в технологическую линию было включено устройство подачи волокна из упаковочных форм с минимальным воздействием на структуру волокон.

Технологическая схема производства пряжи включает последовательные этапы: сушка хлопка-сырца, очистка хлопка-сырца, джинирование, волоконоочистка, упаковка волокна в формы с низкой плотностью, подача упакованного волокна, очистка и смешивание, чесание, приготовление ленты (вытягивание, сложение), формирование ровницы (вытягивание, кручение, намотка), формирование пряжи (вытягивание, кручение, намотка).

Данный способ позволяет оптимизировать технологический процесс, исключив этапы, связанные с прессованием и кипоразрыхлением. Для подтверждения его эффективности проведены исследования и практические эксперименты в условиях

прядильного цеха с использованием разрыхлительно-очистительного агрегата и технологических машин кольцепрядильной линии.

Исследования проводились в двух вариантах:

контрольный вариант из прессованных в кипы волокон хлопка 5-го типа селекционного сорта “Султон” – полуфабрикат и пряжа вырабатываются по действующей технологии;

опытный вариант из волокон 5-го типа селекционного сорта “Султон”, упакованных без прессования (специально упакованное волокно объемом 1800 мм×3000 мм, массой 1,5 тонны), – полуфабрикат и пряжа вырабатывались по технологии, в которой не использовался процесс разрыхления.

Экспериментальные исследования проводились по нормативам, установленным в производственных условиях. Полуфабрикат и пряжа N 32 вырабатывались по фабричному плану прядения на одном и том же технологическом оборудовании и на одних и тех же прядильных веретенах последовательно. Свойства хлопкового волокна, использованного для двух вариантов, оценены в системе Uster® HVI 1000 (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Название показателей и единицы измерения	Контрольный вариант (волокно, прессованное в кипы)	Опытный вариант (волокно без прессования)
Тип	5	5
Показатель микронейра (Mic)	4,83	4,58
Средняя длина (Len), дюйм	1,084	1,158
Равномерность по длине (Unf),%	81,7	83,4
Удельная разрывная нагрузка (Str), гс/текс	30,5	30,0
Удлинение при разрыве (Elon), %	7,4	7,8
Коэффициент отражения света (Rd),%	79,3	80,4
Степень желтизны волокна (b+)	8,8	7,8
Количество примесей (Count), штук	27	23
Индекс коротких волокон (SFI)	9,6	6,9
Индекс прядильной способности волокна (SCI)	130,8	136,9

В контрольном и опытном вариантах выход оборотов, отходов, полуфабрикатов и пряжи в каждом технологическом процессе определялся по утвержденным методам. Отмечено, что выход полуфабрикатов, выработанных по технологии без применения процесса разрыхления волокон (опытный

вариант), увеличился на 1,52 % по сравнению с действующей технологией (контрольный вариант). Норма выхода пряжи составила 86,89% в контрольном варианте и 88,45% в опытном варианте, то есть наблюдалось увеличение выхода пряжи на 1,56% (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

№	Наименование показателей	Контрольный вариант	Опытный вариант
1.	Выход чесальной ленты, %	89,17	90,00
2.	Выход ленты I перехода, %	88,72	90,44
3.	Выход ленты II перехода, %	88,27	89,88
4.	Выход ровницы, %	87,54	89,06
5.	Выход пряжи, %	86,89	88,45
	Всего отходов, %	13,11	11,55

Для оценки показателей качества и засоренности полуфабрикатов и пряжи использовалось современное лабораторное оборудование фирмы Uster. Качество полуфабрикатов оценивалось путем тестирования чесаной ленты и ровницы на USTER TESTER 5-S400. Содержание пороков в лентах определялось на приборе USTER AFIS PRO 2. Неровнота пряжи всех вариантов по сечению и пороки ее внешнего вида определены на приборе USTER TESTER 5-S400, прочностные показатели пряжи – на USTER TENSO-RAPID 5.

Результаты, полученные при тестировании полуфабрикатов и пряжи, оценивались путем сравнения с нормами НТД и по Uster Statistics 2023. Установлено, что в опытном варианте по сравнению с контрольным наблюдается улучшение показателей качества волокна, уменьшение не-

ровноты полуфабрикатов, повышение качества пряжи и относительно низкий выход отходов.

Установлено, что показатели неровноты пряжи опытного варианта лучше по сравнению с показателями пряжи контрольного варианта (табл. 3).

Качество пряжи, которое характеризуется разрывной нагрузкой, неровнотой по разрывной нагрузке, внутренней неровнотой по сечению, оказывает влияние на стабильность прядения и обрывность пряжи. Обрыв происходит в сечении продукта, в котором разрывная нагрузка оказывается меньше натяжения. Разрывная нагрузка в сечении обрыва пряжи снижается при уменьшении числа волокон в сечении до 0,6п...0,8п. Увеличение внутренней неровноты пряжи приводит к увеличению числа обрывающихся сечений.

Т а б л и ц а 3

Варианты	Английский номер пряжи №	Um%	CVm%	CVm%, 1m	CVm%, 3m	Thin/km-50%	Thick/km +50%	Neps/km+200%	Крутка, кр/м	Удельная разрывная нагрузка, сN/tex	Ворсистость, Н
Контрольный	32	11,98	15,25	4,35	3,22	9	224	344	877	15,75	4,90
Опытный	32	11,61	14,82	4,21	3,28	3	263	286	878	16,20	3,76

Сравнивая контрольный и опытный варианты (табл. 3), видим, что количество тонких мест в сечении пряжи (-50% толщины) в опытном варианте уменьшилось с 9 до 3, квадратическая неровнота по сечению снизилась с 15,25 до 14,82, прочность выросла на 2,8%, при этом возросла равномерность по разрывной нагрузке. Установлено, что ворсистость опытной пряжи на 23,26% меньше, чем у пряжи контрольного варианта.

ВЫВОДЫ

Разработан способ получения пряжи, который отличается от традиционной технологии подготовки пряжи тем, что хлопковое волокно упаковывается с малой плотностью без прессования и в процессе прядения передается на очистительно-смесительный агрегат. При этом способе нет необходимости в кипоразрыхлительных машинах, уменьшаются механические

повреждения волокон и вырабатывается высококачественная пряжа, а также более эффективно протекают процессы очистки, смешивания и чесания.

На основании результатов практических экспериментов установлено, что разработанный способ производства пряжи обеспечивает улучшенные количественные и качественные показатели по сравнению с традиционной технологией.

ЛИТЕРАТУРА

1. Палуанов Б.А., Юсупалиева У.Н., Рахматуллин Ф.Ф. Сравнительный анализ пряжи, полученной из непрессованных и прессованных хлопковых волокон // *Universum: технические науки*. 2023. №. 5-4 (110).С. 63...67.
2. Aralbaevich P.B. et al. Changes of cotton fiber properties in the ginning and automatic bale opener // *European Chemical Bulletin*. 2022. Т. 11. No. 1. Pp. 4...7.
3. Bagwan A.S.A., Jadhav K. Card setting: a factor for controlling sliver quality and yarn // *Journal of Textile Science & Engineering*. 2016. Т. 6. №. 2.С. 1...3.
4. Палуанов Б.А., Пирматов А. П., Саидходжаева Ш.Н. Организация комбинированной технологии прядения в текстильных кластерах // *Youth, science, education: topical issues, achievements and innovations*. Prague, Czech, 14.09.2022 (Session 1, Part 4) DOI: 10.5281/zenodo.7078542
5. <https://www.ers.usda.gov/topics/crops/cotton-and-wool/cotton-sector-at-a-glance/>
6. Палуанов Б.А. и др. Анализ характеристик технологических процессов хлопко-текстильного кластера // *Universum: технические науки*. 2024.Т. 4. №. 3 (120).С. 5...8.
7. Paluanov B.A., Pirmatov A.P., Tulaganova M.V. Analysis of product of yield in yarn spinning from raw materials of different densities // *Innovative development in the global science*, Boston, USA, Vol. 1. №7 (2022).P. 17...20.
8. Пат. РУз ФАП 02065. Прядильная линия из семенного хлопка.
9. Мухтаров Ж.Р., Кулметов М., Пирматов А. Анализ выпрямления и параллельности волокон в ленте // *Текстильный журнал Узбекистана*. 2019. Т. 1.
10. Согласованная технология предварительной обработки хлопка, ПДН-70-2017 / АО «Научный центр хлопковой промышленности». Ташкент, 2017.С. 16...35.
11. Пат. РУз ИАП 05961. Способ переработки хлопка-сырца.

12. Matismailov S.L., G'ofurov Q.G', Pirmatov A., Jumaniyazov Q. Xom-ashyoni yigirishga tayyorlash. Darslik. Yangi nashr. Toshkent-2018. 82-bet.

REFERENCES

1. Paluanov B.A., Yusupalieva U.N., Raxmatullin F.F. Comparative analysis of yarn produced from unpressured and pressed cotton fibers // *Scientific journal "Universum: technical sciences"*. 2023. №. 5-4 (110).С. 63...67.
2. Aralbaevich P.B. and others. Changes in the properties of cotton fiber in a cotton gin and bale opening machine // *European Chemical Bulletin*. 2022. Т. 11. No. 1. P. 4...7.
3. Bagwan A.S.A., Jadhav K. Map setting: factor of ribbon and yarn quality control // *Journal of Textile Science and Technology*. 2016. Т. 6. No. 2. Pp. 1...3.
4. Paluanov B.A., Pirmatov A.P., Saidkhodzhaeva Sh.N. Organization of combined spinning technology in textile clusters // *Youth, science, education: topical issues, achievements and innovations*. Prague, Czech, 14.09.2022 (Session 1, Part 4) DOI: 10.5281/zenodo.7078542
5. <https://www.ers.usda.gov/topics/crops/cotton-and-wool/cotton-sector-at-a-glance/>
6. Paluanov B.A. et al. Analysis of characteristics of technological processes of the cotton-textile cluster // *Universum: technical sciences*. 2024. Т. 4. No. 3 (120). P. 5...8.
7. Paluanov B.A., Pirmatov A.P., Tulaganova M.V. Analysis of the output of the product when using yarn with different density // *Innovative development in human science*, Boston, SShA, Vol. 1. No. 7 (2022). P. 17...20.
8. Patent of the Republic of Uzbekistan FAP 02065. Spinning line from seed cotton.
9. Mukhtarov Zh.R., Kulmetov M., Pirmatov A. Analysis of straightening and parallelism of fibers in tape // *Textile Journal of Uzbekistan*. 2019. Vol. 1.
10. Coordinated technology of cotton preliminary processing, PDN-70-2017 / "Cotton industry scientific center" JSC. Tashkent, 2017. Pp. 16..35.
11. Patent of the Republic of Uzbekistan IP 05961. Method of processing cotton-seeds.
12. Matismailov S.L., Gafurov K.G., Pirmatov A., Dzhumaniyazov K. Preparing homashi for spinning. Textbook. New release. Tashkent-2018. P. 82.

Рекомендована кафедрой технологии промышленности Каракалпакского государственного университета им. Бердаха. Поступила 26.06.24.