

*Кадникова Ольга Юрьевна
Алтынбаева Гульнара Кенесаровна
Айдарханов Арман Маратович
Торетаев Медет Омирзахович*

ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ ПЕРЕРАБОТКИ ПОВТОРНО ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ПРЯЖИ

Аннотация: в работе дана оценка возможности использования предлагаемого вспомогательного оборудования для переработки отходов швейно-трикотажного производства и реализации технологии переработки повторно используемой пряжки, включающей роспуск бракованного полуфабриката, намотку нити на бобину с одновременным пропариванием и обработкой эмульсией, для улучшения свойств повторно используемой пряжки. Работа посвящена исследованию физико-механических свойств пряжки повторного использования с целью получения качественных изделий. Рассмотрен вопрос обеспечения эксплуатационной надежности разработанного вспомогательного оборудования для переработки отходов швейно-трикотажного производства.

Ключевые слова: отходы производства, безотходная технология, вспомогательное оборудование для переработки отходов пряжки, физико-механические свойства пряжки, эксплуатационная надежность.

Abstract: this paper investigates the possibility for using the proposed auxiliary equipment for processing the waste in sewing as well as knitting production and implementation of technology of reused yarn recycling, including using back winding of defective semi-finished products, spooling the thread with its simultaneous steaming and processing with emulsion to improve the properties of reused yarn. The main purpose of this article is to study the physical and mechanical properties of reused yarn in order to obtain high-quality products. The issue of ensuring the operational reliability of the developed auxiliary equipment for processing the waste in sewing and knitting production is considered.

Keywords: *waste production, waste-free technology, auxiliary equipment for yarn waste processing, physical and mechanical properties of yarn, operational reliability.*

В связи с высокой стоимостью сырья, которое составляет значительную долю в общем объеме материальных затрат в производстве трикотажных изделий, возникает необходимость экономического подхода к его использованию и разработке новых малоотходных технологий. Разработка безотходной технологии является актуальной темой для полноценного использования первичного сырья, снижения себестоимости продукции, повышения рентабельности производства.

Во время вязания трикотажных полотен на вязальных машинах текстильная нить претерпевает воздействие всевозможных усилий, что зачастую влечет ее обрыв, а следовательно, ухудшается качество пряжи. Некачественная пряжа отрицательно сказывается не только на сортности продукции, но и ведет к увеличению количества брака в производстве и отходов производства. Количество брака в среднем за год составляет 20%, что отражается на показателях работы предприятия.

Рассматривая зависимость процесса вязания от различных факторов, выявлены основные причины нарушения его стабильной работы: нестабильная подача нити, петлеобразование и оттяжка во время вязания; неровнота линейной плотности пряжи; неравномерность натяжения нити; значительная глубина кулирования; неравномерность усилия оттяжки; трение, крутка, электризуемость и влажность пряжи.

Установлена зависимость обрывности нити в технологических процессах производства от ее неравномерности по линейной плотности, которая влияет на прочностные свойства готовых изделий (при деформации растяжение), на устойчивость к истиранию, на блеск и др. Чтобы получить равномерную петельную структуру и стабильную поверхностную плотность трикотажного полотна необходима пряжа высокого качества, эти требования особенно необходимы при применении повторно используемой пряжи.

При выполнении научной работы использовался комплексный метод исследований, включающий анализ и научное обобщение научно-технической информации, теоретические исследования, методы математического моделирования, конструкторские разработки и статистический анализ.

Исследования проводились по ГОСТ 8845–66 «Определение качества текстильных нитей и пряжи», ГОСТ 8845–68 «Исследования физико-механических свойств трикотажных полотен».

Для решения исследуемой проблемы разработано вспомогательное оборудование для переработки отходов швейно-трикотажного производства (рис. 1), состоящее из устройства для роспуска деталей (срывов) верхнего трикотажа и устройства для снятия извитости повторно используемой пряжи [1, с 141].

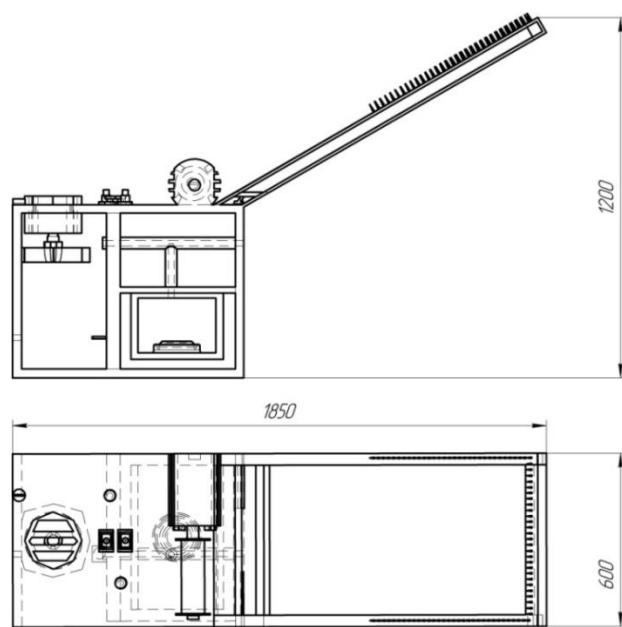


Рис. 1. Общий вид машины

Основные узлы предлагаемого вспомогательного оборудования для переработки отходов швейно-трикотажного производства: станина, механизм привода, устройство для роспуска деталей изделий, механизм подачи нити, устройство для пропаривания и сушки (снятия извитости), механизм для улучшения структуры нити [2, с. 412].

Технологическое оборудование выполняет роспуск деталей изделий (срывов) верхнего трикотажа и устраниет извитость нити в процессе воздействия на нее водяного пара с последующей сушкой.

С трикотажного полотна (сryва трикотажа), установленного на раме 1 (рисунок 2), нить сматывается, проходя через нитепроводник 2, два натяжных приспособления 3, контрольно-очистительное приспособление 4. Проходя через камеру 5, нить подвергается влажно-тепловой обработке и сушке, и наматывается на бобину 6.

Таким образом, под воздействием высокой температуры и влажности первоначальные свойства повторно используемой нити меняются. Однако на поверхности пряжи образуются торчащие кончики одиночных волокон или петли, образованные отдельными волокнами (появляется ворсистость), и нить теряет свою эластичность.

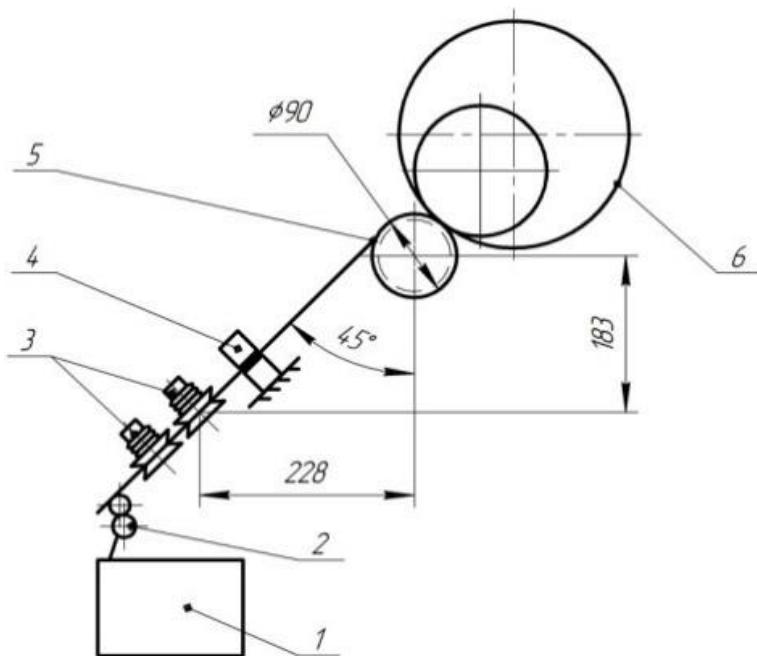


Рис. 2. Схема машины для переработки отходов трикотажа

Для снижения пушистости снятия застеклованного состояния обработанной нити, придания ей эластичности перед намоткой на бобину нить промасливают. Совмещение в одной машине роспуска деталей изделий (срывов) верхнего трикотажа с влажно-тепловой обработкой полуфабриката и с промасливанием

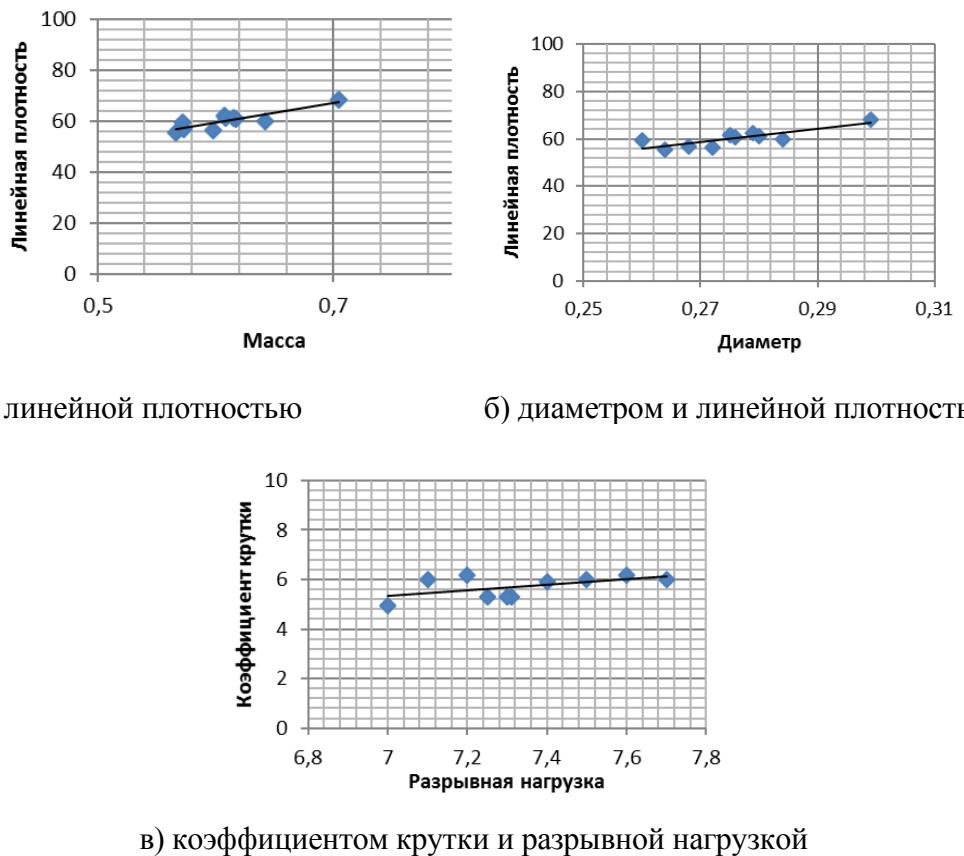
нити позволит обеспечить качественную переработку брачного трикотажного полотна без его перенавешивания и переукладки с одной машины на другую [3].

Для исследований были отобраны образцы длиной по 10 м из 10 партий повторно используемой пряжи, полученной на вспомогательной машине и не использованной пряжи этой же партии. Отобранные образцы подверглись измерению их массы, диаметра, линейной плотности, относительной разрывной нагрузки, коэффициента крутки и влажности. С помощью корреляционного анализа найдены зависимости между показателями до и после обработки пряжи. Повторно использованную пряжу обрабатывали водяным паром и путем промасливания специальной эмульсией. После чего были получены соответствующие линейные регрессионные модели.

Неравномерность волокон по их свойствам, нестабильность процессов производства пряжи и другие причины вызывают неровноту продуктов прядения по толщине, прочности и другим свойствам. Источники неровноты имеются на всем протяжении технологического процесса получения пряжи – от выбора сырья и составления смески до прядильной машины. Следовательно, неровнота по толщине во многих случаях является определяющим при оценке качества пряжи. Кроме того, неровнота по толщине является первопричиной неравномерности других показателей: разрывной нагрузки, удлинения при разрыве, крутки и т. д. Из-за неровноты продуктов прядения увеличивается обрывность и, следовательно, снижается производительность оборудования, ухудшаются свойства и внешний вид трикотажа.

Методы теории корреляции предназначены для изучения стохастической (вероятностной) зависимости между случайными величинами. Вероятностная связь между случайными величинами предполагает, что одна из них реагирует на изменение другой путем изменения параметров или характера своего закона распределения. Примером такой зависимости может служить связь между отдельными показателями качества трикотажных нитей [4, с. 36].

Взаимосвязь между исследуемыми показателями приведена на рис. 3.



в) коэффициентом крутки и разрывной нагрузкой

Рис. 3. Взаимосвязь между показателями

Значения коэффициентов корреляции указывают на сильную связь между рассматриваемыми показателями. Скручивание обеспечивает связь между элементами нити. Увеличение сил тангенциального сопротивления волокон, происходящее в результате уплотнения массы волокон при скручивании, позволяет получить пряжу из волокон сравнительно небольшой длины. При этом прочность пряжи и другие свойства зависят от степени (интенсивности) скрученности. Укрупнка нити тем больше, чем больше величина крутки и толщина нити, и тем меньше, чем большему натяжению подвергается нить в процессе кручения.

При пологой крутке нить получается менее прочной, но более мягкой, при высокой крутке – прочной и жесткой. При действии радиальных напряжений, возникающих в процессе скручивания, волокна сжимаются плотнее, диаметр нити уменьшается, трение между волокнами растет, увеличивается длина запрятывания волокон и вместе с этим повышается прочность пряжи. Увеличение коэффициента крутки и угла кручения повышает прочность пряжи до

определенного предела (критическая крутка). Дальнейшее скручивание приводит к падению прочности нити вследствие перенапряжения растянутых круткой волокон. Разрывная нагрузка пряжи увеличивается с повышением крутки. Положительное влияние крутки на прочность заключается в увеличении сил трения между волокнами при скручивании до значений, превышающих прочность волокон, и равномерности пряжи за счет того, что утоненные ее места больше скручиваются, чем утолщенные.

Аналогично были определены взаимосвязи между показателями после обработки образцов водяным паром и промасливанием и построены их линейные регрессионные модели. Результаты сведены в табл. 1.

Таблица 1
Взаимосвязь между исследуемыми показателями
после обработки паром и эмульсией

	После обработки паром	После обработки эмульсией
Взаимосвязь между коэффициентом крутки и разрывной нагрузкой		
Уравнение регрессии	$y = 2,925 + 1,097x$	$y = 19,743 - 0,514x$
Коэффициент корреляции	0,279	-0,288
Коэффициент детерминации, %	7,78	10,11
Взаимосвязь между разрывной нагрузкой и влажностью		
Уравнение регрессии	$y = - 20,306 + 2,203x$	$y = 17,98 - 0,507x$
Коэффициент корреляции	0,412	-0,125
Коэффициент детерминации, %	16,97	1,56
Взаимосвязь между коэффициентом крутки и влажностью		
Уравнение регрессии	$y = - 47,495 + 4,459x$	$y = - 1,681 + 1,135x$
Коэффициент корреляции	0,834	0,157
Коэффициент детерминации, %	69,56	2,46

Анализ результатов показал, что значения, полученные после обработки водяным паром, выше и связь между показателями более тесная, чем после обработки промасливанием. Коэффициент регрессии при переменной X при обработке водяным паром во всех трех случаях выше и имеет положительное значение, чем при обработке промасливанием.

Достоверность научных положений подтверждается сходимостью результатов математического моделирования с фактическим анализом результатов экспериментов.

Доказано, что физико-механические свойства шерстяного волокна в значительной степени зависят от количества влаги, адсорбированной шерсти. Действия межмолекулярных сил сцепления, а также сил притяжения активных центров вдоль главных цепей, придающих им спиральную форму, наиболее полно проявляются при отсутствии влаги. Максимальную прочность и минимальное удлинение шерстяное волокно имеет в абсолютно сухом состоянии. Межмолекулярные и внутримолекулярные силы сцепления, если им не мешает присутствие молекул воды, с большей мощностью препятствуют действию деформирующих сил. Происходит гидратация этих групп, в результате чего ослабляется действие взаимных сил притяжения.

Снижение прочности и увеличение удлинения при растяжении шерстяного волокна зависит от количества адсорбированной влаги. Абсолютно сухое волокно редко удается растянуть больше, чем на 20–25%, тогда как в воде или в атмосфере, насыщенной водяными парами при обычной температуре, можно достичь растяжения около 70% первоначальной длины. На рисунке 4 представлены кривые растяжения шерстяных волокон при их различном влагосодержании.

Исследования показали, что разрывная прочность шерсти в воде уменьшается на 10%, разрывное удлинение увеличивается приблизительно в 1,5 раза. Действие влаги оказывает огромное влияние на скорость протекания релаксационных процессов при деформациях. Если растянутое шерстяное волокно абсолютно сухое, то оно не обнаруживает никакого стремления к обратному сокращению (не считая истинного упругого сокращения), то есть время релаксации высокоэластичной деформации настолько велико, что практически необратимо.

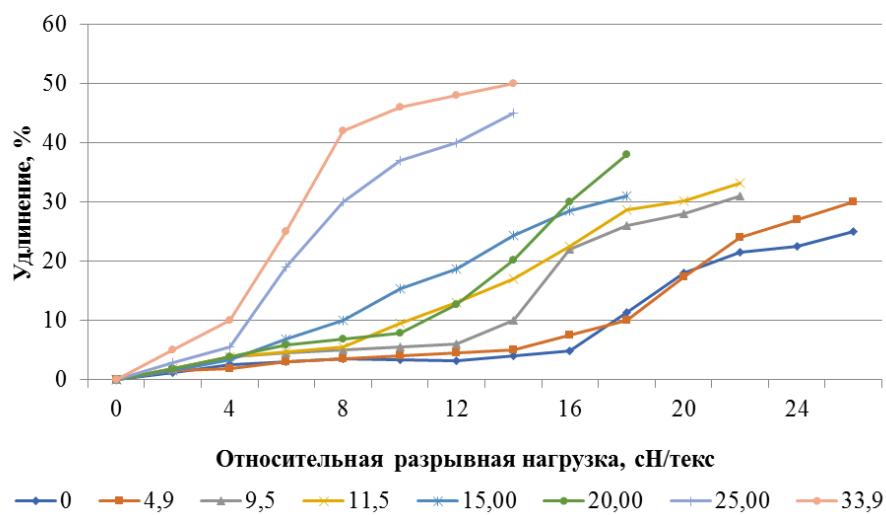


Рис. 4. Кривая растяжения шерстяных волокон

при их различном влагосодержании

Релаксация деформации при нормальных атмосферных условиях протекает значительно быстрее, но все же очень медленно. Скорость сокращения растянутого волокна закономерно возрастает по мере увеличения относительной влажности среды.

При определении поверхностной плотности согласно ГОСТ 8845–66 было отобрано по 10 образцов трикотажных полотен, провязанных на машинах 8 класса типа ПВК переплетением кулирная гладь из чистошерстяной и смешанной пряжи линейной плотности 31 текс·2·2, до ВТО и после ВТО и процесса сушки по пропариваю, т.е. в сушильном устройстве, и с последующим промасливанием пряжи эмульсией. Поверхностную плотность определяли согласно ГОСТ-8845-68.

Полученные данные были подвержены математической обработке и сведены в табл. 2.

Из таблицы видно, что поверхностная плотность глади из чистошерстяной пряжи после ВТО уменьшилась по сравнению с фактической на 8,5 гр – 3,3% и приблизилась к стандартным значениям, после сушки снизилась на 5,2 гр и отклонилась от стандартного значения на 11 грамм – 2,7%.

Таблица 2

Поверхностная плотность полотна до ВТО и после ВТО

Пряжа	Линейная плотность пряжи, текс	Средние значения	Отклонения, допускаемые стандартом	Коэффициент вариации
До ВТО Шерстяная	31 текс·2·2	372,6	7,88	2,11%
После ВТО Шерстяная	31 текс·2·2	364,2	7,76	2,03
До ВТО Смешанная	31 текс·2·2	366,6	8,14	2,22
После ВТО Смешанная	31 текс·2·2	342,3	5,19	1,51

В табл. 3 приведена характеристика исследуемых полотен.

Таблица 3
Характеристика полотен с машин 8 класса типа ПВК

Заправочные данные		Количество петель на 5 см				Поверхностная плотность, г/м ²	
		по горизонтали		по вертикали		по норме	допускаемые отклонения
Кулирная гладь	шерстяная пряжа	31·2·2	26	± 2	37	± 2	365
	смешанная пряжа	31·2·2	26	± 2	37	± 2	360
до ВТО							
Кулирная гладь	шерстяная пряжа	31·2·2	28	-	39		372,5
	смешанная пряжа	31·2·2	27	-	38		366,6
после ВТО							
Кулирная гладь	шерстяная пряжа	31·2·2	28	-	38		364
	смешанная пряжа	31·2·2	27	-	37		342,3:
после сушки							
Кулирная гладь	шерстяная пряжа	31·2·2	27	-	38		354,2
	смешанная пряжа	31·2·2	28	-	36		338,2
после промасливания эмульсией							
Кулирная гладь	шерстяная пряжа	31·2·2	28	-	38		360
	смешанная пряжа	31·2·2	27	-	37		342,3:

Поверхностная плотность пряжи после ВТО уменьшилась на 24,32 – 6,63%. но осталась в пределах допустимых отклонений стандарта. После сушки

поверхностная плотность трикотажного полотна снизилась по сравнению с фактической на 7,6%, но осталась в пределах допускаемого отклонения ГОСТ. Поверхностная плотность пряжи после промасливания специальным раствором эмульсии увеличилась и почти вернулась к показателям после ВТО. Графики распределения поверхностной плотности полотна из чистошерстяной и смешанной пряжи изображены на рисунках 5 и 6.

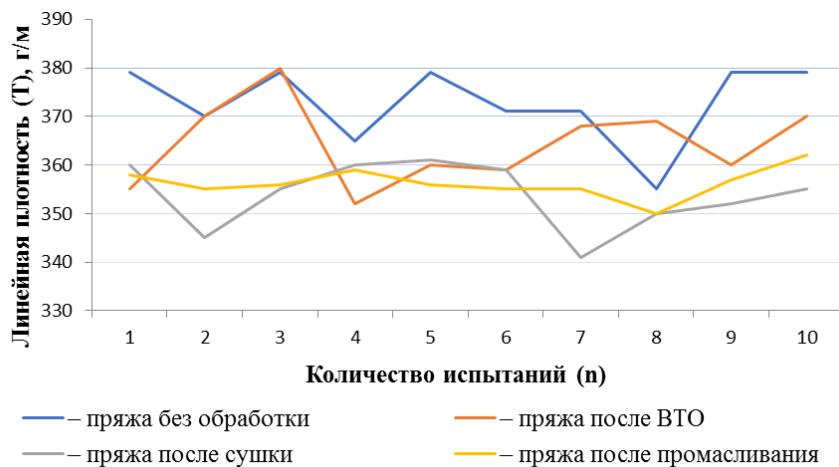


Рис. 5. Влияние ВТО чистошерстяной пряжи на поверхностную плотность полотна переплетения кулирной глади

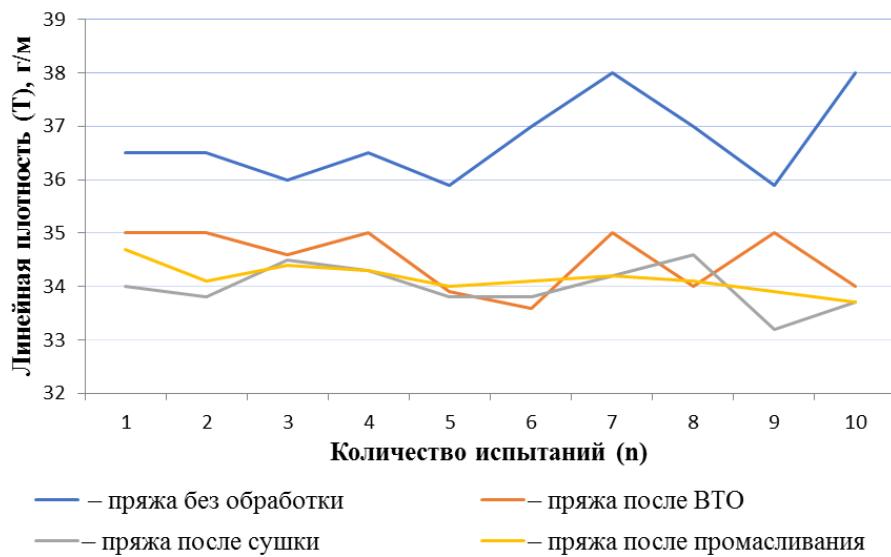


Рис. 6. Влияние ВТО смешанной пряжи на поверхностную плотность полотна переплетения кулирной глади

При переработке смешанной пряжи с суммарным коэффициентом вариации по толщине 3,5% и колебании усилия оттяжки полотна до 35%, нестабильность

поверхностной плотности может составить 8,5%, из них 4% будет иметь место только из-за неровноты нити по толщине. Поэтому важным условием повышения стабильности массы трикотажа является применение пряжи и нитей с минимально возможным коэффициентом вариации по его линейной плотности.

В ходе исследования было установлено, что неровнота повторно используемой нити по линейной плотности влияет на увеличение нестабильности массы полотна, значительно больше, чем процесс формирования полотна. За счет неравномерности работы оборудования доля от общей неровноты трикотажного полотна составила 7,5%, а 92,5% падает на неравномерность нити. Использование влажно-тепловой обработки для снятия извитости и дальнейшее ее промасливание дает возможность получения более стабильных трикотажных полотен из повторно используемой пряжи. Полученные полотна не уступают качеству и функциональности и соответствуют требованиям ГОСТ.

Качество повторно используемой нити напрямую зависит от надежности работы оборудования, на котором ее получают. В нашем случае это вспомогательное оборудование для переработки отходов швейно-трикотажного производства [1, с. 142], на основе объединения двух устройств – для роспуска деталей изделий (срывов) верхнего трикотажа [5, с. 50] и для пропаривания и сушки повторно используемой пряжи [6, с. 38].

Как показывает анализ существующих методов оценки надежности, этот важнейший показатель качества работы машин еще не имеет теоретически обоснованной методологии расчета, приемлемой для его количественной оценки. Известно, что надежная работа техники оказывает непосредственное влияние на экономические результаты работы как отдельных предприятий, всей отрасли, так и народного хозяйства в целом. Все это ставит проблему объективной научно-обоснованной оценке надежности работы оборудования в разряд наиболее актуальных на современном этапе развития экономики страны.

Из-за ненадежной работы оборудования (то есть вследствие того, что оно не сохраняет своего наилучшего технического состояния в течение всего срока

службы) возникает приращение против минимально возможных значений величин других элементов, составляющих себестоимость единицы наработки машины (удельный расход топлива, электроэнергии и т. п.). Экономическими последствиями ненадежности машин являются также убытки, приносимые в результате простоев машин в ремонте, увеличения текущих затрат на их содержание, ремонт и размеры капиталовложений. Использование условного понятия «абсолютно надежная машина» вызывается необходимостью определения размера приращения затрат, который не может быть оценен простым сравнением расходов (из-за ненадежности машины) [7, с. 405].

Оценка качества предлагаемого вспомогательного оборудования для переработки отходов швейно-трикотажного производства в условиях эксплуатации позволила выявить основные причины отказов оборудования. Исходным материалом для оценки качества предлагаемого вспомогательного оборудования, работающего на Костанайской прядильно-трикотажной фабрике, в эксплуатационных условиях явились статистические данные по его аварийным отказам и повреждениям, которые собирались по отчетным документам за 2017–2018 годы. При этом фиксировалась деталь машины, вышедшая из строя, а также количество отказов по деталям за время эксплуатации.

В табл. 4 представлены результаты наблюдений случайной величины наработки до отказа устройства.

Таблица 4

Результаты наблюдений случайной величины наработки до отказа устройства

t_i , тыс.ч	t_i , тыс. ч									
0,80	173,88	12,06	37,45	7,89	104,45	2,05	33,07	151,96	20,00	74,14
59,24	106,41	18,65	49,44	88,28	56,13	32,23	163,2	13,31	159,51	40,86
176,73	7,22	30,75	273,9	5,91	58,62	55,88	24,09	4,77	84,99	28,39
31,74	81,73	42,89	31,65	38,64	149,2	51,09	115,7	8,26	77,94	196,25
30,73	10,49	14,84	115,09	38,64	90,25	98,65	120,64	66,45	74,14	13,88
16,32	17,91	70,71	84,21	3,72	36,01	26,30	3,33	6,56	15,41	30,38
11,55	13,32	2,37	56,21	19,34	28,19	12,20	80,90	18,74	15,30	24,20
3,00	194,22	19,63	2,84	5,57	33,69	41,66	191,22	58,22	45,76	3,33

0,93	7,57	69,56	11,44	3,16	23,02	76,08	54,07	62,89	27,56	61,35
33,48	66,82	27,39	5,21	5,67	1,46	27,83	77,69	13,88	9,00	78,18

Оценкой математического ожидания является среднее арифметическое значение случайной величины T , определяемое по формуле:

$$\bar{t} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i \quad (1)$$

Подставив значения в формулу (1) получим:

$$\bar{t} = \frac{6249,75}{120} = 52,08$$

Оценка показателей надежности при статистических данных подчинена экспоненциальному распределению (таблица 5). Экспоненциальное распределение является распределением времени между независимыми событиями, появляющимися с постоянной интенсивностью (в теории надёжности применяется для описания распределений внезапных отказов, длительности восстановления работоспособности объектов и т. д.)

Таблица 5

Группирование случайной величины

№ интервала	t_i , тыс.ч	m_i	$f_3(t)$
	0,8		
1	23,55833	46,00	0,016844
2	46,31667	26,00	0,00952
3	69,075	14,00	0,005126
4	91,83333	15,00	0,005492
5	114,5917	4,00	0,001465
6	137,35	4,00	0,001465
7	160,1083	3,00	0,001098
8	182,8667	3,00	0,001098
9	205,625	3,00	0,001098
10	228,3833	1,00	0,000366
11	251,1417	0,00	0
12	273,91	1,00	0,000366

Экспоненциальное распределение определяется одним параметром λ .

В случае полностью определенной выборки объемом n , несмещенная оценка для λ определяются по формуле:

$$\bar{\lambda} = nl \sum_{i=1}^n t_i \quad (2)$$

Подставив значения в формулу (2) получим: $\bar{\lambda} = 0,019200768$

На рисунках (7, 8) представлены гистограммы эмпирического и теоретического распределения плотности наработки до отказа устройства.

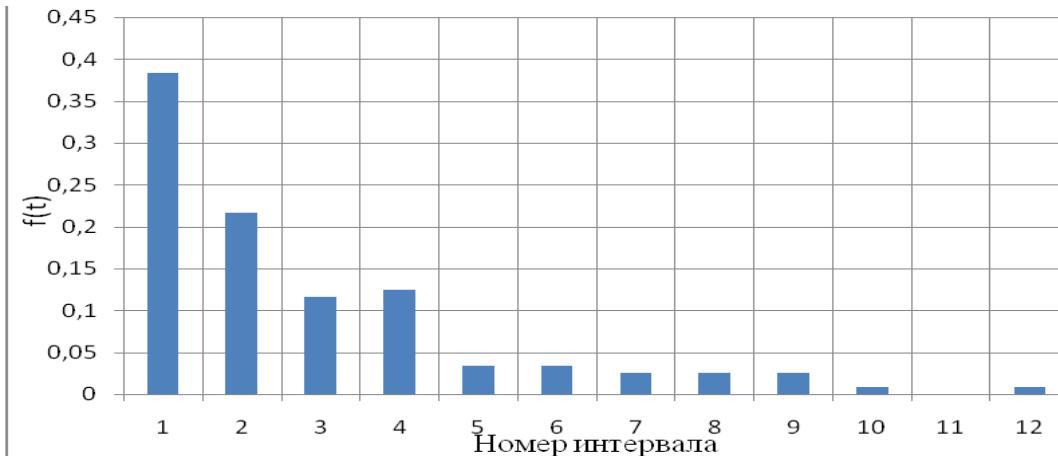


Рис. 7. Эмпирическая плотность распределения $f(t)$

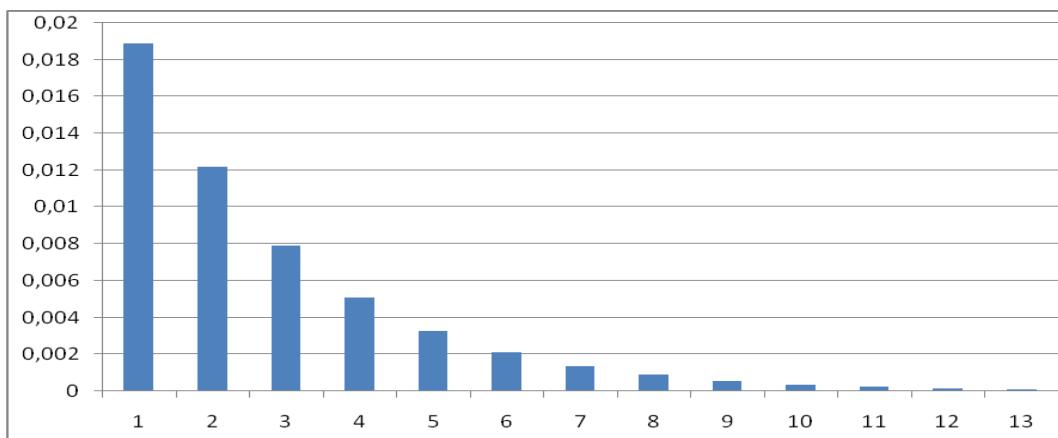


Рис. 8. Теоретическая плотность распределения $f(t)$

Результаты расчета проверки согласия между эмпирическим и теоретическим распределением приведены в табл. 6.

Таблица 6

Результаты расчета критерия χ^2 Пирсона

№ интервала	m	F(t)	p(t)	p(t)*n	χ^2	χ^2^* (табличное значение)
0,8		0,015243				<9,2
23,558333	46,00	0,363861	0,348618	41,83412	0,414841	
46,316667	26,00	0,589063	0,225202	27,02426	0,038821	
69,075	14,00	0,734541	0,145477	17,45729	0,684692	
91,833333	15,00	0,828517	0,093976	11,27717	1,228988	
137,35	8,00	0,92844	0,099924	11,99083	1,328241	
182,86	6,00	0,970135	0,041694	5,003289	0,198556	
273,91	5,00	0,994801	0,024666	2,959972	1,405998	
Сумма критерия Пирсона по интервалам $\sum\chi^2$					5,300137	

Выполненное группирование статистических данных и построение гистограммы позволило получить эмпирическую плотность распределения случайной величины, выполнить проверку согласия между эмпирическим и выбранным теоретическим законом распределения с использованием критерия согласия Пирсона, вычислить оценку показателей надежности и их доверительных границ при заданной доверительной вероятности.

Процесс влажно-тепловой обработки позволяет значительно улучшить структурно-механические свойства повторно используемой нити [8, с. 51].

Надежность эксплуатации предлагаемого оборудования была подтверждена проведенными вычислениями четырех показателей надежности: средней наработки до отказа, гамма-процентной наработки до отказа, вероятности безотказной работы и интенсивности отказов.

Модернизация технологического оборудования позволила совместить в одной машине роспуск деталей изделий (срывов) верхнего трикотажа с устранением извитости нити путем проведения влажно-тепловой обработки полуфабриката, устраниТЬ поднятие ворса за счет введения рабочего узла для промасливания нити.

Полученная пряжа, сочетающая одновременно качество и экономичность, может быть использована в производстве новых изделий, а внедрение усовершенствованного устройства в производство позволит обеспечить исправление ошибок и реализацию безотходной технологии.

Внедрение разработанного вспомогательного оборудования на швейно-трикотажном предприятии позволяет сократить потребление природных ресурсов, утилизировать и регенерировать отходы производства. Получить прибыль от реализации вторичного сырья.

Список литературы

1. Кадникова О.Ю. Переработка отходов швейно-трикотажного производства / О.Ю. Кадникова, Г.К. Алтынбаева, А.М. Айдарханов [и др.] // Известия высших учебных заведений, технология текстильной промышленности – 2016. – №5 (365). – С. 141–143.
2. Kadnikova O.Y. Potential analysis of implementation of developed technology for processing of sewing and knitting fabrics / O.Y. Kadnikova, G. Altynbayeva, A. Aidarkhanov [et al.] // Energy Procedia. – 2017. – №128. – P. 411–417.
3. Кадникова О.Ю. Способ переработки срыва трикотажа / О.Ю. Кадникова, Г.К. Алтынбаева, А.М. Айдарханов [и др.]. РК патент 102864. Июль, 2016.
4. Кадникова О.Ю. Исследование свойств трикотажного полотна из повторно используемой пряжи / О.Ю. Кадникова, Б.А. Шалдыкова // Наука и Мир. – 2017. – Т. 1. – №6 (46). – С. 35–37.
5. Кадникова О.Ю. Разработка устройства для переработки отходов пряжи трикотажного производства // Наука и мир. – 2014. – №8 (12). – С. 50–51
6. Кадникова О.Ю. Разработка устройства для пропаривания и сушки повторно используемой пряжи // Наука и Мир. – 2015. – №8 (24). – С. 37–39.
7. Kadnikova O. Recycling of production waste as a way to improve environmental conditions–2018 / O. Kadnikova, G. Altynbayeva, S. Kuzmin [et al.] // Energy Procedia. – №147. – С. 402–408.

8. Кадникова О.Ю. Пути решения проблемы переработки отходов швейно-трикотажного производства // Материалы и технологии. – 2018. – №2 (2). – С. 49–54.

Кадникова Ольга Юрьевна – канд. техн. наук, декан, Рудненский индустриальный институт, Рудный, Республика Казахстан

Алтынбаева Гульнара Кенесаровна – канд. техн. наук, доцент, Рудненский индустриальный институт, Рудный, Республика Казахстан

Айдарханов Арман Маратович – канд. техн. наук, старший преподаватель, Рудненский индустриальный институт, Рудный, Республика Казахстан

Торетаев Медет Омирзахович – магистр техн. наук, старший преподаватель, Рудненский индустриальный институт, Рудный, Республика Казахстан
