

Дж. А. ГАДЖИЕВ

**НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ
РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ
ПРОИЗВОДСТВА ТРИКОТАЖА**

Утверждено приказом
Азербайджанского Технологического
Университета № 362 от 30.10.2019 г.
в качестве монографии

БАКУ– 2019

УДК 677.025.562

Рецензенты: д-р техн. наук, проф. Ф. Х. Рахимов (Министерство экономики и промышленности Республики Узбекистан),

д-р техн. наук, проф. М. Н. Нуриев (Азербайджанский государственный экономический университет)

Гаджиев Дж. А.

Научные основы ресурсосберегающей технологии производства трикотажа: Моногр. – Баку: Издательство «Сада», 2019. – 256 с.

Рассмотрены теоретические основы нормализации процесса вязания на кругло- и плосковязальных машинах. Изложены решения теоретических и практических задач ресурсосбережения сырья и полотен (купонов) в производстве трикотажных изделий. Дана оценка качества обработки сырья, процесса вязания и трикотажа. Описаны теоретические предпосылки проектирования переплетений для трикотажа с пониженной поверхностной плотностью и способы повышения эффективности производства полурегулярных изделий. Приведены результаты исследований по определению характеристик трения пряжи (нити) и влиянию их на качество трикотажных полотен (купонов).

Для научных и инженерно-технических работников трикотажной промышленности.

DOI: <https://doi.org/10.36719/2019/256>

ISBN 5-86874-370-7

Kod 664/07

© Издательство «Сада», 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	8
1. Общие вопросы оценки и намечаемые исследования технологических процессов и методов, способствующих ресурсосбережению сырья в производстве трикотажа	10
1.1. Основные направления ресурсосбережения сырья в процессе вязания	10
1.2. Основные направления ресурсосбережения сырья в процессе подготовки его к вязанию	17
1.3. Анализ причин изменения размерных и структурных характеристик полотен (купонов) в процессе вязания.....	21
2. Разработка теоретических предпосылок для нормализации процесса вязания	28
2.1. Теоретическое исследование причин образования дефектов в процессе петлеобразования.....	28
2.1.1. Заключение	29
2.1.2. Анализ операций прокладывания и вынесения нити.....	40
2.1.2.1. Анализ характера движения нити в процессе вязания.....	41
2.1.2.2. Раскручивание нити в процессе продольного ее движения и определение характеристик нитей в новом деформационном состоянии ...	46
2.1.3. Анализ выполнения операции нанесения.....	50
2.1.4. Анализ операции сбрасывания.....	53
2.1.5. Анализ операций кулирования, формирования и оттяжки.....	61
3. Разработка теоретической основы повышения вязальной способности трикотажного сырья	69
3.1. Основные требования к трикотажному сырью и его подготовке к вязанию	69
3.2. Взаимодействие пряжи с парафиновым блоком в процессе парафинирования	70
3.3. Анализ условий парафинирования пряжи и нитей	76
3.3.1. Давление на нить со стороны парафинового блока	76
3.3.2. Натяжение нити, создаваемое парафиновым блоком на обычном парафинере	81
3.3.3. Улучшение условия парафинирования пряжи.....	87
3.4. Теоретическое исследование распределения парафин на поверхности пряжи.....	88
3.5. Исследование характера изменения массы парафинового блока в процессе парафинирования пряжи.....	95

3.6.	Исследование влияния параметров намотки конической бобины на перераспределение парафина на поверхности пряжи.....	99
4.	Усовершенствование технологии подготовки сырья к вязанию..	102
4.1.	Усовершенствование парафинирующих устройств.....	102
4.1.1	Устройство, обеспечивающее оптимальную нагрузку парафинового блока на нить.....	102
4.1.2.	Обеспечение стабильности угла охвата нити со стержнем парафинера.....	104
4.1.3.	Давление на нить и ее натяжение, создаваемое парафиновым блоком на парафинере с шариком.....	106
4.2.	Разработка способов и устройств для парафинирования трикотажной пряжи.....	107
4.2.1.	Способ и устройство для обработки поверхности пряжи с двумя парафинерами.....	107
4.2.2.	Способ обработки пряжи одновременно с двумя парафиновыми блоками.....	109
4.2.3.	Способ и условия парафинирования одиночных и трощеных нитей	111
4.2.4.	Парафинирование пряжи в процессе вязания	112
4.3.	Теоретические предпосылки разработки структур узлов, применяемых при переработке трикотажного сырья.....	113
4.3.1.	Анализ структур и параметров узлов пряжи, применяемых в трикотажном производстве.....	113
4.3.2.	Основные принципы разработки новых структур узлов, пригодных для трикотажного сырья.....	116
5.	Экспериментальные исследования в процессах подготовки пряжи к вязанию и ее переработки на вязальных машинах	122
5.1.	Методические предпосылки контроля параметров вязания.....	122
5.1.1.	Методика определения параметров режима вязания трикотажа.....	122
5.1.1.1.	Разработка способа и устройства измерения глубины кулирования нити.....	123
5.1.2.	Определение характеристик трения крученых нитей	128
5.1.3.	Разработка методики оценки качества процесса вязания и трикотажа.....	133
5.2.	Принятие практических мер, способствующих повышению качества процесса вязания и трикотажного полотна.....	139
5.2.1.	Исследование влияния плотности намотки бобины на параметры трикотажа.....	139
5.2.2.	Разработка методов оценки качества обработки пряжи и исследование ее парафинирования.....	143
5.2.3.	Разработка средств для обработки пряжи и исследование их влияния на качество трикотажа.....	151

5.2.4.	Исследование влияния узла нити на эффективность процесса вязания трикотажа	162
5.2.5.	Исследование переработки трощеных нитей и получения трикотажа из нее	165
6.	Решение теоретических и практических задач ресурсосбережения сырья в производстве трикотажа	168
6.1.	Разработка теоретических предпосылок проектирования переплетений для трикотажа с пониженной поверхностной плотностью	168
6.1.1.	Источники рационального использования сырья в производстве трикотажа	168
6.1.2.	Анализ способов снижения поверхностной плотности трикотажа	170
6.1.3.	Структурные особенности петель в раппорте сложного ластика	171
6.1.4.	Анализ особенностей соединения набросков с элементами трикотажа	175
6.1.5.	Методика расчета длины нити в петле раппорта сложного ластика	179
6.1.6.	Расчет длины нити в петле неполного ластика и неполной глади	182
6.1.7.	Расчет длины нити в петле ластика и глади, соединенные с набросками	186
6.1.8.	Методика расчета расхода сырья при вязании ряда сложного раппорта ластика $i + j$	191
6.1.9.	Методика определения ширины трикотажа сложных ластичных переплетений	193
6.1.10.	Расчет поверхностной плотности трикотажа сложных переплетений	197
6.2.	Разработка переплетений для трикотажа с пониженной поверхностной плотностью	200
6.2.1.	Теоретические основы формирования структуры трикотажа с пониженной поверхностной плотностью	200
6.2.2.	Анализ особенностей структуры и свойств трикотажа прессовых переплетений	208
6.2.3.	Анализ особенностей структуры и свойств трикотажа плюшевых переплетений	213
6.3.	Разработка способов повышения эффективности производства полугулярных изделий	218
6.3.1.	Характеристика способов производства трикотажных изделий	218
6.3.2.	Анализ особенностей структуры частей купонов	218
6.3.3.	Разработка пояса купонов (деталей) с основными и дополнительными участками	220

6.3.4.	Разработка основы комплектовки купонов и распределения вязальных машин для их выработки.....	224
6.3.5.	Разработка методики оценки эффективности расхода полотна на единицу изделия и способа рационального использования купонов.....	229
6.3.6.	Разработка способа переработки срыва трикотажа и использования отходов производств.....	237
	Заключение	239
	Приложения	242
	Приложение 1	242
	Приложение 2	244
	Приложение 3	245
	Список литературы	246

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ДНП	–	длина нити в петле;
КСП	–	кольцевой способ прядения
КТП	–	качество технологического процесса;
НДС	–	новое деформированное состояние;
ОНК	–	общее наименьшее кратное;
ОКМ	–	обратный крутящий момент;
ОРРП	–	относительная работа разрыва пряжи;
ПАН	–	полиакрилонитриловая;
ПБ	–	парафиновый блок;
ПГ	–	протяжка глади;
ПГНПГ	–	протяжка глади – набросок – протяжка глади;
ПГНПЛ	–	протяжка глади – набросок – протяжка ластика;
ПЛ	–	протяжка ластика;
ПЛНПЛ	–	протяжка ластика – набросок – протяжка ластика;
ППТ	–	поверхностная плотность трикотажа;
ПФЭ	–	полный факторный эксперимент;
П/ш	–	полушерстяная;
РИС	–	рациональное использование сырья;
РСС	–	ресурсосбережение сырья
РСТ	–	ресурсосберегающая технология
РМФМ	–	регрессионная многофакторная модель
РЦКЭ	–	ротatableльный центральный композиционный эксперимент;
СК	–	самокрученая;
УПГ	–	удлиненная протяжка глади;
УПЛ	–	удлиненная протяжка ластика;
Х/б	–	хлопчатобумажная;
Ч/ш	–	чистошерстяная;
П/ш	–	полушерстяная.

ВВЕДЕНИЕ

На основании научно-обоснованного прогнозирования развития текстильного производства установлено, что трикотаж, по-прежнему, остается в числе материалов, широко используемых для одежды, бытовых нужд, а также для технических целей. Спрос на них имеет тенденцию к росту.

В соответствии с основными направлениями экономического и социального развития Азербайджанской Республики, предпочтение отдается отраслям "Товары для народа", куда входит и трикотажное производство. Основу роста эффективности составляет технический прогресс.

Последние десятилетия трикотажное производство развивается высокими темпами. Растущий ассортимент трикотажного сырья, развитие теории вязания и методов проектирования трикотажных полотен, а также машин трикотажного производства способствуют увеличению объема выпуска трикотажных изделий и расширению их ассортимента. В условиях внедрения современного высокоскоростного вязального оборудования без улучшения вязальной способности пряжи (нити) растущий уровень обрывности может резко снижать его производительность, ухудшать качество трикотажа.

При этом, отрицательную роль играют низкое качество сырья, несогласованность устанавливаемых параметров режимов вязания между собой, в зависимости от свойств и структуры пряжи, заправок оборудования, структурных параметров, переплетений трикотажа (полотен, купонов, деталей), что приводит к повышению обрывности до 0,5 – 0,6 случаев на 1 кг сырья, количеству вырезаемых участков полотна – 8 – 10 %, росту числа дефектов, ухудшает качество трикотажа, снижает производительность оборудования (КПВ для кругловязальных машин, перерабатывающих пряжу, составляет 0,6 – 0,85) и др.

Эффективность процесса вязания, качество трикотажа во многом зависят от качества подготовки пряжи к вязанию. Однако существующие технологии, методы и средства обработки пряжи считаются недостаточно совершенными и не обеспечивают высокую вязальную способность пряжи. Между тем, количество узлов на пряже превышает допустимую норму в несколько десятков раз и коэффициент трения пряжи (нити) в 1,5 – 2,3 раза больше необходимого значения. Отклонение длины нити в петле (ДНП) приводит к разнотолщинности купонов (деталей), влияет на поверхностную плотность трикотажа (ППТ) и др. его характеристики.

Перевод трикотажного производства Азербайджанской Республики на более интенсивный путь развития с созданием и внедрением эффективных ресурсосберегающих технологий, должен обеспечить

расширение ассортимента и рост качества трикотажных изделий, а также резкое увеличение объемов их выпуска, удовлетворяющихся спрос населения. Это совпадает с тенденциями передовых стран мира, где увеличение объемов выпуска высококачественных трикотажных изделий должно быть обеспечено рациональным использованием ресурсов. В этой связи, производство трикотажных изделий, характеризованное достаточно повышенным расходом сырья на единицу изделия, считается не столь экономичным и эффективным. Перерасход сырья является результатом необоснованного повышения материалоемкости изделий и полотна с одной стороны, и увеличение доли отходов (16 – 25 % и более) при изготовлении продукции, наличии несортной продукции (полуфабрикатов) и неукomплектованных полуфабрикатов, с другой.

При этом нормализация процесса вязания и повышение качества трикотажа должны решаться с учетом качества сырья. С одной стороны, нужно облагораживать пряжу (нить), а с другой – параметры процесса вязания необходимо установить в соответствии со свойствами сырья и предъявленными к трикотажному полотну (купону) требованиями.

Все это, в целом, и определяет актуальность настоящих исследований.

В данной монографии выполнен обзор литературы, выявлены задачи исследования и вопросы, требующие дальнейшего изучения с целью создания научных основ разработки ресурсосберегающей технологии производства трикотажа.

Автор выражает благодарность д-ру техн. наук, профессору Ф. Х. Рахимову и д-ру техн. наук, профессору М. Н. Нуриеву за ценные замечания, сделанные им при рецензировании рукописи.

1. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ОЦЕНКИ И НАМЕЧАЕМЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И МЕТОДОВ, СПОСОБСТВУЮЩИХ РЕСУРСОБЕРЕЖЕНИЮ СЫРЬЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ ТРИКОТАЖА

1.1. Основные направления ресурсосбережения сырья в процессе вязания

Качество трикотажных изделий, в основном, формируется в процессе производства. В этом важная роль отводится качественным показателям трикотажного сырья (пряжи и нити) и полотна, от которых зависит эффективность процесса вязания и производства трикотажа, эксплуатационные свойства и качество изделий, в целом.

Между качеством процесса вязания и качеством полотна имеется определенная связь.

Качество процесса вязания предопределено качеством сырья, структурой и его свойствами, видом переплетения, состоянием и технологическими возможностями вязального оборудования. Процессы вязания также характеризуются технологическими и конструктивными параметрами режима вязания. Входное натяжение нити, глубина кулирования, усилие оттяжки петель (полотна) являются определяющими факторами качества процесса вязания.

Обрывность нити или петли в процессе вязания трикотажа приводит к нерациональному использованию сырья. При переработке нити нужно добиться того, чтобы ее обрывность снизилась до минимума. С увеличением обрывности нити снижается уровень производительности труда, трикотажное полотно получается с дефектными участками, впоследствии требующих вырезания, и это способствует увеличению отходов производства. При этом следует отметить, что качество готовой продукции отличается от качества процесса вязания, характеризующегося, в основном, с обрывностью нити.

Обрывность нити или петли в процессе вязания может происходить, во-первых, из-за чрезмерного роста нагрузки на нить, которая превышает ее прочность на данном участке; во-вторых, из-за нарушения отдельных операций петлеобразования; в-третьих, из-за повреждений в нитепроводящей гарнитуре и рабочих органах вязальной машины.

Исследованиями Ф. Machachek [1] установлено, что при вязании трикотажа, из-за обрывности нити, 40 % кругловязальных машин простаивают.

И. Г. Цитович [2,3] при изучении вопросов стабилизации про-

цесса вязания учитывает, что вязание реализуется под действием сил, которые прикладываются к нити и петлям полотна. Причины обрывности в своей основе определяются уровнем действующих при вязании нагрузок.

Обрывность нити может происходить в результате нарушений процесса петлеобразования. Нужно отметить особую роль в этом известных ученых А. С. Далидовича, И. И. Шалова, Л. А. Кудрявина [4, 5], В. М. Лазаренко [6], В. Н. Гарбарука [7], С. Х. Симины [8], В. А. Зиновьевой [9] и многих других.

В работах [5, с. 48–55, 6, 7, с. 83–90] описаны основные вопросы заключения на язычковых иглах. Авторы отмечают, что для нормального выполнения операции заключения, нужно правильно выбрать ДНП. Нужно учитывать также фрикционные свойства нити и усилия оттяжки петель. Операция заключения петель на язычковых иглах, при вязальном способе петлеобразования, нарушается из-за недостаточной длины нити старой петли. При этом важна роль значения усилия оттяжки петель. При малой величине усилия оттяжки, петли глади транспортируются открытым язычком иглы в направлении ее движения. Если петля не оборвется, в лучшем случае останется на язычке. Повышенное значение коэффициента трения петли еще осложняет выполнение операции заключения.

Б. С. Окс [10] исследуя вибрации нити в машине интерлок, обращает внимание на то, что сматывание нити вдоль оси неподвижной паковки вызывает поперечные колебания нити, амплитуда которых соизмерима с размером крючка иглы. Благодаря этому, прокладываемая нить может не захватываться крючком иглы, что нарушает нормальный ход петлеобразования. Для уменьшения вибрации нити автор предлагает применять принудительную подачу нити.

В. А. Зиновьева [9] изучает особенности переработки стеклянных нитей на вязальных машинах. Автор выявляет, что слабое натяжение стеклянных нитей во время процесса петлеобразования и их высокая упругость на изгиб способствуют возникновению значительных колебаний нити вдоль стержня иглы, которые приводят к нарушениям захвата нити со стороны крючка.

Роль входного натяжения нити в формировании действующей результирующей на нить нагрузки, наряду с другими факторами, неоспорима. Процесс вязания без установок необходимого значения входного натяжения нити и других факторов режима, с учетом фрикционных характеристик сырья, приведет к нежеланным результатам.

По мере сматывания нити с бобины и движения ее к игле складываются составляющие входного натяжения.

При использовании бобин конической намотки, обычно нить сматывается сверху, через первый глазок, который должен обязательно

располагаться над бобиной на продолжении ее продольной оси. При прохождении нитей с многих бобин через один глазок, оси бобин должны пересекаться в глазке [2, 6]. При патроне с углом конуса $9^{\circ}15'$ оптимальное расстояние от первого глазка до бобины должно быть не менее 530 мм. С увеличением конусности патрона это расстояние может быть уменьшено [11].

Сформированное входное натяжение, при сматывании с паковок, для нормального протекания процесса вязания мало. Тем не менее, по мере сматывания нити с бобины, уровень натяжения сначала падает, а затем возрастает, увеличиваясь с понижением места схода нити [5, с. 42–43].

Равномерность петельной структуры и качество процесса вязания во многом зависит от стабильности входного натяжения нити. Применение нитенатяжителей обусловлено созданием необходимой для процесса вязания величины входного натяжения нити и стабилизацией его значения [7, с. 330–365, 2, 3, с. 105–111, 5, с. 44–48]. Однако, применение нитенатяжителей, без учета изменения коэффициента трения нити, не обеспечивает требуемую равномерность и стабильность ее натяжения. Как дополнительный элемент, установленный на пути передвижения нити от бобины до иглы, он увеличивает значение натяжения.

Неизбежность стабилизации входного натяжения нити привело к применению активной нитеподачи. Исследования Б. С. Окса [10,12] посвящены изучению влияния активной нитеподачи на равномерность входного натяжения нити и параметров петельной структуры трикотажа.

W. Ring [13] отмечает преимущество шариковых нитенатяжителей перед тарельчатым. При этом, повышение среднего уровня натяжения от 3,4 до 9,5 сН, приводит к уменьшению числа дефектов в 2 раза. Это объясняется существенным уменьшением отклонений натяжения на 30 %. Отклонение натяжения нити из-за изменения его значений, иногда рывками, является как причиной обрывности, так и неравномерности петельной структуры.

T. S. Nitting [14] и J. J. F. Knapton, D. L. Munden [15] независимо друг от друга экспериментально изучали влияние входного натяжения на ДНП. Авторы утверждают, что при изменениях входного натяжения нити, соответственно, от 3 до 10 сН [14] и от 5 до 15 сН [15], ДНП изменяется до 15 %. Причем, по мнению этих авторов, при малом входном натяжении небольшое изменение натяжения нити вызывает относительно большие изменения величины петли, чем при высоком его значении.

Колебание натяжения нити, во время подачи ее к игле, является причиной вращения самокрученной (СК) пряжи в разные стороны [16]. Исследования показали, что вращение нити в процессе подачи ее к

петлеобразующим органам – основная причина нарушений операций прокладывания, вынесения и прессования, которые более интенсивны при натяжении до 30 сН [16].

Авторы работы [17] при изучении жесткости нити определили, что для стеклянной нити линейной плотности 107 текс минимальное входное натяжение должно быть установлено не менее 9 сН, иначе нарушаются операции прокладывания и вынесения нити под крючок.

При слабой оттяжке петель и увеличенной ДНП могут быть нарушения выполнения операции прессования [9, 5, с. 59, 69–70]. В нарушениях этой операции старая петля может нанизываться на язычок или же попасть под крючок иглы. Риск такого рода нарушения увеличивается при переработке трощеных нитей, СК пряжи и т. п. видов нитей (пряжи).

Основные особенности выполнения операции прессования описаны А. С. Далидовичем [5, с. 57– 60]. Во время закрывания язычка иглы старой петлей максимальная скорость язычка на его конце (у чаши) достигает $V_{\text{max}} \approx 13$ м/с. В. Н. Гарбарук [7, с. 99–105], при рассмотрении операции прессования язычковой иглы, учитывает массу язычка и центробежные силы инерции, возникающие при вращении цилиндра машины. Им установлено, что чем меньше скорость удара язычка по крючку, тем меньше поломок язычка и обрывность нити. Образование отверстий на язычке иглы служит снижению его массы, которое является одним из мер уменьшающих дефектов язычка, крючка иглы и обрывности нити или ее волокон.

И. И. Шаловым [18] уделено особое внимание операции нанесения, как фактору, определяющему минимальную ДНП. Он устанавливает формулы расчета минимальной и максимальной для ДНП на чулочно-носочных изделиях.

В. М. Володина [19] изучая причины полосатости в чулках определила, что при выполнении операции нанесения ДНП увеличивается до 80 %, по сравнению с длиной кулируемой нити. Притом, этот недостаток ДНП во время операции нанесения компенсируется перетяжкой нити из соседних петель, удлинением самой нити, а также частично заходом петли предыдущего ряда.

По данным В. Н. Гарбарука [7, с. 105–108] к концу нанесения периметр обхвата старой петлей крючка с закрытым язычком иглы увеличивается на 30 %, по сравнению с его значением в начале нанесения.

Ж. Ж. Ф. Кнаптон [20] изучая процесс петлеобразования отмечает, что условия вязания зависят не только от натяжения нити, полученного во время кулирования, но также и от сил, возникающих при нанесении старой петли. Он доказывает, что момент, необходимый для

придания нити формы петли, с уменьшением ее длины возрастает из-за увеличения сил сопротивления при нанесении старой петли. D. E. Henshaw [21] также отмечает, что при плотном вязании максимальное натяжение нити происходит при нанесении петли.

В. М. Лазаренко в работе [6] утверждает, что натяжение петли в период нанесения во много раз превышает заправочное усилие оттяжки петли. Такое изменение натяжения наносимой петли, по мере движения ее по запрессованному язычку иглы, оказывает влияние не только на размер новой петли, но и на состояние нити старой петли.

Авторы работ [8, 9, 5, с. 60–63] считают, что сложность выполнения операции нанесения связана с недостаточной длиной остова наносимой петли. При слабой оттяжке наносимая петля, чтобы двинуться по закрытому язычку, приподнимает предыдущую старую петлю и изгибает ее относительно стержня иглы. Если нет возможности перетягивать нити из соседних петель, тогда произойдет обрыв наносимой петли.

Здесь нужно учитывать фрикционные характеристики перерабатываемой пряжи или нитей, повышение значения которых усложняет ход выполнения операций петлеобразования. Необходимо уделять также внимание деформации наносимой петли при движении ее по разным плоскостям сечения язычка иглы.

В процессе петлеобразования кулирование может проходить с защемлением и без защемления нити, с отдачей и без отдачи нити [5, с. 48–55]. С увеличением защемления нити, действующие нагрузки на нее растут. Перетяжка нити способствует уменьшению ее обрывности, особенно нити с узлами.

Грубые узлы, особенно попадающие на части петли, которые участвуют в перетяжках нити из одной петли в другую, могут являться причиной обрывности петли. Недостатки узла, приводящие на обрывность нити, требуют выбора структуры и обработки узлов так, чтобы увеличилась их проходимость при зацеплении с петлей.

Методика расчета натяжения нити при кулировании разработана И. С. Мильченко [22]. По J. J. F. Knarton и D. L. Munden [15], С. Х. Симиу [8] и Ф. А. Моисеенко [23], наибольшее значение натяжения достигается в конце операции кулирования нити. Как правило, натяжение нити на трикотажных машинах рассчитывают по формуле Эйлера, с учетом результатов ведущих исследователей в этой области [14, 15, 24].

Показатель фрикционных свойств пряжи μ , подобно значению входного натяжения T_0 нити, стабильным быть не может. Значения этих факторов имеют пульсирующий характер. Произвольное изменение значений μ и T_0 требуют обязательного учета особенностей процесса обработки пряжи и условия формирования входного натяжения нити на вязальной машине.

Т. S. Nitting в работе [14] исследуя влияния фрикционных свойств сырья заметил, что при прочих одинаковых условиях, разная степень замасливания одной и той же пряжи может привести к изменению ДНП на 7 %. С неровной петельной структуры, с одной стороны, и совпадением изменений входного натяжения нити и ее фрикционных свойств, с другой, может быть увеличен риск обрывности.

Исследованиями, выполненными С. Х. Симиным [8] показано, что обрывность нити снижается путем установки глубины кулирования, одинаковой на иглах цилиндра и диска. Следует отметить, что это условие не всегда сохраняется, так как различные виды комбинированных переплетений требуют иных параметров режима вязания.

А. В. Пинхасович [25] изучая процессов вязания на плосковязальных машинах низкого класса показал, что при вязании трикотажа прессовых переплетений из толстых нитей, ее обрывность происходит из-за защемления при выполнении операции соединения петель.

Обрывность нити в процессе ее переработки, кроме прочих, происходит в результате неэффективной обработки поверхности сырья и по причинам его дефектов [26], таких как узлы, непропряды, шишки и др.

О. Ruuzo [27] в процессе изучения факторов, влияющих на образование дефектов в кругловязальном полотне, при переработке пряжи с узлами определяет, что дефекты, в виде дыр в полотне, возникают из-за обрыва нити в зоне петлеобразования. Число обрывов нити возрастает с увеличением глубины кулирования, натяжения нити при подаче, силы оттяжки полотна, класса машины, величины коэффициента трения между нитью и иглой, и при повышении частоты вращения цилиндра. Число обрывов нити уменьшается при увеличении угла наклона кулирного клина.

Поэтому, устранение дефектов пряжи и обработка ее поверхности, в процессе перематывания, должны способствовать повышению качества трикотажных полотен.

В. G. Shuler и G. Buhler [28] исследуя влияния трения нити на процесс вязания утверждают, что с уменьшением коэффициента трения хлопчатобумажной пряжи обрывность можно снизить более чем в 10 раз. L. Hunter, M. Sawood и D. Dobson [29] также показали, что обрывность хлопчатобумажной и шерстяной пряжи при вязании зависит от фрикционных свойств нити.

В. Н. Гарбарук [7, с. 145], S. Tashiro, K. Katzuaki [30], J. J. F. Knapton [31] определили, что обрывность нити, кроме параметров процесса петлеобразования, зависит от коэффициента тангенциального сопротивления, толщины и жесткости нити. Жесткость нити особенно сказывается на возникающем в ней натяжении при огибании ею

цилиндрических поверхностей очень малого диаметра, что имеет место на петлеобразующих органах [7, с. 145].

При проектировании заправочных данных трикотажного полотна одним из важных параметров является вид сырья и линейная плотность пряжи.

Существует зависимость между линейной плотностью нити и классом вязальной машины [3, с. 121, 5, с. 70–74]. D. E. Henshaw [32] исследуя взаимодействие иглы с клином устанавливает, что при повышении толщины нити, действующие на нее нагрузки увеличиваются, тем самым обрывность нити растет. При этом нельзя не учитывать структуру перерабатываемой пряжи. Обрывность СК пряжи, наряду с изменяющейся жесткостью в участках, является результатом различной толщины и структур крученого и некрученого участков [16, 33]. Увеличение входного натяжения нити, требуемое для успешной переработки СК пряжи, усложняет процесс вязания из-за защемления при выполнении операции соединения петель.

L. Kliment в работе [34] изучая процесс переработки пряжи отмечает, что в результате тщательной обработки хлопчатобумажной и шерстяной пряжи обрывность нити, из-за дефектов сырья и узлов на них, уменьшается, а также снижается уровень образования пуха.

Исследования, проведенные в Швеции, показали, что 15 % брака составляют отходы, вызванные наличием на машине пуха. Установлено, что при увлажнении пряжи со 100%-ным содержанием хлопка, пухообразование снижается на 7,5 %, при увлажнении смеси хлопок – полиэфир 67/33 пухообразование снижается на 5 %. При парафинировании нити пуховыделение снижается на 58 % [35].

Проведенный анализ обрывности пряжи из смеси хлопка с полиэфирным волокном в соотношении 33/67 линейной плотности 15 и 18,5 текс, при ее переработке на кругловязальных машинах предприятия Teofilów в г. Лодзь (Польша) показал, что только 1/3 всех обрывов пряжи происходило в зоне петлеобразования. Чтобы "переместить" их в зону между бобиной и механизмом нитеподачи, необходимо увеличение входного натяжения пряжи в механизме нитеподачи [36].

Изучение процесса пухообразования при переработке хлопчатобумажной пряжи на кругловязальной машине Moratronik MK1 18 кл. с числом систем 24 показало, что концентрация пуха в зоне петлеобразования составляет $0,95 \text{ мг/см}^3$, на участке между бобиной и механизмом нитеподачи – $0,73 \text{ мг/см}^3$. Отсасывание пуха на участках механизмов нитеподачи и бобин приводит к почти полной очистке машины и считается эффективным по сравнению с удалением пуха с помощью вентиляторов и других устройств [37].

Из приведенного обзора литературы ясно, что основным ресурсом рационального использования сырья при его переработке является процесс выработки полотен высокого качества. Нарушения отдельных

операций петлеобразования, обрывности нити, повышения уровня выделения пуха и др. способствуют снижению качества вырабатываемых трикотажных полотен.

Для обеспечения вязания полотен высокого качества необходимо выполнить комплекс мер, в которых следует учесть особенности структуры и свойств сырья, его подготовленность к вязанию, вид переплетения и состояние оборудования.

1.2. Основные направления ресурсосбережения сырья в процессе подготовки его к вязанию

Неполная подготовленность сырья к переработке отрицательно сказывается не только на качестве и сортности продукции, но и на показателях работы предприятия и использования техники [38].

В процессе перематывания трикотажной пряжи, сматываемая с початка нить огибает направляющий пруток, проходит через натяжное устройство, контрольно-чистительный прибор, парафинирующее устройство, нитеводитель и наматывается на мотальную паковку [39].

Во время перематывания пряжа очищается от пуха и сора, ее контролируют по толщине, удаляют пороки (утолщения, шишки и т.д.) [40, 18, с. 132–156, 38, с. 173–194].

В процессе перематывания устранение непрорядов, утолщений и утонений пряжи приводит к образованию узлов, число которых в бобине массой 1,5 кг может составлять от 19 до 44 [27]. Большое число узлов, образованные из-за недостатков пряжи, во-первых, требуют дополнительные меры для повышения ее качества; во-вторых, необходимо решить вопросы, которые должны снизить уровень обрывности пряжи в процессе вязания.

В текстильной промышленности применяют узлы различной структуры. Среди узлов чаще всего применяют однопетельные (ткацкие), двухпетельные (портновские), двухпетельные типа «восьмерки». Самозатягивающийся узел, разработанный М. В. Башкировым, имеет большую прочность на пряже с низким коэффициентом трения (штапельная пряжа, упругая шерстяная и скользкая шелковая) [40, с. 27–28, 41].

L. Hans [42] изучая свойств сырья показывает, что повышение качества пряжи (при прочих ее свойствах) может быть достигнуто в результате разработки и применения новых способов соединения концов оборвавшихся нитей.

В результате изучения зависимости качества трикотажа от свойств пряжи [43] выявлено, что кроме прочих свойств и дефектов пряжи, наличие узлов и повышенное значение коэффициента трения могут вызвать образование дефектов в трикотажном полотне. Наличие

узлов и утолщений в пряже вызывает спуск петель и появление дыр в полотне.

Процесс перематывания пряжи протекает под влиянием различных внешних сил, полученных при взаимодействии нити с элементами нитенаправителей и приборов, установленных на пути ее движения от початка до мотальной паковки. С использованием парафинирующего устройства общее натяжение нити, при перематывании, значительно растёт. Тем более, что работа парафинирующего устройства диктует свое условие, которое требует обязательного учета.

Г. К. Попов и Е. Д. Ефремов [44] исследовали натяжение нити при сматывании с конической бобины. Они получили, что при перематке хлопчатобумажной (х/б) пряжи линейной плотности 18,5 текс со скоростью 400 м/мин, натяжение нити циклически изменялось от слоя к слою с периодичностью 0,224 с и наибольшего значения достигло в точке наматывания у большого торца бобины. Натяжение пряжи имеет большое значение для нормального протекания процесса перематывания и получения паковки с правильным строением и достаточной плотностью намотки. Однако натяжение нити должно иметь такие значения, которые не ухудшали бы ее полезные физико – механические свойства. При перематывании хлопчатобумажной пряжи натяжение не должно превышать 15 % от ее прочности на разрыв [40, с. 12–24].

Процесс перематывания трикотажного сырья предусматривает улучшение вязальной способности пряжи (нитей) в результате сглаживания и умягчения их парафинированием, замасливанием или эмульсированием [45, 38, с. 173 –180]. Парафинирование пряжи происходит по мере продольного движения нити, наматываемой на бобину. Движущаяся нить из-под парафинового блока (ПБ) вращает последний вместе со всем устройством.

Используемое в настоящее время парафинирующее устройство состоит из стакана (стержня) с надетыми на него тарелочками и ПБ [39, с. 39–40]. Тем не менее, наличие парафинера с ПБ на пути движущейся нити к мотальному барабанчику увеличивает значение общего натяжения перематываемой пряжи.

С одной стороны, с увеличением натяжения пряжи плотность крестовой намотки увеличивается, т. к. при этом возрастает уплотняющее намотку нормальное давление отдельных витков [40, с. 29–44], а с другой, – повышается риск обрывности. После каждого случая следует связывать узлы, которые впоследствии являются причиной ухудшения процесса вязания и качества трикотажа.

Плотность намотки характеризуется объемной массой (массой единицы объема) и выражается в граммах на кубический сантиметр [40, с. 34–44, 18, с. 149–155, 38, с. 191–194].

Н. Д. Остапенко и др. [46] экспериментально изучали влияние плотности намотки пряжи на технологические параметры трикотажа. Авторы работы пришли к выводу, что при перематывании чистошерстяной (ч/ш) пряжи линейной плотности 31 текс \times 2, с увеличением груза от 0 до 40 г, плотность намотки возрастает на 11 %, – 22 текс \times 2, с увеличением груза от 0 до 60 г, плотность намотки возрастает на 23 %, – 31 текс, с увеличением груза от 0 до 20 г, плотность увеличивается на 13 %. При этом, масса ПБ для крученых видов пряжи составляла 15–20 г, а для одиночной нити – 5–10 г. Указывается, что при колебании массы ПБ в принятых пределах, отклонение в плотности намотки составляет не более 1 %.

Однако не учтены массы ПБ при определении значений границ действия нитенатяжного устройства, требует уточнения натяжения нити, при котором увеличена плотность намотки.

По данным [45, с. 62 – 64], для хлопчатобумажной, хлопковискозной и -лавсановой пряжи линейных плотностей 25; 18; 16,5; 11 текс плотность намотки должна быть 0,35–0,42 г/см³, а для шерстяной и смешанной пряжи 31; 22; 19 текс – 0,46 – 0,6 г/см³.

Приведены плотности намотки пряжи в бобинах, зависящие от вида сырья и его линейной плотности. Плотность нормальной намотки для хлопчатобумажной пряжи линейных плотностей 100 – 50; 42 – 25 и 22 – 12 текс, соответственно, имеет значения 0,34; 0,36 и 0,37 г/см³. То же самое для слабой намотки составляет 0,25; 0,26 и 0,28 г/см³. Для шерстяной гребенной пряжи линейных плотностей 42 текс \times 2; 32 текс \times 2 и 19 текс \times 2 плотность намотки имеет значения 0,36; 0,37 и 0,38 г/см³, а для 32 и 22 текс – 0,34 и 0,35 г/см³ [18, с. 149–155, 38, с. 191–194].

Несоответствие плотностей намотки паковок, приведенных в рассматриваемых работах, требует дополнительных исследований, учитывающих условия парафинирования пряжи.

Испытаниями установлено [47], что при твердости в паковках, составляющих 55 усл. ед. ДНП равняется 4,7 мм, при твердости 71 усл. ед. – 4,3 мм, которые являются результатом различного натяжения нити. Это приводит к «зедриности» мужских носков, оцененных II сортом.

Авторами работ [44, 48] экспериментально определено, что максимальное натяжение наблюдается в начале и в конце размотки бобины, а в середине уменьшается в 1,5 раза. Причем при сматывании нити с бобины колебания натяжения нити всегда будут иметь место, периодичность которых равна сматыванию одного слоя.

С. А. Саввина [49] исследовала натяжение нити при вязании на плоскофанговой машине. Автор утверждает, что в случае очень слабой плотности намотки, не превышающей 0,27 г/см³, натяжение нити возникающее при размотке таких бобин не уменьшается, а наоборот,

превышает на 6 % натяжение нити, возникающее при размотке самых плотных бобин. Для хлопчатобумажной пряжи рациональная плотность намотки составляет $0,35 \div 0,38 \text{ г/см}^3$.

В. М. Лазаренко в работе [48] изучал размеры паковки пряжи для трикотажных машин. Он установил, что фактор натяжения нити зависит от ряда причин, практически меняющихся в процессе вязания, а именно: от плотности намотки перерабатываемой паковки, от их диаметра, высоты, скорости размотки и др.

В. З. Салов [50] исследовал натяжение нити на двухфонтурных машинах в условиях ее пассивной подачи. В этой работе он пришел к выводу, что натяжение нити при выработке купонов из нити начальных, средних и последних слоев бобины имеет существенное различие, обуславливающее у них различную плотность. Наибольшее натяжение возникает при размотке с полных бобин, при уменьшении диаметра бобин натяжение снижается, а затем, к концу размотки бобин, вновь увеличивается [44, 48].

Качественная обработка сырья, прежде всего, должна способствовать улучшению его свойств, необходимых для безотказного выполнения процесса вязания. Критерием оценки качества парафинирования пряжи могут служить показатели коэффициента трения и коэффициента тангенциального сопротивления, зависящие от способов обработки сырья, параметров ПБ и др.

Для обработки хлопчатобумажной, хлопковискозной и хлопколавсановой пряжи линейных плотностей 25; 18; 16,5; 11 текс рекомендовано использовать ПБ с массой 15 – 30 г. Шерстяную, полушерстяную (п/ш), а также синтетическую объемную, нитроновую, орлоновую и др. виды пряжи линейных плотностей 31; 22; 19 и 42; 36 x 2; 50 x 2 текс следует обрабатывать ПБ с массой 20 – 30 г [45, с. 62–64].

И. Г. Цитовичем [51] для оценки эффективности обработки хлопчатобумажной пряжи линейной плотности 25 и 18,5 текс и шерстяной пряжи – 31 текс x 2 и 31 текс произведено парафинирование при массе ПБ 7 – 26 г. Установлено, что при массе ПБ 15 г коэффициент тангенциального сопротивления достигает минимального значения. При этом, обнаружена существенная зависимость фрикционных свойств от толщины огибаемого стержня, т. е. от класса вязальной машины.

По поводу количества наносимого парафина на пряжу даются различные рекомендации. В одном случае, на хлопчатобумажную пряжу наносят частички твердого парафина, масса которых составляет около 0,5 % от массы нити [18, с. 132–140, 38, с. 173–191], в другом случае, количество наносимого парафина зависит от вида сырья. Для хлопчатобумажной, хлопковискозной, хлопколавсановой, нитроновой, орлоновой и т. п. видов пряжи линейных плотностей 25; 18; 16,5 и 11 текс количество наносимого парафина составляет 0,5 – 0,7 %, а

для шерстяной и смешанной пряжи линейных плотностей 31; 22 и 19 текс – 0,7 % [45, с. 62–64].

Разнодлинность трикотажных изделий тесно связана с изменением коэффициента трения пряжи, величина которого, в свою очередь, зависит от количества парафина, нанесенного на пряжу. При массе 0,3 г парафина на длине пряжи 10 км коэффициент трения резко уменьшается, дальнейшее увеличение парафина на ней приводит к постепенному его росту [52].

Различие количества наносимого парафина на поверхность пряжи зависит как от вида сырья, способа и условий обработки, так и от парафинирующего состава, применяемого для этой цели.

К. Eckstein [53] изучая особенности обработки пряжи отмечает, что путем жидкого парафинирования трикотажной пряжи можно достичь оптимальных значений коэффициента трения, равных 0,2 – 0,15, для чего необходимо нанести на пряжу 0,3 – 0,5 % парафинирующего состава. Н. Gamre [54] для жидкого парафинирования пряжи предлагает состав, содержащий парафин, рыбий жир, полиэтиленоксид, диметилполисилоксан.

Твердые ПБ для обработки пряжи (нитей) приготавливают из сплава основного компонента – парафина с добавкой к нему церезина, а также – стеарина, щелочи, глицерина технического, хозяйственного мыла при различном соотношении [39, с. 38–40, 45, с. 62–63, 38, с. 178–179].

Б. И. Айходжаев и др. [55] для снижения обрывности и общей вырезки при вязании используют состав для обработки нитей, при следующем соотношении компонентов, в мас. % : парафин – 55 – 85; церезин – 10–30; каучук – 5 – 15. При этом можно использовать каучук как натуральный, так и синтетический (СКД-200).

Уровень действующих в процессе вязания нагрузок на нить, во многом, зависит от величины коэффициента трения нити, которую можно снизить путем парафинирования пряжи. Для этого нужно усовершенствовать технологию подготовки пряжи к вязанию. Поэтому, необходимо разработать теоретические основы повышения качества обработки трикотажного сырья и эффективных способов и средств для его обработки.

1.3. Анализ причин изменения размерных и структурных характеристик полотен (купонов) в процессе вязания

Разнодлинность купонов (деталей изделий), разноширинность трикотажа, повышение его поверхностной плотности приводят к увеличению расхода сырья на единицу продукции.

В работе [50] отмечается, что изменение натяжения нити при сматывании ее с бобины является причиной неоднородности купонов, которая достигает до 7 %.

М. А. Субоцкиене [56] исследуя влияния способа подачи нити на структурные характеристики подтвердила, что в условиях пассивной нитеподачи основной причиной структурной нестабильности является неровнота уработки нити или ДНП (64 %), определяемая неровнотой ее рабочего натяжения. В условиях активной нитеподачи, наиболее весомым фактором, определяющим структурную неровноту, становится неровнота линейной плотности пряжи (62 %).

В работе [57] получено, что отклонения величины трения пряжи могут привести к отклонению длины изделий, вырабатываемых на плосковязальных машинах, на 10 %. При использовании пневматического механизма нитеподачи эта величина снижается до 5 %, а при обеспечении постоянства входного натяжения нити – до 3 %. Одинаковая длина изделий может быть достигнута только при обеспечении постоянства длины нити в каждой петле и каждом петельном ряду.

При этом путем снижения и стабилизации фрикционных характеристик перерабатываемой пряжи (нити) по всей ее поверхности, нужно добиться ликвидации скачкообразного изменения натяжения нити и усилия оттяжки петель, которые сильно деформируют полученные петли. Несмотря на предусмотренные меры, полная стабилизация размеров купонов и деталей изделий не обеспечивается. Поэтому наряду с прямыми мерами обеспечения стабильности размеров полуфабрикатов трикотажного производства, необходимо разработать способы, способствующие повышению эффективности их использования.

И. И. Шаловым [58] сформулировано основное направление для экономного использования сырья при выработке трикотажных полотен – применение одинарных переплетений взамен двойных, использование пряжи пониженной линейной плотности, вязание полотен неполными переплетениями.

Первое и третье направления предусматривают изменения вида переплетений, которые не всегда отвечают требованиям предъявляемым качеству продукции. Тем не менее, меняются условия выработки полотен (купонов), которым присущи иные значения показателей характеристик его свойств. Для каждого конкретного вида трикотажного изделия можно использовать различные виды переплетения, которые являются одним из важных характеристик трикотажа, определяющих его свойства.

Известно, что ППТ зависит от ДНП, плотностей по вертикали и горизонтали, линейной плотности пряжи [5, с. 132–143]. В свою очередь, ДНП в процессе вязания определяется глубиной кулирования, линейной плотностью пряжи, ее входным натяжением и усилием от-

тяжки полотна, а также зависит от свойств пряжи таких, как фрикционная способность, жесткость, растяжимость и т.д., которые для каждого вида пряжи являются постоянными [59].

Фрикционные характеристики сырья зависят от средств, способов и устройств, применяемых для его обработки. Сырье, необработанное тщательно, не может иметь постоянного значения фрикционных показателей, потому требуется контроль уровня подготовки пряжи и нитей к вязанию.

В. В. Садовский [59] изучал стабилизацию массы трикотажа, выработанного на многосистемных однофонтурных машинах. По его мнению, при одновременном колебании величин всех факторов, нестабильность массы 1 м^2 полотна может достигнуть 12,9 % и из них 7,6 % только из-за колебания натяжения нити и усилия оттяжки полотна. Для повышения стабильности массы 1 м^2 трикотажа необходимо добиваться более четкой работы механизмов нитеподачи и оттяжки полотна.

Э. В. Статут [60] экспериментально установила, что усилие оттяжки полотна между началом наработки рулона и его концом изменяется, уменьшаясь на 30 %, а между центральной и крайней частью полупериметра полотна – на 35 %. В начале рулона повышение натяжения полотна обуславливает увеличение ДНП и уменьшение ширины, массы 1 м^2 и толщины полотна. В конце рулона, по мере увеличения его диаметра, наблюдается постепенное снижение усилия оттяжки, что вызывает уменьшение ДНП и увеличение ширины, массы 1 м^2 и толщины полотна. Поверхностная плотность участков полотна по его периметру имеет различные значения.

Для выполнения процесса вязания наряду с другими параметрами режима, требуется устанавливать определенную величину зева между игольницами. Случайное изменение этого фактора недопустимо. Нежелательное изменение усилия оттяжки петель в процессе вязания из-за необоснованного изменения глубины кулирования, характеристик трения и неровноты по линейной плотности пряжи, также может быть причиной разноширинности и существенного отклонения некоторых параметров структуры трикотажа.

Без применения систем активной подачи нити, а также при отсутствии на машинах средств контроля глубины кулирования, натяжения нити и усилия оттяжки, отклонение размерных характеристик полотна, полурегулярных и регулярных изделий после вязания составляет 12 – 15 %, отклонение массы 1 м^2 полотна находится в пределах $\pm 8\%$ [61].

Ю. И. Масленниковым в работе [62] показано, что ширитель полотна кругловязальной машины должен выполнять три основные функции: удерживать кромки полотна на заданном расстоянии от геометрической оси машины, обеспечивать равномерность полотна

по ширине, задавать равнодлинность петельных столбиков. Использование квадратного ширителя на кругловязальной машине, с достаточной для практики точностью, выпрямляет линию петельного ряда в готовом полотне.

В результате проанализированных работ можно отметить, что получить стабильной ППТ также не удается. При высоком качестве сырья нестабильность ППТ будет зависеть от технологических и конструктивных параметров вязания, уровня подготовки пряжи к вязанию, параметров паковки и др.

Л. Л. Ф. Кнаптон [31, 63] при вязании полотен комбинированными переплетениями на одной машине установил, что можно изменять размеры полотна и его массу в широких пределах. При этом, изменяются механические свойства и внешний вид полотна, его усадка. Структурная неоднородность трикотажа простых и комбинированных переплетений приводит к видимой зебрности.

В работе исследователи [64] изучали процесс выработки трикотажа комбинированного переплетения четырехрядного Punto – di – Roma из шерстяной пряжи с линейной плотностью $22,2 \text{ текс} \times 2$ на машине OVJASH / Mayer Sie (ФРГ) 18 класса. Для минимальной материалоемкости и стабильной ширины трикотажа, должна быть обеспечена ДНП в рядах ластика равной $l_{\text{л}} = 4,1 \div 4,2 \text{ мм}$, а в рядах глади $l_{\text{гл}} = 3,3 \div 3,4 \text{ мм}$. Отношение $l_{\text{л}}/l_{\text{гл}}$ меняется от $1,2 : 1,0$ до $1,27 : 1,0$.

Заметим, что с увеличением величины зева между игольницами ППТ растет [60]. Для установленной величины зева $Z = 1,6 \text{ мм}$, в пределах определенных соотношений ДНП $l_{\text{л}}/l_{\text{пл}}$ (от $1,4 : 1$ до $1,7 : 1$), поверхностная плотность полотна изменяется в пределах $255 - 285 \text{ г/м}^2$ («сухая» релаксация) [64].

Изменение в определенных пределах значения ППТ выявляет дополнительные запасы сырья, которые могут быть учтены при проектировании трикотажных изделий.

Изменение линейной плотности пряжи вызывает изменение параметров структуры трикотажа – петельный шаг, высоту петельного ряда (плотностей) и ДНП, которая принята постоянным. При этом требуется регулировать параметры режима процесса вязания, в том числе глубину кулирования, путем изменения зева между игольницами. В результате чего меняется значение усилия вытяжки. Каждое изменение линейной плотности пряжи приводит к получению трикотажа с другими выходными параметрами, например, ППТ.

М. М. Мукимов [65] для уменьшения расхода сырья, при выработке плюшевого трикотажа платировочно-уточного переплетения с двусторонними протяжками, в структуру трикотажа включает петельные ряды глади. В другой его работе [66] отмечено, что поверхностная плотность плюшевого трикотажа уменьшается за счет изменения структуры базового переплетения и количества плюшевых протяжек

на поверхности полотна. Петли производной глади образуются из двух нитей – плюшевой и грунтовой, а петли глади – из одной, грунтовой. Автор считает, что полученный плюшевый трикотаж, в различных комбинациях названных переплетений, на машине типа КЛК-5, 10 кл. имеет сравнительно низкую поверхностную плотность от 319 ± 10 до 332 ± 20 г/м². В качестве плюшевой нити использованы шерстяная пряжа линейной плотности 31 текс × 2, а в качестве грунтовой – текстурированная нить комэлан линейной плотности 26,4 текс.

Получение трикотажа с низкой поверхностной плотностью – результат использования другого переплетения, образованного изменением структуры базового переплетения и количества плюшевых протяжек, при сохранении видов сырья и их линейной плотности. Любое изменение в структуре переплетения трикотажа требует корректировку основных параметров режима его вязания, которые приводят к изменению параметров структуры полотен (купонов).

Авторами работы [67] разработана технология выработки трикотажа трех-, четырех- и пятиластичных переплетений на плосковязальной машине типа «Shima-Seiki» (Япония). Результаты исследований выработанных образцов показали, что в зависимости от раппорта переплетения увеличивается ППТ и его толщина по сравнению с базовым переплетением (двуластиком) при одинаковой заправке ПАН 31текс × 2.

А. Э. Исабаев [68] разрабатывает ресурсосберегающую технологию выработки плюшевого трикотажа. Он утверждает, что при включении в структуру трикотажа 5 % прессовых петель, ППТ этого варианта, по сравнению с базовым, увеличивается на 3,6 %, при – 12,5; 16,7 и 25 % прессовых петель, соответственно – на 4,9; 5,1 и 5,9 %. По мнению автора объемная плотность плюшевого трикотажа, при увеличении жаккардовых петель до 10 %, вначале падает, а затем, при увеличении жаккардовых петель до 25 % растет до 360 мг/см³. Установлено, что с увеличением ажурных петель до 10 %, ППТ увеличивается, а – с 12,5 до 25 %, уменьшается.

В этих работах изменение ППТ прежде всего связано с изменением вида переплетения. С увеличением или уменьшением числа прессовых, жаккардовых и других видов петель меняются параметры структуры раппорта переплетения и режим работы игл. В этой связи нужно учитывать влияние на ППТ вида сырья и его линейной плотности и выполять соответствующую корректировку параметров режима вязания.

В некоторых рассмотренных работах объемная плотность трикотажа принята как содержание текстильных нитей в единице объема. Полотнами с пониженной материалоемкостью называются те, объемная плотность которых ниже, чем у базового, выработанного с оптимальным модулем петли из идентичной пряжи [67, 69].

Следует отметить, что в каждой структуре трикотажа имеются ресурсы снижения материалоемкости, базирующиеся в оптимальном выборе параметров структуры, зависящие от ДНП. Однако параметры трикотажа, кроме прочих, зависят от условий формирования структурного эффекта, которые в рассмотренных работах не были учтены. Нестабильность геометрических параметров трикотажного полотна и купонов также взаимосвязана с неоднородностью параметров структуры.

В. Р. Крутикова и Л. А. Крутикова [69] отмечает, что разработка модели, позволяющей определить расход сырья без наработки экспериментальных образцов и уточнения параметров строения проектируемого трикотажа, тоже оправдана.

Ю. С. Шустов [70] и А. В. Труевцев [71] при прогнозировании ДНП, трикотаж рассматривают в условно-равновесном состоянии и используют, соответственно, модели геометрического подобия петельной структуры [70] и модели формы упругой нити в петле, основанные на теории гибких упругих стержней [71]. Авторами работы [72] экспериментально установлено, что изменение таких показателей свойств пряжи, как характеристики деформации пряжи при изгибе и растяжении, в основном, определяют изменение конфигурации петли и мало влияют на ДНП.

Для снижения расхода сырья на единицу изделия одним из перспективных направлений является производство изделий полурегулярным и регулярным способом [38, с. 109–125]. Известны различные способы изготовления купонов, у которых пояс вяжут двойными переплетениями или сдвоенной кулирной гладью, а стан – различными двойными переплетениями [5, с. 201–232]. Если стан купона получить с одинарными переплетениями, то расход сырья на единицу изделия резко уменьшится.

Е. Н. Колесникова [73] для снижения расхода сырья отмечает, что на двухфонтурных машинах, имеющих механизмы переноса петель, после вязания пояса с использованием обеих игольниц, при переходе к вязанию стана одинарным переплетением, осуществляют перенос петель последнего ряда пояса на иглы одной игольницы, вяжущей стан.

Итак, обзор литературы по выявлению ресурсов снижения материалоемкости трикотажа показал, что трикотаж, выработанный на вязальных машинах, имеет большую структурную неровноту. Купоны (детали изделий) получают с повышенной разнородностью и разноширинностью. ППТ как вдоль, так и по периметру полотна меняется. Материалоемкость трикотажа, кроме прочих факторов, зависит также от оптимальных величин ДНП различных рядов, составляющих комбинированные переплетения. Установлено, что производство изделий полурегулярным и регулярным способами имеет определенные ресурсы снижения материалоемкости трикотажа.

Таким образом, сведения из имеющейся литературы не дают возможности использовать ту или иную технологию выработки купонов (деталей изделий) и трикотажного полотна, которые способствуют стабилизации их геометрических параметров и параметров структуры, приводящих к ресурсосбережению в производстве трикотажа.

Решение задач ресурсосбережения в производстве трикотажа должно включать вопросы рационального использования сырья в процессах вязания – по оптимально-минимальному значению ППТ, в зависимости от требований ассортимента, в строгой комплектованности полотна и купонов с последующим рациональным их использованием, включая как срывы трикотажа, так и отходы производств.

Для чего необходимо произвести исследования и разработки, где задачами, требующими своего решения, являются следующие:

1. Нормализация процесса вязания трикотажа;
2. Повышение вязальной способности трикотажного сырья;
3. Ресурсосбережение в производстве трикотажа.

В данной работе, задачи исследования обусловили постановку и решения следующих вопросов:

- разработка теоретических предпосылок для нормализации процесса вязания с выработкой научно-обоснованных требований к качеству перерабатываемого сырья;
- разработка методики оценки качества процесса вязания и трикотажа и принятие практических мер для повышения их качества;
- разработка теоретической основы, методов и средств для улучшения вязальной способности пряжи (нити);
- разработка методики оценки качества обработки пряжи (нити);
- исследование парафинирования сырья и влияния плотности намотки бобины на параметры структуры трикотажа;
- разработка теоретических предпосылок проектирования переплетений трикотажа с пониженной поверхностной плотностью;
- разработка переплетений трикотажа с пониженной поверхностной плотностью;
- анализ структурных особенностей петель в раппортах переплетений ластика;
- анализ особенностей соединения набросков с элементами трикотажа;
- разработка методик определения параметров трикотажа;
- разработка методики оценки эффективности расхода полотна на единицу изделия;
- разработка методики комплектовки купонов и их рационального использования;
- разработка способа переработки срыва трикотажа и использования отходов.

2. РАЗРАБОТКА ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ПРЕДПОСЫЛОК ДЛЯ НОРМАЛИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ВЯЗАНИЯ

2.1. Теоретическое исследование причин образования дефектов в процессе петлеобразования

Выработка требуемого ассортимента с соответствующими параметрами структуры трикотажа с одной стороны, нормальный ход процесса вязания – с другой, являются основой ресурсосбережения сырья в вязальном производстве. Параметры режима вязания меняются в зависимости от параметров петельной структуры трикотажа и вида, структуры, линейной плотности перерабатываемого сырья. Нормализация процесса вязания должна осуществляться при параметрах вязания, обеспечивающих допустимые пределы ППТ.

Петельную структуру трикотажа следует характеризовать ДНП и линейной плотностью нити. Трикотаж любого переплетения из определенного вида и линейной плотности сырья можно вырабатывать с различной ДНП. Для каждого значения ДНП соответствует определенное значение ППТ.

Для рационального использования сырья лучше бы ППТ была, возможно, минимальной. Однако, с уменьшением плотности трикотажа, ухудшаются его физико-механические показатели и внешний вид. Процесс выработки такого трикотажа протекает с определенными трудностями. Эта особенность является определяющим для предела изменения ДНП, внутри которого материалоемкость полученного трикотажа можно считать приемлемой. Предел изменения ДНП трикотажа характеризуется с допустимым, минимальным и максимальным его значениями, т. е. $[l_{dmin} \div l_{dmax}]$. Крайние значения допустимой ДНП должны определяться с учетом особенностей процесса петлеобразования.

Для выявления причин нарушения процесса петлеобразования при переработке пряжи целесообразно использовать метод пооперационного исследования процесса образования петли в конкретных условиях. Каждый вид применяемого вязального оборудования и трикотажного сырья требует учета всех особенностей, присущих им. При этом для анализа и исследования необходимо привлекать работы, относящиеся к процессам переработки, как традиционных текстильных нитей, так и нитей для технического назначения.

Анализ дефектов, возникающих в процессе переработки различных нитей на вязальных машинах, позволил разделить дефекты полотен на три группы: дефекты, образованные в результате нарушения отдельных операций в процессе петлеобразования; дефекты, образо-

ванные из-за разрушения нити в процессе петлеобразования; дефекты петельной структуры трикотажа.

Поэтому теоретический пооперационный анализ необходимо провести в соответствии с выявлением условий или причин образования выше упомянутых дефектов. Причем, необходимо иметь в виду, что в процессе переработки сырья его свойства терпят определенное изменение, что должно быть учтено при нормализации процесса вязания.

2.1.1. Заключение

Процесс петлеобразования кулирного трикотажа на язычковых иглах начинается с освобождения участка крючка иглы от старых петель или набросков. При осуществлении операции заключения, по мере подъема иглы на определенную высоту, петля или набросок отодвигается по ее головке с одновременной оттяжкой их за спинку игл.

Процесс выполнения операции заключения характеризуется прежде всего конструктивными особенностями иглы, положением игольницы, свойствами сырья, технологическими параметрами процесса вязания и структурными параметрами трикотажа.

В работах [5, с. 24 – 32, 7, с. 95 – 97, 8, 9] рассмотрены вопросы выполнения операции заключения, где отмечено, что наиболее опасным местом при перемещении старой петли является конец чаши язычка. Из-за отклонения язычка от стержня иглы на определенный угол, операции заключения протекают в наиболее сложных условиях. Этот участок иглы имеет растущее сечение, максимальное значение которого достигается на конце чаши язычка в открытом (при заключении) и закрытом (при нанесении) его положениях.

При последовательном заключении каждая последующая игла по высоте отстает от предыдущего на расстоянии AC (рис. 2.1.)

$AC = t \cdot \operatorname{tg} \alpha_n = \text{const}$. Если полную высоту подъема иглы 1 обозначим H_1 , тогда высоту подъема последующих игл H_2, H_3 и H_n можно записать в виде:

$$\begin{aligned} H_2 &= H_1 - AC = H_1 - t \cdot \operatorname{tg} \alpha_n, \\ H_3 &= H_2 - AC = H_1 - AC - AC = H_1 - 2AC = H_1 - 2t \cdot \operatorname{tg} \alpha_n, \dots, \\ H_n &= H_1 - (n - 2)AC - AC = H_1 - (n - 1)AC = H_1 - (n - 1)t \cdot \operatorname{tg} \alpha_n, \end{aligned} \quad (2.1)$$

где t – игольный шаг, мм; α_n – угол подъема заключающего клина; n – число игл, выполняющих операции заключения в напряженном состоянии старых петель.

Из формулы (2.1) видно, что старая петля на каждой последующей игле отстает на постоянную величину, равную $AC = t \cdot \operatorname{tg} \alpha_n$, от

старой петли, находящейся на предыдущей игле. Это условие свидетельствует о том, что при последовательном заключении старые петли последующих игл находятся в напряженном состоянии, пока петли передвигаются одновременно по открытому язычку. Таким образом, когда старая петля сбросится с язычка на стержень иглы, старая петля последующей иглы будет находиться от кончика язычка иглы на расстоянии AC и, на пути оставшейся части язычка, будет менее напряженной (односторонняя свободная подача нити со сброшенной петлей).

Началом напряженного состояния старых петель можно считать их прохождение по оси язычка иглы. Напряженное состояние старых петель происходит на величине L длины открытого язычка. Чтобы крайняя петля C_n начала напрягаться на уровне оси язычка, игла 5 должна подниматься на величину $H_n = h + L$. Напряженность заканчивается при сходе петли с язычка иглы на стержень, т. е. предыдущая игла 1 должна проходить величину $H_1 = h + 2L$, где h – глубина кулирования.

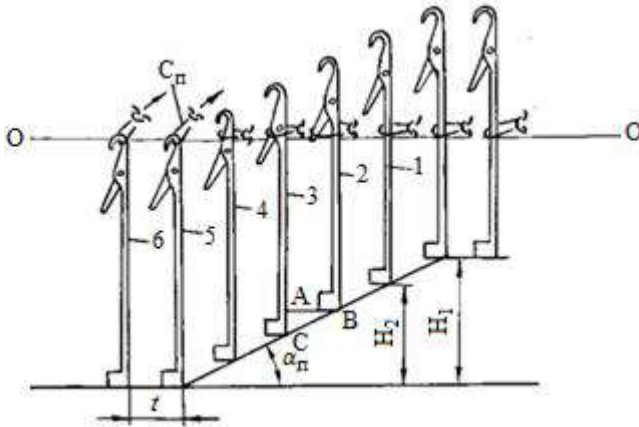


Рис. 2.1. Движение игл при выполнении операции заключения

Учитывая значения H_n и H_1 в выражении (2.1) $h + L = h + 2L - (n - 1)AC$, откуда, $n - 1 = \frac{L}{AC}$,

$$n \geq \frac{L}{AC} + 1 = \frac{L}{t \cdot \text{tg} \alpha_n} + 1. \quad (2.2)$$

Поскольку число игл n должно быть целым, то полученное дроб-

ное значение выражения (2.2) следует округлять в сторону увеличения до ближайшего целого числа.

При выполнении операции заключения оттягиваемая старая петля прежде, чем двигаться обратно движению поднимающейся иглы, устанавливается под некоторым углом трения δ , относительно к спинке иглы (рис. 2.2).

При этом сложная конструкция головки язычковой иглы способствует развитию сил трения различного значения между нитью и иглой, что отражается на расположении старой петли и направлении действия усилия оттяжки петель относительно спинке иглы. Таких участков на головке иглы можно выделить, по крайней мере, четыре.

Из рис. 2.2, а видно, что на цилиндрической части 1 головки иглы сила трения $F_{\text{тр}}$, увлекающая старую петлю за собой на определенную величину, имеет значение

$$F_{\text{тр}} = \mu_{\text{пр}} N. \quad (2.3)$$

Если $N = Q \sin \psi = Q \cos \delta$, $S = Q \cos \psi = Q \sin \delta$, тогда

$$F_{\text{тр}} = \mu_{\text{пр}} Q \sin \psi = \mu_{\text{пр}} Q \cos \delta, \quad (2.4)$$

где $\mu_{\text{пр}}$ – приведенный коэффициент трения между нитью и материалом иглы; Q – усилие оттяжки петли; N – сила нормального давления старой петли на крючке иглы; S – усилие, передвигающее старую петлю к заключению на крючке иглы; δ – приведенный угол трения; ψ – угол между линией оттяжки старой петли, совпадающей с границей приведенного угла трения и спинкой иглы.

При этом, из графического анализа сил $Q, S, N, F_{\text{тр}}$ и формулы (2.3) можно определить приведенный угол трения, как $\text{tg } \delta = F_{\text{тр}}/N$ и $\mu_{\text{пр}} = F_{\text{тр}}/N$. Тогда $\text{tg } \delta = \mu_{\text{пр}}$ и $\delta = \text{arc tg } \mu_{\text{пр}}$.

Для приведенного коэффициента трения петли об иглу, В. Н. Гарбарук [7, с. 97] выводит уравнение в виде: $\mu_{\text{пр}} = (1 - e^{-0,5\mu\pi})$, где μ – коэффициент трения петли об иглу.

Пока обеспечится условие $S \leq F_{\text{тр}}$, т. е. $\text{tg } \delta = S/N$ и $\text{tg } \delta = F_{\text{тр}}/N$, несмотря на увеличение усилия оттяжки – результирующей Q сил S и N в пределах приведенного угла трения $\delta = 90^\circ - \psi$, старая петля не будет перемещаться по участкам иглы в сторону выхода из открытого язычка. Так как с увеличением Q одинаково растут значения соответствующих сил $S, N, F_{\text{тр}}$, противодействующих передвижению петли по игле. Чтобы передвинуть петли, должно быть обеспечено условие $S > F_{\text{тр}}$, для чего необходимо уменьшить значение угла ψ на x ,

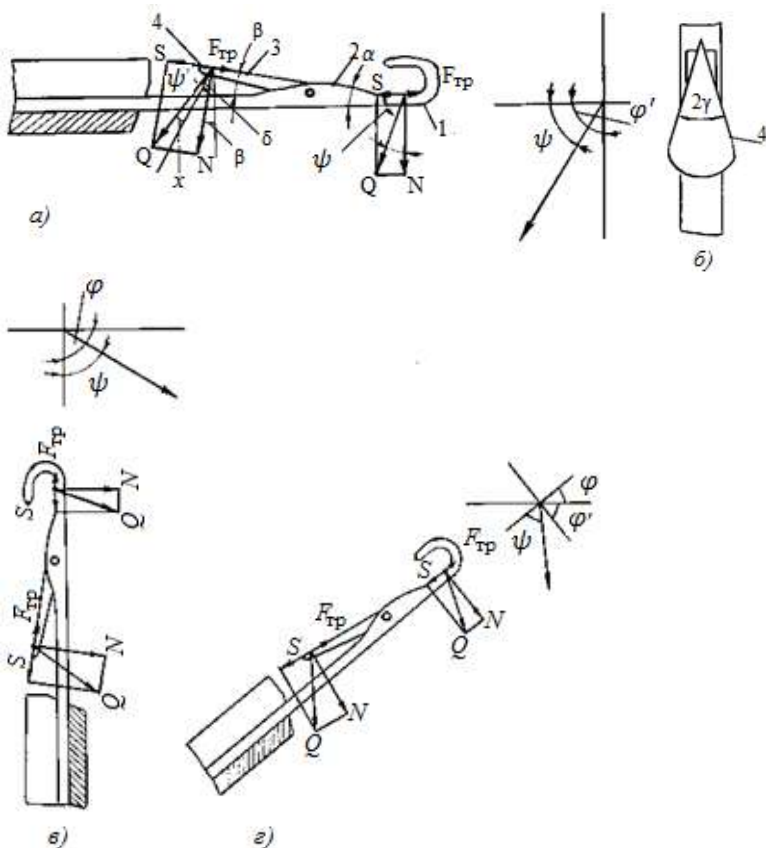


Рис. 2.2. Схема взаимодействия сил во время операции заключения

т. е. $\psi' = 90^\circ - (\delta + x)$ или $\psi' = \psi - x$,

где ψ' – угол между спинкой иглы и направлением усилия оттяжки; x – дополнительный наклон старой петли к стержню иглы за пределом приведенного угла трения, необходимый для передвижения петли.

При этом создается условие увеличения силы S и уменьшения – N и $F_{\text{тр}}$ (рис. 2.2, а), $S = Q \cos \psi' = Q \cos(\psi - x)$, $N = Q \sin \psi' = Q \sin(\psi - x)$, $F_{\text{тр}} = \mu_{\text{пр}} Q \sin \psi' = \mu_{\text{пр}} Q \sin(\psi - x)$.

После преодоления сил трения между нитью и крючком иглы, старая петля передвигается от цилиндрического участка 1 (рис. 2.2, а) головки иглы, далее – по ее наклонным участкам щели 2 оси язычка,

язычка 3 и края 4 чаши язычка для сбрасывания с него на стержень иглы. При подходе старой петли на участки 2, 3 и 4 она наклоняется дополнительно в сторону передвижения петли, соответственно на угол α, β и 2γ .

Учтено, что больше всего язычковые иглы могут быть установлены в трех положениях: в горизонтальной и вертикальной игольницах, в игольницах, расположенных одна к другой под углом 100° . Условие расположения старой петли при движении по участку i язычка иглы, установленной последней в различных положениях относительно горизонтальной линии, в общем виде можно записать как

$$\beta_i + \psi' + \varphi + \delta + x + \varphi' - \beta_i = 180^\circ,$$

где φ – угол между спинкой иглы и горизонтальной линией; φ' – угол между горизонтальной линией и силой нормального давления старой петли; β_i – углы наклонов участков $i = 1 \div 4$ иглы и его язычка, $\beta_1 = 0, \beta_2 = \alpha, \beta_3 = \beta, \beta_4 = \beta + 2\gamma$.

Из рис. 2.2 видно, что для всех вариантов расположения иглы $\varphi + \varphi' = 90^\circ$. При расположении на горизонтальной игольнице $\varphi = 0$, а – на вертикальной $\varphi = 90^\circ$, а $\varphi < 90^\circ$ имеет место на плосковязальных машинах. Тогда с учетом $\varphi + \varphi' = 90^\circ$ и $\psi = 90^\circ - \delta$ соответствующие силы S и N в общем виде можно найти, как

$$S = Q \cos(\psi' + \beta_i) = Q \cos(\psi - x + \beta_i), \quad (2.5)$$

$$N = Q \sin(\psi' + \beta_i) = Q \sin(\psi - x + \beta_i). \quad (2.6)$$

Учитывая значения β_i в формулах (2.5) и (2.6), можно найти силы S и N на соответствующих участках открытого язычка иглы. Для выполнения полного заключения, старые петли, встречаясь с чашей на конце язычка иглы, оба края которой отклонены на угол γ относительно линии язычка, расположенного под углом $\beta_3 = \beta$ к спинке иглы, приобретает другое положение – $\beta_4 = \beta + 2\gamma$ (рис. 2.2, б). Наличие расширенной чаши на конце язычка усложняет передвижение старой петли вначале; старые петли на этом участке дополнительно наклоняются в сторону спинки иглы. Таким образом, на расширенном участке 4 язычка (рис. 2.2, б), соответствующие силы определяются как

$$S = Q \cos(\psi' + \beta_4) = Q \cos(\psi - x + \beta + 2\gamma), \quad (2.7)$$

$$N = Q \sin(\psi' + \beta_4) = Q \sin(\psi - x + \beta + 2\gamma). \quad (2.8)$$

Сравнением значений сил S и N на участках 3 и 4 можно увидеть уменьшение сил S , способствующих заключению петель на ΔS , и уве-

личению сил нормального давления N на ΔN , что приводит к росту сил трения на конце язычка иглы, по сравнению с другими участками головки иглы, т. е.

$$\Delta S = S_3 - S_4 = Q[\cos(\psi - x + \beta) - \cos(\psi - x + \beta + 2\gamma)],$$

$$\Delta N = N_3 - N_4 = Q[\sin(\psi - x + \beta + 2\gamma) - \sin(\psi - x + \beta)].$$

Тогда, на конце язычка иглы

$$F_{\text{тр}} = \mu_{\text{пр}} N = \mu_{\text{пр}} Q \sin(\psi - x + \beta + 2\gamma). \quad (2.9)$$

Полученные формулы (2.5) – (2.9) показывают, что силы S , N и $F_{\text{тр}}$ зависят от значений усилия оттяжки петель, наклонов элементов головки иглы, угла трения, угла расположения иглы относительно горизонтальной линии.

При этом, если не учесть структуры перерабатываемой пряжи приведет к неправильным результатам. В процессе вязания, наряду с кручеными видами пряжи, применяют СК пряжу, трощеные нити и др.

В структуре СК пряжи между кручеными участками направления Z и S имеются некрученые участки. Старые петли, образованные из крученых участков СК пряжи при выполнении операции заключения, никаких затруднений не вызывают. Самым неблагоприятным условием для операции заключения является случай, когда старая петля состоит фактически из двух некрученых между собой стренг. В начале операции заключения (рис. 2.3, пол. I) на каждую ветвь старой петли из одиночных стренг 1 и 2 будет действовать усилие, равное $Q/4$.

При подъеме игл на заключение, во время прохождения петель 1 и 2 по точке 3 вершины брюшка иглы, происходит раздвижение составляющих старой петли (рис. 2.3, а, пол. II, 2.3, б). Угол α между палочками петель увеличивается. Меняется значение действующей силы оттяжки, каждая составляющая старой петли будет нести нагрузку:

$$Q_1 = Q_2 = \frac{Q}{4 \cos \alpha},$$

где 2α – угол между стренгами в старой петле; Q – усилие оттяжки, приходящееся на одну петлю; Q_1, Q_2 – составляющие нагрузки на палочки петель 1 и 2.

При таком расположении стренг в старой петле, с язычка на стержень иглы сначала сбрасывается петля 1, а затем петля 2 (рис. 2.3, а пол. III). В промежутке времени между сбросами петель 1 и 2, всю нагрузку оттяжки воспринимает петля 2. Здесь усилие оттяжки, приходящееся на долю одной стренги, увеличивается в два раза. Сказанное о некрученом участке СК пряжи также можно отнести к трощеным нитям, которые могут быть в несколько концов.

В зависимости от применяемого вида переплетения, операция заключения может быть выполнена полностью (полное заключение), или же старая петля с язычка на стержень иглы не переходит (непол-

ное заключение). При неполном заключении иглы старая петля останавливается на язычке. Было бы лучше, если бы старые петли дополнительно не натягивались без необходимости, и не осуществлялись перетяжки нити из соседних петель. То есть, при неполном заключении, следует старые петли держать за чашей язычка. В этом случае силы S и N определяются по формулам (2.5) и (2.6), по участку 3.

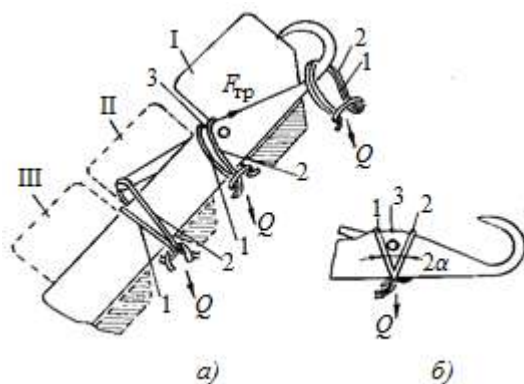


Рис. 2.3. Схема положения старой петли, образованной из некрученого участка СК пряжи при выполнении операции заключения

Установлено, что [74] при вязании кулирной глади, натяжение петли на кончике язычка в 7,2 раза выше, чем среднее заправочное, вызываемое механизмом оттяжки. При вязании прессовых одинарных петель натяжение на кончике язычка возрастает в 8,5 раза, а при вязании прессовых двойных петель – в 21,5 раза.

Повышение натяжения петель на кончике язычка, примерно в 8 раз, говорит о том, что усилие на долю одной из запаздывающих петель 2 возрастает в 16 раз. Такое резкое увеличение натяжения петли 2 может вызвать перетяжки из соседних петель, в результате чего петля из одной стренги (нити) может не выдержать перенапряжения и обрвется или же надорвутся отдельные волокна стренги (нити), что также увеличит вероятность ее обрыва в последующих операциях петлеобразования. Конечно, здесь немаловажную роль играет низкое значение прочности некрученого участка (стренг) по сравнению с кручеными участками СК пряжи.

Нормальный ход операции заключения требует уменьшить сдвиг ветвей старых петель, состоящих из двух и более нитей, при опускании по язычку иглы. Этого можно добиться уменьшением инерции распространения усилия оттяжки на второй запаздывающей ветви

старой петли, а также уменьшением ДНП, усилия оттяжки и увеличением скорости подъема иглы в конце операции заключения. Изменение конфигурации подъемного клина к концу завершения операции заключения может способствовать уменьшению отрезка времени между сходом ветвей старой петли.

Для осуществления операции заключения необходимо приложить к старой петле определенную силу оттяжки Q . Значение этой силы должно определяться условием выполнения операции заключения. Необходимо, чтобы при высоком значении Q нить в петле не оборвалась и не потеряла исходные свойства, а при минимальном значении силы, не нарушалось выполнение как заключения, так и других операций петлеобразования.

Независимо от величины усилия оттяжки, операция заключения осуществляется за пределом приведенного угла трения на угол x_i . При высоком значении Q угол x_i будет иметь малую величину, а с уменьшением Q , значение угла x_i будет расти. Предел угла x_i определяется от границы приведенного угла трения до грани фаски K иглы, т. е. $0 < x_{min} \leq x_{max}$. Важно отметить, что при этом, предел значения $[Q_{min} \div Q_{max}]$ определяется соответствующим измерением.

И. Г. Цитович, анализируя операцию заключение [3, с. 121–124], отмечает, что при малом значении силы Q , приведенный угол трения может иметь большое значение. Однако коэффициент трения нити имеет постоянную величину для конкретных тел соприкосновения.

При минимальном значении усилия оттяжки Q петель, низкая компактность волокон нитей между собой, способствуют увеличению угла поворота старой петли, которая находится за пределом границы приведенного угла трения, имеющего постоянную величину, независимо от величины усилия оттяжки [7].

Если длина нити в старой петле недостаточна, тогда ее остов может охватить часть периметра иглы у чаши открытого язычка (рис. 2.4, а). При этом недостающая часть длины нити остова старой петли может быть приобретена за счет подъема петли предыдущего ряда, перетяжки нити из соседних петель и упругого удлинения нити. Плотный охват остовов петель периметра иглы, на сечении у чаши открытого язычка, задерживает заключение старой петли 1 (рис. 2.4, б). «Защипанные петли», т. е. петля 1, имеющая контакт с открытым язычком и головка 3 предыдущей петли, охватывающая снизу спинку иглы 2, склонны к одинаковому повороту под действием усилия оттяжки. Причем, головки петель ориентированы в сторону крючка иглы или по ходу движения иглы.

Тем не менее, линия оттягиваемых петель, контактирующих с иглой, не совпадают. При выполнении операции заключения нижняя

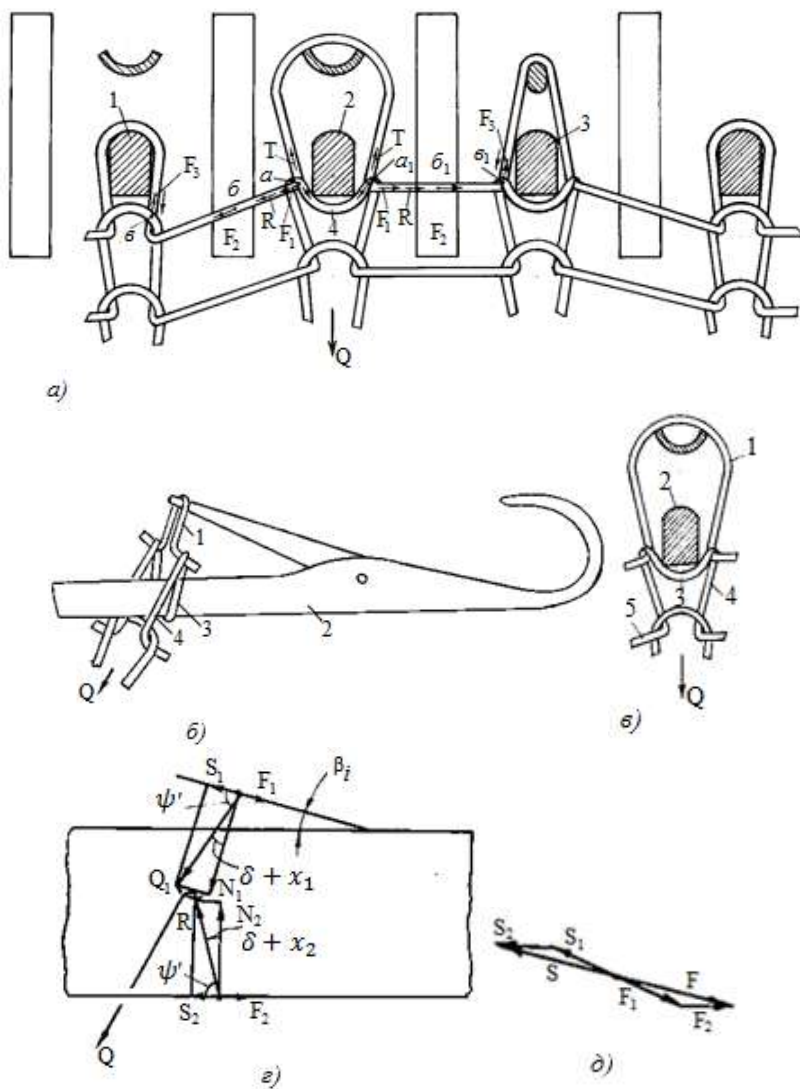


Рис. 2.4. Схема сил, действующих на нить петель при операции заключения

часть палочек 4 подтянутой петли 5 предыдущего ряда располагается ниже оси – за открытым язычком и головкой петли, охватывающей иглу (рис 2.4, б, в). Поэтому, линия оттягивания нижней части палочек петли предыдущего ряда совпадает с петлей, находящейся на открытом язычке. При этом линия оттягивания головки предыдущей петли отклонена от спинки иглы на угол $\psi' = \psi - x$ (рис. 2.4, з).

Если сила оттяжки, действующая на одну сторону петли, равна Q , тогда, для перетяжки нити из палочки 4 в дугу 3 петли потребуется сила $R = Qe^{\mu\alpha}$,

где μ – коэффициент трения нити о нить; α – угол обхвата одной нитью другой, равной $\pi/2$.

Разложим силы Q и R (рис. 2.4, з), соответственно действующие на передвигаемую петлю на кончике язычка и головку петли на спинке иглы на составляющие S_1, N_1 и S_2, N_2 . Определяем:

$$S_1 = Q \cos(\psi' + \beta_4) = Q \cos(\psi - x + \beta + 2\gamma), \quad (2.10)$$

$$N_1 = Q \sin(\psi' + \beta_4) = Q \sin(\psi - x + \beta + 2\gamma), \quad (2.11)$$

$$S_2 = R \cos \psi' = Qe^{\mu\alpha} \cos(\psi - x), \quad (2.12)$$

$$N_2 = R \sin \psi' = Qe^{\mu\alpha} \sin(\psi - x). \quad (2.13)$$

Как отмечено раньше, чтобы передвинуть петлю и головку петли предыдущего ряда должно быть обеспечено условие: $S_1 > F_{1\text{тр}}, S_2 > F_{2\text{тр}}$ или $S_1 + S_2 > F_{1\text{тр}} + F_{2\text{тр}}$. Если $F_{1\text{тр}} = \mu N_1 = \mu Q \sin(\psi - x + \beta + 2\gamma)$, то $F_{2\text{тр}} = \mu Q e^{\mu\alpha} \sin(\psi - x)$.

Иными словами, сумма, передвигаемых петель, сил S_1, S_2 и сил трения $F_{1\text{тр}}$ и $F_{2\text{тр}}$ (рис. 2.4, д) должна быть записана как:

$$Q[\cos(\psi - x + \beta + 2\gamma) + e^{\mu\alpha} \cos(\psi - x)] > \mu Q[\sin(\psi - x + \beta + 2\gamma) + e^{\mu\alpha} \sin(\psi - x)]. \quad (2.14)$$

Подъем петли вместе с иглой вверх приводит к нарушению операции заключения. Если величина усилия оттяжки недостаточна, то в этом случае произойдет набор петель. При высоком значении усилия оттяжки деформация петель и нити сопровождается ухудшением их состояния. Этот случай особенно проявляется на крайних иглах плоскофанговых машин.

Нужно иметь в виду, что если требуется выработка трикотажа с высокой формоустойчивостью и материалоемкостью, тогда ДНП следует получить минимальной, где процесс вязания осуществляется с перетяжкой нити. Для осуществления перетяжки нити из петель, рас-

положенных непосредственно на соседних иглах 1 и 3 (рис. 2.4, а), а также для подъема петли 4 предыдущего ряда, необходимо преодоление силы трения, возникающего в местах контакта нитей старых и готовых петель между собой и с рабочими органами в точках a , b , v и a_1 , b_1 , v_1 . Тогда сила сопротивления перетяжки нити из соседних петель будет: $R = F_1 + F_2 + \dots + F_n = \sum F$.

Перетяжка нити осуществляется при выполнении условия $T > R$, где T – натяжение нити в петле, осуществляющей операцию заключения.

С осложнением выполнения условия операции заключения значение этих сил может расти, в результате которых нити петель могут быть повреждены на краях чаши открытого язычка иглы и произойдет потеря прочности нити, что нежелательно. Создание выемки на стержне иглы, на участке у откинутого язычка [3, с. 124, 5, с. 32] и уменьшение угла наклона открытого язычка к стержню иглы [9], способствуют улучшению выполнения операции заключения.

Следует отметить, что выполнение операции заключения протекает под действием подъемного клина, а нанесения – под действием кулирного клина. Кроме того, в обеих операциях контакт старой петли с язычком иглы осуществляется в разных конструктивных параметрах иглы. Если для упрощения выполнения операции заключения с минимальной ДНП на стержне иглы, против чаши открытого язычка, игла может иметь выемку, то при закрытом язычке уменьшение периметра иглы не происходит. Поэтому, величину минимально допустимой ДНП нужно определить из условия выполнения операции нанесения, а не – заключения.

Однако, чрезмерное уменьшение ДНП (остова), с одной стороны, усложняет процесс вязания, а с другой стороны, увеличивает материалоемкость трикотажа, которая не может решить задач, поставленных в настоящей работе. Поэтому, должна быть установлена такая минимальная ДНП, чтобы процесс вязания протекал без эксцессов и высокая ППТ не являлась причиной нерационального использования сырьевых ресурсов. Тем не менее, ДНП нужно брать из требований ассортимента изделий, соответствующих им ППТ.

Для нормализации процесса вязания трикотажа необходимо снизить коэффициент трения между иглой и нитью и нити о нить. Причем, коэффициент трения нити можно снизить как за счет применения эффективных средств и способов парафинирования, так и повышения чистоты обработки поверхностей рабочих органов петлеобразования. Кроме того, для нормального хода процесса вязания, необходимо правильно выбрать предел ДНП и усилия оттяжки петель, которые должны быть взаимосвязаны друг с другом в зависимости от структурных характеристик вырабатываемого полотна.

2.1.2. Анализ операций прокладывания и вынесения нити

Для установления основных причин нарушений операции прокладывания нити необходимо учесть характеристики фактического состояния прокладываемой нити, которые изменяются при движении от бобины до иглы.

На пути передвижения, нить получает требуемое натяжение. Однако, при прохождении нити через глазки и другие нитенаправляющие узлы (элементы), могут измениться некоторые ее заданные, важные структурные и физико-механические показатели. В первую очередь, это проявляется в изменении зафиксированной (установленной), заправочной крутки $K_{зу}$ нити, и на этой основе перерабатываемая нить переходит в новое деформированное состояние (НДС). НДС нити, от имеющейся на разматываемой бобине отличается, главным образом, неравновесностью (неуравновешенностью, неустойчивостью относительно оси нити), неровнотой по толщине, крутке и диаметру. Поэтому, НДС передвигаемой нити к петлеобразующим органам диктует новое условие, как прокладывания нити, так и других операций процесса вязания. Эта особенность сохраняется и во взаимосвязи нити с образованными петлями.

НДС нити, прежде всего, характеризуется обратным крутящим моментом $M_{ок}$, возникшим в процессе движения нити к игле, который предопределяет механические свойства прокладываемой нити. Обратный крутящий момент (ОКМ) прокладываемой нити влияет на изменение заправочной крутки $K_{зу}$ на ΔK , $\Delta K = K_{зу} - K_{фп}$, где $K_{фп}$ – фактическая крутка в НДС прокладываемой нити на иглы.

Необходимо отметить важность фиксации крутки, созданной в процессе скручивания нитей. Если не осуществить закрепление крутки нитей, то скрученные нити будут стремиться к раскручиванию [75]. Ослаблением натяжения крученых нитей, при сматывании их с паковок, они обычно сдваиваются в виде петли и закручиваются в обратном направлении, образуя сукрутины, которые при дальнейшей переработке вызывают обрыв нитей.

ОКМ, действующий на прокладываемую нить, является основным, определяющим критерием поведения нити в процессе ее переработки. ОКМ, по мере раскручивания передвигаемой нити, получает возрастающий характер, т. е. выполняется условие $M_{ок} = f(\Delta K)$. ОКМ

можно сравнивать с ролью, крутящего момента при скручивании нитей $M_{ск}$.

После прекращения скручивания, если не предусмотреть специальных мер, то реактивный момент $M_{рк}$ нити способствует ее раскручиванию. Для предотвращения этого выполняется условие, способствующее релаксации напряжений кручения. Все воздействия, ускоряющие процессы релаксации напряжения нити, направлены, в основном, на снижение реактивного крутящего момента, неравновесности нити и фиксации полученной крутки [76, 77].

Проявлением ОКМ нити нарушается ее равновесность, созданная в процессе прядения и кручения исходного продукта. При этом нить, идущая от бобины к вязальной игле, кроме продольного движения, получает и вращательное движение. Хотя до сих пор вращательным движением крученой нити в процессе вязания пренебрегали. Поэтому, учет только продольного движения нити приводит к неправильным выводам, предусматривающим нормализацию процесса вязания.

Исследованиями установлено, что СК пряжи при переработке на вязальных машинах, кроме продольного движения, характеризуется также вращательным движением. Этому способствуют структура и способ получения этой пряжи.

2.1.2.1. Анализ характера движения нити в процессе вязания

Допустим, нить, поступающая в вязальное производство, соответствует требованиям стандартов, имеет высокие качественные показатели, и неравновесность нити отсутствует.

Общеизвестно, что нить, при сходе с бобины с постоянной скоростью V_n , будет вращаться вокруг нее с угловой скоростью $\omega = V_n / \pi d_b$,

где V_n – скорость нити; d_b – диаметр витка сматываемой нити.

Так как скорость V_n постоянна, а диаметр d_b изменяется, то угловая скорость ω будет переменной. При этом, нить будет скручиваться или раскручиваться $K_{нс} = K_{зy} \pm K_c$. Число кручений нити K_c равно числу витков в единице длины [5, с. 42 – 43], т. е. $K_c = \omega / V_n = 1 / \pi d_b$.

Следует учесть то, что при конической намотке диаметр намотки переменный, а число витков в единице длины увеличивается. Тем самым число исходного кручения нити $K_{зy}$ изменяется, соответственно, на K_c , которое иногда достигает до 13 – 14 % относительно установ-

ленной заправочной крутки. В результате чего нарушается равновесность исходной нити, расположенной на бобине. Одновременно с изменением крутки нити проявляется текущий крутящий момент, который играет важную роль при поведении нити в процессе вязания и формирования качества трикотажа, в целом.

Скручивание или раскручивание сматываемой нити с бобины зависит от направления крутки Z и S , а также от направления вращения нити вокруг оси бобины. Нить с направлением крутки S , при сматывании с бобины конической намотки с вращением вокруг оси по часовой стрелке, способствует дополнительному скручиванию сматываемой нити. Тогда фактическая крутка K_{ϕ} сматываемой нити по прохождению первого глазка, увеличивается на величину K_c , и за глазком нить будет иметь крутку $K_{nc} = K_{\phi} + K_c$.

При вращении сматываемой нити вокруг оси против часовой стрелки происходит ее раскручивание и тогда, после глазка, нить будет иметь крутку $K_{nc} = K_{\phi} - K_c$. Если сматываемая нить имеет крутку направления Z , тогда скручивание нити будет происходить при вращении ее вокруг оси против часовой стрелки, а раскручивание, наоборот – по часовой стрелке.

Установив условия скручивания или раскручивания сматываемой нити с бобин конической намотки, можно отметить сходство и для бобины цилиндрической формы. Следует отметить, что направление вращения сматывания нити меняется при изменении основания паковки, которые не отличаются друг от друга. Без учета этой особенности бобин цилиндрической паковки создастся дополнительная неровнота физико-механических показателей перерабатываемой нити.

Например, если нить с направлением крутки S , намотанная на цилиндрическую бобину, установленная нижним основанием на шпиндель, при сматывании вращается вокруг оси по часовой стрелке, то происходит скручивание нити. Если на шпиндель установить ту же бобину с другим основанием, тогда сматываемая нить, изменив направление вращения вокруг оси, будет способствовать раскручиванию нити. Если основания цилиндрической бобины, установленные на вязальные машины, будут не одинаковы, это приведет к большому расхождению в физико-механических показателях перерабатываемой нити. Эту особенность сматывания нити из цилиндрических бобин, необходимо учитывать и в процессах прядения, трощения, кручения, также при подготовке сырья к вязанию и ткачеству. Особенно важен учет этой особенности правильного выбора основания цилиндрической бобины при установке их и на швейных машинах, где в

основном применяются нити именно из данной формы паковок. Нужно указать какое основание цилиндрических паковок должно быть на шпинделе.

Вышеизложенная особенность сматываемой нити является начальным (этапом) фактором деформации кручения в процессе вязания.

Надежность выполнения операций прокладывания и вынесения зависит также от учета конструктивных параметров иглы и нитеводов. Сложность выполнения этих операций усугублена, с одной стороны, малым промежутком участка прокладывания нити от крючка иглы до точки «ножницы», с другой стороны, необходимостью учета параметров подачи нити, режима вязания, структуры и свойства нити.

Натяжение прокладываемой нити непостоянно и изменяется на промежутке от бобины до прокладывания на иглу. Для процесса вязания натяжение нити должно иметь минимальное значение, которое не приводит к нарушениям операций петлеобразования [5, с. 42 – 48].

По исследованиям Б. С. Окса [10, 12], получено, что скоростные режимы машины и абсолютные значения заправочного продольного натяжения нити обуславливают амплитудные характеристики вынужденных поперечных колебаний нити, которые влияют на надежность захвата нити крючком иглы. Исследованиями [9] установлено, что при переработке стеклянных нитей причиной нарушения операций прокладывания и вынесения является возникновение значительных колебаний нити вдоль стержня иглы.

В процессе вязания с изменением натяжения крутка участков СК уменьшается, и пряжа имеет неустойчивое, разностороннее вращательное движение [78]. Выявленная особенность присуща только СК пряже, и поэтому важным фактором, определяющим характер движения нити при подаче, будет величина входного натяжения и система контактов нити в нитепроводящей гарнитуре.

Некрученный участок СК пряжи может попасть под крючок в двух граничных положениях. Если стренги нити будут расположены относительно стержня иглы на перпендикулярной плоскости, тогда острие крючка иглы, при опускании вниз, может пройти между стренгами пряжи. Для нормального протекания операций прокладывания и вынесения, при переработке СК пряжи, очень важна установка требуемого входного натяжения нити и параметров нитеподачи.

Следует отметить, что трощеные нити, состоящие из двух одиноких нитей, при изменении натяжения не склонны к вращению вокруг оси как СК пряжа, но особенности прокладывания и вынесения такие же, как у некрученого участка этой пряжи.

Анализ сведений о составляющих динамических возмущений прокладывания нити, учитывает отклонения нити от теоретической линии прокладывания, но не вскрывает причин, которые их вызывают.

Приведенный анализ ограничивается, в некоторых случаях, со специальными, например, стеклянными нитями, СК пряжей. Главным образом, учитывалось изменение натяжения нити в процессе вязания и вытекающие отсюда последствия [8, 9, 17]. Не учитывалось возможное изменение физико-механических показателей нити в ходе ее движения по заправочной линии и в самой структуре трикотажа после образования петли.

На рис. 2.5 и 2.6 показано условие изменения параметров структуры нити при прохождении ее через нитенатяжители (глазки, нитенаправители).

Для уяснения особенностей переработки нитей, в первую очередь, представим трощеные нити, не скрученные между собой, где угол кручения $\beta = 0$. Тогда обе нити 1 и 2 (рис. 2.5), расположенные параллельно друг другу, встречаются с тарелочками 3 и 4 нитенатяжителя в виде плоской ленты, с контактированием на двух участках 5 и 6. При встрече с нитенатяжным устройством, положение нитей относительно друг друга не меняется, по крайней мере на больших расстояниях, по сравнению с геометрическими характеристиками крученой пряжи.

Структура крученой пряжи характеризуется наличием скрученных между собой нитей, круткой, толщиной (диаметром), углом кручения, направлением крутки, сплюсциваемостью, выступом, образованным поверхностью 1_1 витка и углублением 2_1 , участком, находящимся между двумя соседними витками по линии контакта скрученных нитей (рис. 2.6, *a*) и др. особенностями. По мере увеличения угла кручения $\beta > 0$, структурные характеристики крученой пряжи меняются при прохождении через нитенатяжное устройство.

При встрече крученой пряжи, состоящей из двух нитей 1 и 2, например, с тарелочками, прижатыми друг другу, верхняя тарелочка 3 (нижняя тарелочка на рисунке не показана), в первую очередь, касается в точке *A* близкому витку 4 скрученной нити с направлением крутки *Z* (рис. 2.6, *a*) и витку 5 с направлением крутки *S* (рис. 2.6, *b*). Чтобы пройти нить между тарелочками, последняя должна подняться вверх на толщину d_n нити. При этом, тарелочка будет давить на виток и перемещать его на сторону свободного поперечного пространства, образованного скрещиванием скрученных нитей.

Принудительное продольное движение нити и возможность перемещения скрещенных витков нитей в сторону свободного пространства (внизу расположенной нити – вверх, в сторону верхней тарелочки, а сверху расположенной нити в сторону нижней тарелочки), способствует повороту крученой нити вокруг ее оси.

При входе нити в нитенатяжное устройство, тарелочки придавливают нить давлением *N* пружины 7 (рис. 2.5) и способствуют поворо-

ту нити. Проявленная сила трения F_T , с одной стороны, помогает повороту нити вокруг оси, а с другой – сдвигает витки крученой нити в противоположное направление движения нити. В тарельчатом натяжителе выходное натяжение $T = T_0 + F_T = T_0 + 2\mu N$, где T_0 – входное натяжение нити; N – нормальное давление верхней тарелочки на нижнюю; μ – коэффициент трения нити о верхнюю и нижнюю тарелочки; $F_T = 2\mu N$ – сила трения между тарелочками и нитью.

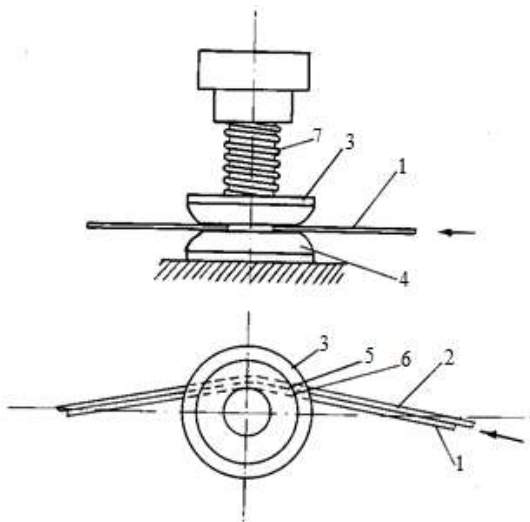


Рис. 2.5. Прохождение трошенной нити через нитенатяжное устройство

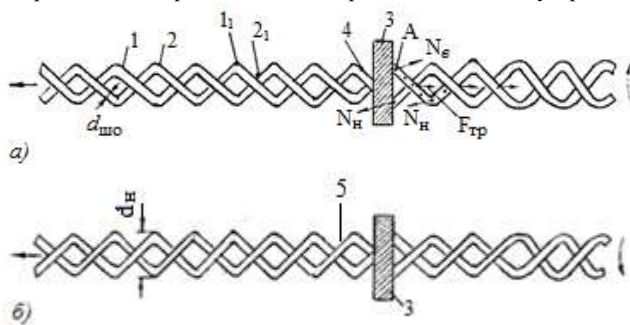


Рис. 2.6. Схема взаимодействия пряди с элементами нитенатяжного устройства

Под действием давления пружины пара сил N_B и N_H поворачивает скрещиваемые витки нити, тогда момент этих сил равен $M = N_B r = N_H r$ или $M = 0,5 N_B d_H = 0,5 N_H d_H$,

где M – момент силы; N_B, N_H – давление верхней и нижней тарелочки, причем $N_B = N_H$; r, d_H – радиус и диаметр пряжи.

Вышеприведенный анализ контакта крученой нити с тарелочками нитенатяжителя позволяет делать вывод о том, что поворот витка нити со стороны нитенатяжителя происходит обратно направлению крутки, т. е. при прохождении нити через нитенатяжители крученая нить частично раскручивается.

При прохождении крученой нити через нитенатяжное устройство входная крутка перерабатываемой нити изменяется. Прокладываемая нить на иглу подается остаточной круткой $K_{ост}$, равной:

$$K_{ост} = K_{зв} - \sum K_i \pm K_c, \quad (2.15)$$

где $\sum K_i$ – общее число раскрученной крутки; i – число глазков, нитенаправителей, нитенатяжителей, установленных на пути следования нити от бобины до иглы; K_c – изменение числа кручений при сматывании нити с паковки.

2.1.2.2. Раскручивание нити в процессе продольного ее движения и определение характеристик нитей в новом деформированном состоянии

В силу действия давления со стороны тарелочки нитенатяжителя на продольно двигающуюся нить, она вращается вокруг оси и происходит раскручивание нити. Однако полное раскручивание не происходит. Этому препятствует, во-первых, окружная (угловая) и продольная скорости нити, во-вторых, скрученные между собой нити имеют высокую компактность и высокий коэффициент трения нитей между собой.

Угловая скорость нити $\omega = \sum \varphi / t$ и продольная скорость нити $V_H = L / t$. Учитывая значение t находим $\omega = V_H \sum \varphi / L$, откуда

$$\sum \varphi = \omega L / V_H, \quad (2.16)$$

где L – длина нити, передвигаемой в единицу времени t ; $\sum \varphi$ – суммарный угол поворота нити длиной L вокруг оси при давлении на нить; V_H – продольная скорость нити.

Формула (2.16) показывает, что суммарный угол поворота $\sum \varphi$ нити длиной L , при встрече с нитенатяжителем зависит от продольной скорости нити, с повышением которой число ее поворотов уменьшается.

Учитывая, что $\sum \varphi = \varphi K_0 L = 2\pi K_0 L$ и приравнивая ее (2.16), получим $\omega L/V_H = \varphi K_0 L$, откуда, $K_0 = \omega/\varphi V_H$. При $\varphi = 2\pi$, соответствующему одному полному повороту нити $K_0 = \omega/V_H$, откуда с учетом выражения (2.16) можно найти зависимость в виде

$$K_0 = \sum \varphi / \varphi L. \quad (2.17)$$

Из формулы (2.17) видно, что число раскручивания витков нити K_0 равно числу полных поворотов на единице длины.

При раскручивании витков, в отличие от скручивания, в первую очередь, уменьшается угол кручения $\beta > \beta_0$, увеличивается длина витка $l_B < l_{B0}$ и шаг витка $h < h_0$, при сохранении диаметра нити d_H неизменной (рис. 2.7). До раскручивания крученая нить имеет показатели $\text{tg } \beta = \pi d_H/h$, при $K = 1000/h$, $\text{tg } \beta = \pi d_H/h = \pi K \cdot d_H/1000$.

После прохождения нити через нитенаправители и др. ее показатели будут $\text{tg } \beta_0 = \pi K_0 \cdot d_H/1000$, откуда

$$K_0 = \frac{10^3 \text{tg } \beta_0}{\pi d_H} = \frac{10^3 \text{tg } \beta_0}{l_{B0} \sin \beta_0} = \frac{10^3}{l_{B0} \cos \beta_0} = \frac{1000}{h_0}. \quad (2.18)$$

Раскручивание нити в процессе переработки способствует увеличению общей длины $L_{об}$, при сохранении массы $m_{об}$ нити постоянной. Таким образом, происходит уменьшение линейной плотности T_ϕ нити, $T_\phi = 1000m_{об}/L_{об}$ (г/км). Из (рис. 2.7, б, в) находим

$l_B = \sqrt{h^2 + (\pi d_H)^2}$ и $l_{B0} = \sqrt{h_0^2 + (\pi d_H)^2}$. В результате деформации раскручивания увеличивается общая длина перерабатываемой нити.

При скручивании нитей потребовался показатель укрутка нити u , определяемый разностью между первоначальной длиной нити L_1 и ее длиной после скручивания L_2 , выраженной в процентах от первоначальной длины, $u = (L_1 - L_2)100/L_1$.

Для характеристики изменения длины нити при скручивании имеются также другие показатели [79, с. 41 – 42]:

- коэффициент укрутки $K_u = L_2/L_1 = 1 - 0,01u$;
- усадка при скручивании $y = (L_1 - L_2)100/L_2$.

Однако, в процессе переработки происходит явление, обратное скручиванию нитей, т. е. происходит частичное раскручивание скрученных нитей. Поэтому, будет уместным говорить о показателе обратной укрутке – раскрутке (рис. 2.7, з), определяемой формулой

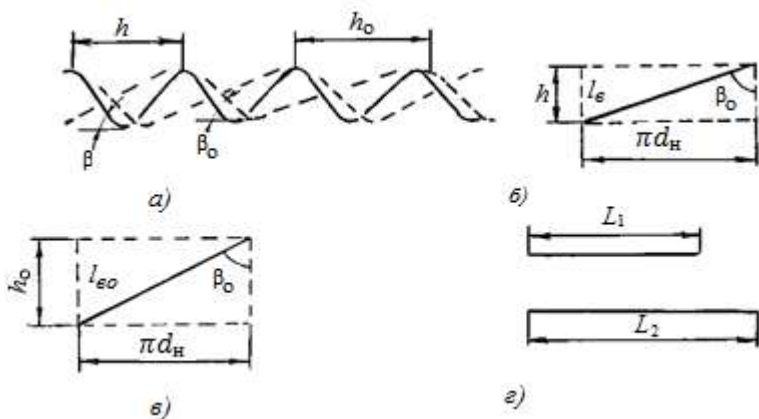


Рис. 2.7. Схема изменения параметров структуры пряжи после раскручивания

$$U_p = (L_2 - L_1)100/L_1. \quad (2.19)$$

Ясно, что при $L_1 > L_2$ по показателю u , место имеет скручивание нитей, а при $L_2 > L_1$ по показателю U_p можно судить о процессе раскручивания нитей.

Соответственно, для характеристики увеличения длины нити при раскручивании нужен также показатель – коэффициент раскрутки или коэффициент обратной укрутки $K_{пу} = L_2/L_1$.

Из формулы (2.19) находим: $L_1 U_p = 100L_2 - 100L_1$, откуда $L_2 = L_1(U_p + 100)/100$.

Учитывая L_2 , находим:

$$K_{пу} = \frac{L_1(U_p + 100)}{100L_1} = \frac{U_p + 100}{100} = 1 + 0,01U_p. \quad (2.20)$$

Обратная усадка или удлинение при раскручивании

$$Y_p = (L_2 - L_1)100/L_2. \quad (2.21)$$

Таким образом, в процессе вязания перерабатываемая нить получает реактивный крутящий момент, под действием которого нарушается устойчивое продольное движение нити и сопровождается

с новым неустойчивым вращательным видом движения. С увеличением натяжения нити, она вращается в направлении раскручивания более интенсивно. При этом происходит два случая: во-первых, уменьшается число кручений нити; во-вторых, нить вращается вокруг своей оси в противоположном, заданной крутке направлении. Учитывая многочисленные факты [49, 68] о непостоянстве натяжения нити в процессе вязания, можно с уверенностью утверждать, что нить в процессе вязания кроме поступательного движения, получает и вращательное движение. Притом вращательное движение нити выполняется в ту или иную сторону вокруг своей оси.

Если принять характер релаксации возникшего раскручивающего момента во времени, идентичным с характером – крутящего момента M_{Ro} нити после прекращения скручивания, тогда можно говорить о том, что довольно высокая скорость поступательного движения нити в процессе вязания не способствует релаксации напряжения раскручивания. Поэтому, возникший реактивный крутящий момент будет релаксирован одновременно при формировании образованной петли и трикотажа, и будет играть активную роль в процессе усадки полотна и установлении необходимых физико-механических его свойств.

При раскручивании возникший реактивный крутящий момент нити взаимосвязан с уменьшением (изменением) крутки. Можно отметить, что реактивный крутящий момент, возникший при раскручивании нити на определенную ΔK_p крутку, равен крутящему моменту, требуемому начальной крутки K_{3n} , равной ΔK_p при скручивании нити, т. е. $M_{Ron} = M_{Rop}$

Из теории упругости [79, с. 211] известно выражение крутящего момента для цилиндрических круглых тел: $M_k = \frac{\varphi G I_p}{L}$ (Н · м), где φ – угол закручивания в радианах; G – модуль сдвига в н/м²; I_p – полярный момент инерции в м⁴; L – длина образца в м.

Число кручений K на 1 м связано с углом закручивания $\varphi = 2\pi KL$. Полярный момент инерции $I_p = 0,1d^4$, где d – диаметр нити, м.

Тогда

$$M_k = 2\pi K L G I_p / L = 2\pi K G I_p = 0,63 K G d^4. \quad (2.22)$$

При неполном раскручивании диаметр нити можно считать постоянным, хотя изменение ее линейной плотности T тоже вносит коррективы на диаметр нити, и последний не может оставаться без изме-

нений, т. е. – постоянным. Если $d_p = c_p \sqrt{T_p}$, $M_{\text{квр}} = 0,63KGd^4 = C_{\text{об}}KGT_p^2$, иначе

$$M_{\text{квр}} = C_{\text{об}}K_{\text{вр}}G_{\text{в}}T_p^2, \quad (2.23)$$

где $K_{\text{вр}}$ – число раскрученной крутки; $C_{\text{об}}$ – постоянный коэффициент равный $C_{\text{об}} = 0,63c_p^4$; $G_{\text{в}}$ – модуль сдвига неуравновешенной нити с числом кручений $K_{\text{вр}}$; T_p – линейная плотность нити после раскручивания нити в процессе вязания; $M_{\text{квр}}$ – крутящий момент после раскручивания нити в процессе вязания.

Таким образом, исследование поведения нитей во время выполнения операций прокладывания и вынесения, позволило раскрыть вращение крученых нитей вокруг своей оси. Эта особенность зависит, главным образом, от величины натяжения нити, которую она получает при движении к иглам. Вращение нити является причиной частых сбросов при выполнении операций прокладывания и вынесения.

Для ликвидации сбросов необходимо: уменьшить число преград на пути следования нити к иглам, которое должны уменьшить и натяжение нити; увеличить петельный угол и уменьшить игольный угол подачи нити, особенно при переработке СК пряжи и трощеных нитей.

2.1.3. Анализ выполнения операции нанесения

Изучению условий выполнения операции нанесения посвящены работы ряда исследователей. Ими установлено, что если иглы не имеют повреждений, предыдущие операции не нарушены и размер старой петли имеет достаточную величину, тогда операция нанесения выполняется без каких-либо осложнений [5, с. 60–63, 8, 9].

В момент выполнения операции нанесения остов старой петли должен быть достаточно большим, и ДНП l должна быть равна наибольшему периметру $P_{\text{и}}$ в сумме с петельным шагом A [5, с. 62], т. е. $l = P_{\text{и}} + A$. Авторы некоторых исследований уделяют особое внимание увеличению ДНП при выполнении операции нанесения, причем этот рост достигает [6, с. 69–74, 7, с. 105–108, 12] в некоторых случаях, от 30 до 80 %. Конечно же, требуемое увеличение недостающей ДНП для передвижения старой петли по закрытому язычку компенсируется перетяжкой нити из соседних петель, удлинением самой нити во время перетяжки, а также подъемом вверх при подтягивании старой петли предыдущего ряда.

Операция нанесения выполняется под действием кулирного клина. По мере движения старой петли по закрытому язычку петля

напрягается. Началом напряженного состояния старых петель можно принять прохождение их по оси язычка иглы. Старые петли находятся в напряженном состоянии на величине длины закрытого язычка. Напряженность петель (старой петли и петли предыдущего ряда) заканчивается при сходе петли с закрытого язычка иглы.

Расстояние по вертикали между двумя соседними иглами в процессе опускания (рис. 2.8) их под действием кулирного клина можно обозначить $AB = t \cdot \operatorname{tg} \beta_K$, где t – игольный шаг; β_K – угол кулирования.

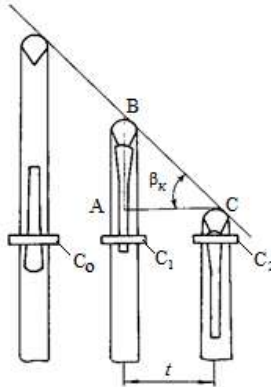


Рис. 2.8. Схема движения иглы во время операции нанесения

При прямолинейном профиле кулирного клина $AB = \text{const}$, тогда число игл, выполняющих операцию нанесения, будет определяться как

$$n \geq \frac{l_n \cos v}{AB} = \frac{l_n \cos v}{t \cdot \operatorname{tg} \beta_K}, \quad (2.24)$$

где l_n – длина язычка; v – угол наклона закрытого язычка иглы к ее спинке.

Число игл n должно быть целым. Поэтому полученное дробное значение выражения (2.24) нужно округлять в сторону увеличения до ближайшего целого числа.

Ряд работ [8, 9] посвящены исследованию натяжения нити старой петли во время операции нанесения, где отмечается отрицательное влияние перетяжки, и натяжение петли в период нанесения во много раз превышает исходное усилие оттяжки петли. В этих работах, в основном, раскрыт характер изменения состояния старой петли в процессе вязания, в результате чего, выявлены причины неравномерности петельной структуры трикотажа.

В работе [80] установлено, что при вязании полотна переплетени-

ем ластик 1 + 1 из шерстяной пряжи линейной плотности 31 текс x 2 на плоскофанговой машине 10 класса, при номинальном уровне усилия оттяжки 10 сН на петлю, максимальное значение натяжения старой петли составляет 17 сН на петлю, что на 70 % превышает установленное.

Минимизация ДНП усложняет условие выполнения операции нанесения, которая увеличивает вероятность разрыва нити и волокон старой петли, с одной стороны, а повышение плотности трикотажа является основной причиной расхода материальных ресурсов, с другой.

Для осуществления операции нанесения должно выполняться условие сохранения целостности нити и волокон старой петли, в пределах упругого удлинения. При этом, важное значение имеет лимитирование ДНП, которая может быть изменена довольно в больших пределах.

При выполнении операции нанесения размеры остова старой петли могут быть:

- а) больше или равны наибольшему периметру иглы $l_{\text{ост}} \geq P_{\text{и}}$;
- б) меньше наибольшего периметра иглы $l_{\text{ост}} < P_{\text{и}}$;
- в) меньше допустимой длины остова петли $l_{\text{ост}} \leq [l_{\text{ост}}]$.

Если операция нанесения выполняется при первом условии размеров старых петель, тогда разрыв нити или же волокон старой петли не наблюдается. Условие передвижения петель по закрытому язычку иглы и ее спинки не отличается от выполнения операции заключения. При нанесении направление усилия оттяжки отклонено от линии оттягивания старой петли на угол θ (рис. 2.9). Для выхода иглы из петель должно выполняться условие $S > F_{\text{тр}}$ подобно имевшему место при выполнении операции заключения. Учитывая расположение петель на игле, старая петля оттягивается (рис. 2.9, а) силой Q_1 .

Разложим усилие оттяжки Q на составляющие Q_1 и N_1 , которые находим как (рис. 2.9, а) $Q_1 = Q \cos \theta$, $N_1 = Q \sin \theta$, где Q_1 – усилие оттяжки старой петли; Q – усилие оттяжки нижней части палочек петли предыдущего ряда; θ – угол между направлением усилия оттяжки Q и линией оттягивания старой петли.

Для определения S и N нужно разложить результирующую силу Q_1 на составляющие. Соответствующие значения сил S и N определяем по формуле (2.5) и (2.6), где Q следует заменить с Q_1 , которые в общем виде будут как:

$$S = Q_1 \cos(\psi - x + \beta_i) = Q \cos \theta \cos(\psi - x + \beta_i), \quad (2.25)$$

$$N = Q_1 \sin(\psi - x + \beta_i) = Q \cos \theta \sin(\psi - x + \beta_i). \quad (2.26)$$

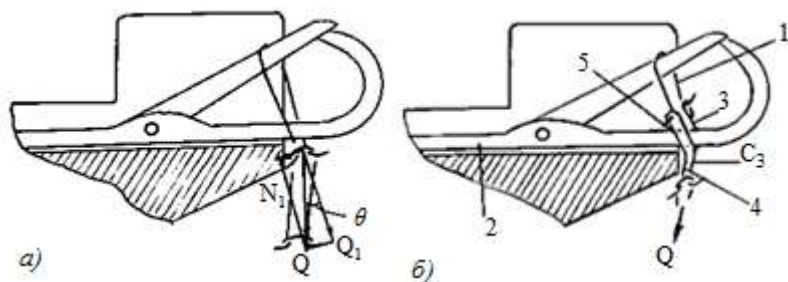


Рис. 2.9. Схема воздействия сил во время операции нанесения старой петли при большой (а) и малой (б) ее величине

Из выражений (2.25), (2.26) видно, что для обеспечения $S > F_{\text{тр}}$, нужно увеличить Q при $\theta = \text{const}$ или уменьшить угол θ при $Q = \text{const}$. Тем не менее, значение угла x_i зависит от величины Q , о чем отмечено при анализе операции заключения.

При движении иглы назад, в сторону выхода из охватываемых петель 1 малой величины, головка старой петли наклоняется к оси язычка, т. е. по ходу движения иглы 2. При этом петли, охватывающие иглу, находятся на одной плоскости. Тем более, при выполнении операции нанесения, в отличие от заключения (рис 2.4, б, в), палочки 4 (5) подтянутой петли 3 (C_3) предыдущего ряда располагаются выше оси – сзади петель и кончика язычка (рис. 2.9, б). Линия оттягивания нижней части палочек подтянутой петли не совпадает с петлей, находящейся на закрытом язычке.

При этом значение силы S , способствующей выходу иглы из петли определяется формулой (2.25). Хотя в этом случае ее значение будет иное, чем потребовалось для нанесения старой петли с большим размером остова от периметра иглы.

2.1.4. Анализ операции сбрасывания

Сущность операции сбрасывания, выполнение которой сопровождается определенными трудностями, широко представлена А. С. Далидовичем и др. [5, с. 64–66].

Выполнение операции сбрасывания, в основном, зависит от усилия оттяжки петли, натяжения подаваемой нити, а также от ее структуры и свойств. Условия выполнения операции сбрасывания и ее осо-

бенности проанализированы также различными исследователями в ряде работ [8, 81].

В. А. Зиновьева [81] подробно рассмотрела условие выполнения операции сбрасывания применительно к стеклонити, которая имеет очень низкую крутку и высокую линейную плотность.

Структура и свойства стеклянных нитей отличаются от структуры и свойств трикотажной пряжи, применяемых для изготовления одежды. Поэтому расчеты условия переработки, применительно для стеклянных нитей, не могут быть пригодным и для переработки обычных видов сырья.

Сначала рассмотрим особенности выполнения операции сбрасывания применительно к СК пряжи по структуре, которая является обобщенной. Старая петля, образованная из различных участков пряжи в процессе вязания, находится во взаимодействии с нитью и далее с новой петлей, состоящей из тех же участков пряжи. Общее число взаимодействий равно 9.

Если старая петля и новая нить под крючком иглы состоят из двух одиночных стренг некрученого участка СК пряжи, тогда для выполнения операции сбрасывания старая петля должна расширяться всего лишь на величину двух толщин одиночной нити, т. е. на $2F_0$. Вследствие малой толщины нитей новой петли, давление в точках контакта и натяжение сбрасываемой старой петли уменьшаются. Но если новая петля будет образовываться из крученого участка, а старая из других участков СК пряжи, то условия сбрасывания меняются, и для выполнения этой операции старая петля должна расширяться на две толщины ($2F_{ку}$) крученого участка. При этом давление в местах контакта старой и новой петель значительно растёт, по сравнению с тем, когда новая нить (петля) состоит из некрученого участка.

Расширение старой петли во время операции сбрасывания происходит за счет перетяжки нити из соседних петель. Кроме того, для сбрасывания старой петли нить под крючком иглы должна сплющиваться, что выполняется одновременно с изгибанием нити со стороны старой петли. В каждом конкретном случае взаимодействия нитей требуются различные силы для изгиба, и их абсолютную величину следует определить по наиболее сложному варианту: когда новая петля состоит из крученого участка, а старая петля из некрученого.

Выполнение операции сбрасывания для трощеных нитей будет соответствовать условию взаимодействия старой и новой петель, состоящих из двух нитей. При этом обычные крученые пряжи кольцевого способа прядения и др. себя будут вести как во взаимодействии старой петли с новой, состоящей из крученых участков СК пряжи.

С учетом НДС, проложенная нить под крючком иглы может быть в виде изогнутой в новую петлю, частично изогнутой и в виде нескулированного отрезка.

Кроме того, при рассмотрении операции сбрасывания следует учитывать условие поступления проложенной нити на кулируемую петлю на предыдущей игле. При этом размеры наносимых петель могут меняться в пределах $[l_{min} \div l_{max}]$, в согласованности с соответствующими значениями усилия оттяжки петель. К тому же, необходимо учитывать условия перемещения наносимой старой петли по запрессованному язычку, продольное движение которой сопровождается с поперечным движением нити элементов петли относительно стержня иглы, что имеет место при перетяжках нити из соседних петель. По мере перетяжки нити, некоторая часть нити наносимой петли, вследствие протягивания, изламывается об язычок иглы, и одновременно происходит перегонка крутки из дуги петли на ее палочки.

Таким образом, условие выполнения операции нанесения старой петли, подобно операции заключения, способствует изменению числа кручений нити на палочках петли [82]. Условия, способствующие НДС проложенной нити и увеличение числа кручений нити на палочках петли, диктуют учет их жесткости при сбрасывании.

Условимся, что необходимая нить для выполнения операции сбрасывания поступает только из нитевода, а на предыдущей игле кулирование завершилось полностью и нет отдачи нити.

Во время операции сбрасывания, по мере опускания иглы И вниз, старая петля С, для сбрасывания с иглы, должна изогнуть и прижать проложенную нить Н к крючку К (рис. 2.10). Для изгиба и прижатия нити под крючком иглы, при сбрасывании старой петли, длина проложенной нити недостаточна, необходимая часть ее протягивается из нитевода (проложенная нить с одной стороны зафиксирована в положении $\epsilon - \epsilon$).

Из рис. 2.10 видно, что для этого длина протянутой нити определяется

$$\begin{aligned} l_{пр} &= l_{1-2} + l_{2-3} + l_{3-4} + l_{4-5-6} + l_{6-7} + l_{7-8} + l_{8-9} - 0,5F - 0,5F - d_{и} = \\ &= 0,5\pi F + 0,5F + 0,5d_{и} + 0,5\pi(d_{и} + F) + 0,5d_{и} + 0,5F + 0,5\pi F - F - d_{и} = \\ &= 0,5\pi(3F + d_{и}). \end{aligned} \quad (2.27)$$

Следует иметь в виду, что при сбрасывании, вследствие протягивания нити из нитевода, натяжение изгибаемой и сплющиваемой нити увеличивается. Натяжение нити усиливается в результате протягивания нити сквозь старой петли, вследствие охвата крючка иглы в

точке K_1 и силы трения, в точках a и b , между нитью H и палочками старой петли C (рис. 2.10).

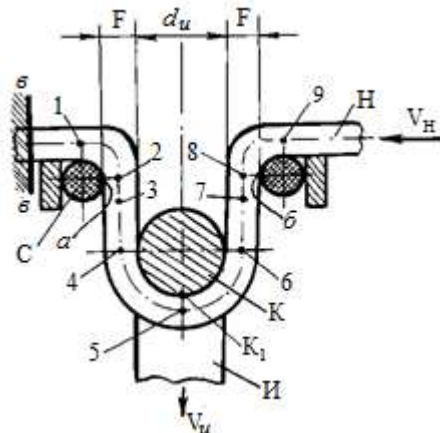


Рис. 2.10. Прохождение новой петли сквозь старую, при выполнении операции сбрасывания

Для свободного выхода иглы со сплюснутой нитью из старой петли, размер последней должен быть достаточным, иначе она должна увеличить свой размер путем перетягивания нити из сброшенной петли на предыдущей игле.

Дополнительный наклон старой петли на расширенной части язычка на угол 2γ и усиление наклона из-за препятствия нитью, расположенной под крючком иглы, требует увеличения ДНП. Увеличение наклона палочек старой петли перед сбрасыванием способствует изменению своего положения относительно спинки иглы и головки старой петли. Раздвижение игольной дуги и оттягивание палочки предыдущей петли от спинки иглы и опускание головки старой петли малой величины вместе с иглой вниз, способствуют сбрасыванию старой петли со стороны спинки иглы. Дополнительный наклон нижней части (рис. 2.11, *a*) палочки старой петли 2 нормальной величины на угол α усиливает сбрасывание петли на проложенную нить.

В каждом конкретном случае размеров старой петли при выполнении сбрасывания, важное значение играет и величина усилия оттяжки петель. Значение усилия оттяжки петель усиливается с разнообразностью ассортимента перерабатываемого сырья, уровнем подготовки сырья к вязанию и видами переплетений трикотажа. Для определения влияния усилия оттяжки на операцию сбрасывания рассмотрим взаимодействие проложенной нити со старой петлей.

На рис. 2.11, *a, б* показано, что при движении иглы 1 вниз со скоростью $V_{и}$, старая петля 2 упирается протяжками на зубах $3, 4$. Вследствие торможения нити, в местах контакта $5, 6$ со стороны нити 7 , она будет наклонена под углом α . Разложив усилия оттяжки Q в плоскости YOZ (рис. 2.11, *б*) движения иглы на составляющие силу P , перпендикулярную к спинке иглы и S , параллельную ей, находим, что

$S = Q \sin \alpha$, $P = Q \cos \alpha$. В плоскости XOY сила P прижимает старую петлю к крючку иглы в точке a (рис. 2.11, б), другая составляющая N давит палочками на проложенную нить в точках их контакта 5, 6 и

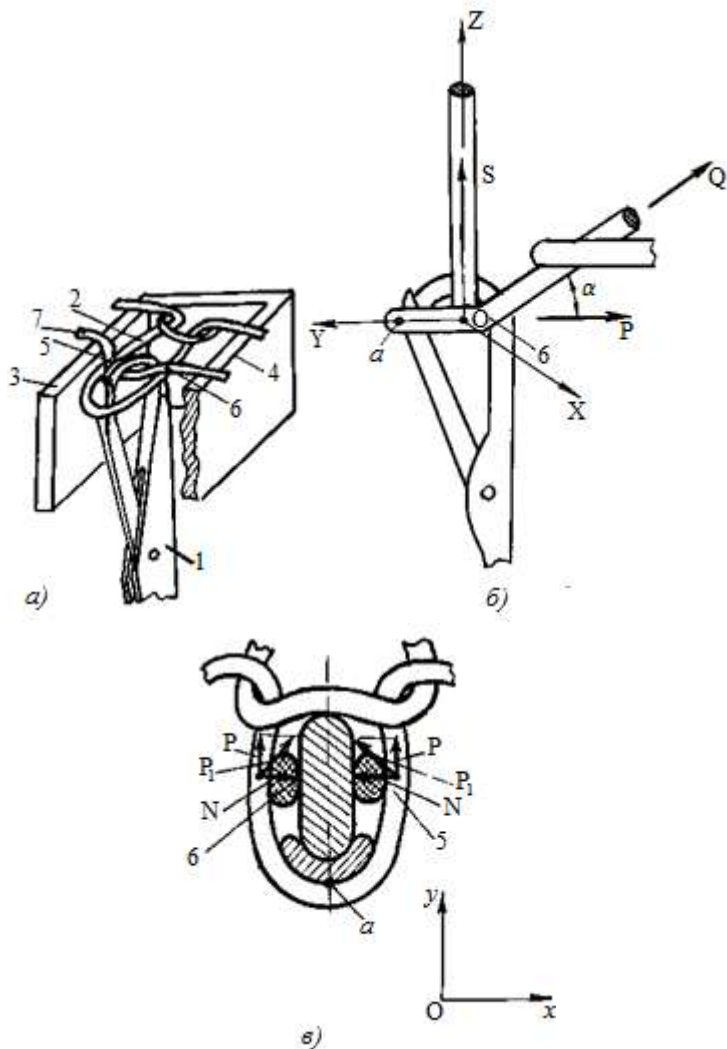


Рис. 2.11. Взаимодействие петлеобразующих органов с нитями при операции сбрасывания

способствует сплющиванию нити о край крючка иглы. Результирующая этих сил P_1 (рис. 2.11, в) способствует выпрямлению и растяжению старой петли вдоль палочки, где $\vec{P}_1 = \vec{N} + \vec{P}$, $\vec{N} = \vec{P}_1 - \vec{P}$.

С другой стороны, сила S , стремящаяся сбросить старую петлю 3 с иглы 5, усиливаясь силой N , изгибает проложенную нить 1 вокруг оси OY , к боку крючка иглы 5 силой R в плоскости XOZ (рис. 2.12). Результирующая сила R , определяемая как $\vec{R} = \vec{N} + \vec{S}$, стремится изогнуть проложенную нить, с изгибающим моментом [16] $M_{изг} = R \cdot r$, где r – плечо приложения силы R .

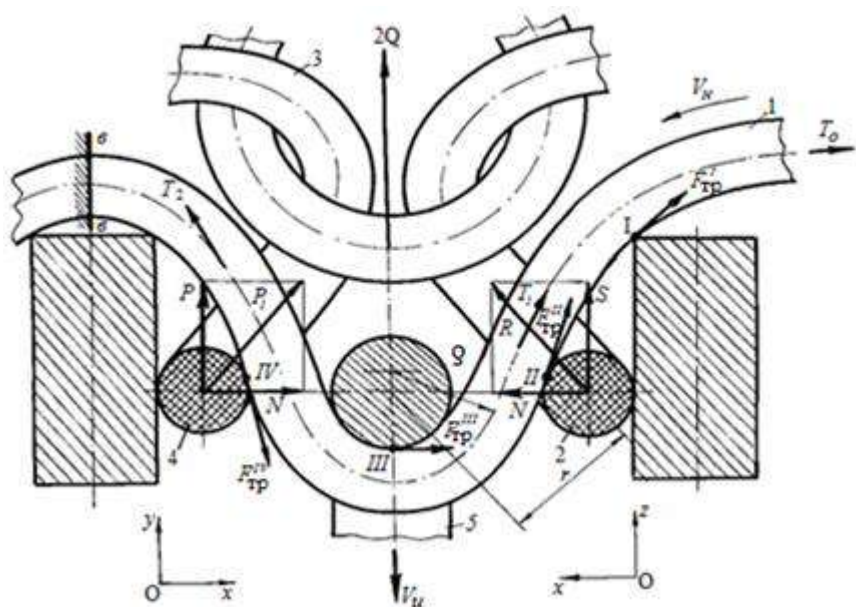


Рис. 2.12. Силы, действующие на нить и старую петлю при выполнении операции сбрасывания

Для выполнения изгиба новой нити во время операции сбрасывания необходимо, чтобы сопротивление нити изгибу, определяемое ее жесткостью и натяжением, было меньше изгибающего момента, т. е. $M_{изг} \geq M_{ж} + M_{н}$. Если момент сопротивления нити изгибу равен $M_{ж} = EJ/\rho$ [6, с. 77, 16], а момент сопротивления изгибу, вызываемой

натяжением (растягивающим усилием вдоль нити) – $M_H = 0,5T_2F_{\text{спл}}$, то

$$M_{\text{изг}} = R \cdot r \geq \frac{EJ}{\rho} + T_2 \cdot \frac{F_{\text{спл}}}{2}, \quad (2.28)$$

где EJ – жесткость нити; ρ – радиус кривизны изгибаемого участка нити; T_2 – натяжение нити; $F_{\text{спл}}$ – толщина сплюснутой нити.

Входящая в формулу (2.28) R , являющаяся как сумма двух сил N и S , зависит от усилия оттяжки Q , значение которого лимитируется с параметрами старой петли при выполнении операций заключения и нанесения. Отсюда ясно, что по формуле (2.28) для выполнения условия сбрасывания, изгибающий момент $M_{\text{изг}}$, созданный силой R , должен быть больше суммы моментов сопротивления изгибу $M_{\text{ж}}$ и M_H .

Анализируя выражение (2.28), можно сказать, что с уменьшением числа кручений при прокладывании нити, значение жесткости EJ несколько снижается; это способствует легкому сплющиванию нити при сбрасывании старой петли, т. е. происходит уменьшение момента сопротивления $M_{\text{ж}}$ нити изгибу, при сохранении неизменной кривизны ρ нити. Сплющивание нити усиливается, кроме того, с увеличением жесткости палочки старой петли, играющую при этом роль жесткой опоры. Тем более натяжение проложенной нити при сбрасывании растет.

Рост натяжения проложенной нити, способствующий к сопротивлению изгибу M_H , зависит от различных факторов, так как изгиб нити выполняется с двух сторон крючка иглы. Потому, имеет смысл учитывать натяжение нити, изгибаемой с каждой стороны и при условии движения нити только лишь из нитевода. Как условились, нить на участке $\sigma - \sigma$ зафиксирована (рис. 2.12). Во время сбрасывания недостающая нить от скульированной петли на предыдущей игле не поступает.

Из рис. 2.12 видно, что натяжение правой части нити 1, изгибаемой с правой палочкой 2 старой петли 3, имеет натяжение T_1 , которое зависит от входного натяжения T_0 , прокладываемой на иглу нити, а также от числа контактов ее с рабочими органами и нитями палочки (точки I и II). Тогда

$$T_1 = T_0 + F'_{\text{тр}} + (T_0 + F'_{\text{тр}})e^{\mu_1\alpha_1} = (T_0 + F'_{\text{тр}})(e^{\mu_1\alpha_1} + 1). \quad (2.29)$$

Натяжение T_2 левой части нити 1, изгибаемой с левой палочкой 4 старой петли 3, зависит от натяжения T_1 правой части нити и от числа контактов ее с иглой 5 и нитью палочки 4 (точки III и IV). Тогда

$$T_2 = T_1 e^{\mu_2 \alpha_2} + T_1 e^{\mu_2 \alpha_2} \cdot e^{\mu_1 \alpha_1} = (T_0 + F'_{\text{тр}})(e^{\mu_1 \alpha_1} + 1)^2 \cdot e^{\mu_2 \alpha_2}, \quad (2.30)$$

где T_0 – входное натяжение прокладываемой нити; T_1 – натяжение нити после прохождения ее правой палочки старой петли; T_2 – натяжение нити после прохождения левой палочки старой петли; $F'_{\text{тр}}$ – сила трения между прокладываемой нитью и зубом в точке I; μ_1 и μ_2 – соответственно, коэффициенты трения нити о нить и об иглу; α_1 и α_2 – соответственно, углы обхвата нитью палочки старой петли и иглы.

Из формул для T_1 и T_2 ясно, что $T_2 > T_1$, т. е. натяжение нити после левой палочки старой петли гораздо больше, чем после правой палочки. Поэтому, условия для сбрасывания старой петли на изгибаемую нить с натяжениями T_1 и T_2 будут разными, и более сложным является изгибание нити с натяжением T_2 силой R , т. е. условия для сбрасывания старой петли со стороны правой и левой палочек будут отличаться друг от друга, хотя изгибающая сила R имеет одинаковое значение. Отсюда вытекает, что усилие оттяжки петель, как один из параметров, определяющих изгибающий момент проложенной нити, при сбрасывании старой петли, наряду с требованиями условий операций заключения и нанесения, необходимо выбирать по наибольшему значению натяжения T_2 изгибаемой нити. Кроме того, необходимо выполнять мероприятия, способствующие уменьшению натяжения T_2 . Для чего нужно уменьшить входное натяжение T_0 , коэффициента трения нити о нить μ_1 и об иглу μ_2 , а также – число контактов, способствующих увеличению сил трения.

Конечно, те и другие выводы, прежде всего, должны быть согласованы с требованиями, предъявляемыми к полученному трикотажу, конструктивными особенностями вязального оборудования, а также уровнем усовершенствования технологии обработки пряжи или нити.

Итак, для обеспечения основной цели ресурсосбережения сырья в производстве трикотажа или, в целом, – снижения материалоемкости продукции, а также для нормального выполнения некоторых операций процесса петлеобразования, таких как заключение и нанесение, требуется увеличение ДНП.

При этом число контактов нити с рабочими органами машины, может увеличиться, если кулирные клинья будут иметь малые значения угла кулирования, чего допускать нельзя.

2.1.5. Анализ операций кулирования, формирования и оттяжки

В основе теории вязания трикотажа, разработанной А. С. Далидовичем [4, с. 62–72, 5, с. 48–55], подчеркнута важность операции кулирования. Причем условия выполнения операции кулирования, являющиеся определяющими как качества процесса вязания, так и качества трикотажа в целом, характеризованные количеством обрывности нити и получением трикотажа с наиболее равномерными петлями и необходимыми потребительскими свойствами.

В работах А. С. Далидовича [5, с. 52] и И. С. Мильченко [22, с. 118–119] впервые дан анализ перетяжки нити во время операции кулирования нити. Далее, В. М. Лазаренко [6, с. 54–61] подтверждает факты перетяжки нити из предыдущей петли во вновь кулируемую.

Многие исследователи [30, 63, 83, 84] в качестве основных факторов, влияющих на параметры и свойства трикотажа, принимают параметры режима вязания. Необходимо отметить, что перетягивание нити из предыдущих петель определяется изменением натяжения ветвей кулируемой нити и натяжения крайней палочки соседней предыдущей петли, которые являются определяющими условиями, способствующими отклонению ДНП.

Установлена зависимость между перетяжкой нити и натяжения, которые являются основной причиной нелинейного изменения ДНП [63]. Отрицательное влияние перетяжки нити во время кулирования требует ликвидации этого явления. Для уменьшения длины перетягиваемой нити из предыдущих петель во вновь кулируемую, необходимо применять кулирный клин с горизонтальной площадкой [6, с. 59–61, 7, с. 143, 29] и криволинейным профилем [84], которые будут способствовать одинаковому «выбегу» всех игл.

Кулирные клинья с горизонтальной площадкой, при уменьшении глубины кулирования, способствуют снижению уровня максимального натяжения во время кулирования, но с увеличением глубины кулирования этого сказать нельзя. По причине повышения натяжения нити при вязании без перетяжки из предыдущих петель, обрывность нитей увеличивается. Это имеет место, особенно, при переработке нитей с узлами [5, с. 67, 7, с. 143] и нитей с пониженной прочностью.

Итак, применение кулирного клина с горизонтальной площадкой, с одной стороны, увеличивает равномерность петель, а с другой стороны, ограничивает пределы изменения ДНП и ассортимент перерабатываемых видов текстильного сырья, предназначенных для бытовых трикотажных изделий.

Уровень входного натяжения нити устанавливается согласно режиму вязания, в зависимости от структур и свойств применяемого ви-

да сырья и переплетения, необходимых для данного трикотажа. Требуемое уменьшение отклонений натяжения нити должно предотвращать получение дефектов во время кулирования из-за резких скачков максимального натяжения

Отмечается важность учета влияния коэффициента трения нити на ДНП, поскольку установление постоянного значения входного натяжения еще не обеспечивает стабильного размера петли [85].

Контакт нити старой петли с кулируемой нитью обусловлено геометрической формой трущихся поверхностей, сопровождается подъемом на выступ 1_1 и опусканием на углубление 2_1 (см. рис. 2.6). Поэтому, характер трущихся поверхностей нитей при кулировании является причиной скачкообразного изменения натяжения нити. Значение этого также зависит от направления и параметров крутки. Если крутка старой петли и кулируемой нити имеют разное направление Z и S , тогда, при перемещении их относительно друг друга, их витки располагаются параллельно, в одном направлении, которые способствуют взаимному внедрению контактирующих поверхностей. В результате чего обеспечивается перемещение нитей относительно друг друга, витки которых проскальзывают по всему контуру, касаясь при этом как выступов, так и углублений на поверхности нитей. Наоборот, если крутки перерабатываемых нитей имеют одинаковые направления, то при перемещении старой петли и кулируемой нити относительно друг друга, их витки располагаются почти перпендикулярно. Благодаря такому расположению витков, перемещение нитей происходит сравнительно легче.

Необходимо отметить, что при переработке нитей только трощеных или совместно их с кручеными нитями, меняются условия режима вязания. В этом отношении СК пряжи из-за своей структурной особенности находится еще в сложном условии. Кроме того, из-за геометрии поверхности нитей изменяются коэффициенты трения нити. При переработке трощеных одиночных нитей, гладкость их поверхности обеспечивает приемлемую условием контакта старой петли и кулируемой нити. Здесь коэффициент трения нити по всей поверхности соприкосновения можно считать постоянным, хотя существующая технология парафинирования пряжи этого не обеспечивает.

При переработке крученой пряжи в несколько концов условия контакта нитей, во время кулирования, не отличаются от условия переработки крученых нитей, с той разницей, что в последнем случае ширина нитей увеличивается в зависимости от числа трощения нитей.

Интерес представляет случай переработки одиночной нити совместно с крученой. Тогда выполняется условие контакта нитей, име-

ющих крутки одинакового направления. При перемещении старой петли и кулируемой нити относительно друг друга, витки крученой нити и одиночные стренги (ветви) трощения располагаются почти перпендикулярно, т. е. происходит контакт выступов витков и круглой, гладкой нити между собой.

Кроме вышерассмотренных случаев контактов нитей между собой, следует отметить также важность характера контакта нитей с петлеобразующими органами. Контакты нитей с петлеобразующими органами происходит по всему контуру, т. е. с выступами и углублениями кручения нити. Рассмотренные случаи контактов нитей во время выполнения операции кулирования показали важность учета структуры и геометрии поверхности перерабатываемого сырья и условия стабильного парафинирования нити.

Анализ операции кулирования показал, что в процессе кулирования нити коэффициент тангенциального сопротивления (или трения), из-за геометрической формы поверхности контактирующих тел, сохраняться постоянным не может. В первую очередь, этому способствует изменение природы трения, объясняемое волнистостью поверхности нити. Во вторую очередь, существующая технология обработки поверхности, путем парафинирования нити, имеет ряд недостатков, которая не обеспечивает постоянство степени парафинирования всей трущейся поверхности нити в процессе вязания. На выступах и углублениях, образованных витками скрученных нитей, степени парафинирования не имеют одинаковых значений. Тем более вся поверхность нити в процессе вязания должна находиться в контакте с петлеобразующими органами или нитью в одинаковых условиях трения. В третью очередь, условие контактирования поверхности соприкасающейся нитей меняется в зависимости от параметров режима вязания и взаимного положения петлеобразующих органов и нитей.

Из анализа операции кулирования вытекает, что существующая технология парафинирования пряжи нуждается в усовершенствовании. В результате чего вся рабочая поверхность нити должна быть обработана таким образом, чтобы улучшились показатели характеристик трения и фрикционных свойств пряжи и нитей.

Оттяжка старой петли выполняется при продолжающемся опускании иглы вниз. Кулируемая нить, при этом, находится в пазу игольницы, расположение которого определяется глубиной кулирования, и старая петля наклонена; игольная дуга, в зависимости от значений усилия оттяжки и коэффициента трения нити также находится ниже отбойной плоскости [86].

При встрече старой петли с новой происходит растягивание ее палочек, с одновременным ростом натяжения ветвей петли из-за сил трения, возникающих на местах контакта старой петли с кулируемой

нитью и гранью дна паза на фонтурах (рис. 2.13).

Влияние усилия оттяжки старой петли на кулируемую нить, характеризуется ростом натяжения вновь сформированной петли и палочек старой петли и увеличением величины натяжения палочек новой петли. По мере приближения ветвей кулируемой петли друг к другу, старая петля оттягивается от паза игольницы.

Контактом 1 палочек 2 старой С и новой Н петли с гранью 3 дна паза игольницы (рис. 2.13), во-первых, происходит увеличение натяжения $S = Re^{\mu_1 \alpha_1}$ верхней части палочки, соединенной игольной дугой, во-вторых, эта часть палочки характеризуется накоплением крутки из-за перегонки ее из нижней части. В результате этого, кулирование новой петли выполняется протаскиванием ее, как бы, по натянутой – жесткой «струне» (рис. 2.13, а). Движение кулируемой нити и старой петли в разных плоскостях способствует истиранию нитей в местах их контакта. При выполнении операции кулирования контакт нитей этих двух петель происходит всегда в верхней половине палочки старой петли – ближе к игольной дуге. Оттяжка петель выполняется при взаимодействии нитей кулируемой петли и палочек старой петли, находящихся в НДС.

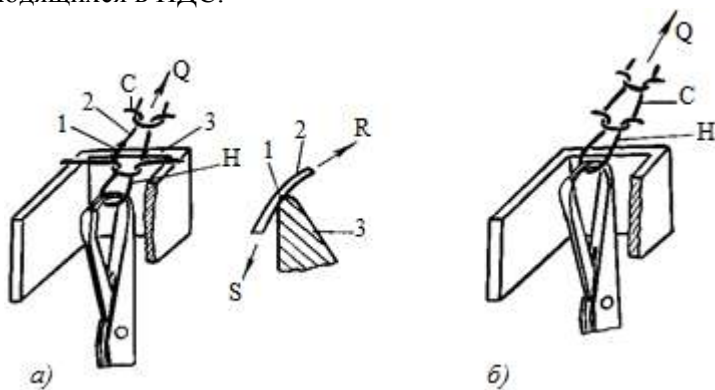


Рис. 2.13. Взаимодействие новой и старой петли во время оттяжки

Кулируемая нить имеет меньшую крутку, чем на участке их скопления в палочках старой петли. Этому служит явление перегонки кручения из кулируемой нити в обратном направлении ее движения, как со стороны предыдущей петли, так и – нитевода.

Размер и форма элементов структуры трикотажа зависит от де-

формации участков полученных петель. Установлено, что [5, с. 54–55], в процессе кулирования нить частично изламывается об иглы и платины.

Нить и палочки петли получают излом не только в процессе кулирования, но и при выполнении операций заключения, нанесения и оттяжки. Причем, излом происходит как со стороны контакта нити с петлеобразующими органами и гранью паза игольницы, так и со старой петлей. Длина излома кулируемой нити со стороны отбойных зубьев 1, 2 паза игольницы равна внешнему (боковому) периметру $3 - 4 - 5$ (рис. 2.14, а) новой петли. Излом со стороны иглы 6 происходит по внутреннему (боковому) контуру остова петли, причем от точки 7 до точки 8.

В процессе петлеобразования лицевая сторона палочки петель частично изламывается о грани дна паза игольницы, причем, трижды: один раз в качестве новой и два раза – старой петли. Из-за большой кривизны грани дна паза игольницы излом поверхности палочек петли увеличивается по сравнению с изломом, полученным на петлеобразующих органах, отличающихся значительно меньшей кривизной.

Изнаночная сторона истирается после сбрасывания старой петли на новую, контакт между ними осуществляются от точки 9 до 10 и от 11 до 12 (рис. 2.14, б). Внешняя, лицевая сторона новой петли Н дополнительно изламывается по грани дна паза игольницы по линии 9'–10' и 11'–12' (рис. 2.13, б, 2.14, б). Лицевая сторона истирается со стороны старой петли также по линии контакта 13–14 и 15–16 (рис. 2.14, в). Наружная боковая сторона остова новой петли дополнительно истирается со стороны старой петли по линии 3'–4–5' (рис. 2.14, а).

В результате истирания нитей петель, во-первых, происходит частичный излом контактируемых поверхностей, во-вторых, обрываются волокна. Из-за повышенного значения коэффициента тангенциального сопротивления нитей между собой количество пуховыделения в процессе петлеобразования растет. Другая часть пуховыделения является результатом обрыва волокон истираемых нитей и петель на местах их контакта с петлеобразующими органами и гранью паза игольницы. Кроме того, волокна с поверхности нити обрываются из-за контакта ее с нитепроводящими элементами, установленными на пути ее движения по заправочной линии. Для снижения степени излома нитей и пуховыделения при их переработке, следует уменьшить натяжение и коэффициенты трения нити как по металлу, так и по нити.

Конечно, форма и размер петли будут зависеть от расположения ее участков на пространстве (рис. 2.15 и 2.16). Окончательная форма и размер петли, кроме прочих факторов, определяется степенью полученного изгиба в результате излома ее элементов. Степень излома нити увеличивается с увеличением кривизны ломающего края [180, с. 54

– 55]. Для установления формы палочек петли необходимо построить эпюру излома отдельных участков петли. Длину остова петли отмечаем горизонтальной линией 0 – 0 (рис. 2.15). Соответствующие точки контакта нитей между собой и петлеобразующими органами, на основании рис. 2.14, наносим на эту линию.

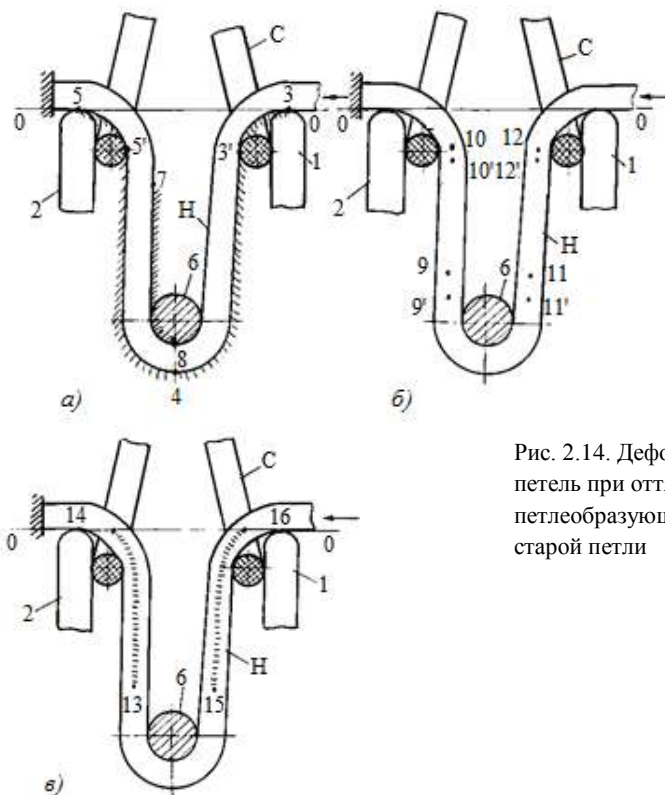


Рис. 2.14. Деформация участков петель при оттяжке со стороны петлеобразующих органов и старой петли

Каждый излом отмечаем в виде прямоугольника определенной высоты. Например, прямоугольник 0035 и 353'5' (рис. 2.15, а) соответствует суммируемому излому наружно – боковой стороны остова новой петли как со стороны зубьев, так и старой петли (рис. 2.14). При этом излом внутренне – боковой стороны левой палочки новой петли, от точки 7 до – 8, уменьшает общий ее излом. Остаточный излом по наружно-боковой стороне будет характеризован линией 05'7mn830. Из-за наружно – бокового излома правая палочка будет изогнута в плоскости XOZ больше, чем левая палочка, которая стремится накло-

нять остов петли направо, в сторону нитевода (рис. 2.15, б).

Диаграмма излома лицевой и изнаночной стороны палочек петли показана на рис. 2.15, в. Степень полученного излома лицевой стороны с учетом компенсации излома с изнаночной стороны, будет характеризована линией $010'9'mn11'12'0$. В результате повышенного остаточного излома с лицевой стороны палочки, петли должны изогнуться в плоскости YOZ (рис. 2.15, з), хотя на практике это не наблюдается. В этом основную роль играет структура переплетения. С одной стороны, сложно – пространственная связь элементов петли и сложное их взаимодействие в точках контакта, с другой, препят-

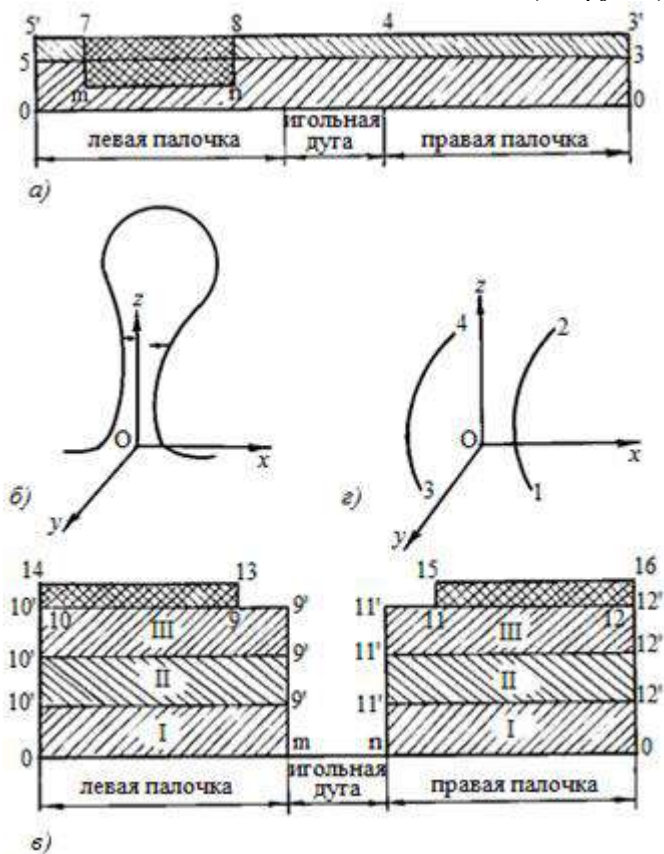


Рис. 2.15. Эпюра излома участков петли при оттяжке

ствуют проявлению излома отдельных участков петли, полученного в процессе петлеобразования. Если бы не было контакта 1, 2 и 3, 4 палочек с игольной дугой 5 предыдущей петли и протяжкой 6 последующей петли (рис. 2.16, а), палочки 1 – 2 и 3 – 4 должны были изгибаться между опорами 5 и 6 в перпендикулярной плоскости полотна (рис. 2.16, б).

Игольная дуга – опора 5 и протяжка – опора 6 не имеют возможности переместиться, соответствующие палочки не могут увеличить свои величины, необходимые для провисания между опорами 5 и 6. Стремление к выпрямлению игольной дуги 7 рассматриваемой петли и – к изгибу палочек, способствует отталкиванию палочек по дуге протяжки 6 последующей петли, увеличивая при этом поры остова петли.

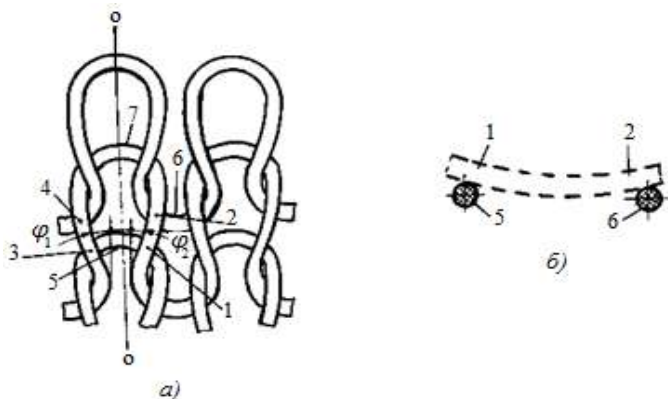


Рис. 2.16. Связь элементов петель в структуре трикотажа проявлении излома отдельных участков петли, полученного в процессе петлеобразования

В результате возможного бокового изгиба палочек петли в плоскости полотна, все же точки контакта 1 и 3 могут переместиться друг к другу по игольной дуге 5 предыдущей петли. Точки контакта 2 и 4 при этом неподвижны.

Итак, стремление палочек петли к изгибу в разных плоскостях, а также возможное перемещение игольной дуги петли способствуют деформации кручения палочек. Тем самым происходит увеличение наклона φ_1, φ_2 палочек относительно оси петельного столбика $o - o$ (рис. 2.16, а). Причем, правая палочка наклонена в сторону подачи нити (в данном случае – направо) больше, чем левая палочка – налево, что влияет на форму и размер петель, от которых зависит внешний вид трикотажа.

3. РАЗРАБОТКА ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ОСНОВЫ ПОВЫШЕНИЯ ВЯЗАЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ ТРИКОТАЖНОГО СЫРЬЯ

3.1. Основные требования к трикотажному сырью и его подготовки к вязанию

Текстильное сырье, какими бы идеальными свойствами оно ни обладало, не может быть одинаково пригодным для всех видов изделий. Самая хорошая по свойствам пряжа не может быть признана удовлетворительной, если она не соответствует требованиям вырабатываемого изделия или не подготовлена для переработки на оборудовании в современных условиях производства [18, с. 132, 38, с. 173–174]. Поэтому, при определении требований к сырью для трикотажного производства, следует руководствоваться тремя условиями: 1) разнообразием ассортимента; 2) соответствием свойств сырья требованиям ассортимента; 3) подготовленностью сырья к переработке.

Процессы переработки трикотажного сырья осуществляются под действием внешних нагрузок. В процессе вязания пряжа испытывает определенную нагрузку со стороны элементов устройств, установленных на пути движения нити к игле и – старых петель, которые увеличивают ее натяжение. При этом, весьма существенную роль играет сила трения, которую можно уменьшить путем снижения коэффициента трения нити.

Выполнение перечисленных требований осуществляется в процессе подготовки пряжи к вязанию. Для создания хороших условий работы вязальных машин и получения трикотажа высокого качества, пряжу по всей длине очищают от внешних пороков (шишек, сора, крупных узлов и др.), наматывают в компактные поковки большой емкости [39, с. 15].

Процессы подготовки пряжи к вязанию, как на прядильных, так и на трикотажных предприятиях, должны предусмотреть выполнение идентичных требований, способствующих улучшению вязальной способности сырья. Равномерность, гладкость поверхности и мягкость пряжи необходимы, как для нормального хода процесса вязания, так и для обеспечения высокого качества трикотажной продукции.

В процессе перемотки хлопчатобумажные, шерстяные, некоторые смешанные и другие виды синтетического сырья, которые по структуре идентичны натуральным видам, подвергают парафинированию.

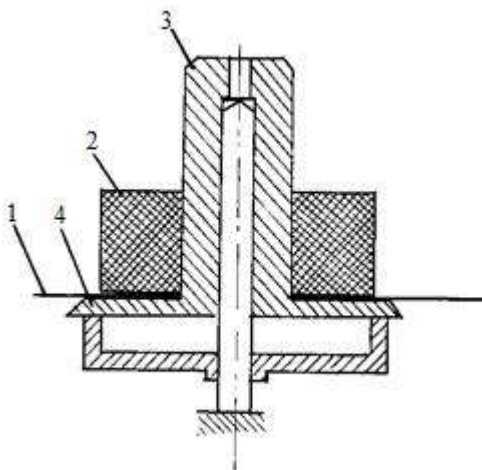


Рис. 3.1. Парафинирующее устройство

При этом нить 1 проходит под парафиновым блоком (ПБ) 2 (рис. 3.1), надетым на стакан (стержень) 3, установленный на тарелочке 4 парафинирующего устройства [39, с. 40]. Трение нити о ПБ, образванное, прохождением нити под ним, во время намотки, вызывает его вращение вместе с тарелочкой.

При парафинировании на пряжу наносят частички твердого парафина. Существующая технология и устройства парафинирования имеют ряд недостатков. Поэтому ожидаемый эффект от парафинирования не обеспечивается. К таковым можно отнести: бесконтрольное уменьшение (изменение) массы ПБ; неравномерность нанесения парафина по всей поверхности пряжи; ограничения выбора рецепта сплавов, содержащих ПБ; субъективность регулировки массы ПБ по мере ее уменьшения.

3.2. Взаимодействие пряжи с парафиновым блоком в процессе парафинирования

Парафинируемые, трикотажные нити могут быть как одиночные, так и крученые, с направлением крутки S и Z .

Рассмотрим особенность парафинирования крученой пряжи.

Пряжа независимо от направления ее крутки может быть заправлена в парафинер в два варианта. В первом варианте, с продольным движением нити 1 в сторону мотального барабанчика (например, направо), ПБ 2 вращается по часовой стрелке. Для чего нить 1 должна огибать стержень 3 парафинера сзади, как показано на рис. 3.2, *а* и 3.3, *а*. Во втором варианте, в том же направлении движения нити, ПБ вращается против часовой стрелки, где нить 1 огибает стержень 3 парафинера спереди, как показано на рис. 3.2, *б* и 3.3, *б*.

При этом контакт между вращающегося ПБ 2 и крученой пряжей 1 происходит на ограниченной зоне ее поверхности – от точки 4 выступа до точки 5 и 6 углубления (рис. 3.2, *б*). Эти точки удалены от контактной поверхности на определенную величину δ . Взаимодей-

стве вращающегося ПБ с нитью, движущейся к мотальному барабанчику (направо), независимо от направления крутки S и Z (рис. 3.4 и

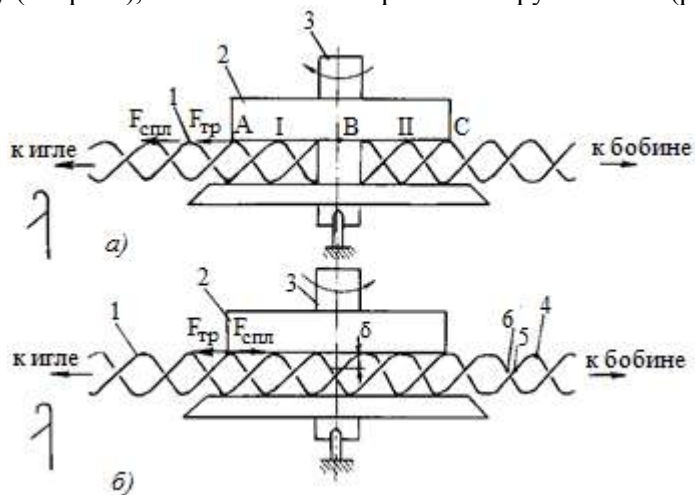


Рис. 3.2. Взаимодействие парафинового блока и пряжи с направлением крутки S

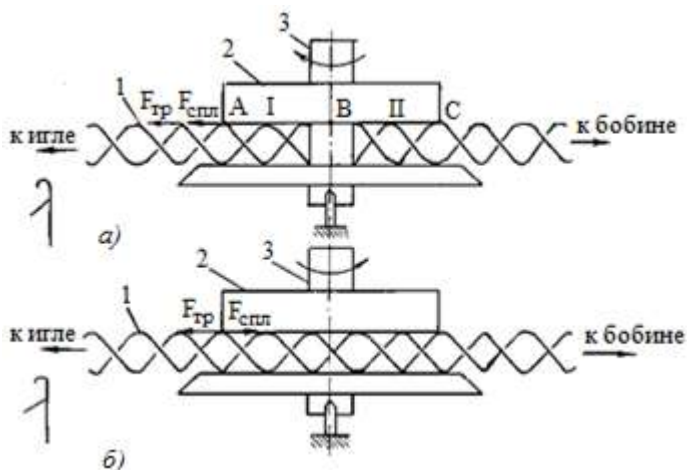


Рис. 3.3. Взаимодействие парафинового блока и пряжи с направлением крутки Z

3.5), происходит со встречным (правым) краем витка кручения (заштриховано). При встрече левой точки А ПБ с нитью возникает сила трения $F_{тр}$ между трущимися поверхностями, которая сплющивает (сглаживает) витки кручения в направлении ее действия (рис. 3.2, 3.3). В том же направлении приглаживаются приподнятые концы волокон (относительно поверхности пряжи). Кроме того, под действием первого участка АВ ПБ (рис. 3.4), вращающегося по часовой стрелке, концы волокон поворачиваются налево относительно оси пряжи и, наоборот, – направо, если ПБ будет поворачиваться против часовой стрелки. Несмотря на это, под действием второго участка ВС ПБ (рис. 3.4), независимо от его направления вращения, концы волокон поворачиваются в обратном направлении и будут расположены вдоль оси пряжи на ее поверхности.

Такое взаимодействие пряжи с вращающимся ПБ способствует лишь парафинированию некоторой части скрученных волокон на ее поверхности и свободных концов волокон в зоне контакта.

Характер действия сил со стороны ПБ на нить симметрично повторяется при прохождении ее под левой (первой) и правой (второй) частями ПБ, относительно стержня парафинера (рис. 3.4 и 3.5). Независимо от направления вращения ПБ, каждая сторона (левая и правая) витка кручения нити дополнительно получает возможность парафинироваться, соответственно, при прохождении их на разных сторонах оси парафинера.

В итоге, правая сторона витка кручения нити парафинируется трижды, а левая – один раз. При этом, отличительной особенностью является то, что при вращении ПБ по часовой стрелке левая часть витка кручения нити с направлением крутки Z смазывается участком АВ ПБ, при нахождении нити на левой стороне, относительно оси стержня парафинера (рис. 3.4, *а* и 3.5, *а*), а правая часть витка смазывается участком ВС ПБ – на правой стороне. С изменением направления крутки, участок обработки края витков кручения нити тоже меняется. Для направления крутки S левая часть витка кручения нити парафинируется (рис. 3.4, *б* и 3.5, *б*) на правой стороне парафинера с участком ВС ПБ, а правая часть – на левой стороне парафинера с участком АВ ПБ. При вращении ПБ против часовой стрелки, характер парафинирования частей витка кручения нити с направлением крутки Z со-

ответствует обработке нити с направлением крутки S , находящимся во взаимодействии с ПБ, вращающимся по часовой стрелке и наоборот.

Следует отметить, что при взаимодействии вращающегося ПБ с движущейся нитью происходит сплющивание витка кручения нити в двух направлениях. Сплющивание витка кручения нити под действием сил трения происходит в обратном направлении движения нити, а

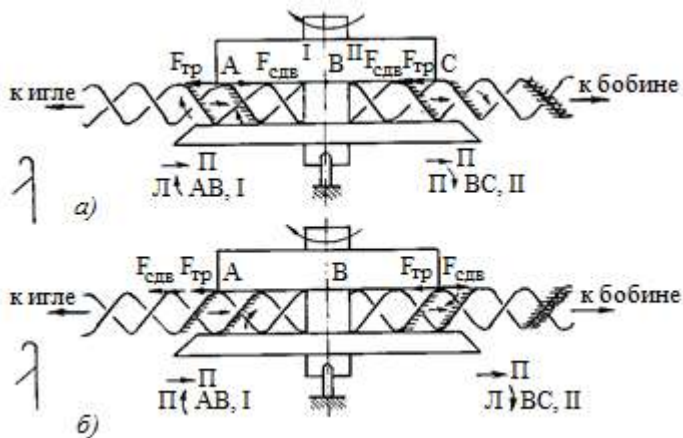


Рис. 3.4. Схема парафинирования пряжи при вращении ПБ по часовой стрелке

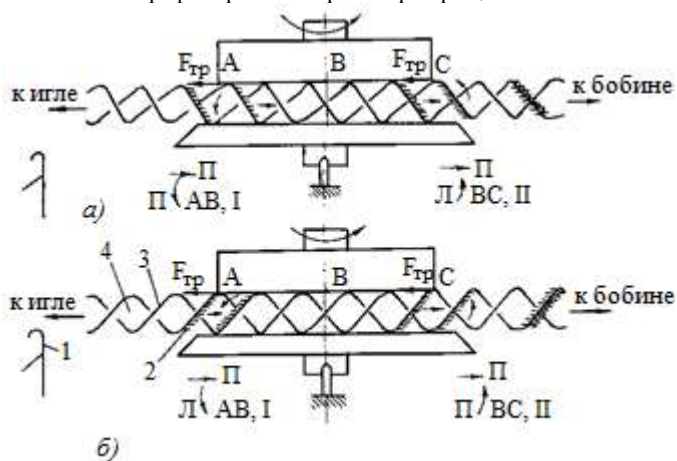


Рис. 3.5. Схема парафинирования пряжи при вращении ПБ против часовой стрелки

под влиянием вращающегося ПБ имеет двоякий характер. Если вращающийся ПБ действует на левый край витка, тогда сплющивание витков кручения нити происходит в направлении движения нити и ширина контакта витков уменьшается, или же наоборот. Под действием вращающегося ПБ на правый край витка кручения нити, сплющивание происходит против ее движения. Сила трения увеличивает ширину контакта витков кручения с ПБ. Отсюда ясно, что на любом из вариантов взаимодействия вращающегося ПБ с движущейся нитью, условие парафинирования одинаково. Таким образом, по линии направления движения нити соотношение парафинирования левого края витка кручения нити против правого находится, как 1:3.

Нужно учитывать еще и то, что при наматывании нити по длине образующей бобины, меняется величина протяженности контакта трущейся поверхностей нити и ПБ. Если на первой половине парафинера длина нити AO , оказавшаяся под ПБ остается неизменной, тогда, во второй его половине, длина нити меняется по мере наматывании ее по длине образующей бобины. Из рис. 3.6 видно, что при меньшем угле обхвата α_{min} нити стержня парафинера, длина нити OB становится меньше, чем OC , соответствующая наибольшему углу обхвата α_{max} .

При вращении парафинера по часовой стрелке угол обхвата α_{min} достигается при наматывании ее на большой торец бобины (верхний, по рис. 3.6, *a*), а α_{max} – на малый (нижний, рис. 3.6, *a*). На парафинере, вращающегося против часовой стрелки, α_{min} имеет место при наматывании нити на малый торец бобины, а α_{max} – на большой (рис. 3.6, *б*).

Если изменение скорости нити при наматывании, в зависимости от параметров бобины, носит постоянный характер, то, очевидно, от этого будет зависеть и характер изменения скорости ПБ, и качество парафинирования нити.

Для обоснованного выбора, а также разработки способов и устройств парафинирования, нужно еще учитывать условия контакта петлеобразующих органов с нитью, идущей от бобины. Следует также обратить внимание на то обстоятельство, что в процессе перемотки, нить наматывается на бобину выходящим концом от парафинера, тогда как этот конец нити становится входящим концом при ее подачи на петлеобразующие органы.

Во время переработки нити на вязальных машинах нужно иметь в виду, что если парафинированные части 2 витков 3 входного конца крученой нити 4, сначала не встретятся с иглой 1 (рис. 3.5), то увеличение нарушений в процессе вязания неизбежно. Тем не менее, при

подаче нити к игле малопарафинированная левая часть витка кручения нити опережает правую, хорошо парафинированную ее часть. Тогда, в процессе вязания, контакт петлеобразующих органов и элементов трикотажа с непарафинированной частью поверхности нити очевиден. Тем более непарафинированные левые части витков нити имеют более высокие значения коэффициентов трения, чем парафинированные, потому склонны к большему сдвигу – сплющиванию в сторону правой, парафинированной части. В этом случае, парафинированность нити является кажущейся и не способствует эффективному снижению коэффициента трения нити μ . Хотя значение μ , полученное после ее парафинирования, считают постоянным, на самом же деле этого сказать нельзя. Причинами чего являются несовершенство существующих способов и устройств парафинирования пряжи, которые не обеспечивают равномерное парафинирование всей поверхности пряжи.

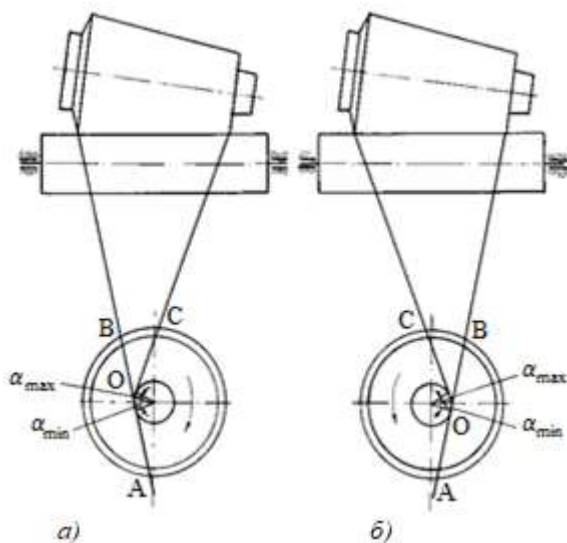


Рис. 3.6. Схема наматывания парафинируемой пряжи

Установлено, что только небольшая часть поверхности пряжи подвергается парафинированию, хотя любая точка поверхности нити может быть в контакте с петлеобразующими органами. В таком случае, показатель μ носит условный характер, который определен значением $\mu_{п}$ парафинированного и $\mu_{нп}$ непарафинированного участков поверхности нити. При этом, можно говорить только лишь о среднем значении $\bar{\mu}$ парафинированной пряжи, для определения которого спе-

циальной методики не имеется. Получено, что при парафинировании пряжи обрабатывается только лишь те участки ее поверхности, которые имеют, непосредственно, контакт с парафином. В этой связи, более 50 % поверхности пряжи остается непарафинированной.

Отсюда ясно, что стабильность натяжения нити не может быть обеспечена, если даже нить будет иметь низкие значения $\bar{\mu}$. Колебания в его значениях объясняется, кроме всего, различием μ на поверхности нити, на коротких ее отрезках. По теории кулирования нити, максимальное натяжение, достигаемое на конце операции кулирования [5, с. 49], определяется по формуле $T_{max} = T_0 e^{\mu\alpha}$, где T_{max} – максимальное натяжение на кулируемой нити; T_0 – входное натяжение нити; μ – коэффициент трения нити об иглу; α – угол охвата нитью иглы (рад.).

Допустим, что при вязании трикотажа ластичных переплетений кулирование нити происходит одновременно на трех иглах, тогда $\alpha = 3\pi$ рад. Для расчета примем $T_0 = 5$ сН и коэффициент трения нити для парафинированной части поверхности шерстяной пряжи линейной плотности $31,2$ текс $\times 2$, $\mu_{п} = 0,14$, а для непарафинированной части пряжи – $\mu_{нп} = 0,32$. Тогда, максимальное натяжение нити при кулировании может быть изменено в 5,4 раза. Пульсация натяжения нити, в процессе петлеобразования, будет протекать с большей интенсивностью.

Из анализа механизма парафинирования пряжи установлено, что обрабатывать всю поверхность пряжи в одинаковой степени фактически не удастся. При этом, частично парафинируется только лишь та часть поверхности нити, которая имеет контакт с ПБ. Тем более, противоположная сторона поверхности относительно контакта с ПБ, остается непарафинированной плотностью.

Учитывая вышеизложенный анализ, следует решить задачи по разработке новых методов и средств для обработки всей поверхности пряжи в одинаковой степени.

3.3. Анализ условий парафинирования пряжи и нитей

3.3.1. Давление на нить со стороны парафинового блока

Парафинирование пряжи выполняют на парафинирующем устройстве [39, с. 40]. Основной задачей парафинирующего устройства является парафинирование нити. Поэтому, для повышения качества парафинирования трикотажного сырья, необходимо устанавливать наилучшие условия работы парафинирующего устройства.

Нить 1, проходящая под ПБ 2, надетым на стержень 3 с тарелочкой 4, свободно терпит давление со стороны ПБ в зоне контакта с нитью. Протяженность контакта ac нити с ПБ зависит от его диаметра D и угла охвата 2α нитью стержня парафинера (рис. 3.7, а).

Из рис. 3.7, а видно, что общая длина протяженности нити, находящейся под действием ПБ, определяется, как $l_{on} = l_{ad} + l_{de} + l_{ec}$. Из треугольника oad находим $ad = \sqrt{ao^2 - od^2} = \sqrt{R_{\Pi}^2 - r^2}$, $ad = ec = = const$, а $l_{de} = 2ar$,

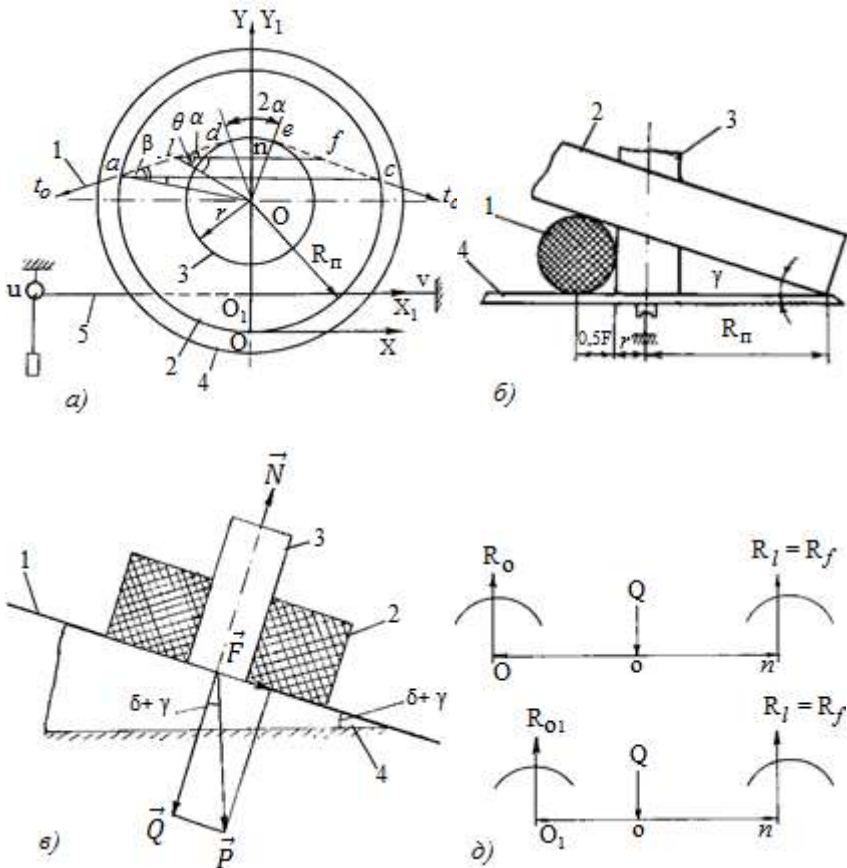


Рис. 3.7. Взаимодействие нити с элементами парафинирующего устройства

где R_{Π} – наружный радиус ПБ; r – радиус стержня парафинера.

Тогда общая длина протяженности нити будет:

$$l_{on} = 2\sqrt{R_{\Pi}^2 - r^2} + 2\alpha r = 2\left(\alpha r + \sqrt{R_{\Pi}^2 - r^2}\right) \text{ и может быть изме-}$$

нена только в зависимости от угла охвата 2α . Поскольку длина участка нити $l_{de} = 2\alpha r$ при парафинировании под парафин не попадает, тогда длина нити, находящейся под влиянием ПБ, остается постоянной, т. е. $l_{\Pi} = l_{ad} + l_{ec} = 2\sqrt{R_{\Pi}^2 - r^2} = const$.

Действие давления Q_{max} ПБ распределяется на длину нити l_{Π} и, с увеличением ее величины, уменьшается давление ПБ на единицу площади поверхности контакта нити, которое требует увеличения общей массы ПБ.

Расположением нити под ПБ, он перекашивается на участке ac контакта с нитью. После перекося ПБ получает точку контакта O с тарелочкой. Угол перекашивания γ ПБ 2 относительно тарелочки 4, зависит от толщины d перерабатываемой нити 1, радиуса ПБ R_{Π} и стержня r (рис. 3.7, б) $\operatorname{tg} \gamma = \frac{d}{0,5d+r+R_{\Pi}}$.

Давление ПБ на нить, во многом будет зависеть и от угла перекашивания. При этом давление ПБ на нить определяет натяжение нити при ее парафинировании [87].

Примем давление ПБ на тарелочке, равной силе вертикальной составляющей $N(Q)$ его тяжести P_{Π} , которое имеет место после перекашивания ПБ и устройства в целом (рис. 3.7, в). Давление ПБ на нить по линии контакта ad и ec будет определено реакцией R_l и R_f , образованной в точках l и f , находящихся посередине участков нити ad и ec , а – с тарелочкой, в точке контакта O будет R_o [88, 89].

Поскольку ПБ под действием указанных сил находится в равновесии (рис. 3.7, а, г), тогда сумма моментов сил, действующих на него, взятая относительно оси OX системы координат $OXYZ$ (ось OZ не показана, так как она перпендикулярна плоскости рисунка), проходящей через точку O , должна быть равна нулю, т. е.

$$\sum M_{xi} = QR_{\Pi} - 2R_l(R_{\Pi} + on) = 0, \quad (3.1)$$

$$\sum M_{yi} = R_l \cdot ln - R_f \cdot fn = 0. \quad (3.2)$$

Так как $ln = fn$, то из уравнения (3.2) определяем $R_l = R_f$.

Тогда из уравнения (3.1) находим $R_l = R_f = \frac{QR_{\Pi}}{2(R_{\Pi} + on)}$.

Учитывая расположение парафинера под углом δ относительно горизонтальной плоскости и дополнительного перекоса ПБ со стороны движущейся нити на угол γ , значение силы давления Q изменится и будет определяться, как (рис. 3.7, в) $Q = P_n \cos(\delta + \gamma) = mg \cos(\delta + \gamma)$.

Сила F , прижимающая ПБ к стержню парафинера, определяется как $F = P_n \sin(\delta + \gamma) = mg \sin(\delta + \gamma)$. Обозначим β угол между линией oa и ad , а θ угол между линией ol и направлением одного из концов ad нити (рис. 3.7, а).

Из треугольника odl $tg \theta = \frac{od}{dl} = \frac{r}{0,5ad} = \frac{r}{0,5\sqrt{R_n^2 - r^2}}$, а из треугольника oad $tg \beta = \frac{r}{\sqrt{R_n^2 - r^2}}$, тогда $tg \theta = 2 tg \beta$. Видно, что углы β и θ связаны с конструктивными параметрами парафинера – R_n и r , не зависят от угла охвата 2α .

Из рис. 3.7, а следует, что из-за перпендикулярности сторон $ld \perp od$, $ln \perp on$ угол $dln = \alpha$. Тогда из треугольника oln плечо $on = ol \sin(\theta - \alpha)$.

Из треугольника old $ol = \sqrt{od^2 + dl^2} = \sqrt{r^2 + (0,5\sqrt{R_n^2 - r^2})^2} = 0,5\sqrt{R_n^2 + 3r^2}$
или $ol = \frac{r}{\sin \theta}$. Учитывая значение ol находим, что $on = 0,5\sqrt{R_n^2 + 3r^2} \sin(\theta - \alpha)$
или $on = \frac{r}{\sin \theta} \cdot \sin(\theta - \alpha)$.

С учетом on и Q определяем

$$R_l = R_f = \frac{mgR_n \cos(\delta + \gamma)}{2R_n + \sqrt{R_n^2 + 3r^2} \cdot \sin(\theta - \alpha)} \quad (3.3)$$

$$\text{или} \quad R_l = R_f = \frac{0,5 mgR_n \cos(\delta + \gamma)}{R_n + \frac{r}{\sin \theta} \sin(\theta - \alpha)}, \quad (3.4)$$

где m – масса ПБ; g – ускорение свободного падения; δ – угол наклона парафинирующего устройства; γ – угол перекашивания ПБ относительно тарелочки.

Формулы (3.3), (3.4) будут справедливыми лишь для условия $0 \leq \alpha \leq \theta$. Для полного анализа работы парафинирующего устройства, рассмотрим условие, созданное при $\alpha > \theta$. При условии $\theta < \alpha \leq 90^\circ$ точка контакта O парафинового блока с тарелочкой меняет свое место на 180° . Тогда можно найти, что

$$on = 0,5\sqrt{R_n^2 + 3r^2} \sin(\alpha - \theta) \text{ и } R_l = R_f = \frac{mgR_n \cos(\delta + \gamma)}{2R_n + \sqrt{R_n^2 + 3r^2} \cdot \sin(\alpha - \theta)}$$

$$\text{или} \quad R_l = R_f = \frac{0,5 mgR_n \cos(\delta + \gamma)}{R_n + \frac{r}{\sin \theta} \sin(\alpha - \theta)}.$$

Анализируя формулы R_l и R_f видим, что давления со стороны ПБ на нить зависят от угла α .

$$\text{При } \alpha = 0, R_l = R_f = \frac{QR_{\Pi}}{2R_{\Pi} + \sqrt{R_{\Pi}^2 + 3r^2} \cdot \sin \theta} = \frac{mgR_{\Pi} \cos(\delta + \gamma)}{2(R_{\Pi} + r)},$$

а при $\alpha = \theta, R_l = R_f = 0,5mg \cos(\delta + \gamma)$.

При $\alpha = 90^\circ$ выражение (3.3) и (3.4) примет вид:

$$R_l = R_f = \frac{QR_{\Pi}}{2R_{\Pi} + \sqrt{R_{\Pi}^2 + 3r^2} \cdot \sin(90^\circ - \theta)} = \frac{QR_{\Pi}}{2R_{\Pi} + \sqrt{R_{\Pi}^2 + 3r^2} \cdot \cos \theta} = \frac{mgR_{\Pi} \cos(\delta + \gamma)}{2R_{\Pi} + \sqrt{R_{\Pi}^2 - r^2}}.$$

Характер изменения давления R_l и R_f со стороны ПБ на нить, в зависимости от угла α при $P_{\Pi} = const, R_{\Pi} = const$ и установившимся угле $\theta = 43^\circ 13' = const$ на парафинере, показан на рис. 3.8. Установлено, что при $\alpha = 0$ и $\alpha = 90^\circ$ давления R_l и R_f имеют минимальные значения, а при $\alpha = \theta$ – достигает максимального значения $R_{lmax} = R_{fmax}$.

Анализ выражений (3.3), (3.4) и др. для R_l и R_f и графика (рис. 3.8) изменения давления в зависимости от угла охвата α показывает, что при условии $\alpha = \theta$, центр тяжести точки l и f участков нити ad и ec находится на линии aoc , образуя 180° (рис. 3.7, *a*). При этом ликвидируется угол перекашивания $\gamma = 0$ и ПБ не имеет контакта с тарелочкой, т. е. $R_{lmax} = R_{fmax} = 0,5P_{\Pi} \cos(\delta + \gamma) = 0,5mg \cos \delta$.

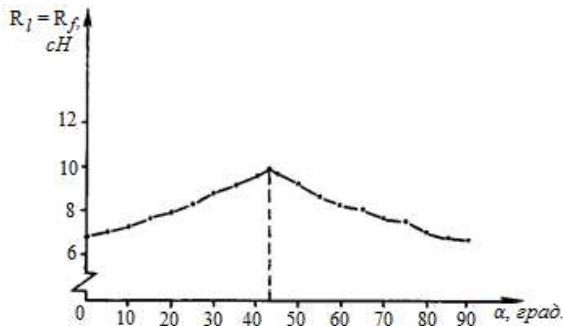


Рис. 3.8. График зависимости изменения давления ПБ от угла охвата

Тогда, одна половина ld участка нити ad и ef участка нити ec располагается, соответственно, на II и I четвертях, а другие их половины al и fc – на III и IV четвертях. Но это положение ПБ нельзя счи-

тать устойчивым, поскольку значения угла охвата меняются при намотке нити на торцы бобины.

Тем не менее, по мере расхода ПБ уменьшается его масса, и значения давления склонны к снижению. Кроме того, при $\alpha = 0^\circ$ скорость вращения устройства уменьшается, а для выполнения $\alpha = 90^\circ$ оно не приспособлено, т. к. при этом должна быть обеспечена параллельность ветвей нити, входящей под ПБ и выходящей из него. Поскольку парафинирующее устройство находится между паковкой с парафинируемой нитью и бобиной, то на мотальном барабанчике всегда будет $\alpha < 90^\circ$. Значит, условие, обеспечивающее минимальное давление ПБ на нить, неприемлемо, и тогда нужно принять условие парафинирования, созданное при $\alpha = \theta$, которое сохраняет Q_{max} на нить. Отсюда вытекает, что для парафинирования пряжи с требуемым коэффициентом трения, нужно обеспечить постоянство оптимально – максимального значения сил давления Q .

Из треугольника old (рис. 3.7, a) $\sin \theta = \frac{od}{ol} = \frac{r}{0,5\sqrt{R_n^2+r^2}}$. Условие $\alpha = \theta = const$, прежде всего, зависит от конструктивных параметров парафинера. Угол α нужно подбирать к значению θ . Причем для каждого парафинера имеется постоянное значение θ . Условие $\alpha = \theta$ обеспечивается при $on = 0$, т. е.

$$on = 0,5\sqrt{R_n^2 + 3r^2} \sin(\theta - \alpha) = 0,5\sqrt{R_n^2 + 3r^2} \sin 0^\circ = 0.$$

Зависимость угла α от конструктивных параметров устройства можно найти с учетом $on = 0$, из выражения

$$on = 0,5\sqrt{R_n^2 + 3r^2} \sin(\theta - \alpha), \text{ т. е. } 0 = 0,5\sqrt{R_n^2 + 3r^2} \cdot (\sin \theta \cos \alpha - \cos \theta \sin \alpha),$$

$$\sin \theta \cos \alpha = \cos \theta \sin \alpha, \quad \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} = \frac{\cos \theta}{\sin \theta}, \quad \text{ctg } \alpha = \text{ctg } \theta = \frac{0,5\sqrt{R_n^2 - r^2}}{r} = \frac{\sqrt{R_n^2 - r^2}}{2r}.$$

3.3.2. Натяжение нити, создаваемое парафиновым блоком на обычном парафинере

Для определения натяжения нити на выходе из контакта ПБ [88] примем, что входное натяжение нити в точке a равно t_0 (рис. 3.7). Натяжение нити в точке d $t_d = t_0 + \mu_1 R_l + \mu_2 R_l = t_0 + (\mu_1 + \mu_2) R_l$, а в точке e определяется по общеизвестной формуле Эйлера: $t_e = t_d e^{2\mu_3 \alpha}$,

где μ_1 и μ_2 – соответственно, коэффициенты трения между ПБ с нитью и нити со стальной тарелочкой; μ_3 – коэффициент трения нити о стержень парафинера.

В точке c выхода нити из под ПБ ее натяжение принимает вид:

$$t_c = t_e + \mu_1 R_f + \mu_2 R_f = t_0 e^{2\mu_3 \alpha} + (\mu_1 + \mu_2) (e^{2\mu_3 \alpha} + 1) R_{l,f}. \quad (3.5)$$

С учетом (3.3) в (3.5), т. е. при $0 \leq \alpha \leq \theta$,

$$t_c = t_0 e^{2\mu_3 \alpha} + \frac{(\mu_1 + \mu_2)(e^{2\mu_3 \alpha} + 1)mgR_n \cos(\delta + \gamma)}{2R_n + \sqrt{R_n^2 + 3r^2} \cdot \sin(\theta - \alpha)}. \quad (3.6)$$

Поскольку на парафинирующем устройстве максимальное давление на нить обеспечивается при $\alpha = \theta, \gamma = 0$, тогда расчетной формулой для максимального натяжения, создаваемое парафинером, будет (3.7). Максимальное значение натяжения нити

$$t_{c \max} = t_0 e^{2\mu_3 \theta} + 0,5(\mu_1 + \mu_2)(e^{2\mu_3 \theta} + 1)mg \cos \delta. \quad (3.7)$$

Минимальные значения натяжения нити явно обеспечиваются при $\alpha = 0$,

$$t_{c \min} = t_0 + \frac{2(\mu_1 + \mu_2)mgR_n \cos(\delta + \gamma)}{2R_n + \sqrt{R_n^2 + 3r^2} \cdot \sin \theta}. \quad (3.8)$$

При $\theta < \alpha \leq 90^\circ$ выходное натяжение нити t_c меняет свое значение в зависимости от $\alpha, t_0, P(m)$ и др., а формула принимает вид

$$t_c = t_0 e^{2\mu_3 \alpha} + \frac{(\mu_1 + \mu_2)(e^{2\mu_3 \alpha} + 1)mgR_n \cos(\delta + \gamma)}{2R_n + \sqrt{R_n^2 + 3r^2} \cdot \sin(\alpha - \theta)}. \quad (3.9)$$

Графики, отражающие при различном значении θ , изменение входного натяжения t_c в зависимости от угла α , приведены на рис. 3.9. Графики 1 и 1', 2 и 2' построены, соответственно, при входном натяжении $t_0 = 2,5$ сН и $t_0 = 5$ сН, коэффициента трения $\mu_1 = 0,18$; $\mu_2 = 0,15$; $\mu_3 = 0,20$ при массе ПБ 30 г, а графики 3 и 3', 4 и 4' – 90 г.

Из графиков видно, что при $\alpha = \theta$ значение t_c достигает своего максимума, абсолютное значение которого увеличивается с ростом $(\mu_1 + \mu_2)$ и $P(m)$. Причем, с уменьшением t_0 характер изменения t_c не меняется, а уменьшается его абсолютное значение.

С уменьшением $(\mu_1 + \mu_2), P(m)$ и t_0 характер изменения t_c отличается от вышерассмотренного условия. С увеличением α после достижения $t_{c \max}$ при $\alpha = \theta$, сначала t_c уменьшается, а затем постепенно, с приближением α к 90° , растет. Даже при меньшем входном натяжении значение t_c превосходит $t_{c \max}$, полученное при $\alpha = \theta$ (графики 1, 1', 2 и 2').

Установлено, что для снижения абсолютного значения максимального натяжения нити $t_{c \max}$, после выхода из-под влияния ПБ,

нужно значение углов $\alpha = \theta$ уменьшить в равенстве, $t_0, P(m)$ и μ_1, μ_2, μ_3 , по возможности, брать минимальной величины. Только за счет уменьшения $P(m)$ в 3 раза, сохранив $\alpha = \theta = 30^\circ$ и $t_0 = 2,5$ сН, абсолютное значение $t_{c \max}$ снижается в 2,6 раза. Так как все значения, кроме $\alpha = \theta$, снижают давление ПБ на нить, и условие $\theta < \alpha \leq 90^\circ$ неприемлемо для парафинирующего устройства и мотальных машин в целом. Здесь можно говорить лишь об абсолютном значении натяжения $t_{c \max}$. Тогда как угол α подбирается с углом β или θ .

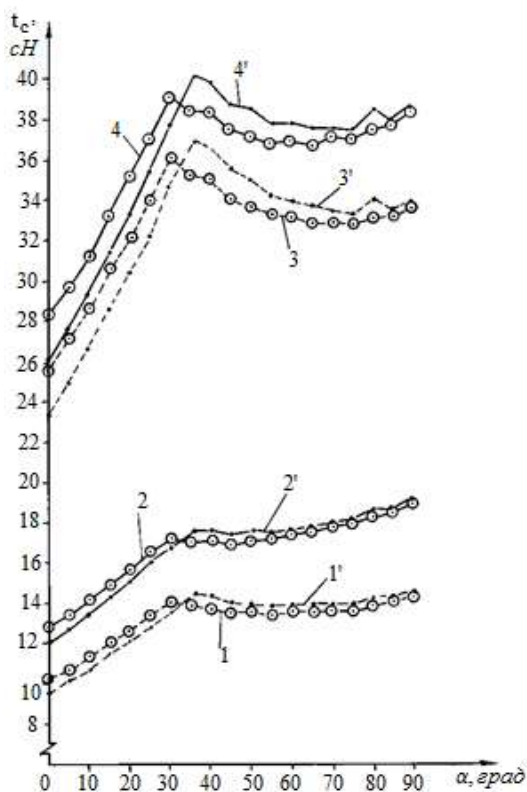


Рис. 3.9. Изменение натяжения нити, создаваемого ПБ в зависимости от угла обхвата

Для изменения угла α необходимо менять параметры r и R_{Π} . С уменьшением угла β или θ меняется протяженность нити, находящейся под ПБ, т. к. для меньшего угла β должно быть уменьшено значение r при $R_{\Pi} = const$ или наоборот, увеличено R_{Π} , при $r = const$.

Другим важным условием, определяющим выбор параметра парафинера, может являться протяженность нити $l_{\Pi} = \sqrt{R_{\Pi}^2 - r^2}$, находящейся под действием ПБ. При условии $r_1 > r_2$ и $R_{\Pi 2} > R_{\Pi 1}$, очевидно $ad_2 = \sqrt{R_{\Pi 2}^2 - r_2^2} > ad_1 = \sqrt{R_{\Pi 1}^2 - r_1^2}$. Такое условие меняет расположение центра тяжести нити, находящейся под влиянием ПБ; меняется значение R_l и R_f , соответственно. С увеличением протяженности нити l_{Π} под ПБ давление p на нить уменьшается, т. к.

$$p = \frac{Q}{S} = \frac{mg \cos(\delta + \gamma)}{2 \cdot d \cdot ad} = \frac{0,5mg \cos(\delta + \gamma)}{F \cdot \sqrt{R_{\Pi}^2 - r^2}},$$

где F, d – диаметр нити.

Для уменьшения абсолютного значения $t_{c \max}$ нужно уменьшить величины углов α и θ путем изменения конструктивных параметров парафинера, обеспечить их равенство. Это приводит к уменьшению давления на поверхность нити, что нежелательно. Отсюда вытекает, что для сохранения оптимального давления ПБ, на единицу длины (площади) l_{Π} нити, постоянным, нужно увеличить его массу.

В процессе намотки парафинированной нити на бобину имеет место также изменение величины α на стержне парафинера. Это сопровождается с изменением линейной скорости нити. На существующих мотальных машинах с подобными парафинерами, выходящую нить из-под влияния ПБ наматывают на бобину с изменением $\alpha_{\min} \div \alpha_{\max}$ на стержне. Крайние значения α достигаются при намотке нити на торцы бобины (рис. 3.6).

Всякое ускорение движения парафинируемой нити вызывает дополнительное ее натяжение за счет сил инерции, сопровождающихся во вращающемся парафинирующем устройстве.

Уравнение вращения парафинера можно записать в виде

$$J_c \varepsilon = (t_c - t_0)r, \text{ при } J_c = 0,5m_0r^2, \quad \varepsilon = \frac{a_n}{r}, \text{ получим } 0,5m_0r^2 \cdot \frac{a_n}{r} = (t_c - t_0)r.$$

Тогда изменение натяжения нити Δt за счет сил инерции парафинера находим как:

$$\Delta t = 0,5m_0a_n = 0,5(m_y + m)a_n,$$

где J_c – момент инерции парафинера, с массой m_0 ; $m_0 = m_y + m$ – общая масса парафинера, вместе взятая массой устройства m_y и ПБ m ; r – радиус стержня парафинера; ε – угловое ускорение парафинера; a_n – линейное ускорение парафинируемой нити; t_0 и t_c – входное и выходное натяжение парафинируемой нити.

Общее натяжения парафинируемой нити на выходе из парафинера может увеличиться на Δt и будет записано в виде: $t_{co} = t_c + \Delta t$.

Изменение величины α недопустимо, во-первых, это вызывает изменение действия без того нестабильного давления ПБ на нить, во-вторых, произойдет колебание натяжения нити, наматываемой на бобину. Парафинирующее устройство должно обеспечить $P_{max} = const$ значение давления ПБ на нить при $\alpha = \theta = const$, чтобы абсолютное значение максимального натяжения нити на выходе из-под ПБ было минимально и $t_{c\ max} = const$. Ясно, что если не предпринимать конкретных мер изменения α в процессе намотки нити на бобину, нарушится условие ее парафинирования, определенное с $\alpha = \theta$.

Для стабильного значения коэффициента трения пряжи на любом ее отрезке масса нанесенного парафина должна быть постоянной. Расход парафина зависит от массы самого ПБ, от конструктивных параметров парафинера, линейной плотности пряжи, вида сырья, скорости наматывания и рецепта, с указанием состава парафина.

С формулой t_{co} может быть подсчитано натяжение нити, создаваемое ПБ при ее парафинировании. Причем, натяжение нити в процессе парафинирования зависит от давления ПБ, которое уменьшается по мере уменьшения его массы. С одной стороны, сохранение постоянного давления ПБ на нить обеспечивает стабильность коэффициента трения нити по всей ее длине. С другой стороны, стабильное натяжение нити при наматывании ее на бобины имеет большое значение для получения качественной паковки. Отсюда вытекает, также, задача сохранения постоянства (стабилизации) давления ПБ на нить.

Парафинер из-за момента $M_{кр}$ натяжения нити в точке c вращается вместе с ПБ $M_{кр} = t_c \cdot r$. Нужно отметить, что парафин расходуется по мере переработки пряжи, чему способствует трение между нитью и вращающимся ПБ. Сила трения $F_{тр}$, создаваемая между нитью и ПБ, определяется как:

$$F_{тр} = \mu_1 N = \mu_1 P \cos(\theta + \gamma) = \mu_1 mg \cos(\theta + \gamma).$$

Поскольку коэффициент трения характеризует оба трущихся тела и зависит от их материалов и состояния поверхностей, тогда легко можно объяснить причину уменьшения массы твердого парафина. По мере движения нити из-под ПБ, часть его массы расходуется на парафинирование нити, то $m = m_i + \Delta m$, где m – исходная масса ПБ; m_i – текущая масса ПБ; Δm – масса ПБ, израсходованная на парафинирование нити.

Изменение массы ПБ сопровождается уменьшением его высоты и объема. Между массой и параметрами ПБ имеется связь в виде:

$$m = \rho V = \rho \pi H_i (R_{\Pi}^2 - r^2),$$

где ρ – удельная плотность парафина; V – объем ПБ; H_i – текущая высота ПБ; R_{Π} – наружный радиус ПБ; r – внутренний радиус ПБ или радиус стержня.

С уменьшением высоты ПБ от H_{max} до H_{min} , происходит также уменьшение давления ПБ на нить, т. е.

$$F_{Tp} = \mu_1 V \rho g \cos(\theta + \gamma) = \mu_1 \pi H_i (R_{\Pi}^2 - r^2) \rho g \cos(\theta + \gamma). \quad (3.10)$$

Ясно, что с уменьшением массы ПБ, уменьшается и процент парафина на пряже, что сопровождается ростом коэффициента трения, по сравнению с той частью, которая обработана при большой массе ПБ.

Уменьшение массы ПБ влечет за собой снижение уровня натяжения нити, полученной вследствие парафинирования. При этом $R_l = R_f = 0$, $F_{Tp} \rightarrow 0$, тем самым исключается возможность парафинирования пряжи. Отсутствием ПБ точки контакта пряжи a, d, e, c будут односторонними, только с тарелочкой и стержнем парафинера.

Натяжение нити в точке a будет начальным $t_a = t_0$, в точке d $t_d = t_0$, в точке e $t_e = t_0 e^{2\mu_3 \alpha}$, в точке c $t_c = t_0 e^{2\mu_3 \alpha}$.

Таким образом, разница натяжения в конце выхода нити из-под ПБ будет определяться как:
$$\Delta t = \frac{(\mu_1 + \mu_2)(1 + e^{2\mu_3 \alpha}) mg R_{\Pi} \cos(\delta + \gamma)}{2R_{\Pi} + \sqrt{R_{\Pi}^2 + 3r^2} \cdot \sin(\theta - \alpha)}$$

В крайних значениях α натяжение нити на выходе из-под ПБ будет иметь соответствующие значения:

$$t_{c \min} = t_0 e^{2\mu_3 \alpha_{\min}} + \frac{(\mu_1 + \mu_2)(1 + e^{2\mu_3 \alpha_{\min}}) mg R_{\Pi} \cos(\delta + \gamma)}{2R_{\Pi} + \sqrt{R_{\Pi}^2 + 3r^2} \cdot \sin(\theta - \alpha)}, \quad (3.11)$$

$$t_{c \max} = t_0 e^{2\mu_3 \alpha_{\max}} + \frac{(\mu_1 + \mu_2)(1 + e^{2\mu_3 \alpha_{\max}}) mg R_{\Pi} \cos(\delta + \gamma)}{2R_{\Pi} + \sqrt{R_{\Pi}^2 + 3r^2} \cdot \sin(\theta - \alpha)}. \quad (3.12)$$

При отсутствии ПБ изменение натяжения при намотке нити на крайние торцы бобины будет определено в виде:

$$t'_{c \min} = t_0 e^{2\mu_3 \alpha_{\min}}, \quad t'_{c \max} = t_0 e^{2\mu_3 \alpha_{\max}}.$$

Тогда разница натяжения в крайних значениях α и с учетом выражений (3.11) и (3.12), соответственно, будет определяться как:

$$\Delta t_{\min} = t_{c \min} - t'_{c \min}, \quad \Delta t_{\max} = t_{c \max} - t'_{c \max}.$$

Изменение натяжения нити и степени парафинирования из-за разного угла α и разной длины протяженности контакта ПБ с нитью $l_{ac_1} < l_{ac_2}$ (рис. 3.6), требует определения наилучшего условия для процесса парафинирования. Такое условие может быть обеспечено при стабильно-минимальном $\alpha = \theta = const$ и $P = const$.

3.3.3. Улучшение условия парафинирования пряжи

При заданных значениях конструктивных параметров парафинера $R_{\Pi} = const$, $r = const$, обеспечение $\alpha = \theta$ способствует росту натяжения нити в процессе ее парафинирования [87], что является нежелательным.

Для улучшения эффективности парафинирования нужно ликвидировать угол перекоса γ ПБ. Если установить между тарелочкой 4 и ПБ 2 отрезок пряжи (нити) 5 (рис. 3.7, а), соответствующий перерабатываемой, тогда $\gamma = 0$ [89]. Это будет способствовать устойчивому расположению ПБ на парафинируемой нити, улучшится условие парафинирования. Отрезок нити устанавливается под ПБ на противоположной стороне движущейся нити. При этом нить может находиться от центра стержня на расстоянии $oO_1 = r + \Delta i$, по линии uO_1v (рис. 3.7, а), где Δi – ширина кольца ПБ и $\Delta i = 0 \div R_{\Pi} - r$.

Тогда сумма моментов сил, действующих на нити (рис. 3.7, б), взятая относительно оси O_1X_1 системы координат $O_1X_1Y_1Z_1$ (ось O_1Z_1 не показана, так как она перпендикулярна плоскости рисунка), проходящей через точку O_1 , должна быть равна нулю, т. е.

$$\sum M_{xi} = Q \cdot oO_1 - 2R_l(on + oO_1) = 0 \quad (3.13)$$

Для случая $\Delta i = \frac{R_{\Pi} - r}{2}$, при значении $oO_1 = (R_{\Pi} + r)/2$

$$R_l = R_f = \frac{Q \cdot oO_1}{2(on + oO_1)} = \frac{0,5mg(R_{\Pi} + r) \cos \delta}{R_{\Pi} + r + \sqrt{R_{\Pi}^2 + 3r^2} \cdot \sin(\theta - \alpha)}. \quad (3.14)$$

Сравнивая формулы (3.14) и (3.3) можно увидеть, что при отсутствии перекоса $\gamma = 0$, давление ПБ на парафинируемую нить значительно растет. Ликвидация угла перекоса γ ПБ способствует уменьшению абсолютного значения угла охвата α . При меньшем угле α величина натяжения нити на выходе из-под ПБ будет значительно снижена [89]. При этом приемлемым условием для парафинирующего устройства должно быть $0 < \alpha < \theta$.

3.4. Теоретическое исследование распределения парафина на поверхности пряжи

Для выявления характера распределения израсходованного парафина на поверхности пряжи, необходимо учитывать особенности контакта пряжи с ПБ. Для ясного представления границы контакта трущихся поверхностей (рис. 3.10), нужно также учитывать их природы и состояние, и силы нормального давления. При трении скольжения контакт 1 цилиндрического металлического стержня 2 с плоской поверхностью 3 происходит на одной точке в плоскости, перпендикулярной поперечному сечению (рис. 3.10, *а*). Точка контакта может остаться на линии, образующей 1 – 4 (рис. 3.10, *б*), в том случае, если цилиндрический стержень не имеет вращательного движения. Если твердости трущихся поверхностей разные и сила давления достаточно велика, тогда может произойти внедрение поверхностей и границы контактов увеличатся.

Допустим, сверхудвигающегося металлического цилиндрического стержня расположен вращающийся ПБ. Тогда при нормальных массах ПБ 4, границы его контакта *a* и *b* со стержнем 2 по линии поперечного сечения *ab* увеличатся (рис. 3.10, *в*). В этом случае, при строго поступательном движении цилиндрического стержня, ширина зоны контакта будет определяться глубиной внедрения *h* стержня в ПБ или углом охвата α_c стержня ПБ. Ширина контакта определяется, как: $l_{ab} = \alpha_c r_c$ (мм), где r_c – радиус стержня.

Теперь, вместо металлического стержня примем одиночную нить, которая под давлением вращающего ПБ подвергается сплющиванию (рис. 3.10, *г*) как сверху так и снизу. Из рисунка 3.10, *г* видно, что одиночная нить 1, прижатием между ПБ 2 и металлической тарелочкой 3, увеличивает ширину контакта.

Поскольку парафинирование происходит со стороны ПБ, то интерес представляет только ширина контакта одиночной нити l_{abo} с ним. При этом, $l_{abo} = \alpha_{но} r_{но}$ (мм), где $r_{но}$ – радиус одиночной нити; $\alpha_{но}$ – угол охвата одиночной нити с ПБ.

Ширина участка контакта крученой пряжи 1 с ПБ 2 имеет свою особенность. Во-первых, диаметр (радиус) крученой пряжи больше одиночной, во-вторых, в зависимости от характера расположения нитей, структуры крученой пряжи, ширина контакта нити с блоком изменится. Если скручиваемые нити относительно ПБ расположены друг на друге (рис. 3.10, *д*), то ширину контакта следует определять, как у одиночной нити $l_{abк} = \alpha_{но} r_{но}$, но при расположении нитей ря-

дом (рис. 3.10, *e*), в следующем виде $l_{abк} = 2\alpha_{\text{нко}}r_{\text{нко}}$, где $\alpha_{\text{нко}}$ – угол обхвата каждой одиночной нити с ПБ; $r_{\text{нко}}$ – радиус одиночной нити в структуре крученой пряжи.

Из вышерассмотренных примеров установлено, что граница контактов движущейся нитей с ПБ, меняется в зависимости от вида, линейной плотности, структуры сырья и величины давления блока на них. Кроме того, выявлено, что парафин наносится на нить по протяженности контактной площади ПБ с ней.

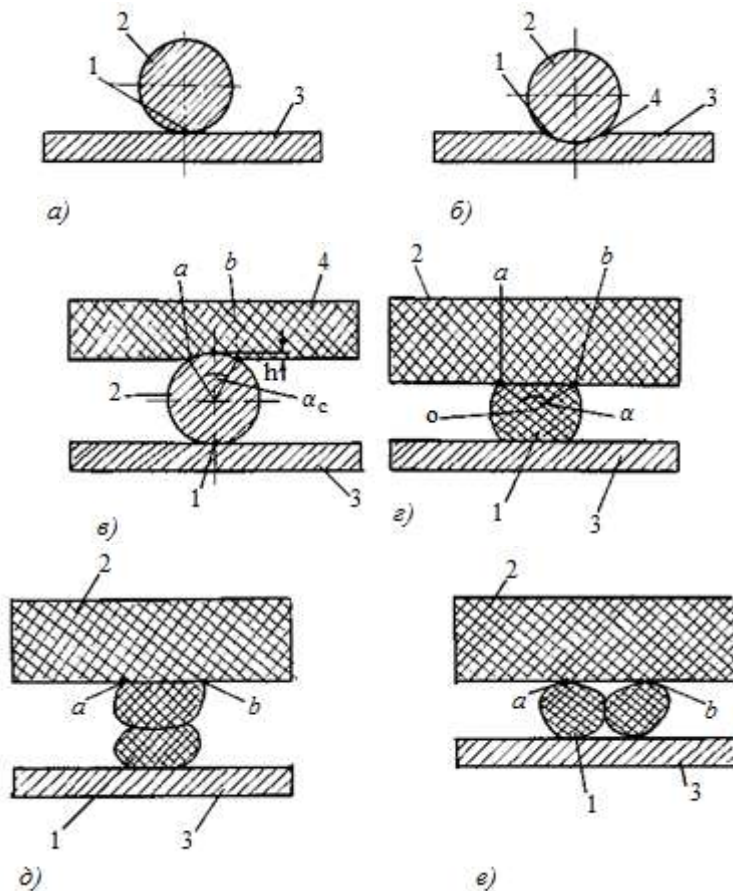


Рис. 3.10. Схема контакта металлического стержня и пряжи (нити) с ПБ

Поскольку контактная площадь ПБ с нитью охватывает часть ее поверхности, то можно судить о частичном парафинировании пряжи. То есть, существующая технология способствует лишь парафинированию только той части пряжи, которая имеет контакт с ПБ.

Ширина контактной зоны, для одиночной нити с ПБ определяется, как (рис. 3.10, з) $l_{ab} = \alpha_{но} r_{но}$; тогда площадь контактной поверхности блока с парафинируемой нитью составит:

$$S_k = l_{ab} \cdot L = \frac{\alpha_{но} \cdot r_{но} \cdot L}{10^6} \text{ (км}^2\text{)}, \text{ где } L - \text{длина парафинируемой нити, км.}$$

Если принять, $\alpha_{но} = 0 \div \pi$, тогда при $\alpha_{но} = 0$, $S_{k \min} = 0$, а при $\alpha_{но} = \pi$, $S_{k \max} = \frac{\pi r_{но} \cdot L}{10^6}$.

При недостаточном давлении ПБ на нить, парафинирование нити будет вестись по линии контакта с площадью, близкой нулю, т. е. в этом случае парафинирование отсутствует. Максимальное значение контактной площади $S_{k \max}$ ПБ с поверхностью нити способствует парафинированию, примерно, половины боковой поверхности. Площадь непарафинируемой поверхности нити можно определять следующим образом: если боковую поверхность нити принять

$$S_{бок} = \frac{2\pi r_{но} \cdot L}{10^6}, \text{ тогда } S_{нп} = S_{бок} - S_k = \frac{2\pi r_{но} L}{10^6} - \frac{\alpha_{но} \cdot r_{но} \cdot L}{10^6} = \\ = \frac{(2\pi - \alpha_{но}) L r_{но}}{10^6}.$$

Сравнивая непарафинированную часть с боковой поверхностью, которая подвергается обработке, можно установить, что, в лучшем случае, одна половина поверхности одиночной нити по всей ее длине не парафинируется, т. е.

$$n = \frac{S_{нп}}{S_{бок}} = \frac{10^6 \cdot (2\pi - \alpha_{но}) r_{но} L}{10^6 \cdot 2\pi r_{но} L} = \frac{2\pi - \alpha_{но}}{2\pi}, \text{ при } \alpha_{но} = 0 \div \pi, n = 1 \div 0,5.$$

Заменив в формуле $S_{нп}$, $L = \frac{10^3 G_H}{T}$, получим:

$$S_{нп} = \frac{(2\pi - \alpha_{но}) r_{но} G_H}{10^3 T} \text{ (км}^2\text{)}, \quad (3.15)$$

где G_H – масса перемотанной пряжи, кг; T – линейная плотность перемотанной пряжи, г/км (текс).

Площадь контактной поверхности крученой пряжи с ПБ отличается от – одиночной нити. Этому служит структура крученой пряжи. В обычной крученой пряже две нити скручены между собой таким образом, что нити приближены друг к другу и, в некоторой мере, прижаты.

В результате прижатия скручиваемых нитей друг к другу, некоторые их участки взаимно прикрываются.

Ширина прикрываемого участка крученой пряжи по периметру составляет $l_{abп} = 2\alpha_{он}r_{он}$. Поскольку скручиваемые нити располагаются друг на друге, исключительно по винтовой линии, то общую площадь $S_{пр}$ прикрытия нитей между собой можно найти как

$$S_{пр} = l_{abп} \cdot L_{1м} = \frac{2\alpha_{он}r_{он}}{10^6} \cdot L_{1м},$$

где $L_{1м}$ – общая длина прикрытия скрученных нитей или длина исходной нити для получения пряжи длиной L (км).

Длина одного витка (рис. 3.11, а) $AB = \sqrt{(\pi d_k)^2 + h^2}$ (мм).

Учитывая зависимость $h = \frac{1000}{K}$ в значении AB , получим:

$AB = \sqrt{(\pi d_k)^2 + \left(\frac{1000}{K}\right)^2} = \frac{1}{K} \sqrt{(\pi K d_k)^2 + 10^6}$. Длина исходных нитей, прикрываемых друг друга по винтовой линии, находится следующим образом, т. е. – на 1 м, $L_{1м} = AB \cdot K$ (мм),
на L км

$$L_{1м} = \frac{1000AB \cdot K \cdot L}{10^6} = \frac{KL\sqrt{(\pi d_k)^2 + h^2}}{1000} \text{ (км) или}$$

$$L_{1м} = \frac{KL\sqrt{(\pi K d_k)^2 + 10^6}}{1000K} = \frac{L\sqrt{(\pi K d_k)^2 + 10^6}}{1000} \text{ (км)}. \quad (3.16)$$

Подставив значения $L_{1м}$ в выражению $S_{пр}$, находим:

$$S_{пр} = \frac{2\alpha_{он}r_{он}}{10^6} \cdot \frac{KL\sqrt{(\pi d_k)^2 + h^2}}{1000} = \frac{\alpha_{он}r_{он}KL\sqrt{(\pi d_k)^2 + h^2}}{500 \cdot 10^6} \text{ (км)} \text{ или}$$

$$S_{пр} = \frac{2\alpha_{он}r_{он}}{10^6} \cdot \frac{L\sqrt{(\pi K d_k)^2 + 10^6}}{1000} = \frac{\alpha_{он}r_{он}L\sqrt{(\pi K d_k)^2 + 10^6}}{500 \cdot 10^6} \text{ (км)}. \quad (3.17)$$

При переработке пряжи, прикрытый ее участок площадью $S_{пр}$, с рабочими органами технологических оборудований контактировать не может. Любая точка неприкрытого участка пряжи, в процессе переработки, может контактировать с рабочими органами и требует тщательного парафинирования. Отсюда ясно, что в площади поперечного сечения ширина неприкрытого участка $l_{нпр}$ (мм) равна:

$$l_{нпр} = 2l_{aob} = 2(2\pi r_{он} - \alpha_{он}r_{он}) = (2\pi - \alpha_{он})r_k,$$

где r_k – радиус крученой пряжи.

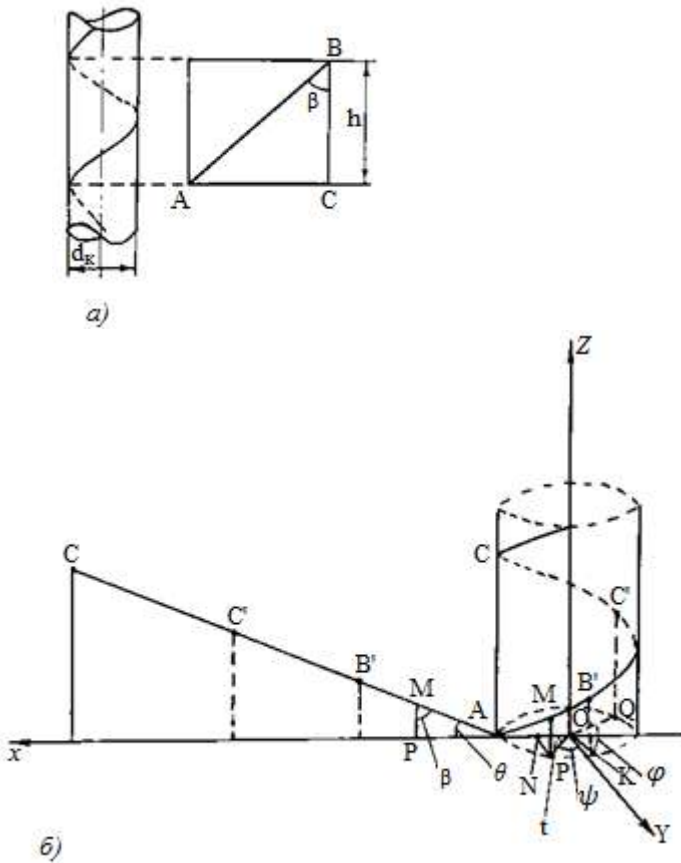


Рис. 3.11. Развертка витка кручения пряжи и схема винтовой линии

Тогда, с учетом длины исходной нити L_{1M} , соответствующей длине пряжи L , общая ее поверхность, требующая парафинирования, составляет:

$$S_{\text{нпр}} = l_{\text{нпр}} L_{1M} = \frac{(2\pi - \alpha_{\text{он}}) r_{\text{к}} K L \sqrt{(\pi d_{\text{к}})^2 + h^2}}{10^9} \quad (\text{км}^2) \quad \text{или}$$

$$S_{\text{нпр}} = \frac{(2\pi - \alpha_{\text{он}}) L r_{\text{к}} \sqrt{(\pi K d_{\text{к}})^2 + 10^6}}{10^9} \quad (\text{км}^2). \quad (3.18)$$

С учетом массы перемотанного сырья общая площадь прикрытия и требующая парафинирование, составляет:

$$S_{\text{пр}} = \frac{10^3 K G_{\text{н}} \alpha_{\text{он}} r_{\text{он}} \sqrt{(\pi d_{\text{к}})^2 + h^2}}{500 \cdot 10^6 T} = \frac{K G_{\text{н}} \alpha_{\text{он}} r_{\text{он}} \sqrt{(\pi d_{\text{к}})^2 + h^2}}{5 \cdot 10^5 T} \text{ (км}^2\text{)} \text{ или}$$

$$S_{\text{пр}} = \frac{G_{\text{н}} \alpha_{\text{он}} r_{\text{он}} \sqrt{(\pi K d_{\text{к}})^2 + 10^6}}{5 \cdot 10^5 T} \text{ (км}^2\text{)}, \quad (3.19)$$

тогда

$$S_{\text{нпр}} = \frac{10^3 K G_{\text{н}} (2\pi - \alpha_{\text{он}}) r_{\text{к}} \sqrt{(\pi d_{\text{к}})^2 + h^2}}{10^9 T} = \frac{K G_{\text{н}} (2\pi - \alpha_{\text{он}}) r_{\text{к}} \sqrt{(\pi d_{\text{к}})^2 + h^2}}{10^6 T} \text{ (км}^2\text{)}, \quad (3.20)$$

$$\text{или} \quad S_{\text{нпр}} = \frac{G_{\text{н}} (2\pi - \alpha_{\text{он}}) r_{\text{к}} \sqrt{(\pi K d_{\text{к}})^2 + 10^6}}{10^6 T} \text{ (км}^2\text{)}. \quad (3.21)$$

Для нахождения контактной поверхности скрученной нити, расположенной по винтовой линии с ПБ, нужно задаваться координатами точек входа и схода парафинированного участка нити. Примем пряжу, как цилиндрический стержень, тогда парафинируемый его участок должен располагаться по геодезической (винтовой) линии AC (рис. 3.11, б). Для определения длины парафинированного участка пряжи на витке AC , прежде всего, нужно найти координаты точек B' и C' .

Вспользуемся уравнением винтовой линии [90], обозначая через x, y, z координаты ее переменной точки M и через t угол AOP (рис. 3.11, б). Тогда: $x = r_{\text{к}} \cos t$, $y = r_{\text{к}} \sin t$, $z = PM = \overline{AP} \operatorname{ctg} \beta$, где $\operatorname{ctg} \beta$ – котангенс угла кручения; t – угол между плоскостью координат Oxz и плоскостью, проведенной через переменную точку M нити и осью стержня (пряжи).

С учетом $\overline{AP} = tr_{\text{к}}$, если обозначить $\operatorname{ctg} \beta = m$, тогда можно записать как $z = r_{\text{к}} mt$, где $a = r_{\text{к}} m$ – постоянный коэффициент, характеризующий степень наклона винтовой линии к образующей цилиндра. Параметрические уравнения винтовой линии, по которой происходит парафинирование поверхности пряжи, будет иметь вид: $x = r_{\text{к}} \cos t$, $y = r_{\text{к}} \sin t$, $z = r_{\text{к}} mt$.

Координаты крайних точек B' и C' парафинированного участка пряжи (нити) на витке AC будут записаны в следующем виде:

$$X_{B'} = r_{\text{к}} \cos \psi, \quad Y_{B'} = r_{\text{к}} \sin \psi, \quad Z_{B'} = r_{\text{к}} m \psi \quad \text{и}$$

$$X_{C'} = r_{\text{к}} \cos(\psi + \varphi), \quad Y_{C'} = r_{\text{к}} \sin(\psi + \varphi), \quad Z_{C'} = r_{\text{к}} m(\psi + \varphi),$$

где ψ – угол между плоскостью координат Oxz и плоскостью, проведенной через точку $B'(K)$ и осью стержня (пряжи); φ – угол между плоскостями, проведенными через точки $B'(K)$ и $C'(Q)$ и осью стержня (пряжи).

Длина элементарного отрезка винтовой (геодезической) линии определяется как пространственная кривая, параметрическими уравнениями:

$$dl_1 = \sqrt{(dx)^2 + (dy)^2 + (dz)^2} dt = \sqrt{r_k^2 \cos^2 t + r_k^2 \sin^2 t + r_k^2 m^2} dt = r_k \sqrt{1 + m^2} dt.$$

Интегрируя обе части выражения dl_1 , получим длину парафинированного участка пряжи на витке между точками B' и C'

$$l_1 = \int_{\psi}^{(\psi+\varphi)} r_k \sqrt{1 + m^2} dt = \varphi r_k \sqrt{1 + m^2} \text{ (мм)}. \quad (3.22)$$

Подставив значение $m = \text{ctg } \beta$ в формуле (3.22), получим

$$l_1 = \varphi r_k \sqrt{1 + \frac{h^2}{(\pi d_k)^2}} = \frac{\varphi \sqrt{(\pi d_k)^2 + h^2}}{2\pi} \quad (3.23)$$

или
$$l_1 = \frac{\varphi \sqrt{(\pi K d_k)^2 + 10^6}}{2\pi K}. \quad (3.24)$$

Если интегрировать выражение dl_1 по соответствующему изменению параметра t от 0 до 2π , находим длину витка AC в виде:

$$l = \int_0^{2\pi} r_k \sqrt{1 + m^2} dt = 2\pi r_k \sqrt{1 + m^2} \text{ (мм)}. \quad (3.25)$$

Общая площадь парафинированной поверхности пряжи составит:

$$S_{\Pi} = l_{bc} L_{1\Pi},$$

где l_{bc} – ширина парафинированной части витка нити, расположенной по винтовой линии $l_{bc} = \alpha_{\text{он}} r_{\text{он}}$; $L_{1\Pi}$ – общая длина парафинированного участка пряжи в массе перематанного сырья, $L_{1\Pi} = \frac{10^3 l_1 K L}{10^6} = \frac{K L \varphi \sqrt{(\pi d_k)^2 + h^2}}{2\pi 10^3}$ (км) или $L_{1\Pi} = \frac{L \varphi \sqrt{(\pi K d_k)^2 + 10^6}}{2\pi 10^3}$ (км).

Тогда

$$S_{\Pi} = \frac{\alpha_{\text{он}} r_{\text{он}}}{10^6} \cdot \frac{K L \varphi \sqrt{(\pi d_k)^2 + h^2}}{2\pi 10^3} = \frac{\alpha_{\text{он}} r_{\text{он}} G_n K \varphi \sqrt{(\pi d_k)^2 + h^2}}{2\pi T 10^6} \quad (3.26)$$

или
$$S_{\Pi} = \frac{G_n \varphi \alpha_{\text{он}} r_{\text{он}} \sqrt{(\pi K d_k)^2 + 10^6}}{2\pi T 10^6}. \quad (3.27)$$

Сравнивая формулы (3.20) и (3.26), можно увидеть, что непарафинированная часть пряжи в несколько раз больше парафинированной части, т. е.:

$$n = \frac{2\pi(2\pi - \alpha_{\text{но}})r_{\text{к}}}{\varphi\alpha_{\text{он}}r_{\text{он}}}. \quad (3.28)$$

В лучшем случае, если принять $\alpha_{\text{он}} = \pi$, $\varphi = \pi$ и $r_{\text{к}} = 2r_{\text{он}}$, то из (3.28) получим $n = 4$.

Итак, установлено, что в результате обработки, парафинируемый участок пряжи составляет 1/4 часть общей площади поверхности, требующей парафинирования. Отсюда ясно, что существующий способ парафинирования и устройства, применяемые для него, являются несовершенными и требуют усовершенствования.

3.5. Исследование характера изменения массы парафинового блока в процессе парафинирования пряжи

Рассмотрим характер изменения массы ПБ в процессе парафинирования пряжи [91]. Процесс парафинирования осуществляется под давлением силы тяжести ПБ [87 – 89] $P = mg$,

где m – масса ПБ в кг; g – ускорение свободного падения, $g = 9,8 \text{ м/с}^2$.

При поступательном движении нить получает часть твердого парафина от ПБ, тем самым уменьшает его массу и высоту. Причем характер изменения массы ПБ зависит от свойств парафина и его параметров – диаметра, высоты и др.

Из рис. 3.7, *a* видно, что при движении нити, ее участок, равной длине линии *adec*, находится под действием сверхлежащего ПБ. При встрече нити 1 с ПБ 2, расположенным сверху тарелочки 4, ее участок *a* имеет контакт с ним на протяжении линии *adec*, пока не выйдет из под действия ПБ в точке *c*.

Длина линии, по которой происходит парафинирование контактируемых нитей, состоит из величин l_{ad}, l_{de}, l_{ec} . Из Δaod и Δoec определяется l_{ad} и l_{ec} , т. е. $ao^2 = ad^2 + od^2$, $ao = R_{\text{п}}$, $od = r$, тогда $ad^2 = R_{\text{п}}^2 - r^2$, отсюда $l_{ad} = ad = \sqrt{R_{\text{п}}^2 - r^2}$ и $l_{ec} = ec = \sqrt{R_{\text{п}}^2 - r^2}$. Поскольку *de* есть дуга, тогда $l_{de} = 2\alpha r$.

Общая длина линии, по которой происходит парафинирование точек нити, контактируемой с блоком, равна:

$$l_{adec} = l_{ad} + l_{de} + l_{ec} = 2\left(\sqrt{R_{\text{п}}^2 - r^2} + \alpha r\right),$$

где $R_{\text{п}}$ – внешний радиус ПБ; r – радиус стержня парафинирующего устройства; 2α – угол обхвата стержня парафинируемой нитью.

Из рис. 3.7 видно, что каждая точка нити, например, точка a , по всей протяженности линии $adec$, находится под нагрузкой, созданной ПБ. Потому ПБ с одинаковой массой «съедаются» нитью в равной степени, как по массе, так и по высоте.

Необходимо отметить, что в конкретный момент парафинирования, участок нити $adec$ уносит с собой одинаковое количество твердого парафина. Однако, это постоянство сохраняется в коротких пределах изменения времени и массы ПБ. Например, при массе ПБ 10 г и 18 г, степень расхода парафина неодинакова. При большей массе ПБ расход парафина получается больше, чем при меньшей его массе. Значит коэффициент трения нити, парафинированной при разных массах ПБ, одинаковым быть не может. Для сохранения постоянным расход парафина и, в зависимости от него – коэффициент трения нити по всей ее длине, в первую очередь, нужны меры, чтобы усилие давления ПБ на нить не изменялось. Даже по мере уменьшения массы ПБ установка сверху специальных шайб-грузов не приводит к ожидаемым результатам. Тем более, такая мера носит субъективный характер и зависит от интуиции мотальщиц.

Это может привести к неправильным выводам, если не учитывать вида сырья, структуры и линейной плотности нити при ее парафинировании. Поскольку, процесс парафинирования пряжи осуществляется под давлением ПБ, и в результате этого нить внедряется в него.

Допустим, парафинируют пряжу или нить с линейной плотностью T_i . Между диаметром нити d_i и линейной плотностью T_i имеется зависимость в виде [5, с. 100, 92]:

$$d_i = \frac{\lambda_i \sqrt{T_i}}{31,6} \quad \text{или} \quad d_i = c_i \sqrt{T_i},$$

где λ_i – коэффициент, характеризующий зависимость линейной плотности нити (пряжи) от ее диаметра и вида нити; c_i – постоянная для пряжи (нити).

Давление p_i со стороны ПБ весом $P_{\text{п}i}$ на участок нити, длиной l_i , в зависимости от площади соприкосновения S_i , будет определено как:

$$p_i = P_{\text{п}i} / S_i.$$

Для упрощения расчетов примем, что нить под давлением ПБ сплющивается, и коэффициент контактной поверхности соприкосновения k_i меняется от 0 до 0,5. Тогда $S_i = S_{\text{б}i} k_i = \pi d_i l_i k_i = \frac{\pi \lambda_i l_i k_i \sqrt{T_i}}{31,6}$

$$\text{или} \quad S_i = \pi c_i l_i k_i \sqrt{T_i},$$

где $S_{\text{б}i}$ – площадь боковой поверхности нити длиной l_i .

Учитывая S_i , находим:

$$p_i = \frac{31,6P_{\text{п}i}}{\pi\lambda_i l_i k_i \sqrt{T_i}} \quad \text{или}$$

$$p_i = \frac{P_{\text{п}i}}{\pi c_i l_i k_i \sqrt{T_i}}. \quad (3.29)$$

Сравнением давлений ПБ при парафинировании шерстяной пряжи линейной плотности $31,2 \text{ текс} \times 1 (T_1)$ и $31,2 \text{ текс} \times 2 (T_2)$, с учетом $P_{\text{п}1} = P_{\text{п}2} = P_{\text{п}}$, $l_1 = l_2 = l$, $k_1 = k_2 = k$, $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda = 1,35$ и $c_1 = c_2 = c = 0,043$ [5, с. 100] из выражений p_i , получим:

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{31,6P_{\text{п}1}}{\pi\lambda_1 l_1 k_1 \sqrt{T_1}} \div \frac{31,6P_{\text{п}2}}{\pi\lambda_2 l_2 k_2 \sqrt{T_2}} = \frac{\sqrt{T_2}}{\sqrt{T_1}} = \sqrt{\frac{62,4}{31,2}} = 1,41, \text{ т. е. } p_1 = 1,41p_2.$$

Это означает, что шерстяная пряжа, линейная плотность которой меньше другой в два раза, парафинируется под большим, в 1,41 раза, давлением.

При одинаковом условии перематывания, величина внедрения δ_1 нити 1 линейной плотности T_1 в ПБ 2 будет больше, чем δ_2 для T_2 . Так как $d_1 < d_2$, $S_1 < S_2$ и $p_1 > p_2$, то $\delta_1 > \delta_2$.

Нить, внедренная в ПБ больше, а значит снимет с него больше парафина. Элементарный объем отделяемого парафина от ПБ со стороны нити линейной плотности T_i будет определяться как:

$$\Delta V_i = \pi(R_{\text{п}}^2 - r^2)\delta_i,$$

где $R_{\text{п}}$ и $r_{\text{п}}$ – наружный и внутренний радиус ПБ; δ_i – величина внедрения нити в ПБ.

Тогда масса наносимого парафина на единицу длины пряжи, в зависимости от ее толщины или линейной плотности, будет определена следующим образом: $\Delta g_{\text{п}i} = \Delta V_i \rho_i = \pi(R_{\text{п}}^2 - r^2)\rho_i \delta_i$, где $\rho_i = \rho$ – плотность (удельная масса) парафина.

Поскольку $\delta_1 > \delta_2$, масса наносимого парафина на равные длины нити линейной плотности T_1 будет больше, чем T_2 , т. е. $\Delta g_{\text{п}1} > \Delta g_{\text{п}2}$,

$$\frac{\Delta g_{\text{п}1}}{\Delta g_{\text{п}2}} = \frac{\pi(R_{\text{п}}^2 - r_{\text{п}}^2)\rho\delta_1}{\pi(R_{\text{п}}^2 - r_{\text{п}}^2)\rho\delta_2} = k.$$

Итак, при парафинировании, нить с меньшей линейной плотностью T_1 испытывает высокое давление со стороны ПБ, больше внедряется в него. Впоследствии чего на нее наносится большее количество парафина, чем на нить с повышенной линейной плотностью T_2 . Тем не менее, нанесенный парафин с массой $\Delta g_{\text{п}1}$ и $\Delta g_{\text{п}2}$ перераспределяется на разные площади S_1 и S_2 , где $S_1 < S_2$. В связи с этим, на единицу площади поверхности нити с линейной плотностью T_2 , в одинаковых условиях работы парафинера, будет нанесено меньшее количество па-

рафина, чем на нить линейной плотности T_1 ($T_2 > T_1$). В результате чего, эти нити будут иметь разные коэффициенты трения $\mu_1 \neq \mu_2$.

Имеется связь между коэффициентом трения нити и массой нанесенного парафина на нее. Минимальное значение μ нитей, с различными линейными плотностями, соответствует разным значениям массы наносимого парафина, которые меняются в зависимости от массы ПБ. Масса ПБ, для парафинирования пряжи большой линейной плотности, должна быть тяжелее, чем – для меньшей линейной плотности.

Можно парафинировать в отдельности одиночную нить линейной плотности T_1 , в условиях для крученой пряжи и применять в два конца. Если приравнять ее к пряже линейной плотности $T_2 = 2T_1$, например, как $31,2 \text{ текс} \times 1 \times 2$, тогда масса наносимого парафина на единицу длины и площади поверхности трощеной нити будет в 2 раза больше, чем у крученой. Несмотря на это, коэффициент трения у трощеной нити будет как у одиночной нити, т. е. $\mu_{\text{тр}} = \mu_{\text{од}}$ и $\mu_{\text{тр}} \neq \mu_{\text{кр}}$,

т. к. парафинированы отдельные поверхности составляющих трощеной нити. Другими словами, у такой трощеной нити обрабатывается большая поверхность, чем у крученой пряжи.

Неоспоримость применения соответствующей, оптимальной массы ПБ для парафинирования одиночной нити заключается в том, что обеспечивается равенство $\mu_{\text{од}} = \mu_{\text{кр}}$ и $\mu_{\text{тр}} = \mu_{\text{од}} = \mu_{\text{кр}}$. Обработка большей поверхности и более стабильный коэффициент трения трощеной нити, являются преимуществами способа трощения после парафинирования их составляющих. Отсюда вытекает необходимость парафинирования одиночных нитей перед трощением, как для последующего закручивания при получении крученой пряжи, так и для использования на вязальных машинах, взамен крученой пряжи.

Если парафинировать одиночную нить для трощения взамен крученой, то масса наносимого на одиночную нить парафина должна быть такой, чтобы после трощения она приравнялась бы массе парафина, нанесенной на крученую пряжу, т. е. для пряжи с линейной плотностью $31,2 \text{ текс} \times 1 \times 2$ должно быть сохранено равенство $2\Delta g_{\text{п1}} = \Delta g_{\text{п2}}$. В этом случае коэффициент трения трощеной нити и крученой пряжи будет равняться, т. е. $\mu_{\text{тр}} = \mu_{\text{кр}}$.

3.6. Исследование влияния параметров намотки конической бобины на перераспределение парафина на поверхности пряжи

В бобинах парафинированная часть поверхности нити располагается сверху непарафинированной части поверхности нитей, намотанных на предыдущие слои. Тем самым, одни нити прикрывают поверхность других на ширину одной нити. Каждая нить прикрывает столько нитей, сколько пересечений имеют нити, расположенные на предыдущих слоях. Число пересечений (контактов) парафинированных поверхностей с непарафинированными поверхностями других нитей уже будет разным, в зависимости от того, на каком участке намотки находится нить. Число пересечений нити будет отличаться между собой, как на торцах бобины, так и на участке середины бобины.

В силу смещения последующих витков относительно предыдущих, на паковке часть непарафинированной поверхности пряжи остается не коснувшись парафинированной и наоборот. С боковым участком непарафинированной поверхности пряжи случается то же самое. В результате такого принудительного контакта парафинированной поверхности пряжи с непарафинированной, в структуре бобины происходит взаимное смазывание их поверхностей. В этой связи, коэффициент трения непарафинированной поверхности пряжи уменьшается.

С увеличением натяжения пряжи, плотность крестовой намотки увеличивается, т. к. при этом возрастает уплотняющее намотку нормальное давление отдельных витков. Вследствие упругости пряжи, натяжение продолжает действовать и тогда, когда нить находится уже на паковке. Под действием давления наружных слоев намотки внутренние слои уплотняются и несколько смещаются к центру паковки. В результате этого, натяжения витков во внутренних слоях уменьшается, что приводит к уменьшению общего результирующего давления всей намотки на основание паковки. В мотальной паковке натяжение витков сохраняется в полной мере лишь в наружных и внутренних слоях намотки, непосредственно прилегающих к основанию паковки [40, с. 31–33].

С увеличением плотности пряжи, с уменьшением ее линейной плотности, с увеличением гладкости, натяжения нити и давления бобины на мотальный валик, плотность намотки увеличивается. Ясно, что распределение парафина, имеющегося на некоторой поверхности пряжи, во многом будет зависеть от параметров намотки и сырья.

Процесс подготовки пряжи и нитей к вязанию протекает под действием различных внешних нагрузок, которые в итоге влияют на плотность намотки бобины. Пряжа при перематывании огибает

направляющий прут, проходит через нитенатяжное устройство, контрольно-очистительный прибор, парафинирующее устройство, нитеводитель и наматывается на мотальную паковку.

Сматываемая пряжа с початка (бобины), проходя через вышеуказанные приспособления, увеличивает начальное натяжение, которое имеет большое значение для получения бобин с правильной структурой намотки. Парафинирование пряжи осуществляется под давлением ПБ. По мере перемотки пряжи, масса ПБ уменьшается. Если не предпринимать дополнительных мер, уменьшается и давление ПБ на нее [88, 89, 93]. Нестабильное давление ПБ приводит к изменению натяжения наматываемой нити [87], которое влияет на величину плотности намотки [94].

При вращении канавкового мотального барабанчика фрикционно вращается паковка, насаженная на веретено; вследствие этого на нее наматывается нить. Точка наматывания нити на бобину меняется по длине образующего конуса (бобины). Наматывание происходит с натягиванием элементарных частей нити. Поскольку бобина вращается фрикционно, точку наматывания можно принять, как опорную.

Под действием натяжения наматываемая нить деформируется, для чего может быть применен закон Гука. Относительное удлинение нити будет как: $\Delta l = \alpha \sigma = \frac{1}{E} \sigma$,

где σ – напряжение; E – модуль эластичности.

$$\text{С другой стороны, } \sigma = \frac{t_n}{S},$$

где t_n – натяжение нити при наматывании; S – поперечная площадь нити.

Подставив значение σ , получим:

$$\Delta l = \frac{t_n}{ES}. \quad (3.30)$$

С возрастанием величины деформации уменьшается толщина наматываемой нити:

$$T = \frac{10^3 m}{L + \Delta l}, \quad (3.31)$$

где T – линейная плотность наматываемой нити, текс; m – масса наматываемой пряжи, г; $L + \Delta l$ – длина наматываемой пряжи, м.

Тем не менее, с уменьшением линейной плотности пряжи, и с увеличением ее натяжения, плотность крестовой намотки увеличивается, и при этом возрастает уплотняющее намотку нормальное давление отдельных витков.

Для определения количества контактов витков нити последующих слоев намотки, с определенной длиной нити, расположенных на поверхности предыдущего слоя намотки, был поставлен эксперимент.

Было определено, сколько нити, идущей от одного торца последующих слоев намотки, будет пересекаться с нитью определенной длины, идущей от другого торца бобины, расположенной на предыдущем слое намотки бобины.

Сущность методики проведения эксперимента заключается в следующем. Для проведения испытаний используют, например, лейкопластырь – полосу из тонкой ткани, с нанесенной на нее клейкой массой. Из лейкопластыря вырезают 10 полосок по основе, размером 3 × 70 мм. Сначала на разных участках бобины выделяют нить, расположенную на поверхности, вырезают, и концы ее завязывают с концами полоски. При этом чистая поверхность полоски без клея накладывается на поверхность бобины так, чтобы при намотке последующих слоев, витки, пересекающие нити, расположенные на предыдущем слое, могли сцепляться за клейкую массу поверхности полоски. После наматывания определенной толщины, нить с бобин разматывают, считают число нитей, сцепляющихся за полоску определенной длины. Результаты испытаний сведены в табл. 3.1.

Таблица 3.1. Число витков, пересекающих нити длиной 10 мм на предыдущем слое намотки бобины

Номера вариантов	Вид сырья, линейная плотность, текс	Вид намотки и паковки	Число витков, пересекающих нити длиной 10 мм на предыдущем слое		
			на участке малого торца	на середине длины бобины	на участке большого торца
1	ПАН 31,2 × 2	Крестовая, коническая	5	11	7
2	Х/б 15,4 × 1	Крестовая, коническая	7	14	10
3	Ч/ш 31,2 × 2	Крестовая, коническая	5	11	8
4	П/ш 31,2 × 1	Крестовая, коническая	5	10	8
5	ПАН 19,2 × 2	Крестовая, коническая	5	10	7

Экспериментально установлено, что число витков, пересекающих нити длиной 10 мм на предыдущем слое, зависит от вида сырья, ее линейной плотности и от места расположения витка на бобине. Хлопчатобумажная нить линейной плотности 15,4 текс × 1 на участке малого торца имеет в 2 раза меньше пересечений, чем на середине длины бобины, тогда как на большом торце число пересечений в 1,43 раза больше, чем на малом торце бобины, которое уступает в 1,4 раза по сравнению с серединой паковки. Сказанное относится также к бобинам из рассматриваемых видов сырья.

4. УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОДГОТОВКИ СЫРЬЯ К ВЯЗАНИЮ

4.1. Усовершенствование парафинирующих устройств

Недостатки существующих парафинирующих устройств требуют доработки их так, чтобы при парафинировании пряжи повысилось качество парафинирования и обеспечивалась стабильность требуемого коэффициента трения нити по всей ее поверхности. Для усовершенствования существующего и разработки нового парафинирующего устройства и способа, необходимо ликвидировать имеющиеся недостатки.

Анализ работы существующих парафинирующих устройств и способов [39, с. 40, 93] показал, что основными их недостатками являются: парафин наносится лишь на те участки пряжи, которые имеют контакт с ПБ; невозможность нанесения парафина на участки ближе к контакту скрученных нитей (углубления); ПБ по мере его расхода уменьшает массу и давление на пряжу, тем самым качество парафинирования пряжи (степень нанесения парафина на пряжу) меняется даже по линии контакта пряжи с ним; меняются углы обхвата нити о стержень (стакан); по мере расхода парафина меняется угловая скорость вращения парафинера и ПБ.

Для нанесения парафина на все участки поверхности пряжи нужно создать условия, обеспечивающие контакт ПБ по всему периметру поперечного сечения нити.

4.1.1. Устройство, обеспечивающее оптимальную нагрузку парафинового блока на нить

Из условий повышения значения сил давления $Q_{max} = P_{max} \cos(\delta + \gamma)$, обеспечивающих при $\theta = \alpha = const$, ясно, что для сохранения $Q_{max} = const$, прежде всего, нужно обеспечить оптимально-максимальное значение силы тяжести $P_{max} = const$.

Проведенными исследованиями [53, 95] установлено, что оптимальная масса ПБ зависит от линейной плотности перерабатываемой нити и находится в пределах $14 \div \div 20$ г [91]. Установив ПБ с оптимальной массой m на парафинер, можно обеспечить условие, реагирующее на изменение массы ПБ по мере парафинирования нити, поскольку между массой m и параметрами ПБ имеется связь в виде:

$$m = \rho V = \rho \pi H_i (R_{\Pi}^2 - r_{\Pi}^2),$$

где m – масса ПБ; ρ – плотность парафина; V – объем ПБ; H_i – текущая высота ПБ.

Из формулы m видно, что кроме текущей высоты ПБ, все показатели остаются постоянными. Изменение массы ПБ от H_i происходит в прямой зависимости $\Delta m_i = \rho \pi (R_{\Pi}^2 - r_{\Pi}^2) \Delta H_i$.

Интегрируя обе стороны

$$\int_0^m dm_i = \rho\pi(R_{\Pi}^2 - r_{\Pi}^2) \int_0^H dH_i$$

находим, что:

$$m = \rho\pi(R_{\Pi}^2 - r_{\Pi}^2)H. \quad (4.1)$$

Ясно, что каждому израсходованному слою парафина высотой H_i соответствует масса $m_{\Pi i} = \Delta m_i$, которая должна компенсироваться добавлением соответствующей массы Δm_i извне.

Устройство [93] разработано по этому принципу. После израсходования парафина определенной высоты, соответствующей массе Δm_i шарика, который выкатывается на поверхность ПБ, тем самым компенсируется израсходованная часть парафина. Разработанное устройство способствует повышению качества обработки нити.

Устройство (рис. 4.1) содержит смонтированную на вращающейся опоре с опорным фланцем 1, для нити 2, втулку 3, для установки на ней ПБ 4, которое имеет свободно установленную на верхнем конце втулки кольца 5 с дорожкой качения 6. Во втулке выполнены вертикальные сквозные пазы 7 с выходным отверстием 8 на боковой поверхности втулки. В пазах размещены грузы в виде шариков 9, притом масса грузов соответствует массе полного ПБ.

Для предотвращения накопления шариков в одну зону кольца, на ней с определенным шагом выполнены радиальные перегородки 10 (рис. 4.1, в). В процессе перемотки происходит вращение устройства на направляющем стержне 11, обусловленное трением движущейся нити 2, огибающей втулку 3. Благодаря трению нити о ПБ, на ней остается слой парафина и по мере перематывания нити, масса ПБ уменьшается, тем самым уменьшается нагрузка ПБ на нить. В результате не обеспечивается с течением времени постоянство наносимого слоя парафина на нить, и нить на отдельных участках имеет различный коэффициент трения.

Для сохранения постоянства нагрузки ПБ 4 на нить 2, в пазы 7 втулки 3 вставляются грузы в виде шариков 9, которые по мере истирания ПБ и, как следствие, уменьшения ее высоты (рис. 4.1, б), выходит из боковых отверстий 8 втулки 3 и попадают на кольцо 5.

Для обеспечения равномерности нагрузки ПБ 4 на нить 2, выходные отверстия 8 во втулке 3 расположены на разных уровнях по высоте с диаметрально-противоположным их расположением. Общая масса шариков, устанавливаемых в вертикальные сквозные пазы 7 во втулке на одном горизонтальном уровне, должна соответствовать массе израсходованного парафина. Надежность устойчивого расположения шариков 9 между перегородками 10, обеспечивается созданием

силы притягивания шариков со стороны магнитного слоя 12, что и улучшает условия обслуживания устройства.

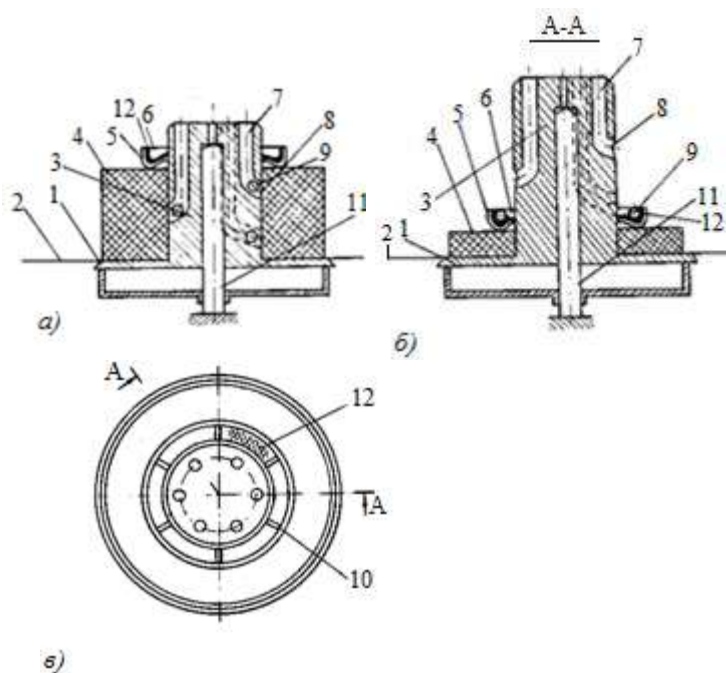


Рис. 4.1. Парафинирующее устройство с шариками

4.1.2. Обеспечение стабильности угла охвата нити со стержнем парафинера

Установлено, что в процессе намотки нити на бобину, угол охвата меняется в пределах $\alpha_{min} \div \alpha_{max}$. Нарушается условие $\alpha = \theta$, т. е. при $\alpha = \alpha_{min} < \theta$, $\alpha = \alpha_{max} > \theta$.

Для обеспечения стабильности угла охвата α нити 1 со стержнем 2 парафинера нужно, чтобы нить, выходящая из-под ПБ 3, следовала к мотальному барабанчику, проходя через глазок 4, установленный после парафинера (рис. 4.2). Только тогда можно будет обеспечить $\alpha = \theta = const$ и длина $l_{ac} = const$. Тогда масса парафина, нанесенная на нить в течении короткого отрезка времени, тоже будет $\Delta m = const$,

если $l_{ac_1} < l_{ac} < l_{ac_2}$, то этого быть не может. При этом точка контакта b ПБ с тарелочкой 5 перемещается в сторону наименьшей длины нити, находящейся под правой или левой половинкой ПБ, соответственно, на точку b_1 и b_2 .

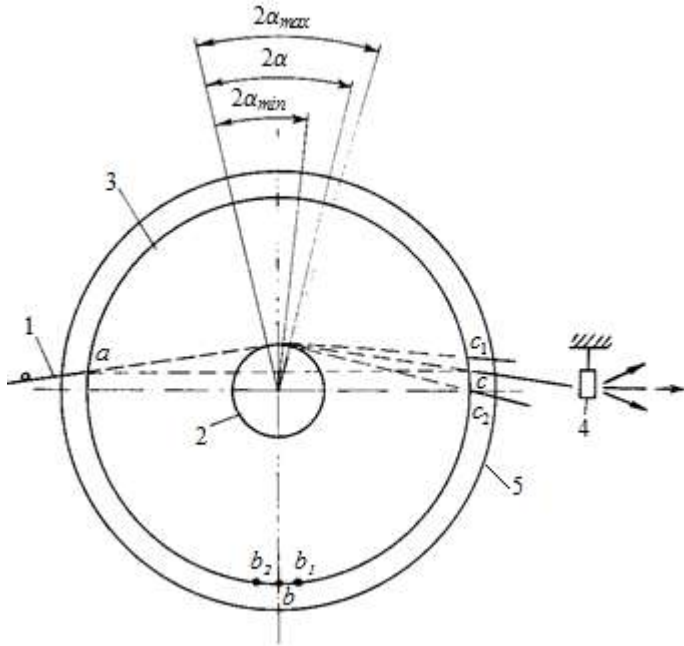


Рис. 4.2. Схема взаимодействия ПБ с нитью со стабильным углом охвата

Установление соответствующего глазка способствует стабилизации натяжения нити, после выхода из-под ПБ $m = const$, т. е. $t_c = const$, $\Delta t = const$. Однако наличие нового элемента, препятствия – глазка, на пути следования к мотальному барабанчику, увеличит общее натяжение нити и составит:

$$t_n = t_{собр} e^{2\mu_4 \alpha_r} = \left[0,5(m_y + m)a_n + t_0 e^{2\mu_3 \alpha} + \frac{(\mu_1 + \mu_2)(1 + e^{2\mu_3 \alpha})mgR_n \cos(\delta + \gamma)}{2R_n + \sqrt{R_n^2 + 3r^2} \cdot \sin(\theta - \alpha)} \right] e^{2\mu_4 \alpha_r}, \quad (4.2)$$

где μ_4 – коэффициент трения нити о глазок; α_r – угол охвата нити глазка.

Чтобы парафинирующее устройство и глазок, установленные после парафинера не увеличили значение натяжения t_n нити, от допустимой нормы натяжения, необходимо снизить значение входного натяжения нити t_0 в парафинер.

4.1.3. Давление на нить и ее натяжение, создаваемое парафиновым блоком на парафинере с шариками

Разработанное парафинирующее устройство для трикотажной пряжи [93] способствует регулировке изменения давления ПБ на нить, по мере уменьшения его массы в процессе парафинирования нити.

В этом варианте парафинера, нагрузку на нить со стороны ПБ можно также приравнять оптимальной величине, принятой ранее для обычного парафинера, т. е. $P_{\text{поб}} = P_{\text{пу}}$. В начале процесса парафинирования нити, на новом устройстве, оптимальная нагрузка на нить со стороны ПБ будет определяться массой m_n , а также массой $m_{\text{дк}}$ кольца с дорожкой качения, установленного сверх него.

Если $m_{\text{оу}} = m_{\text{п1}} + m_{\text{дк}}$ и $m_{\text{поб}} = m_{\text{оу}}$ тогда $P_{\text{оу}} = m_{\text{оу}}g = (m_{\text{п1}} + m_{\text{дк}})g$.

Можно говорить о схожести процесса парафинирования на обоих видах парафинера. Потому, методика определения давления на нить и ее натяжения также будет одинаковой. Чтобы не повторить проделанные расчеты ранее и для нового парафинера, нужно во всех выражениях, полученных для обычного парафинера, вместо $m_{\text{поб}}$ вписать $m_{\text{пу}}$. Поскольку оптимальные значения $m_{\text{поб}} = m_{\text{оу}}$, тогда все выражения, полученные для обычного устройства, можно использовать и для нового.

Исключение составляет только то, что значение дополнительного натяжения в новом устройстве, из-за сил инерции, будет иное, т. к. общая масса $m_{\text{оу}}$ парафинера увеличивается за счет масс m_k шариков и $m_{\text{дк}}$ кольца с дорожкой качения, установленных дополнительно ПБ с массой $m_{\text{п1}}$, т. е. $m_{\text{оу}} = m_{\text{п1}} + m_{\text{дк}} + m_k + m_y$. Уравнение вращения парафинера можно записать в виде: $J_{\text{cy}}\varepsilon_y = (t_{\text{cy}} - t_0)r$, при $J_c = 0,5m_{\text{оу}}r^2$, получим $0,5m_{\text{оу}}r^2 \frac{a_{\text{ny}}}{r} = (t_{\text{cy}} - t_0)r$.

Тогда дополнительное изменение натяжения нити за счет сил инерции парафинера с шариками находим как:

$$\Delta t_y = 0,5m_{oy}a_{ny} = 0,5(m_{п1} + m_{дк} + m_{к} + m_{y})a_{ny},$$

где J_{cy} – момент инерции масс парафинера с шариками, с массой m_{oy} ; r – радиус стержня парафинера; ε_y – угловое ускорение нового парафинера; a_{ny} – линейное ускорение парафинируемой нити; t_0 и t_{cy} – входное и выходное натяжения парафинируемой нити.

Общее натяжение парафинируемой нити на устройстве с шариками

$$t_{cобy} = t_{cy} + \Delta t_y = t_0 e^{2\mu_3\alpha} + \frac{(\mu_1 + \mu_2)(1 + e^{2\mu_3\alpha})m_{ny}gR_n \cos(\delta + \gamma)}{2R_n + \sqrt{R_n^2 + 3r^2} \cdot \sin(\theta - \alpha)} + 0,5(m_{п1} + m_{дк} + m_{к} + m_{y})a_{ny}. \quad (4.3)$$

4.2. Разработка способов и устройств для парафинирования трикотажной пряжи

В основу разработки новых способов и средств для парафинирования, должна лечь обработка всей поверхности пряжи в одинаковой степени. Для этого, пряжа должна быть обработана так, чтобы любая точка ее поверхности, при контакте с петлеобразующими органами, имела бы одинаковый коэффициент трения.

4.2.1. Способ и устройство для обработки поверхности пряжи с двумя парафинерами

Для улучшения качества парафинирования нити был предложен способ и устройство для его осуществления, содержащее два парафинера, но работающее по разному принципу [96].

Предложенный способ и устройство поясняются на чертеже (рис. 4.3, а).

Способ парафинирования текстильных нитей осуществляется тем, что перематываемую нить 1 протягивают из-под ПБ 2, свободно насаженного на стакан 3 с тарелочкой 4 первого парафинера и над ПБ 5, насаженного на стакан 6 второго парафинера, установленного за первым.

В предложенном устройстве первый парафинер обычный – содержит корпус 7, закрепленный к стержню 8, на острие 9 которого надет металлический стакан 3 с тарелочкой 4, а сверху чего насажен ПБ 2. После первого парафинера устанавливается второй парафинер. Между парафинерами расположен глазок 10 так, чтобы выходящая

нить 1 из-под ПБ 2 не меняла своего положения относительно поверхности тарелочки 4 и ПБ 5.

Второй парафинер состоит из корпуса 11, закрепленного к стержню 12, на острие 13 которого надет стакан 6, сверху чего последовательно насажена пружина 14, соединенная с тарелочкой 15, ПБ 5 и груз-шайба 16. Глазок 17 установлен после второго парафинера на линии движения нити.

Установление второго парафинера, движение нити над его ПБ, вращающимся в противоположном направлении, по сравнению с первым парафинером, увеличивает площадь парафинируемой поверхности, по крайней мере, в два раза. Наличие пружины под тарелочкой и ПБ, в целом, способствует совпадению плоскости движения нити с плоскостью трущейся поверхности ПБ, по мере его израсходования.

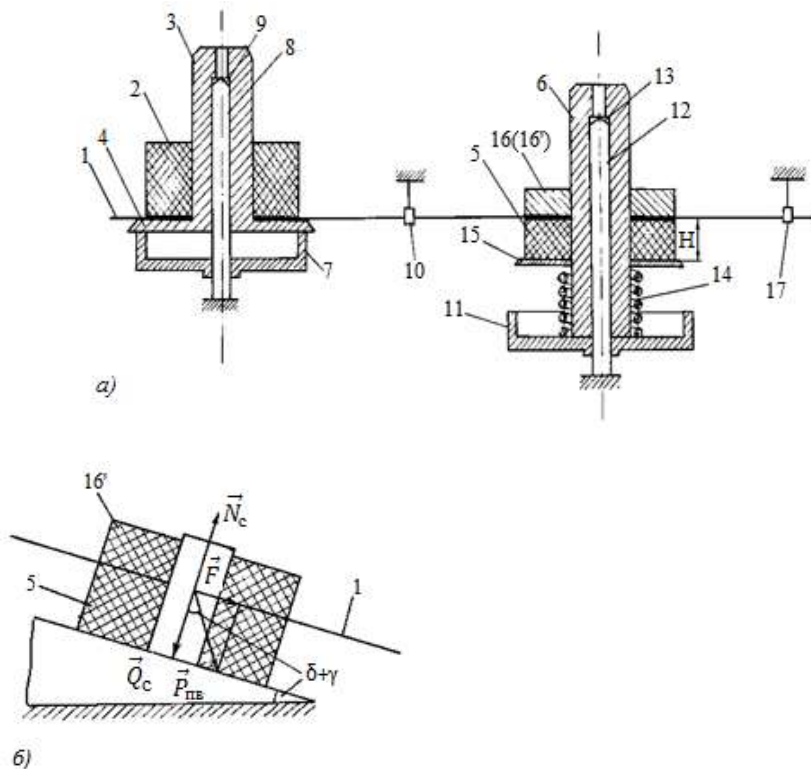


Рис. 4.3. Парафинирующее устройство с двумя парафинерами и схема сил, воздействующих при парафинировании пряжи между двумя ПБ

Устройство работает следующим образом.

Выходящая нить, парафинированная верхней частью на первом парафинере, пройдя через глазок 10, направляется сверху ПБ 5 и между шайбой 16, где парафинируется нижняя ее часть. Нить, после выхода из зоны действия второго ПБ, проходя глазок 17, двигается к мотальному барабанчику.

По мере израсходования ПБ 5 и уменьшения его высоты, пружина 14, упираясь снизу к корпусу 11, поднимает тарелочку 15 на уровень движения нити. Тем самым обеспечивается постоянство линии движения нити. В результате чего, нить 1 не врезается в ПБ 2 и 5, сохраняется постоянство охвата нити со стаканом 3 и 6. Совпадают плоскость движения нити с плоскостью трущейся поверхности ПБ. Для чего пружина под действием сил тяжести тарелочки, ПБ и груз-шайбы меняет свое положение на определенную величину. Здесь важным моментом является выбор коэффициента жесткости k пружины [97], который должен быть найден во взаимосвязи между высотой H ПБ и перемещением x пружины под действием сил тяжести $P_{\text{п}}$ ПБ.

Уравнение перемещения пружины, в зависимости от действия сил тяжести ПБ, будет в виде:

$$P_{\text{п}} = -kx. \quad (4.4)$$

Учитывая значение $P_{\text{п}} = mg$ и массу ПБ из (4.1) в (4.4), получим, что $\pi\rho g(R_{\text{п}}^2 - r_{\text{п}}^2)H = -kx$. Если обозначить $c = \pi\rho g(R_{\text{п}}^2 - r_{\text{п}}^2) = \text{const}$, то можно записать: $cH = -kx$, откуда находим

$$k = -c \cdot \frac{H}{x}. \quad (4.5)$$

Из формулы (4.5) ясно, что постоянное значение k обеспечивается при постоянстве множителя $\frac{H}{x}$ или наоборот.

Способ парафинирования текстильных нитей осуществляется на мотальных машинах, типа МТ-150-2. Преимуществом предложенного способа и устройства является то, что степень парафинирования нити по всей ее поверхности стабилизируется.

4.2.2. Способ обработки пряжи одновременно с двумя парафиновыми блоками

Для реализации предложенного способа в рассмотренном устройстве с двумя парафинерами нужно отбросить первый обычный парафинер, а в оставшуюся во втором парафинере груз-шайбу 16 (рис. 4.3) заменить на второй ПБ 16' и перематываемую нить 1 протягивать

между двумя ПБ 5 и 16', насаженными на стакан 6 парафинера [98] (рис. 4.3, а).

Начальное место линии движения нити определяется под действием сил тяжести тарелочки и двух ПБ. Хотя израсходование парафина, как с нижнего 5, так и с верхнего ПБ 16', обеспечивается под силой тяжести (давления) верхнего ПБ, которая выполняет роль груз-шайбы на двойном парафинере, рассмотренном раньше [96]. Несмотря на расход парафина из обеих ПБ, стабильность линии движения нити обеспечивается перемещением вверх нижнего ПБ, по мере уменьшения его массы или высоты.

Тогда уравнение перемещения пружины, в зависимости от действия сил тяжести $P_{\text{пн}}$ нижнего ПБ, будет написано в виде $P_{\text{пн}} = -kx$. С учетом $P_{\text{пн}} = m_{\text{пн}}g = \pi\rho g(R_{\text{п}}^2 - r_{\text{п}}^2)H_{\text{н}}$, уравнение будет как: $\pi\rho g(R_{\text{п}}^2 - r_{\text{п}}^2)H_{\text{н}} = -kx$ или $cH_{\text{н}} = -kx$, откуда

$$k = -c \cdot \frac{H_{\text{н}}}{x}, \quad (4.6)$$

где $H_{\text{н}}$ – высота нижнего ПБ; c – постоянный коэффициент, определяемый как на предыдущем устройстве.

При применении парафинера с двумя парафиновыми блоками важная роль отводится ПБ, установленному сверху нити. Под силой тяжести $P_{\text{пв}}$ этого ПБ происходит парафинирование трущейся поверхности нити от двух ПБ. Верхняя поверхность нити парафинируется под влиянием сил тяжести $P_{\text{пв}}$, а нижняя поверхность – под действием нормальной реакции N_c ПБ, расположенного снизу, т. е. $\vec{Q}_c = -\vec{N}_c$.

Из рис. 4.3 б видно, что $Q_c = N_c = P_{\text{пв}} \cos(\delta + \gamma) = m_{\text{пв}}g \cos(\delta + \gamma)$, $F = P_{\text{пв}} \sin(\delta + \gamma) = m_{\text{пв}}g \sin(\delta + \gamma)$, где $m_{\text{пв}}$ – масса ПБ установленного сверху.

При этом обе силы Q_c и N_c , являясь полезными, способствуют парафинированию нити. Необходимо отметить, что масса ПБ установленного сверху, меняется по мере израсходования парафина. Меры обеспечения постоянства его массы и расчеты давления ПБ на нить те же, которые являются пригодными для обычного парафинера [88, 89]. Расчет натяжения нити на устройстве имеет некоторые особенности, связанные, в основном, со взаимодействием нити с ПБ.

Для определения условия парафинирования пряжи, сил давления на нить [88, 89] и ее натяжения [87], воспользуемся известной методикой Если входное натяжение в точке a равно t_0 (рис. 3.7), тогда натяжение нити в точке d будет как: $t_d = t_0 + 2\mu_1 R_l$.

Натяжение нити в точке e будет $t_e = t_0 e^{2\mu_3\alpha}$. В точке c выхода нити из под ПБ ее натяжение равняется $t_c = t_e + 2\mu_1 R_f = t_0 e^{2\mu_3\alpha} + 2\mu_1 R_{l,f}(1 + e^{2\mu_3\alpha})$, т. к. $R_l = R_f$. Используя значение $R_l = R_f$ из выражения (3.3), при условии $0 \leq \alpha \leq \theta$, находим:

$$t_c = t_0 e^{2\mu_3\alpha} + \frac{2\mu_1(1+e^{2\mu_3\alpha})m_{\text{пвг}}R_n \cos(\delta+\gamma)}{2R_n + \sqrt{R_n^2 + 3r^2} \cdot \sin(\theta-\alpha)}. \quad (4.7)$$

Формула (4.7) является расчетной формулой для максимального натяжения нити при $\alpha = \theta$ и $\gamma = 0$:

$$t_{c\text{max}} = t_0 e^{2\mu_3\theta} + \mu_1(1 + e^{2\mu_3\theta})m_{\text{пвг}} \cos \delta. \quad (4.8)$$

С учетом дополнительного натяжения нити, за счет сил инерции, определяемой как: $\Delta t = 0,5(m_y + m_{\text{пн}} + m_{\text{пв}})a_n$, где m_y – масса устройства; $m_{\text{пн}}, m_{\text{пв}}$ – масса нижнего и верхнего ПБ.

Общее натяжение парафинируемой нити на выходе из парафинера определяется как сумма выражений t_c и Δt : $t_{c0} = t_c + \Delta t$. Натяжение нити после выхода из глазка 17 (рис. 4.3, а) будет как: $t_m = t_{c0} e^{\mu\alpha_{17}}$.

4.2.3. Способ и условия парафинирования одиночных и трощеных нитей

Структура одиночной нити отличается от крученой тем, что в последней скручиваемые нити частично прикрывают друг друга. Кроме того, поперечное сечение крученой пряжи, в отличие от одиночной, не является круглым, а наоборот, имеет форму типа «восьмерки». Именно такая структура крученой пряжи не способствует тщательной обработке поверхности пряжи, даже по линии действия ПБ.

Поскольку, процесс парафинирования крученой пряжи не обеспечивает обработку всей ее поверхности, то представляет интерес парафинирование одиночной нити перед операцией трощения и закручивания. Если осуществить парафинирование всей поверхности одиночных нитей до их трощения и последующего скручивания между собой, тогда пряжу, полученную таким образом, можно считать обработанной на 100 %.

Предложенный способ обработки пряжи нужно выполнить в прядильном производстве. Для реализации нового способа, необходимо использовать парафинирующие устройства, на которых будет возможным парафинировать всю поверхность одиночных нитей.

Трошение двух нитей одинаковой линейной плотности выполняются при поступлении их в парафинирующее устройство. Процесс парафинирования осуществляют одновременно с трощением нитей. ПБ имеет общий контакт с обеими нитями. Обработанные трощеные нити могут быть использованы для двух целей. Во-первых, парафинированные трощеные нити могут быть подвергнуты дальнейшему закручиванию на крутильных машинах, для получения обработанной крученой пряжи. Во-вторых, их можно перерабатывать прямо на вязальных машинах.

Парафинирование нитей, трощеных прямо в процессе обработки, отличается от парафинирования одиночных нитей в отдельности. Процесс парафинирования трощеных нитей протекает так же, как у крученых нитей. Из-за разных величин площадей соприкосновения трощеных и крученых нитей, давление на них со стороны ПБ будет разным.

Используя формулы S_i и p_i (см. § 3.5) при площади соприкосновения $S_3 = 2\pi d_1 l_1 k_3 = \frac{2\pi \lambda_1 l_1 k_3 \sqrt{T_1}}{31,6}$ или $S_3 = 2\pi c_1 l_1 k_3 \sqrt{T_1}$, для трощеных двух нитей давление на них будет определяться как:

$$p_3 = \frac{P_{\text{п}}}{S_3} = \frac{31,6 P_{\text{п}}}{2\pi \lambda_1 l_1 k_3 \sqrt{T_1}} \quad \text{или} \quad p_3 = \frac{P_{\text{п}}}{2\pi c_1 l_1 k_3 \sqrt{T_1}},$$

где k_3 – коэффициент сплюсциваемости нитей под силой тяжести $P_{\text{п}}$.

$$\text{Тогда } \frac{p_3}{p_2} = \frac{P_{\text{п}}}{2\pi c_1 l_1 k_3 \sqrt{T_1}} : \frac{P_{\text{п}}}{\pi c_2 l_2 k_2 \sqrt{T_2}} = \frac{k_2 \sqrt{T_2}}{2k_3 \sqrt{T_1}}, \quad \text{при } k_2 = k_3, \quad \frac{p_3}{p_2} = 0,5 \sqrt{\frac{T_2}{T_1}}.$$

При трощении двух нитей линейной плотности $T_1 = 31,2$ текс х 1х 2 и $T_2 = 31,2$ текс х 2, то $p_3 = 0,5 p_2$.

Это говорит о том, что давление ПБ на трощеную нить будет меньше в 0,5 раза, чем на крученую пряжу одинаковой линейной плотности и вида сырья. Поэтому крученая пряжа внедряется в ПБ больше, чем трощеные нити. Очевидно, что для одинаковой степени парафинирования, масса ПБ, для обработки крученой пряжи должна быть меньше, чем – у трощеной нити. Но главным преимуществом парафинирования трощеных нитей перед обработкой одиночных нитей, предназначенных для трощения в процессе вязания, является повышение производительности при парафинировании.

4.2.4. Парафинирование пряжи в процессе вязания

Частичное парафинирование поверхности пряжи в процессе перематывания на мотальных машинах, является основным недостатком существующих способов и парафинирующих устройств пряжи. Кроме

того, парафинирование нитей по линии контакта с ПБ, также не обеспечивает требуемых значений коэффициента трения нитей.

Учтем, что при разматывании пряжи с бобины, установленной на вязальных машинах, левый конец выходящей нити от парафинирующего устройства, становится входящей. Тогда левая, мало парафинированная часть витка кручения нити, по сравнению с правым, оказывается впереди (см. рис. 3.4, 3.5).

При парафинировании нити в процессе вязания тем же устройством, которое было применено на мотальных машинах (в процессе перематывании), впереди идущая левая часть витка кручения будет парафинирована больше, чем правая часть, в соотношении (3:1) (причины те же, о чем в предыдущей главе подробно сказано).

Если линия контакта нити с ПБ окажется такой же, что было в процессе парафинирования на мотальных машинах, то слой парафина на витки кручения нити суммируется, и соответствует соотношению 4 : 4, т. е. $(1 : 3) + (3 : 1) = (4 : 4)$. При этом, может быть увеличен коэффициент трения на данных участках, что нежелательно.

С другой стороны, в процессе вязания, нить, разматываемая с бобины на протяженности заправочной линии от бобины до иглы, получает продольно-вращательное движение и, по этой причине нанесение нового слоя парафина на предыдущие слои маловероятно. Нанесение нового слоя парафина на другие, необработанные участки поверхности пряжи, в соотношении (3 : 1), улучшит ее парафинированность. В результате этого пряжа будет перерабатываться необходимыми значениями коэффициента трения.

В итоге, в зависимости от характера точки контакта пряжи с ПБ, на ее поверхности могут быть получены 4 разных участка, отличающихся по значению коэффициента трения: μ_0 – непарафинированного; μ_1 – парафинированного, в соответствии с соотношением (1 : 3); μ_3 – парафинированного в соотношении (3 : 1) и μ_4 – парафинированного, повторно в соотношении (4:4).

4.3. Теоретические предпосылки разработки структур узлов, применяемых при переработке трикотажного сырья

4.3.1. Анализ структур и параметров узлов пряжи, применяемых в трикотажном производстве

В производстве, где имеется дело с использованием нити, без применения узлов не обойтись. Узлы, имевшие место на трикотажном сырье, образуются в прядильном производстве, при подготовке сырья к вязанию и в ходе самого процесса вязания. При этом нужно уделять

особое внимание, как качеству связывания узлов, так и структуре применяемого узла, чтобы не снизилась эффективность процесса вязания.

М. В. Башкировым [40, с. 27–28] выполнены исследования по изучению свойств узлов, применяемых для связывания концов различных видов текстильного сырья. На рис. 4.4 показаны структуры узлов (варианты 1 – 4), применяемых в настоящее время в текстильной промышленности [7, с. 50, 40, с. 28, 41].

Широко применяемые в производствах текстильной отрасли, в том числе и в трикотажном производстве узлы, имеют ряд недостатков, которые взаимосвязаны со структурой и качеством его связывания. Структура узла, характеризованная его размерами, симметричностью, наклоном элементов относительно оси пряжи, а также направлением свободных концов нити и твердостью, является основной причиной обрывности пряжи, поломки или повреждения игл.

Анализ структуры однопетельного (ткацкого) и самозатягивающего узлов показал, что концы их направлены в разные стороны. Из рис. 4.4, *a* видно, что свободный конец 1 узла, расположенный под дугой петли 2, соприкасается с основной нитью 3 и направлен вдоль нее, а другой конец 4 выведен между элементами узла, причем дуга петли 5 находится между концом 4 и основной нитью 6, находящейся на другом крае узла. При формировании узла, дуги петель 2 и 5 сильно натягиваются и располагаются на противоположных сторонах. Тем самым, твердость ткацкого узла сильно отличается от мягкости основной нити. Кроме того, расположение элементов узла по всему периметру нити, определяет важный параметр структуры, т. е. размер узла, характеризованного его длиной, шириной и высотой.

При формировании узлов его элементы натянуты. В результате полного сплющивания толщина нити уменьшается примерно на 25 % [7, с. 51]. Тогда для ткацкого узла: длина $a = 0,75 \cdot 3F = 2,25F$, ширина $b = 0,75 \cdot 3F = 2,25F$, толщина $c = 0,75 \cdot 2F = 1,5F$. Здесь нужно учитывать то, что на размеры узла может повлиять и толщина F свободного конца нити, сплющивание которой, проявляется по мере прохождения узла.

Размеры узла следует принять между крайними точками, за длину – по направлению оси нити, а за ширину и высоту – по направлениям, взаимно перпендикулярным к оси узла. Концы 1 и 2 узлов двухпетельного (портновского) и двухпетельного, типа «восьмерки» (рис. 4.4, *б, в*), выведенные сквозь дуги петли 3, находятся вместе и расположены перпендикулярно к основной нити. Твердость этих узлов мало отличается от твердости других узлов. Размеры портновского узла составляют $a = 3,75F, b = c = 2,25F$ и узла двухпетельного типа «восьмерки» $a = 3,75F, b = 3F, c = 2,25F$.

Концы 1 и 4 самозатягивающегося узла (рис. 4.4, з), соответственно, расположены под дугой петли 2 и 5, соприкасаются с основными нитями 3 и 6, находящимися на разных краях узла и направлены вдоль нити в противоположные стороны. Самозатягивающийся узел представляет собой два отдельных узла, твердость которых идентична ткацкому. Размеры самозатягивающегося узла, соответственно, составляют $a = 3F$, $b = 2,25F$, $c = 1,5F$. Соответствующие размеры и другие характеристики структуры известных узлов приведены в табл. 4.1.

Анализ структуры известных видов узлов показал, что один из концов (ткацкого) или оба конца нитей (самозатягивающегося) находятся под дугой петли в соприкосновении с основной нитью, тогда как другой конец нити ткацкого узла или оба конца нитей узлов двухпетельного и двухпетельного типа «восьмерки», находясь вместе, от основной нити отделяются дугой петли.

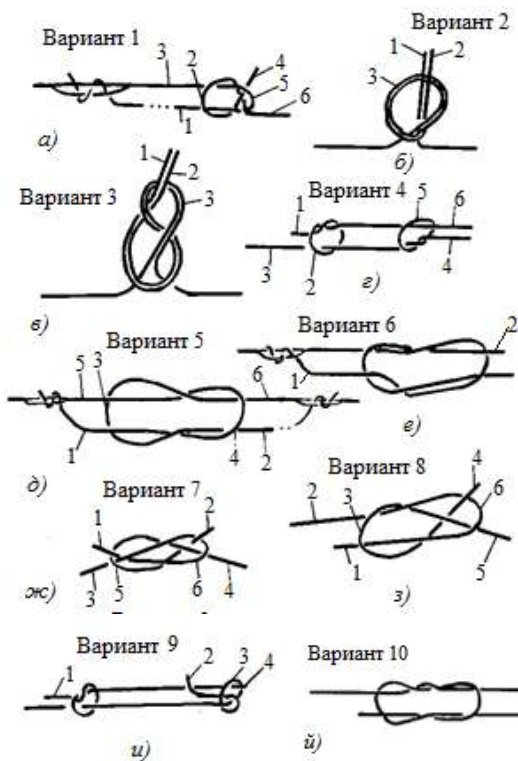


Рис. 4.4. Схема структур узлов для связывания концов нити

Таблица 4.1. Характеристики структуры известных узлов

Варианты	Наименование узлов	Геометрические параметры узлов			Углы наклона элементов узла		Направление концов нити в узле	Состояние узла
		длина (a)	ширина (b)	толщина (c)	петель	концов нити		
1	Однопетельный (ткацкий)	3F	3F	2F	45°/10° с осью нити	В разнорной стороне	Один конец вдоль основной нити, другой перпендикулярно	Твердый
2	Двухпетельный (портновский)	5F	3F	3F	90° оси нити	На одной стороне	90° с осью нити	Твердый
3	Двухпетельный типа «восьмерки»	5F	4F	3F	90° оси нити	На одной стороне	90° с осью нити	Твердый
4	Самозатягивающийся узел М. В. Башкирова	4F	3F	2F	Ближе с осью нити	В разнорной стороне	Вдоль нити в разные стороны	Твердый

4.3.2. Основные принципы разработки новых структур узлов, пригодных для трикотажного сыръя

Для установления основ разработки структур новых узлов и рекомендаций, каких-либо мероприятий по поводу улучшения проходимости узлов нити, нужно еще выполнить анализ поведения узлов в процессе вязания.

Узлы на нити, перерабатываемой на трикотажных машинах, должны быть крепкими, очень маленькими; концы нити в узле должны быть также маленькими и располагаться симметрично [27, 99]. Узлы, образованные путем связывания концов нити, выполняются как автоматическими, так и ручными способами. Узлы, применяемые, в основном, при переработке, отличаются как по структуре, так и по размерам, которые должны быть согласованы с конструктивными параметрами вязальных машин.

Твердость узлов и их геометрические размеры значительно уменьшают степень проходимости узлов в процессе переработке нити. Анализ структур, применяемых видов узлов нити, показал, что его элементы, состоящие из сплюснутых нитей, расположены в различных плоскостях. Значительное отличие твердости узлов и сплющиваемости нити требуют иных условий для облегчения проходимости узла. Поэтому, свойства и размеры каждого конкретного вида узла должны быть согласованы с размерами нитепроводящих органов, шириной крючка иглы и ниточного промежутка.

Размеры отверстий нитепроводящих устройств таковы, что узлы любой структуры могут пройти через них беспрепятственно. Влияние структуры и размера узлов на ход выполнения операций петлеобразования происходит при прохождении нити через глазок нитевода и, в дальнейшем, при взаимодействии их с петлеобразующими органами и старой петлей.

Прохождение узлов через отверстия нитевода сопровождается уменьшением петельного угла подачи нити, подобно происходящему при прокладывании СК пряжи, имеющей в своей структуре участки различной ширины (толщины).

Зависимость изменения зазоров, соответственно, непопадания нити на крючок, на точку ножниц и др., при прохождении узлов нити через нитевод, аналогична изменению зазора при прокладывании некрученого участка СК пряжи. Разница только лишь в том, что ширина некрученого участка СК пряжи отличается от ширины (диаметра) узла.

Установление параметров подачи нити, в зависимости от размеров узла нити, сводит к минимуму ее обрывности и повреждений иглы. При этом участки нити без узлов прокладываются при большем угле подачи нити, а участки нити с узлами, наоборот – при меньшем угле. Хотя в последнем случае диапазон регулировки параметров подачи нити несколько уменьшается, тем более предварительный учет ожидаемой опасности гарантирует продолжение процесса вязания с минимальным отказом.

Для свободного прохождения узлов нити шириной b и толщиной c через зев z крючка иглы и ниточного промежутка δ , должно выполняться условие $b(c) < z$ и $b(c) < \delta$. Между ниточным промежутком и игольным шагом t имеется зависимость [7, с. 50–51] в виде $\delta = kt$, с коэффициентом, зависящим от класса и вида вязальных машин. Если принять высоту крючка иглы q_n для плосковязальных машин всех классов K и q_q для чулочных автоматов до 14-го класса, соответственно [7, с. 31–32], $q_n = 0,48 + 0,58t$, $q_q = 3,4 - 0,1K$, тогда: $z_n = q_n - 2d_n$, $z_q = q_q - 2d_q$,

где $q_{\text{п}}, q_{\text{ч}}$ – высота крючка иглы; d – толщина крючка иглы; $z_{\text{п}}, z_{\text{ч}}$ – зев крючка иглы соответствующих плосковязальных машин и чулочных автоматов.

Используя соотношения, между игольным шагом и толщиной крючка иглы, машин различных типов и классов [7, с. 46–52], например, для плосковязальных машин $d_{\text{п}}$ и чулочных автоматов 10 – 14 классов $d_{\text{ч}}$, принимаем $d_{\text{п}} = 0,2t$, $d_{\text{ч}} = 0,25t$.

Тогда, для игл плосковязальных машин:

$$z_{\text{п}} = 0,48 + 0,58t - 2 \cdot 0,2t = 0,48 + 0,18t \quad (4.9)$$

и для игл чулочных автоматов:

$$z_{\text{ч}} = 3,4 - 0,1K - 2d_{\text{ч}} = 3,4 - 0,1K - 0,5t. \quad (4.10)$$

Расчеты показывают, что для 10 класса машин $z_{\text{п}} = 0,94$ мм и $z_{\text{ч}} = 1,13$ мм, $\delta = 0,762$ мм. При этом, с учетом сплюсчиваемости нити на 25 % [4, с. 90–95, 7, с. 51], размеры узлов $b(c)$, образованные из чистшерстяной пряжи линейной плотности 31,2 текс $\times 2$, изменяются в пределах 0,51 – 0,76 мм. В результате сравнения полученных данных можно убедиться, что узлы всех размеров через зев крючка иглы могут пройти свободно. Тем не менее, для вязальных машин и чулочных автоматов $\delta < z_{\text{п}}$ и $\delta < z_{\text{ч}}$, тогда нить с узлом, помещающаяся в ниточный промежуток, может свободно пройти через крючок иглы. Для свободного прохождения узла (нити) в ниточный промежуток максимальный размер $b(c)$ узла (нити) должен быть равным $\delta > nF$.

Это условие ограничивает число применяемых структур узлов. Если $b(c) = d_{\text{уз}} = nCK_c\sqrt{T}$, то из соотношения $nCK_c\sqrt{T} < \delta$ находим число нитей n , составляющее поперечные размеры узла

$$n < \frac{\delta}{CK_c\sqrt{T}} \quad (4.11)$$

где $d_{\text{уз}}$ – диаметр узла (нити), мм; K_c – коэффициент сплюсчиваемости нитей узла, равный 0,75; C – коэффициент, зависящий от плотности вещества нити.

Из выражения (4.11) видно, что, кроме прочего, с уменьшением линейной плотности перерабатываемой пряжи, число нитей увеличивается. Для используемых данных допускаемое число нитей $n < 4$ обеспечивает условие $b(c) < \delta < z_{\text{п}}(z_{\text{ч}})$.

Условие передвижения нити в процессе вязания таково, что нить, после ее прикладывания на иглу, все время находится в контакте с элементами иглы. При встрече твердого узла нити с элементами иглы, нежелательное отклонение последнего относительно оси стержня, может привести иглу в непригодное состояние, также может служить причиной обрыва самой нити. В числе недостатков структуры узлов особое внимание следует уделять направлению свободных концов узла, которые, при встрече с иглой и петлей, как правило, приводят к образованию дефектов.

Анализ известных структур узлов показал, что при контакте узла нити с нитепроводящими устройствами и петлеобразующими органами, свободный конец 1 узла, направленный вдоль основной нити 2 и расположенный между нею и дугой 3 петли, поворачивается. При этом, во-первых, увеличивает толщину узла, и, во-вторых, контактирующие элементы иглы 4, упираясь в промежутке 5, образованной между концом узла и самой нитью (рис. 4.5, а), способствуют нарушению операций петлеобразования. Этот промежуток на узле следует назвать критической точкой или критическим участком [100].

Различие между толщиной узла и нити и степени их сплющиваемости является причиной задержки узла нити со стороны старой петли в процессе вязания. Попадание элемента 6 старой петли в критическую точку на узле (рис. 4.5, б), обычно, приводит к обрыву нити.

Условиями для образования критической точки на узле являются, расположение конца нити узла между дугой петли и основной нитью, и совпадение его направления с направлением движения нити к игле. Поэтому те и другие установленные особенности, как при разработке

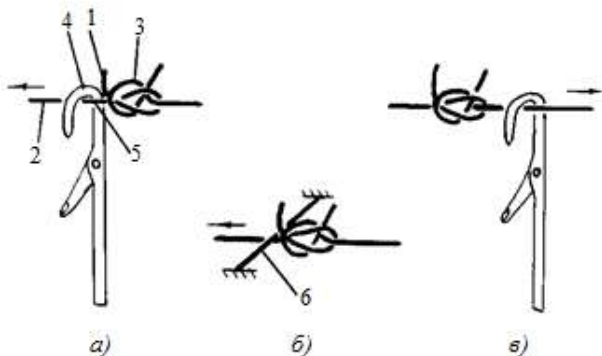


Рис. 4.5. Контакт узла нити с элементами петлеобразующих органов и трикотажа

структуры узлов, так и при их использовании, следует учесть.

Критическую точку можно миновать, если основную нить расположить посередине дуги петли и концы нити узла переместить от середины дуги петли в сторону ее основания, или же их привести в перпендикулярное положение, относительно оси нити. Закрепление концов (конца) нити узла, предупреждает образованию критической точки, хотя сложность этой операции ограничивает применение их в производственных условиях.

Поскольку при использовании различных структур узла изменить направление обоих его концов не всегда удается, то выбор подходящего края узла нити, идущей к игле, становится необходимым. Важно, чтобы концы нити узла были расположены на противоположной стороне, относительно нити,двигающейся к петлеобразующим органам (рис. 4.5, в). Таким образом, предъявленные требования к узлам нити должны быть таковы, чтобы, при взаимодействии узла нити с петлеобразующими органами и со старой петлей, обеспечивался безотказный ход процесса вязания.

Размеры и твердость узла нити являются одним из основных факторов, способствующих нарушению в процессе вязания и обрыва нити, поломке игл и др. Требование крепкости узла ограничивает возможности умягчения узла. Однако для облегчения проходимости узла нити через нитепроводящие и петлеобразующие органы, необходимо добиться того, что при встрече их с узлами уменьшилось значение силы удара. Для этого нужно снизить коэффициенты трения путем специальной обработки узлов при их связывании.

Основой разработки новых структур узлов, пригодных для завязывания концов трикотажной пряжи, является ликвидация причин, способствующих образованию критического участка на узле, уменьшение размеров узла, уменьшение его твердости и др. С учетом выполнения этих необходимых требований разработаны новые структуры узлов (рис. 4.4) и исследованы их (варианты 5 – 10) основные характеристики, которые приведены в табл. 4.2.

Анализ структуры узлов (см. приложению 1) показывает, что, кроме всего, узлы отличаются друг от друга также по расположению концов нити в узле. В зависимости от расположения конца узла, относительно основной нити, различают два типа края узла. Тип А края узла характеризуется разделением конца нити узла от основной нити посредством дуги петли (петель) узла. Тип Б края узла характеризуется расположением конца нити узла под дугой петли узла рядом с основной нитью (Б') или перемещением к основанию дуги петли (Б''). Причем, край узла типа Б'' к образованию критической точки не склонен.

Таблица 4.2. Характеристики структуры разработанных узлов

Варианты	Наименование узлов	Геометрические параметры узлов			Углы наклона элементов узла		Направление концов нити в узле	Состояние узла
		длина (a)	ширина (b)	высота (c)	петель	концов нити		
5	Двухпетельный – симметричный (ровный)	3F	2F	2F	45°	Прямые	В разные стороны	Полумягкий
6	Двухпетельный – несимметричный	4F	3F	2F	30°/35°	Перпендикулярные	В разные стороны	Твердый
7	Двухпетельный – вязальный (вариант А)	4F	2F	2F	45°	Перпендикулярные	На одной стороне	Твердый
8	Двухпетельный – вязальный (вариант Б)	4F	3F	2F	45°	Один прямой, другой перпендикулярный	На разных сторонах	Твердый
9	Самозатягивающийся с односторонними концами	4F	3F	2F	90°	Один прямой, другой перпендикулярный	На разных сторонах	Твердый
10	Двухпетельный пологий	3F	3F	2F	Пологий	Прямые	В разные стороны	Мягкий

5. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ПРОЦЕССАХ ПОДГОТОВКИ ПРЯЖИ К ВЯЗАНИЮ И ЕЕ ПЕРЕРАБОТКИ НА ВЯЗАЛЬНЫХ МАШИНАХ

5.1. Методические предпосылки контроля параметров вязания

Процесс вязания трикотажа из различных видов сырья на различных типах вязальных машин с применением того или иного вида переплетения, протекает в отличающихся условиях режима. Исследованиями [27] установлено, что процесс вязания трикотажа на плосковязальных машинах протекает в более сложных условиях, чем на кругловязальных. Поэтому, применение плосковязальных машин типа ПВКМ, «Универсал» для экспериментальных исследований позволяет установить требуемые параметры режима вязания и для кругловязальных машин аналогичных классов.

Повышение качества процесса вязания и трикотажа, во многом зависит от уровня подготовки пряжи к вязанию, степени парафинированности поверхности сырья, также правильной установки параметров режима вязания. При этом важную роль играет, конечно же, коэффициент трения нити, значение которого зависит от степени обработки пряжи. Стабилизация этих параметров на оптимальном уровне для каждого вида и линейной плотности сырья, в зависимости от применяемого вязального оборудования, обеспечивает нормальный ход процесса вязания и улучшение качества трикотажа.

5.1.1. Методика определения параметров режима вязания трикотажа

При установке заправочных параметров вязания требуется необходимая точность, которая без контрольно-измерительных средств неосуществима. Имеется множество приборов и средств, применяемых для конкретных целей. К сожалению, до сих пор в производственных условиях некоторая часть этих работ выполняется интуитивно.

Регистрацию входного натяжения нитей в процессе вязания можно произвести, например, на трехканальном быстродействующем, самопишущем приборе марки Н 327-3 со скоростью движения диаграммной ленты $V = 50$ мм/сек или тензометром типа «Maуer».

Величину усилия оттяжки полотна на плосковязальной машине

можно определять путем взвешивания грузов. На кругловязальных машинах натяжение полотна измеряется использованием приборов типа УНП-1 [3, с. 220 – 222], а также прибором Esotex [101]. Для измерения коэффициента тангенциального сопротивления нити известно много приборов. Можно воспользоваться для этой цели также приборами «f-метр» [102, 103] и ПТ-1 [3, с. 213].

5.1.1.1. Разработка способа и устройства измерения глубины кулирования нити

Для измерения глубины кулирования на вязальных машинах, к стержню индикатора присоединяется специальный крючок, который заводится под крючок иглы. Перемещение внутренней точки крючка иглы от отбойной плоскости отражается на индикаторе [6, с. 62]. Недостатком известного способа и устройства является трудоемкость и сложность выполнения измерений перемещения иглы, даже при ручном вращении цилиндра или движении каретки машины.

В процессе петлеобразования перемещение иглы осуществляется под действием соответствующих клиньев игольного замка. Например, на плоскофанговых машинах типа ПВКМ подъем иглы вверх – на заключение осуществляется под действием подъемного 1 и среднего 2 клиньев. Высота полного подъема $H_{\text{п}}$ (рис. 5.1, а) иглы обеспечивается при достижении нижней грани пятки иглы точки вершины среднего клина. Перемещение иглы вниз, для выполнения последующих операций петлеобразования, происходит под действием ограничительного 3 и кулирного клиньев 4. Полное опускание иглы вниз $H_{\text{к}}$ обеспечивается при достижении верхней грани ее пятки на крайне нижнюю точку кулирного клина. Условимся, что величину перемещения иглы в процессе петлеобразования, следует определять по внутренней точке крючка иглы. Максимальное перемещение $H_{\text{п}}$ иглы при полном заключении, а максимальное опускание $H_{\text{к}}$ – при полном кулировании будет как:

$$H_{\text{п}} = H_1 + H_2, \quad (5.1)$$

$$H_{\text{к}} = H_3 + H_4, \quad (5.2)$$

где H_1 – величина подъема иглы по подъемному клину; H_2 – величина подъема иглы по среднему клину; H_3 – величина опускания иглы ограничительным клином; H_4 – величина опускания иглы кулирным клином.

Независимо от места встречи пятки иглы с подъемным клином, максимальное перемещение иглы относительно отбойной плоскости

о-о остается постоянным. Тем более сохраняется постоянство перемещения иглы по среднему и ограничительному клиньям. Меняется только лишь величина опускания иглы со стороны кулирного клина.

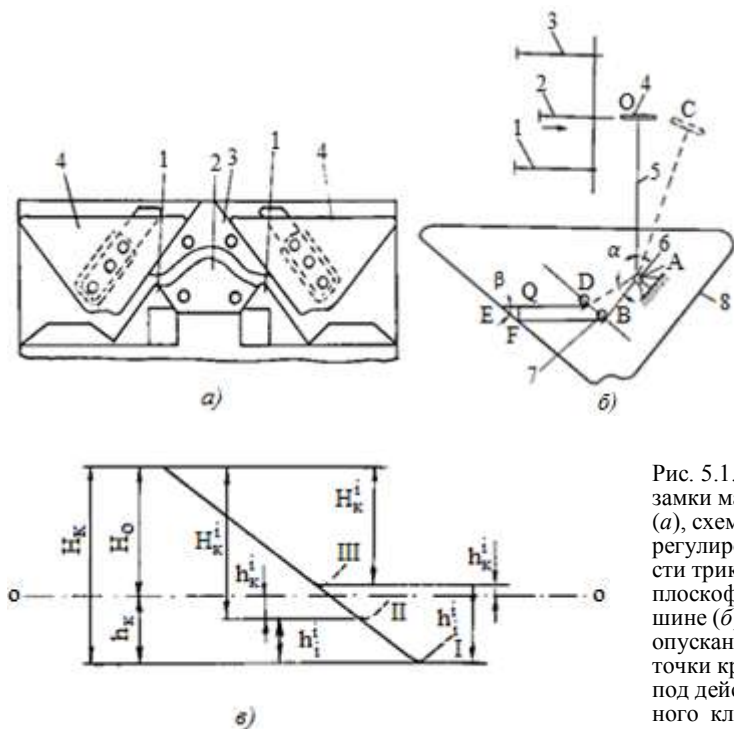


Рис. 5.1. Игльные замки машины ПВКМ (а), схема устройства регулировки плотности трикотажа на плоскофанговой машине (б) и схема опускания внутренней точки крючка иглы под действием кулирного клина (в)

Возможность изменения положения кулирного клина по высоте приводит к опусканию крючка иглы на различные расстояния относительно отбойной плоскости. В одном случае, величину захода внутренней точки крючка иглы ниже отбойной плоскости принимают за глубину кулирования, которая имеет место при вязании различных видов переплетений, за исключением прессовых. При вязании трикотажа прессовых переплетений способом без кулирования, для получения набросков, требуется останавливать иглы, относительно отбойной плоскости на таком расстоянии, чтобы старые петли не сбрасывались с крючков игл. Для процесса вязания трикотажа прессовых переплетений, следовательно, имеет большое значение уровень остановки прессующей иглы [78].

Соответствующее положение кулирных клиньев на кругло- и плосковязальных машинах устанавливается устройством регулировки плотности трикотажа. Например, на плоскофанговых машинах типа ПВКМ, путем давления одним из выдвинутых винтов 1, 2 или 3 (рис. 5.1, б) на ролик 4, установленного на одном конце двулучевого рычага 5, последний поворачивается вокруг оси 6 и действует другим концом на штифт 7 кулирного клина 8 и перемещает его на определенное положение.

Необходимо найти связь между выходом винта, равным l_i и расстоянием от внутренней точки крючка иглы до отбойной плоскости [104, 105]. Исходное положение кулирного клина определяется бесповоротным расположением двулучевого рычага по линии OAB (рис. 5.1, б). При повороте двулучевого рычага вокруг оси на угол α ролик отодвинется от точки O в точку C и штифт от точки B , расположенной на обратной стороне кулирного клина, дойдет до точки D . При этом двулучевой рычаг будет расположен по линии CAD , а кулирный клин переместится вверх, на величину FQ .

Из треугольника EFQ высота подъема кулирного клина равняется $FQ = EF \sin \beta_k$,

где β_k – угол кулирования или угол наклона кулирного клина.

Так как другой конец двулучевого рычага упирается к штифту 7 кулирного клина 8, то перемещение кулирного клина происходит строго по линии его рабочей грани, т.е. $EF \parallel BD$. Из параллелограмма $BDEF$ при ($\overline{BD} = BD$): $EF = \overline{BD} = \alpha \cdot AB$,

где AB – плечо рычага.

При этом угол поворота α двулучевого рычага OAB определяется

как, если $\overline{OC} = OC$, то $\alpha = \frac{\overline{OC}}{OA} = \frac{OC}{OA}$.

Потому:

$$FQ = \alpha \cdot AB \sin \beta_k = \frac{OC}{OA} \cdot AB \sin \beta_k. \quad (5.3)$$

Если для регулировки плотности трикотажа величину выхода винта OC обозначить l_i , а текущий уровень подъема кулирного клина на новое положение h_i^i , тогда выражение (5.3) примет вид:

$h_i^i = l_i \frac{AB}{OA} \cdot \sin \beta_k$. Так как AB, OA, β_k – постоянные величины, тогда $\frac{AB}{OA} \cdot \sin \beta_k = C = const$, $h_i^i = l_i C$.

Определим крайние значения уровня остановки крючка иглы относительно отбойной линии. При величине выхода винта $l_i = 0$ кули-

рный клин будет находиться в самом нижнем положении, т.е. при этом отсутствует его перемещение вверх $-h_i^i = 0$. В этом случае внутренняя точка крючка иглы может опуститься относительно отбойной линии, на величину h_k . При $h_i^i = h_k$ крючок иглы должен находиться на уровне отбойной линии, для чего $l_i = \frac{h_i^i}{c} = \frac{h_k}{c}$. Если выход винта l_i максимальный, перемещение кулирного клина h_i^i будет также максимальное. В этом случае крючок иглы будет остановлен выше отбойной линии, которая соответствует образованию прессовых петель.

Теперь определим взаимосвязь выхода винта l_i с уровнем опускания иглы H_k^i и уровнем остановки внутренней точки крючка иглы h_k^i , относительно отбойной линии $o - o$. Из траектории внутренней точки крючка иглы (рис. 5.1, в), образованной под действием ограничительного и кулирного клиньев видно, что когда кулирный клин находится в крайне нижнем положении (*I* траектория), общий уровень опускания иглы H_k будет:

$$H_k = H_o + h_k,$$

где H_o – максимальный подъем внутренней точки крючка иглы от отбойной линии $o - o$; h_k – максимальное значение опускания внутренней точки крючка иглы, относительно отбойной линии, или же максимальное значение глубины кулирования.

Из рис. 5.1, в видно, что общий уровень опускания иглы после перемещения кулирного клина (*II* и *III* траектории) равен:

$$H_k = H_k^i + h_i^i.$$

Из равенств H_k получим текущий уровень опускания иглы, в зависимости от выхода винта l_i или текущего подъема кулирного клина h_i^i , т. е. $H_o + h_k = H_k^i + h_i^i$, $H_k^i = H_o + h_k - h_i^i = H_o + h_k - l_i c$.

С другой стороны, $H_k^i - H_o = h_k - h_i^i = h_k^i$, т. е. $h_k^i = H_k^i - H_o$ или

$$h_k^i = h_k - h_i^i, \quad (5.4)$$

где h_k^i – в общем случае текущий уровень остановки внутренней точки крючка иглы относительно отбойной плоскости, а в частном случае, текущая глубина кулирования.

Анализ формулы (5.4) показывает, что при $h_i^i = 0$, $h_k^i = h_k$, при $h_i^i = h_k$, $h_k^i = 0$.

Образование петли обеспечивается при условии $0 \leq h_i^i < h_k$, тогда $h_k^i > 0$ (*I* и *II* траектории). «Плюсовое» значение h_k^i соответствует текущей глубине кулирования. Этот случай можно обозначить как

« $\overline{\bullet}$ », где точка под чертой показывает расположение головки иглы ниже отбойной плоскости.

Если $h_i^i > h_k$ значение $h_k^i < 0$ (III траектория). Тогда «минусовое» значение h_k^i показывает не текущую глубину кулирования, а наоборот, характеризует уровень останковки крючка иглы от отбойной линии $o - o$. Этот случай соответствует образованию прессовых петель, способом неполного кулирования, которое можно обозначить как « $\overline{\bullet}$ ». Точка над чертой показывает, что головка иглы находится выше отбойной плоскости.

Формула (5.4) пригодна при наладке вязальных машин. Для установления необходимого значения величины h_k^i от отбойной плоскости до внутренней точки крючка иглы – глубины кулирования или уровня останковки пресствующей иглы, измеряют текущее перемещение h_i^i кулирного клина от его нижнего положения и h_k^i определяют по формуле (5.4).

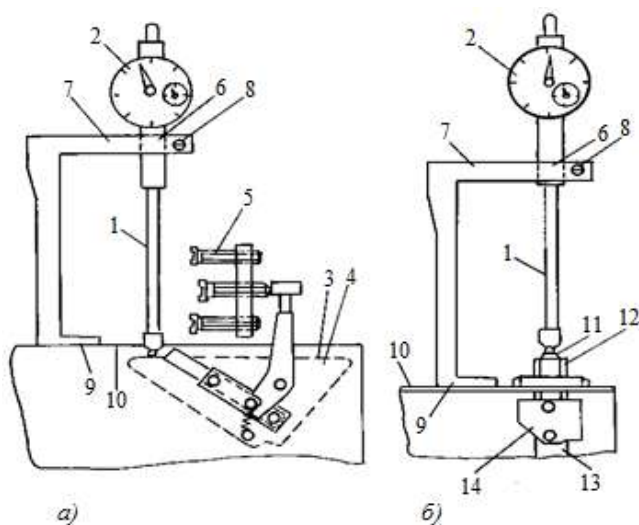


Рис. 5.2. Взаимодействие измерительной головки индикатора с кулирным клином плосковязальной машины (а) и поверхностью элемента, соединенного с кулирным клином кругловязальной машины (б)

Способ измерения, частности, глубины кулирования нити заключается в том, что конец измерительной головки 1 индикатора 2 устанавливают на край 3 кулирного клина 4 (рис. 5.2), производят перемещение вверх от нижнего его положения с помощью регулировочного винта 5 плотности вязания, снимают показание индикатора с точностью до 0,01 мм и глубину кулирования определяют по формуле.

Способ осуществляется следующим образом. Индикатор 2 вставляют в отверстие 6 насадки 7, закрепляют винтом 8, с помощью площадки 9 упирают на неподвижную поверхность 10 машины.

Измерительную головку 1 индикатора 2 устанавливают на край 3 кулирного клина 4, например, плосковязальной машины (рис. 5.2, *а*) или на поверхность 11 стержня 12, жестко соединенной ползуном 13, закрепленным к нему кулирным клином 14 (рис. 5.2, *б*), кругловязальной машины. Далее производят перемещение кулирного клина 4 (или 14) вверх от нижнего его положения с помощью регулировочного винта 5 плотности вязания (на рисунке для круглой машины не показан), снимают показание индикатора h_i^l и глубину кулирования h_k^l определяют по формуле (5.4). Ширина насадки 7 способствует прикреплению индикатора на различную высоту, что необходимо для контакта измерительной головки с кулирным клином.

Способ измерения глубины кулирования может применяться на кругло- и плосковязальных машинах. Преимуществом предложенного способа, в сравнении с другими, является то, что полностью ликвидируется контакт подвижной иглы с измерительной головкой индикатора, причем неподвижной относительно иглы, приводящей погрешности при измерениях. Тем самым обеспечивается простота и точность измерения глубины кулирования и уровня остановки прессующей иглы.

5.1.2. Определение характеристик трения крученых нитей

Возникновение трения обусловлено, прежде всего, шероховатостью поверхности, создающей сопротивление перемещению, и наличием сцепления у прижатых друг к другу тел. Для нитей и других текстильных материалов силы трения и цепкости часто появляются совместно и их характеристиками являются: сила тангенциального сопротивления и коэффициент тангенциального сопротивления.

В процессах технологии трикотажного производства, при переработке сырья, имеет место трение нитей по поверхности рабочих органов машины и между собой. С одной стороны, при образовании петли контакт нити происходит, в основном, с цилиндрическими и плоскими поверхностями рабочих органов вязальных машин. С другой стороны, образование новой петли происходит с одновременным контактом нити с иглой, имеющей цилиндрическую поверхность, и петлей, имеющей цепкую, волокнистую, волнистую поверхность.

Имеющиеся приборы и применяемые методы для определения характеристик трения нитей сопровождаются рядом недостатков, общими для которых являются определение коэффициента трения или коэффициента тангенциального сопротивления только лишь по поверхности соприкасающихся тел. Такой подход может оценить фактическое значение измеряемого показателя на данном участке пряжи и никак не может характеризовать степень обработки всей поверхности пряжи, которая имеет контакт с рабочими органами машины. Тем не менее, по ним невозможно определить коэффициент трения на участках углубления, т. е. вблизи линии контакта скрученных нитей. На этих участках значения коэффициента трения отличаются от значе-

ний, имеющихся на участках выступа, т. е. на участках максимально удаленных от линии контакта скрученных нитей.

Необходимость определения коэффициента трения нити по всей ее поверхности позволила усовершенствовать конструкцию контактирующих поверхностей прибора «Наклонная плоскость», предназначенного для измерения тангенциального сопротивления текстильных полотен [106, с. 271].

Сущность предложенной методики, определения коэффициента трения нити заключается в следующем: сначала на поверхность специальной плиты 1 из образцов испытуемой нити 2 укладывают рядом друг другу так, чтобы они соприкасались, причем выступы 3 и углубления 4 одной нити совпали с одноименной точкой другой, стоящей рядом (рис. 5.3, а). Для укладки пряжи используется специальная плоская плита 1 (рис. 5.3, б), которая с двух боковых краев имеет съемные линейки 2 с отверстиями 3 на их концах. Для полного исследования степени обработки пряжи в комплекте прибора нужно иметь минимум две идентичные плоские плиты. В одной из этих плит на линейке 2, на месте отверстий, расположены стойки 4, которые могут войти в отверстие 3 линейки на другой плите. Вторая плита нужна для измерения коэффициента трения поверхности пряжи, контактируемой с первой плитой.

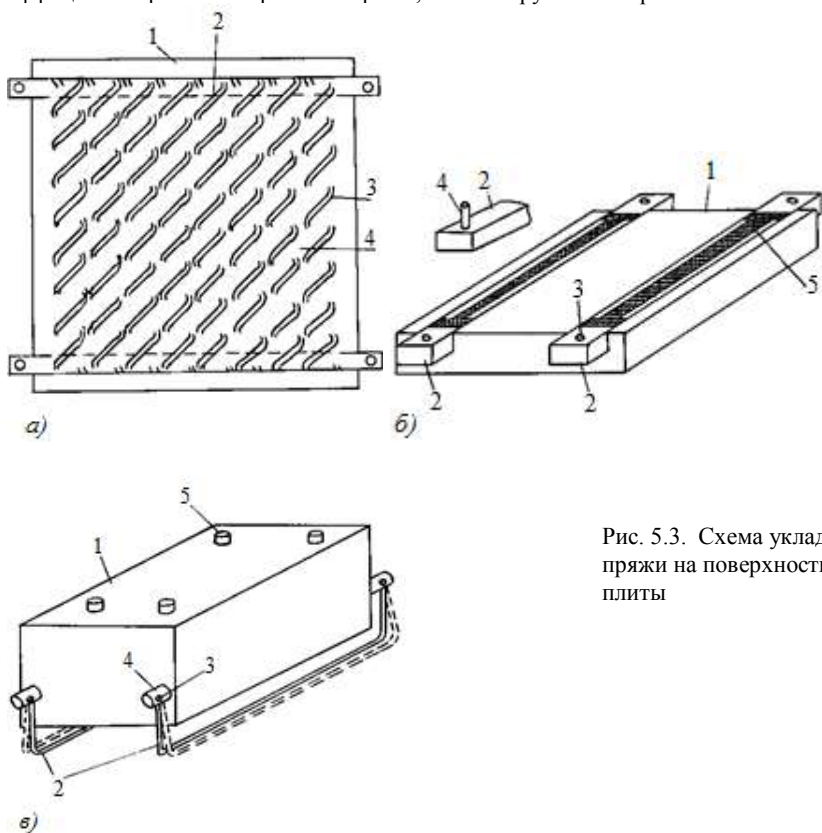


Рис. 5.3. Схема укладки пряжи на поверхность плиты

При подготовке плиты на линейке 2 (рис. 5.3, б) нужно приклеить материал 5 с клейкой лентой (например, лейкопластырь), который необходим для удержания пряжи, уложенной рядом с другой. Для того, чтобы легко установить нити рядом друг с другом, можно воспользоваться лупой, установленной над плитой и затем подготовить колодку. Колодка 1 (рис. 5.3, в) имеет пару коньков 2, в виде цилиндрического стержня из стали диаметром 0,3 мм, соответствующий диаметру крючков игл 24 – 34 классов вязальных машин. Каждый конек прикреплен к отверстиям, посредством винтов 3 на концах стержня 4, расположенного внутри колодки. Для установления коньков на соответствующее положение на поверхности нити на плите, предусмотрен стопорный винт 5 на колодке 1.

После заготовки образцов нити к испытанию приступают к проведению опытов. Сначала, на горизонтальной плоскости 1 (рис. 5.4), между зажимами 2 и 3, закрепляют плиту 4 с испытуемой нитью 5. Линии, образованные выступами 6 и углублениями 7 крученой пряжи, должны быть направлены параллельно к краю 8 плоскости 1. Затем на образец кладут колодку 9, заправленную соответствующими коньками 10. Конки 10 должны быть расположены на углублениях 7 крученой пряжи 5. Плавное вращение рукоятку 11, наклоняют плоскость 1 с нитью 5 на плите 4 до тех пор, пока колодка 9 с коньками 10 не сдвинется с места и не начнет скользить вниз.

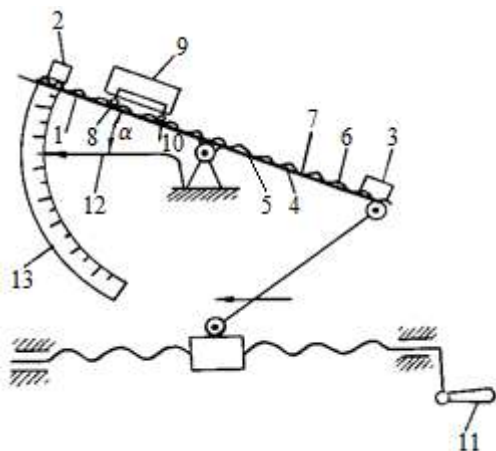


Рис. 5.4. Схема прибора для определения тангенциального сопротивления текстильных материалов по методу наклонной плоскости

Коэффициент трения нити μ определяют по формуле:

$$\mu = \frac{F}{N} = \frac{P \sin \alpha}{P \cos \alpha} = \operatorname{tg} \alpha, \quad (5.5)$$

где μ – коэффициент трения нити по стальному коньку в местах углубления крученой пряжи; $\operatorname{tg} \alpha$ – тангенс угла α наклона плоскости; F – сила трения; N – нормальное давление; P – вес колодки со стальными коньками.

Угол α наклона плоскости 1 посредством указателя 12 определяют по шкале 13 прибора, с точностью в 1° . Установлением стержней – «ножек» колодки на различные дорожки, образованные углублениями крученой пряжи, опыт повторяют 10 раз.

По полученным результатам находят среднее значение угла $\alpha_{\text{ср}}$ наклона плоскости, а по нему – средний коэффициент трения $\mu_{\text{ср}}$, т. е.

$$\alpha_{\text{ср}} = \sum_{i=1}^{10} \alpha_i / 10, \quad \text{tg} \alpha_{\text{ср}} = \mu_{\text{ср}}.$$

На существующих парафинирующих устройствах нить парафинируется только в местах контакта ее выступа с ПБ. Тем не менее, другие ее части по периметру поперечного сечения и углубления остаются непарафинированными. Для того чтобы уточнить справедливость выводов, нужно произвести повторение опытов по определению $\mu = \text{tg} \alpha$ и по другим сторонам пряжи.

С этой целью следует изготовить плиту для испытания путем поворота на 180° укладки нити вместе на другую сторону. Для этого линейки со стойками 4 (рис. 5.3, б) из другой плиты нужно наложить на плиту с пряжей. Затем вторую плиту накладывают на пряжу так, чтобы линейки были установлены на свои места. Только после этого, прижимая линейки из обеих плит, пряжу можно перенести на другую плиту и убрать первую. Тем более при испытаниях за использованием плит соблюдать строгий порядок не требуется. Затем нужно повторить подобный опыт, проведенному раньше. По результатам проведенных опытов следует рассчитать среднее значение $\mu_{\text{ср}} = \text{tg} \alpha_{\text{ср}}$ пряжи по ее углублению.

Для полной характеристики μ крученой нити следует определить значение коэффициента трения и по выступам пряжи, которую можно найти по той же методике. Для этого колодку со стальными коньками – «ножкой» нужно устанавливать на поверхность плоскости, покрытой испытуемой нитью так, чтобы «ножки» были перпендикулярны линиям, образованным выступами или углублениями. Этот опыт необходимо провести вместе с предыдущим.

Следует отметить, что, фактически, нить после парафинирующего устройства не имеет постоянного среднего значения коэффициента трения. Так как, с одной стороны, контактируемая поверхность нити имеет два средних значения коэффициента трения: одно $\bar{\mu}_{\text{нпу}}$ по участкам углубления, а другое по выступу крученой пряжи $\bar{\mu}_{\text{п}}$. Тем не

менее, участки углубления остаются непарафинированными и их нужно отнести к необработанным участкам, не имеющими контакт с ПБ. Поэтому после обработки нитей на существующих парафинерах, можно говорить лишь о среднем значении коэффициентов трения нити, как по парафинированным $\bar{\mu}_п$, так и непарафинированным $\bar{\mu}_{нп}$ участкам. Среднее значение коэффициента трения по непарафинированным участкам определяется как:
$$\bar{\mu}_{нп} = \frac{\bar{\mu}_{2нп} + \bar{\mu}_{3нп} + \bar{\mu}_{4нп}}{3}.$$

В результате проведенного теоретического и экспериментального исследований установлено, что при обработке на существующих устройствах более 75 % поверхности пряжи остается непарафинированной. Это предопределяет повышение вероятности контакта непарафинированной части поверхности пряжи с элементами иглы. Потому такая обработка поверхности пряжи является неэффективной и требует усовершенствования процесса парафинирования пряжи. Тем более, в таком случае вовсе нельзя говорить о каком-либо среднем значении коэффициента трения пряжи. В лучшем случае, можно характеризовать качество обработки поверхности по значению коэффициента трения нити по 25 %-ному парафинированному участку и -75 %-ному непарафинированному участку поверхности. При этом, соответствующую запись μ следует произвести в виде $\bar{\mu}_{п25}$ и $\bar{\mu}_{нп75}$.

По результатам измерений установлено, что коэффициенты трения для чистошерстяной пряжи линейной плотности 31,2 текс \times 2 составляют: на парафинированной поверхности $\bar{\mu}_{п25} = 0,179(0,15 \div 0,20)$; на непарафинированной поверхности (углублении) $\bar{\mu}_{п25} = 0,32(0,28 \div 0,36)$; на непарафинированных участках $\bar{\mu}_{нп75} = 0,345(0,30 \div 0,36)$.

Проведено измерение значений коэффициента трения нити при разматывании из бобины, на которую намотана парафинированная нить с $\bar{\mu}_{п25}$ и $\bar{\mu}_{нп75}$. Измерение среднего коэффициенты трения нити выполнено на приборе «f-метр». Установлено, что при разматывании пряжи с парафинированной поверхностью на 25 %, коэффициенты трения имеют более низкие значения, соответственно $\bar{\mu}_{п25} = 0,167$ и $\bar{\mu}_{нп75} = 0,276$ ($\bar{\mu} = 0,22$), чем после выхода пряжи из парафинера, т. е. $\bar{\mu}_{п25} = 0,179$ и $\bar{\mu}_{нп75} = 0,33$. Это объясняется тем, что в структуре намотки бобины происходит дополнительное смазывание поверхности нитей за счет перехода парафина, имеющегося на поверхности других нитей, расположенных в контакте с ней.

5.1.3. Разработка методики оценки качества процесса вязания и трикотажа

Нарушения отдельных операций процесса петлеобразования и чрезмерный рост натяжения нити от ее разрывной нагрузки часто приводят к обрывности. Вязание реализуется под действием сил, которые прикладываются к нити и петлям полотна. Причины обрывности в своей основе определяются уровнем нагрузок, действующих при вязании [2, с. 28].

Многие исследователи [28, 34] для оценки качества процесса вязания при переработке сырья используют число случаев обрывности нити на 1 кг. Рассмотрим справедливость такой оценки.

На вязальных машинах, установленные на пути движения нити, нитенаправители и нитенатяжители, органы петлеобразования и петли имеют контакт с поверхностью нити, исключительно, по линии их соприкосновения, независимо от ее толщины. Для образования петель, нить до и после прокладывания на иглы, по всей длине испытывает определенную внешнюю нагрузку. При вязании трикотажа, в зависимости от вида переплетения и установленных параметров режима вязания, внешнюю нагрузку, действующую на нить, перерабатываемую на машине одного типа и класса, можно принять одинаковой.

Обрыв нити может произойти на любом участке по длине пряжи, по мере ее движения от бобины до окончательного образования новой петли [107]. Со сбрасыванием старой петли с иглы вероятность обрыва участка нити, равной ДНП, можно считать сведенной к нулю. Иначе риск обрыва нити сохраняется с образованием каждой петли. С увеличением числа образуемых петель в трикотаже этот риск будет еще большим. Тогда перерабатываемая нить, с общей длиной L , испытывает определенные нагрузки, которые в отдельных случаях способствуют ее обрыву, причем $L = 10^{-6}ln$ (км),

где l – ДНП (мм); n – количество петель.

Тем не менее, число петель увеличивается с увеличением длины перерабатываемой нити.

Общеизвестна зависимость между массой m (г) перерабатываемой нити с ее линейной плотностью T (текс) и длиной L (км): $m = LT$.

С увеличением длины нити растет и ее масса. Причем при $T_1 = T_2 = T = const$ соотношения длин отдельных участков перерабатываемой нити и их масс равны между собой, т. е.

$$\frac{L_1}{L_2} = \frac{m_1}{m_2}. \quad (5.6)$$

Для нитей с различными линейными плотностями $T_1 \neq T_2$ эта особенность не имеет места. В этом случае, нити с одинаковой массой $m_1 = m_2$, имеют разные длины $L_1 \neq L_2$, т. е. $T_1 L_1 = T_2 L_2$,

$$\frac{L_1}{L_2} = \frac{T_2}{T_1}. \quad (5.7)$$

Нить с меньшей линейной плотностью имеет большую длину, чем нить с большей линейной плотностью. При равенстве массы $m_1 = m_2$ перерабатываемых нитей с различными линейными плотностями, $T_1 \neq T_2$, число полученных петель из длинной нити, по сравнению с другой, будет больше. Тем самым будет выше и ожидаемая обрывность нити. Тогда, будет неверным использовать число случаев обрывности нити на 1 кг для сравнительной оценки качества процесса вязания трикотажа из различных нитей.

В общем виде будет правильным использовать обрывность, характеризованную числом случаев на единицу длины нити. Причем, за единицу длины нити можно принять, в зависимости от ее толщины, 1 км, 5 км, 10 км и т. д. В этом случае обрывность будет оценена числом «случаев на 1 км (5 км, 10 км и т. д.)».

При оценке качества переработки одной нити без сравнения с результатами другой, из-за постоянства соотношений длины участков нити и их массы, можно использовать обрывность нити как на единицу длины («случаев на 1 км, 5 км, 10 км и т. д.»), так и на соответствующую ей массу («случаев на m_1 , кг», где m_1 – масса нити длиной 1 км, 5 км, 10 км и т. д.). Использование в этом качестве обрывности нити на единицу массы, т. е. как «случаев на 1 кг» и др., является частным случаем оценки обрывности нити на единицу длины, соответствующую массе 1 кг и др.

Например, для нити $m_1 = 1$ кг, при линейной плотности T_i единица длины нити будет, как: $L_i = \frac{1000}{T_i}$ (км). Для нити с $T_1 = 15,4$ текс и $T_2 = 18,5$ текс, соответственно, $L_1 = \frac{1000}{15,4} = 64,94$ км и $L_2 = \frac{1000}{18,5} = 54,05$ км.

Необходимо отметить, что для каждого вида и линейных плотностей нитей, при одинаковой единице длины, например, $L_i = 10$ км, их массы m_i будут иметь разные значения. Значения m_i для некоторых видов сырья и линейных плотностей определены и сведены в табл. 5.1.

Если сравнивать данные [2, с. 35, 28] зависимости обрывности при вязании хлопчатобумажной нити линейной плотности 18,5 текс, на круглотрикотажных машинах МТ-1 22 класса и шерстяной пряжи линейной плотности 22,5 текс \times 2, на кругловязальных машинах «Мультикомет» 18 класса, от показателя фрикционных свойств, можно увидеть, что при $\mu = 0,17$ и $\mu = 0,19$ обрывность у хлопчатобумажной нити, соответственно, в 1,9 и 6,6 раза больше, чем у шерстяной пряжи, которые были оценены по числу случаев на 1 кг.

Таблица 5.1. Расчетные значения массы некоторых видов нитей и линейных плотностей одинаковой длины, равной $L_i = 10$ км

Вид сырья	Линейная плотность, текс	Масса нити, длиной $L_i = 10$ км, г
Ч/ш	31,2 \times 2	624
	31,2 \times 1	312
	31,2 \times 1 \times 2	624
П/ш	31,2 \times 1	312
	31,2 \times 1 \times 2	624
ПАН	31,2 \times 2	624
	34 \times 2	680
Х/б	15,4 \times 1	154
	15,4 \times 1 \times 2	308

Значения обрывности, полученные [34] для хлопчатобумажной нити и шерстяной пряжи, в зависимости от коэффициента тангенциального сопротивления, отличается от вышеупомянутых результатов тем, что обрывности (случаев на 1 кг) у хлопчатобумажной нити в 0,18 – 0,42 раза ниже, чем обрывность шерстяной пряжи. Тем не менее, при $\mu = 0,14$ и $\mu = 0,15$, соответствующее значение соотношений обрывностей составляет 0,41 – 0,42.

Сравнение результатов обрывности показывает, что в одном случае [2, с. 35, 28], хлопчатобумажная нить при вязании имеет повышенную обрывность, чем шерстяная пряжа, а в другом, наоборот [34]. Установленное противоречие между экспериментальными данными свидетельствует о неправильном выборе критерия для оценки качества процесса вязания по обрывности нити числом случаев на 1 кг.

Результаты зависимости обрывности нитей n (сл./10 км) одинаковой длины, принятой 10 км от коэффициента тангенциального сопротивления μ , при переработке ее на различных вязальных машинах, представлены в табл. 5.2.

Анализом полученных данных установлено, что на одинаковом минимальном уровне μ число случаев обрывности нити длиной 10 км (*сл./10 км*) у хлопчатобумажной нити, соответственно, в 7 и 1,3 раза меньше, чем у шерстяной и полушерстяной пряжи. Этот же показатель для чистой шерсти в 5,3 раза больше, чем у полушерсти. С увеличением значения μ число обрывности у шерстяной пряжи резко увеличивается, причем при $\mu = 0,28 - 0,31$ число обрывности для шерстяной пряжи составляет в 6 и 3,3 раза больше, чем у хлопчатобумажной нити и полушерстяной пряжи.

Таблица 5.2. Зависимость обрывности (*случаев на 10 км/1 кг*) при вязании от коэффициента тангенциального сопротивления пряжи

Вид сырья и линейная плотность, текс		Вид машины	Коэффициент тангенциального сопротивления, μ						
			0,15	0,16	0,20	0,22	0,28	0,30	0,31
Ч/ш	31,2 × 2	КЛК-6	<u>0,998</u>	–	–	<u>2,62</u>	–	–	<u>5,3</u>
			1,6			4,2			8,5
П/ш	31,2 × 1	Мульти-комет	–	<u>0,187</u>	<u>0,874</u>	–	–	<u>1,622</u>	–
				0,60	2,8			5,2	
Х/б	15,4 × 1	МС -5	<u>0,142</u>	–	<u>0,49</u>	–	<u>0,89</u>	–	–
			0,92		3,18		5,8		

Следует отметить, что характер изменения величины обрывности нити n , в зависимости от μ , зависит от принятого критерия. Если для оценки качества процесса вязания использован критерий обрывности нити (*сл./1 кг*), то результаты сравнения расходятся. Причем при минимальном значении коэффициента μ , соотношение числа обрывности между сравниваемыми видами сырья сохраняется. Но, с увеличением μ значения соотношений меняются, что также зависит от величины линейных плотностей нитей.

Установлено, что коэффициент трения влияет на вязальную способность пряжи, и для оценки ее принято число дефектов в 10 м полотна [108]. При уменьшении коэффициента трения в 3 раза путем парафинирования пряжи, число обрывов снижается в 39 раз. При увеличении коэффициента трения с 0,15 до 0,2, количество дефектов в 24 м полотна увеличивается в 15 раз [108].

Предложен метод измерения показателя фрикционных свойств нити, по значениям которого оценивается технологичность пряжи [3, с.185–201].

По этой методике, оценка технологичности СК объемной ПАН

пряжи линейной плотности 34 текс \times 2, при вязании трикотажа переплетением ластик 1 + 1 на плосковязальной машине ПВК 10 класса, не дала положительного результата. Полотна из этой пряжи имеют число дефектов больше, чем из пряжи кольцевого способа прядения (КСП). Причинами этого являются сбросы, обрывы стренг и др., хотя коэффициент тангенциального сопротивления для этой пряжи равнялся 0,24, а для крученой пряжи – 0,25.

При оценке технологической проходимости сырья следует учитывать структурные особенности пряжи и те механические свойства, которые связаны с ними. Оценка вязальной способности пряжи по остаточной разрывной нагрузке учитывает реальные условия процесса петлеобразования [9, 56], но не характеризует качество трикотажного полотна, которое зависит также от особенностей структуры и свойств пряжи.

Показатели физико-механических свойств пряжи в процессе вязания могут изменяться в зависимости от структурных особенностей пряжи, условий вязания, характеризующих его параметрами и качеством подготовки пряжи к вязанию. Влияние различных факторов в процессе вязания на перерабатываемое сырье отражается в изменении его свойств и качества полотна.

Тогда, за критерием оценки качества технологического процесса (КТП) $K_{\text{ТП}}$ переработки пряжи на вязальных машинах могут быть приняты коэффициенты сохранения исходных свойств нити $K_{\text{СВ}}$ и качества полотна $K_{\text{П}}$, в отдельности.

При этом могут быть четыре варианта значений $K_{\text{ТП}}$, т. е.: два однозначных ($K_{\text{СВ}}$ и $K_{\text{П}}$ имеют повышенное или пониженное значения); два неоднозначных (при повышенном значении $K_{\text{СВ}}$, $K_{\text{П}}$ имеет пониженное значение или наоборот).

При оценке КТП по однозначным $K_{\text{СВ}}$ и $K_{\text{П}}$, технологический процесс может быть характеризован как качественный или некачественный. При этом высокие значения качества полотна и сохранения исходных свойств нити, соответствующие оптимальному режиму процесса вязания, считаются приемлемыми.

В случае оценки КТП по неоднозначным $K_{\text{СВ}}$ и $K_{\text{П}}$, один и тот же процесс вязания получает отрицающие друг друга две оценки. Если по значению $K_{\text{СВ}}$, КТП получает высокую оценку, а по $K_{\text{П}}$ – низкую, или наоборот. При этом следует учитывать, что сохранение исходных свойств нити не нормировано. Допустимое его значение нужно определить опытным путем, соответствующее максимальному $K_{\text{СВ}}$ и $K_{\text{П}}$, при оптимальном режиме вязания.

Эксплуатационные характеристики изделий, изготовленных исключительно из качественной части полотна, во многом зависят от сохранения исходных свойств нити. Тем не менее, качество полотна и свойства нити в полотне несут объективную информацию о качестве процесса вязания. Поэтому, для оценки качества технологического процесса вязания и трикотажного полотна в общем виде, нужно учитывать $K_{св}$ и $K_{п}$, условно вместе, как: $K_{тп} = K_{св} + K_{п}$.

Для оценки $K_{тп}$ в процентах, последнее выражение необходимо записать в виде:

$$K_{тп} = \left(\frac{A_2}{A_1} + \frac{m_t - m_b}{m_t} \right) \cdot 100 (\%), \quad (5.8)$$

где A_1, A_2 – соответственно, исходная и остаточная работа, затраченная на разрыв пряжи, Дж [79, с. 128–129]; m_t – масса куска трикотажного полотна, кг; m_b – масса трикотажного полотна с дефектными местами, кг, $m_b = 25 \cdot 10^{-5} m n$; m – ППТ, г/м²; n – число условно вырезаемых дефектных участков, площадью 0,25 м².

Снижение сортности полотна при переработке пряжи, по сравнению с нормативом, характеризует нарушения при выполнении отдельных операций петлеобразования. Уменьшение относительной работы разрыва пряжи (ОРРП) также является результатом установки неоптимальных технологических параметров вязания НДС и изменений механических свойств нити.

В процессе вязания, из-за вращательного движения пряжи ее крутка, в зависимости от входного натяжения, уменьшается на 13 – 14,3 % (см. приложение 2). Тем самым, уменьшается разрывная нагрузка и удлинение пряжи при разрыве. Следует отметить, что обрыв свободных концов волокон на поверхности пряжи при этом не играет роли.

При отсутствии дефектов на полотне $m_b = 0$ и при условии, $A_2 = A_1$, тогда $K_{тп} = 2$. Но так как в процессе переработки всегда $A_2 < A_1$, значит, должно выполняться условие $0 \leq K_{тп} \leq 2$. Приближение фактического значения показателя качества технологического процесса к его максимальному пределу будет характеризовать хорошее качество вязания и полотна, а к минимальному пределу – как плохого. Для удобств в расчетах можно пользоваться средним значением $K_{тп}$, найденным по выражению (5.8), т. е.

$$\bar{K}_{тп} = \frac{K_{тпфакт}}{2} \cdot 100 \leq 100 (\%) \quad (5.9)$$

или
$$\bar{K}_{\text{ТП}} = \frac{K_{\text{ТПфакт}}}{2} \leq 1. \quad (5.10)$$

Путем определения свойств нити, взятой из материала готового изделия можно получить информацию о качестве процесса вязания выработывающего полотна. При этом $K_{\text{ТП}}$ должен определяться первым слагаемым выражения (5.8). Полученное $K_{\text{ТП}}$ может служить экспертной оценкой отношения производителя к производству изделий на любой стадии его нахождения и соответствия продукции к предъявленным требованиям перед эксплуатацией.

5.2. Принятие практических мер, способствующих повышению качества процесса вязания и трикотажного полотна

5.2.1. Исследование влияния плотности намотки бобины на параметры трикотажа

Для выявления характера изменения плотности намотки бобин был проведен эксперимент на мотальной машине МТ-150-2 [94]. Количество грузовых шайб в нитенатяжном устройстве было 3 единиц, т. е. 24 г; масса ПБ по всей протяженности перемотки сохранилась стабильной, примерно 16 г. В эксперименте использована объемная ПАН пряжа 31,2 текс × 2, п/ш 31,2 текс × 1, ч/ш 22,2 текс × 2.

Плотность намотки была определена известной формулой:

$$\gamma = \frac{m}{V},$$

где γ – плотность намотки, г/см³; m – масса пряжи на бобине, г; V – объем бобины, см³.

Для определения изменений плотности бобин в радиальном направлении верхний слой перемотан на отдельный патрон, и оставшаяся часть бобины была измерена. Это соответствует состоянию бобины в процессе вязания, в котором, по мере переработки пряжи, уменьшается его диаметр.

По результатам полученных данных построены графики (рис. 5.5) изменения плотности намотки в зависимости от диаметра малого торца бобины. Из графиков, показанных на рис. 5.5 видно, что с приближением к поверхности патрона, плотность в слоях намотки бобины уменьшается.

Минимальное значение плотности намотки для ПАН пряжи 0,173 г/см³ достигается при диаметре малого торца бобины 5,3 см (гр. 1), для чистой шерсти $\gamma = 0,182$ г/см³ при – 6,9 см (гр. 2), а для полушерсти $\gamma = 0,200$ г/см³ при – 5,5 см (гр. 3). Максимальное значение плотности намотки для ПАН пряжи 0,313 г/см³ достигается при диа-

метре 13,3 см, для чистой шерсти $0,363 \text{ г/см}^3$ при – 15,2 см, а для полушерсти $0,376 \text{ г/см}^3$ при – 15,29 см.

Установлено, что с уменьшением линейной плотности пряжи значение послойной плотности намотки и намотки в целом, увеличивается. Соответственно, из графиков 1, 2 и 3 видно, что плотность намотки ПАН пряжи ниже, чем у шерстяной и полушерстяной пряжи.

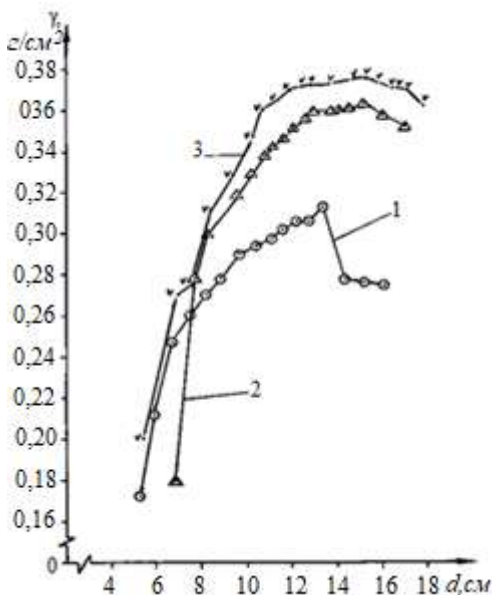


Рис. 5.5. Изменение плотности намотки в зависимости от диаметра малого торца бобины

Увеличение плотности намотки до определенного значения является также результатом нарастания давления бобины на мотальный барабанчик. По мере увеличения диаметра намотки происходит отклонение бобины на заднее положение, меняется центр тяжести бобины, который способствует стабилизации давления бобины, несмотря на увеличение ее массы. Этому моменту перемотки соответствует среднее – стабильное значение плотности намотки.

Для верхних слоев намотки характерно некоторое уменьшение плотности. Плотность намотки $0,275 \text{ г/см}^3$ для ПАН пряжи соответствует диаметру малого торца бобины 16,1 см, для чистой шерсти $0,352 \text{ г/см}^3$ – 17 см, а для полушерсти $0,362 \text{ г/см}^3$ – 17,83 см. Это объясняется, кроме всего прочего, уменьшением давления нити в верхних слоях намотки. Безусловно, нестабильная послойная плотность намотки требует учета ее значения в процессе переработки на вязальных машинах.

Далее, экспериментально изучено влияние плотности намотки бобины на основные параметры трикотажа, т. е. на ДНП, общую плотность и поверхностную плотность [94].

Для этого на мотальной машине МТ-150-2 была перемотана объемная ПАН пряжа линейной плотности 31,2 текс × 2. Парафинирование осуществлено при стабильной массе ПБ 16 г. Плотность намотки была изменена в пределах 0,18 – 0,37 г/см³. Трикотаж переплетения ластик 1 + 1 выработан на плоскофанговой машине ПВКМ 10 класса. После отделки и 24 часовой отлежке образцов трикотажа, по стандартной методике, были определены ДНП l , горизонтальные P_T и вертикальные P_B плотности петель, также ППТ m_s .

На основании полученных данных построены соответствующие графики (рис.5.6) изменения ДНП l (гр.1), общей плотности, принятой как $P = P_T P_B$ (гр. 2) и ППТ m_s (гр.3) в зависимости от плотности γ намотки. Из данных видно, что эти изменения можно выравнять прямыми линиями. Установлено, что с увеличением плотности намотки в пределах 0,18 – 0,37 г/см³, ДНП уменьшается от 6,62 до 6,0 мм, общая плотности ППТ увеличивается, соответственно, на 42,1 и 28,5 %.

Уменьшение ДНП трикотажа переплетения ластик 1 + 1 является результатом роста натяжения нити в процессе вязания. Если условие процесса петлеобразования и движения нити от поверхности бобины до иглы остается неизменным, то увеличение плотности намотки яв-

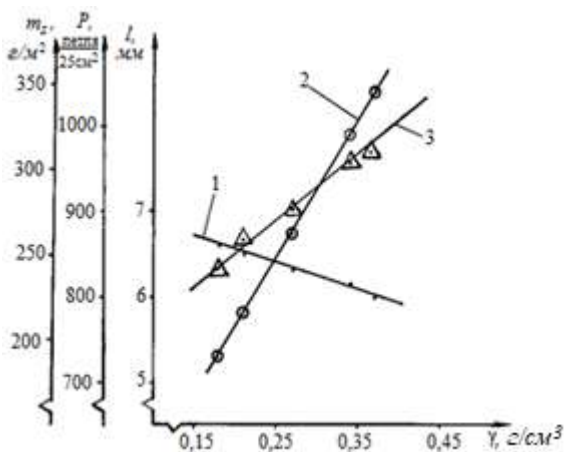


Рис. 5.6. Изменение плотности намотки в зависимости от диаметра малого торца бобины

ляется причиной повышения натяжения нити в процессе вязания.

Входное натяжение нити T_0 при прокладывании на иглу состоит из $T_0 = t_n + t_d$,

где t_n – остаточное натяжение нити, от полученного в процессе перематывания; t_d – натяжение нити, полученное на пути движения от поверхности бобины до иглы.

Под действием давления наружных слоев намотки, внутренние слои уплотняются и несколько смещаются к центру паковки. В результате этого, натяжение витков во внутренних слоях уменьшается [40, с. 33]. Несмотря на это обстоятельство, витки полностью не освобождаются от исходного натяжения, полученного во время перематывания. Определенная часть натяжения нити сохраняется и в структуре бобины, поскольку они находятся во взаимодействии с нитями смежных витков намотки. Нити при отделении с поверхности бобины с повышенной плотностью будут иметь остаточное натяжение большего значения, чем это имеет место на бобине с меньшей плотностью.

Таким образом, с ростом плотности намотки будет расти значение входного натяжения нити в процессе петлеобразования. Это способствует увеличению максимального значения натяжения нити при ее кулировании.

При выборе линейной однофакторной регрессионной модели (модели первого порядка), для описания экспериментальных данных, можно принять уравнение прямой линии в виде $Y = aX + b$, где коэффициенты a и b определены методом наименьших квадратов [109, с. 925].

Уравнения зависимости между плотностью намотки и параметрами структуры трикотажа имеют вид:

$$\text{для ДНП} \quad l = -3\gamma + 7,16, \quad (5.11)$$

$$\text{для общей плотности} \quad P = 1614\gamma + 439,5, \quad (5.12)$$

$$\text{а для ППТ} \quad m_s = 356,1\gamma + 182,1. \quad (5.13)$$

Среднеквадратическая ошибка измеряемых параметров трикотажа не превышает 2 %.

В результате вышеизложенного анализа установлено, что параметры трикотажа зависят от плотности намотки бобины. Для получения трикотажа равномерной петельной структуры и предотвращения не запланированного изменения его поверхностной плотности, нужно предпринимать меры выравнивания плотности намотки бобины при подготовке пряжи и нитей к вязанию.

Уравнения, характеризующие зависимость между плотностью γ намотки бобины и параметрами трикотажа l, P и m_s , можно рекомендовать для практического использования на производстве.

5.2.2. Разработка методов оценки качества обработки пряжи и исследование ее парафинирования

Процесс парафинирования нити происходит под давлением ПБ и при этом, обрабатывается определенная площадь ее поверхности, на которую наносится израсходованный парафин. При постоянной силе тяжести ПБ, его давление зависит от величины контактной площади нити.

В зависимости от вида сырья, линейной плотности и массы перемотанной пряжи площади парафинированных ее поверхностей будут отличаться друг от друга. Поскольку парафин наносится на поверхность пряжи, то представляет интерес определение критерия оценки степени парафинированности сравнимых видов сырья по их равным площадям парафинированной поверхности [91].

Допустим, следует сравнивать степень парафинированности двух видов пряжи с линейными плотностями T_1 и T_2 .

Равные площади парафинированной поверхности нитей, принятые как половина боковой площади цилиндрического стержня, можно написать в виде: $S_1 = S_2$ и $\pi R_1 L_1 = \pi R_2 L_2$, откуда $R_1 L_1 = R_2 L_2$, где R_1, R_2 – радиусы нитей; L_1, L_2 – длина нитей.

С учетом соответствующих значений [5, с. 100] $R = 0,5c\sqrt{T}$ и $L = \frac{m}{T}$, получим: $\frac{c_1 m_1}{\sqrt{T_1}} = \frac{c_2 m_2}{\sqrt{T_2}}$, откуда

$$m_2 = \frac{c_1 m_1}{c_2} \sqrt{\frac{T_2}{T_1}}, \quad (5.14)$$

где m_2 – масса необходимой нити с линейной плотностью T_2 , с площадью S_2 парафинированной поверхности; m_1 – принятая масса необходимой нити с линейной плотностью T_1 , с площадью S_1 парафинированной поверхности; c_1, c_2 – коэффициенты для данных видов сырья.

С другой стороны, нити с массой m_1 и m_2 , при оценке степени парафинированности, могут быть сравнены в случае равенства площадей $S_1 = S_2$ с их парафинированной поверхностью. Так как $m_1 = \pi R_1^2 L_1 \gamma_1$, $m_2 = \pi R_2^2 L_2 \gamma_2$ или $m_1 = \pi R_1 L_1 R_1 \gamma_1 = S_1 R_1 \gamma_1$, $m_2 = \pi R_2 L_2 R_2 \gamma_2 = S_2 R_2 \gamma_2$.

Из этих выражений определим площади и при $S_1 = S_2$ получим:

$$\frac{m_1}{R_1 \gamma_1} = \frac{m_2}{R_2 \gamma_2}.$$

Учитывая значения радиусов нитей в соотношении, получим:

$$\frac{m_1}{\gamma_1 c_1 \sqrt{T_1}} = \frac{m_2}{\gamma_2 c_2 \sqrt{T_2}}, \text{ откуда}$$

$$m_2 = \frac{c_2 \gamma_2 m_1}{c_1 \gamma_1} \sqrt{\frac{T_2}{T_1}}, \quad (5.15)$$

где γ_1, γ_2 – плотности вещества нитей.

$$\text{Приравнявая (5.14) и (5.15) } \frac{c_1 m_1}{c_2} \sqrt{\frac{T_2}{T_1}} = \frac{c_2 \gamma_2 m_1}{c_1 \gamma_1} \sqrt{\frac{T_2}{T_1}}, \text{ откуда}$$

$$\frac{\gamma_2}{\gamma_1} = \frac{c_1^2}{c_2^2}. \quad (5.16)$$

Подставив значение (5.16) в (5.15), находим формулу (5.14).

Формулы (5.14) и (5.15) служат для определения единицы массы нитей, сравниваемых между собой по степени их парафинированности. Для оценки степени парафинированности пряжи можно воспользоваться распределением δ израсходованного парафина $g_{\text{п}}$ на поверхности перемотанного сырья, равным условной единице массы m_i ; распределением ξ израсходованного парафина, равным условной единице массы $g_{1\text{п}}$, на поверхности перемотанного сырья с массой $m_{\text{н}}$ и процентом ν нанесенного слоя парафина от массы перемотанного сырья, т. е. процентом парафинирования. Значения δ , ξ и ν , соответственно, определяются формулами:

$$\delta = \frac{g_{\text{п}} m_i}{m_{\text{н}}} (\text{г}), \quad (5.17); \quad \delta = \frac{c_1 g_{\text{п}} m_1}{c_2 m_{\text{н}}} \sqrt{\frac{T_2}{T_1}} (\text{г}), \quad (5.18); \quad \xi = \frac{m_{\text{н}} g_{1\text{п}}}{g_{\text{п}}} (\text{г}), \quad (5.19)$$

$$\text{или} \quad \xi = \frac{m_i g_{1\text{п}}}{\delta} (\text{г}), \quad (5.20); \quad \nu = \frac{g_{\text{п}}}{m_{\text{н}}} 100 (\%), \quad (5.21)$$

где δ – распределение израсходованного парафина на поверхности перемотанной пряжи, равной условной единице массы; ξ – распределение условной единицы массы израсходованного парафина на поверхности перемотанной пряжи; ν – процент нанесенного слоя парафина от массы перемотанного сырья или процент парафинирования; $m_{\text{н}}$ – масса перемотанной пряжи; $g_{\text{п}}$ – расход парафина на массу перемотанной пряжи; m_i – условная единица массы перемотанной пряжи; $g_{1\text{п}}$ – условная единица массы израсходованного парафина.

Для определения единицы массы нитей, например, парафинированной шерстяной пряжи линейных плотностей $T_1 = 31,2$ текс х 2

и $T_2 = 31,2$ текс $\times 1$, используем формулу (5.14): при $m_1 = 100$ г, $c_1 = c_2 = 0,031$ находим $m_2 = 71$ г.

Необходимо отметить, что для каждого вида и линейных плотностей нитей условная единица массы будет иметь разные значения. Значения для некоторых видов сырья и линейных плотностей определены и сведены в табл. 5.3.

Таблица 5.3. Расчетные значения m_i условной единицы массы для оценки парафинированности сырья

Вид сырья	Линейная плотность, текс	Значения коэффициента c для данного вида сырья	Условная единица массы перемотанной пряжи, m_i , г, при $m_1 = 100$ г
Ч/ш	31,2 \times 2	0,031	100
	31,2 \times 1	0,031	71
	31,2 \times 1 \times 2	0,031	100
П/ш	31,2 \times 1	0,032	69
	31,2 \times 1 \times 2	0,032	97
ПАН	31,2 \times 2	0,033	94
	34 \times 2	0,033	98
Х/б	15,4 \times 1	0,029	53
	15,4 \times 1 \times 2	0,029	75

Для определения распределения ξ за условную единицу предлагается принять 0,001; 0,01; 0,1; 1 г массы израсходованного парафина. Для выяснения характера расхода парафина при перемотке ч/ш и п/ш пряжи линейных плотностей 31,2 текс \times 2, 31,2 текс \times 1, 31,2 текс \times 1 \times 2, ПАН пряжи линейной плотности 31,2 текс \times 2, хлопчатобумажной нити линейных плотностей 15,4 текс \times 1, 15,4 текс \times 1 \times 2, был проведен эксперимент. При этом использован рецепт сплава [110], содержащего ПБ, с количеством компонентов, в %: парафин 75 (95) + керосин 25 (5). Используются разные по массе ПБ.

По результатам обработанной пряжи были определены степени их парафинированности. Измерение соответствующих коэффициентов трения пряжи проводилось на приборе « κ -метр». Из экспериментальных данных, полученных по видам сырья, структуре и линейных плотностей, построены графики. Соответствующие графики характеризуют распределение δ израсходованного парафина на поверхности перемотанной пряжи, равным условной единице массы m_i (рис. 5.7), распределение ξ израсходованного парафина, равным условной единице массы, на поверхности перемотанного сырья (рис. 5.8), процент нанесенного слоя парафина ν от массы перемотанного сырья (рис. 5.9) и изменение коэффициента трения пряжи или нити μ (рис. 5.10) в за-

висимости от массы ПБ.

Из графиков (рис. 5.7 – 5.9) видно, что, по мере увеличения массы $m_{\text{п}}$ ПБ, увеличивается масса наносимого парафина на пряжу. При этом, степень повышения парафинированности пряжи характеризуется ростом значений δ и ν , а также уменьшением значения ξ .

Коэффициент трения пряжи зависит от ее вида и линейной плотности, так как с уменьшением толщины нити увеличивается давление ПБ на нее. Поэтому масса наносимого парафина на единице площади

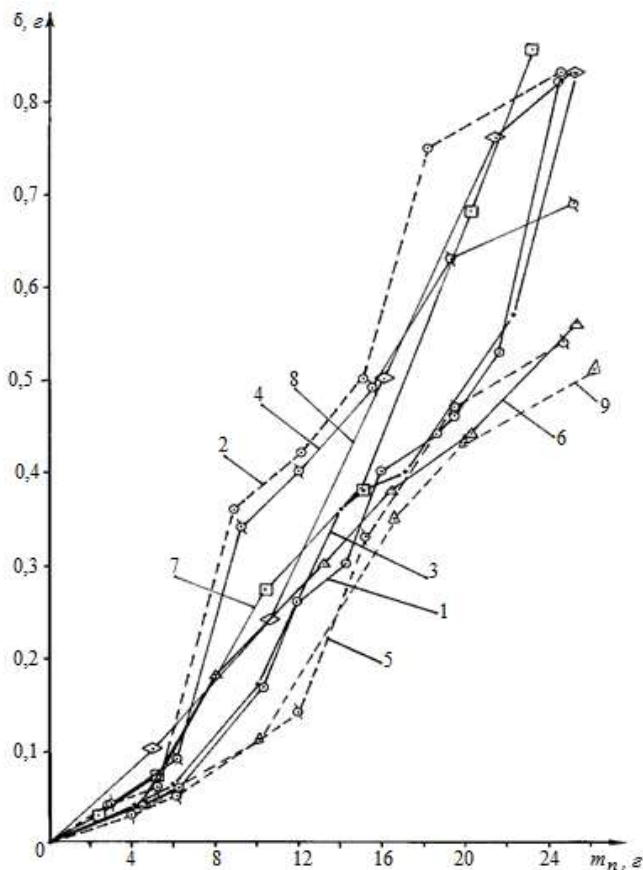


Рис. 5.7. Распределение израсходованного парафина на поверхности перемотанной пряжи, равным условной единице массы, в зависимости от массы ПБ

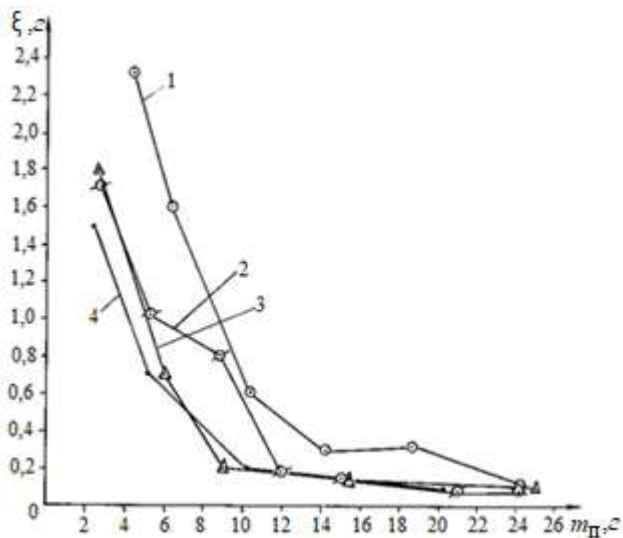


Рис. 5.8. Распределение израсходованного парафина, равным условной единице массы, на поверхности перемотанного сырья, в зависимости от массы ПБ

растет, с одной стороны, а коэффициент трения между нитью и ПБ, в зависимости от вида сырья, имеет разные значения, с другой.

Установлено, что коэффициент трения нити также зависит от массы $m_{П}$ ПБ. Причем для шерстяной пряжи линейной плотности 31,2 текс \times 2 (рис. 5.10, гр. 1) минимальное значение $\mu = 0,15$ соответствует массе $m_{П} = 15,9$ г, тогда как сравнительно низкое значение $\mu = 0,14$ получается для шерстяной нити линейной плотности 31,2 текс \times 1 при $m_{П} = 8,9$ г, а дальнейшее увеличение сопровождается умеренным ростом μ .

Если парафинировать две одинаковые нити вместе (гр. 2), коэффициенты трения такой трощеной нити будут ближе тех же значений для крученой пряжи, хотя при трощении после парафинирования двух одинаковых нитей коэффициенты трения (гр. 3) соответствуют аналогичным данным для одиночной нити. Этот вывод подтверждает целесообразность трощения парафинированной исходной одиночной нити для последующего ее кручения. Такой результат получается также для одиночных полушерстяных нитей линейной плотности 31,2 текс \times 1, содержащих нитроновое волокно – 50 %. Коэффициент тре-

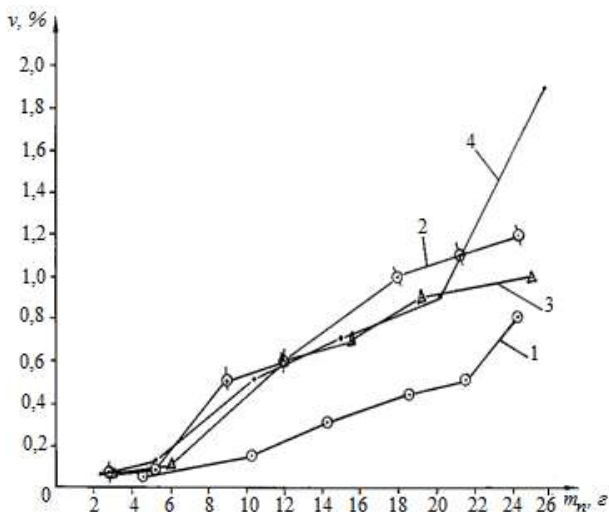


Рис. 5.9. Процент парафинирования, в зависимости от массы ПБ

ния минимального значения $\mu = 0,135$ (гр. 4) получается при массе ПБ, равной 12 г, а при парафинировании трощеной полушерстяной нити линейной плотности $31,2 \text{ текс} \times 1 \times 2 - \mu = 0,13$ (гр. 5) при $m_{п} = 15,2 \text{ г}$, это объясняется наличием нитронового волокна.

Обработка ПАН пряжи линейной плотности $31,2 \text{ текс} \times 2$ показывает, что минимальные значения μ от 0,13 до 0,135 (гр. 6) соответствуют изменениям $m_{п}$ от 13,2 г до 16,4 г. При обработке хлопчатобумажной нити линейной плотности $15,4 \text{ текс} \times 1$ установлено, что минимальное значение μ от 0,13 до 0,14 (гр. 7) обеспечивается при массе ПБ 10,3 – 15 г, а для обработки трощеной нити линейной плотности $15,4 \text{ текс} \times 1 \times 2 - 10,6 - 16,1 \text{ г}$ (гр. 8).

Из графиков 9 (рис. 5.7–5.9) видно, что по мере увеличения массы ПБ, увеличивается масса наносимого парафина на участки СК ПАН пряжи. Однако некрученный участок, по сравнению с трощеной нитью, обрабатывается хуже. Из-за точечного контакта поверхности СК пряжи, масса наносимого на него парафина сравнительно меньше. Поэтому, несмотря на увеличение массы ПБ степень парафинирования и значения коэффициентов трения некрученного участка СК пряжи можно считать неудовлетворительным.

Крученный участок СК пряжи по сравнению с крученой пряжей, парафинируется не в одинаковых условиях. Во-первых, на отрезке,

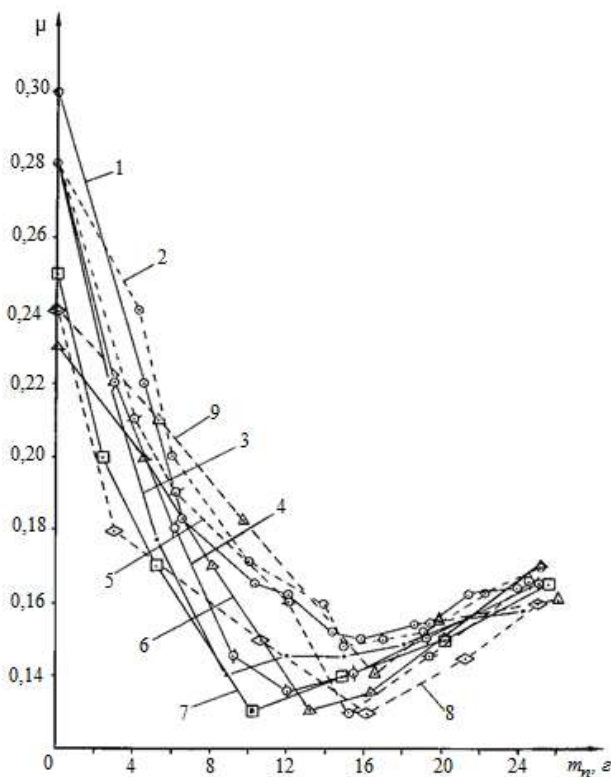


Рис. 5.10. Изменение коэффициента трения пряжи, в зависимости от массы ПБ

равном длине крученого участка, число кручений у СК пряжи примерно в 1,7 раза больше, чем у крученой кольцевой пряжи. Во-вторых, крученый участок СК пряжи парафинируется в результате неполного общего контакта с ПБ, тогда как крученая пряжа парафинируется полным общим контактом с ПБ (за исключением зоны с узлом). Минимальному значению коэффициента трения 0,14 – 0,155 (рис. 5.11, гр. 9) крученого участка СК ПАН пряжи линейной плотности 34 текс × 2 соответствует большая масса ПБ 16,5 – 19,8 г. В этой же массе ПБ некрученный участок имеет сравнительно высокое значение μ , изменяющееся в пределах 0,17 – 0,18.

Пряжу или нити малой линейной плотности необходимо обрабатывать при минимальной массе ПБ. Причем в одинаковых условиях обработки на одиночные нити наносится больше парафина, чем кру-

ченные или нити трощеные в процессе парафинирования. Увеличение массы ПБ недопустимо еще по той причине, что увеличивается натяжение наматываемой нити на бобину. Иначе ухудшаются параметры структуры намотки, которые плохо влияют на ход процесса вязания.

Установлено, что эффективность процесса парафинирования шерстяной пряжи линейной плотности 31,2 текс х 2 обеспечивается при оптимальной массе ПБ 14,3 – 18,6 г, для трощеной нити линейной плотности 31,2 текс х 1 х 2 – 15 – 19,2 г, для одиночной нити линейной плотности 31,2 текс х 1 – 8,9 – 18,1 г. Соответственно, для ПАН пряжи линейной плотности 31,2 текс х 2 масса $m_{\text{п}}$ ПБ составляет 13,2 – 20,1 г, для полушерстяной трощеной нити линейной плотности 31,2 текс х 1 х 2 – 15,2 – 19,4 г и одиночной нити линейной плотности 31,2 текс х 1 – 9,2 – 19,2 г. Для хлопчатобумажной трощеной нити линейной плотности 15,4 текс х 1 х 2 масса $m_{\text{п}}$ ПБ имеет значения 10,6 – 21,3 г и одиночной нити линейной плотности 15,4 текс х 1 – 10,3 – 20,2 г.

Если не предпринять дополнительных мер для стабилизации расхода парафина, то с уменьшением массы ПБ, например, от 15,89 до 4,48 г, при соответствующем уменьшении расхода парафина в 5,2 раза, способность такого ПБ обрабатывать пряжу снижается в 10 раз.

Результаты полученных данных показывают, что пряжа, парафинированная в разное рабочее время на одной мотальной головке, с использованием того же ПБ, будет иметь разное значение расхода парафина и, соответственно, – коэффициента трения. При этом, в одинаковых условиях парафинирования на нити, расположенные на нижних слоях намотки бобины, будут нанесены частицы парафина в большем количестве, чем на нити, расположенные на верхних слоях. Эту особенность нельзя забывать при переработке пряжи на вязальных машинах.

Тогда нити, расположенные на верхних слоях бобины, имеют завышенные значения коэффициента трения, чем нижележащие. Очевидно, по мере расхода пряжи в процессе переработки изменится и режим вязания, если даже основные параметры его установлены правильно и контролируются постоянно.

В результате выполненных исследований установлено, что необходимо выбирать оптимальную массу ПБ и нужно сохранять постоянным его давление на движущуюся нить. Тогда будет возможным обеспечение стабильности коэффициента трения нити по всей ее протяженности. Конечно, с учетом ряда других факторов, влияющих на этот показатель сырья, в первую очередь, нужно отнести свойства рецептов сплавов и перерабатываемых видов сырья.

Из анализа теоретического и экспериментального исследования пришли к выводу, что для парафинирования СК пряжи и пряжи с различной структурой, например фасонной, нельзя применять те же

устройства, которые пригодны для обычных нитей с равномерной структурой.

5.2.3. Разработка средств для обработки пряжи и исследование их влияния на качество трикотажа

При переработке натурального вида сырья [26] и ее смеси с искусственными волокнами, выделяется большой процент пуха, который является, в большинстве случаев, причиной образования дефектов полотна.

Образование пуха происходит в результате обрыва кончиков волокон из-за многократного изгиба в разном направлении, под действием внешних нагрузок, которые во многом зависят от качества обработки сырья.

Процесс вязания на вязальных машинах осуществляется при установлении определенных значений натяжения нити, коэффициента трения, скорости вязания и др. факторов. Для улучшения технологического процесса вязания необходимо обеспечить минимальное значение коэффициента тангенциального сопротивления пряжи. Поскольку фрикционные свойства нити влияют на качество процесса вязания и полученной продукции, то становится очевидным решение задачи по обработке сырья эффективными средствами.

Для обработки пряжи применяются блоки из сплава парафина с различными добавками, приготовляемыми в специальных формах. Считаются наиболее эффективными, при вязании трикотажа из парафинированной пряжи, сплавы парафина с церезином [39, с. 40]. По данным [38, с. 178–179], ПБ для пряжи (нитей) готовят из сплава парафина с церезином и щелочью. В табл. 5.4 приведены рецепты сплавов, рекомендуемые для трикотажного производства [38, с. 179, 45, с. 62]. На производственных условиях не всегда выдерживают технологические режимы, рекомендованные для подготовки пряжи к вязанию, в том числе и парафинированию того или иного вида сырья.

Обычно, для обработки ч/ш, п/ш и ПАН пряжи применяют рецепты сплавов, предназначенные для хлопчатобумажной пряжи (нити). Иногда используют чистый парафин (100 %) для обработки основных видов пряжи, невзирая на то, что применение его без необходимых компонентов является малоэффективным. Применение чистого парафина лучше, чем, если не применять что-либо другое. Для обоснованной разработки новых средств, применяемых при обработке трикотажного сырья, прежде всего, необходимо выявить причины низкой эффективности обработки существующими средствами.

Вначале, для оценки эффективности обработки сырья, воспользуемся процентом вырезки дефектных мест на выработанном полотне.

Таблица 5.4. Рецепты парафиновых сплавов

Номер рецепта	Компонент сплава	Температура каплеобразования компонента, °С	Количество компонента, %	Температура каплеобразования сплава, °С
1	Церезин	80	100	80
2	Парафин Церезин	53 68	90 10	60
3	Парафин Церезин	53 80	70 30	70
4	Парафин Стеарин Едкий натр 40 %-ный (сода) Глицерин	53 59 – –	68 25,5 3,5 3,0	86
5	Парафин Стеарин Едкий натр 40 %-ный (сода) Глицерин	53 59 – –	78 16,7 2,3 3,0	70
6	Парафин Мыло хозяйственное Глицерин	53 – –	85 12 3	–

Для этого, сплавами, содержащими различные компоненты, были обработаны соответствующие виды сырья и выработаны трикотажные полотна. Вязание полотен из х/б, ч/ш и п/ш пряжи проводилось на кругловязальной машине ОДЗИ, а из ПАН пряжи – на КЛК-2.

После вязания полотен была произведена их разбраковка, результаты которой были сравнены с результатами переработки непарафинированной пряжи. Результаты разбраковки полотен приведены в табл. 5.5.

Из данных, приведенных в табл. 5.5 видно, что при переработке непарафинированной пряжи процент вырезки дефектных мест полотна получается высоким и меняется в пределах 7,06 – 8,66 %, которое недопустимо. С применением средства для обработки пряжи дефектные места на полотне снижаются. Установлено, что применение церезина в чистом виде дает лучший эффект, чем – стопроцентного парафина. Можно считать также применение парафина с церезином (рецепты 2 и 3, табл. 5.4) наиболее эффективным, тем не менее, вырезка

дефектных мест полотна остается высокой и меняется в пределах 4,16 – 6,30 %.

На трикотажных фабриках чаще всего применяют легкодоступный сплав по рецепту 6. Данные эксперимента показывают, что добавка в состав компонентов сплава хозяйственного мыла лучше, чем использование парафина и церезина в отдельности, хотя и этот состав уступает другим комбинациям сплава парафина, применяемым при обработке трикотажного сырья.

Установлено, что для интерлочного полотна из хлопчатобумажной нити наименьшая вырезка (4,90 %) обеспечивается при использовании сплава по рецепту 3. Использование этого рецепта также способствует снижению вырезки дефектных мест полотна комбинированного переплетения из полушерстяной пряжи до 4,16 %. Сплав, изготовленный по рецепту 5, является сравнительно эффективным средством для обработки шерстяной пряжи. Из такой пряжи обеспечи-

Таблица 5.5. Изменение процента вырезки дефектных мест, в зависимости от соотношения компонентов сплава

Вид сырья и линейная плотность, текс	Переплетение	Вырезка дефектных мест полотна, %, для сплава, мас. %:							
		1	2	3	4	5	6	7	8
		Церезин 100	Парафин 90 + Церезин 10	Парафин 70 + Церезин 30	Парафин 68 + Стеарин 25,5 + Ед. натр 40%-ный 3,5 + Глицерин 3,0	Парафин 78 + Стеар. 16,7 + Ед. натр 40 %-ный 2,3 + Глицерин 3,0	Парафин 85 + Мыло хозяйственное 12 + Глицерин 3,0	Парафин и др. 0	Парафин 100
Ч/ш 31,2 × × 1	Интерлочное	6,29	6,30	5,86	6,37	5,7	6,50	8,44	6,91
П/ш 22,2 × × 2	Комбинированное	5,14	4,40	4,16	4,8	4,46	5,12	7,37	5,54
Х/б 15,4 × × 1 × 2	Интерлочное	5,46	5,10	4,90	5,12	5,04	5,43	8,66	6,73
ПАН 31,2 × × 2	Ластичное	6,20	5,90	5,85	5,6	5,92	5,85	7,06	6,61

вается образование 5,7 %-ной вырезки дефектных мест, в процессе вязания трикотажа интерлочного переплетения. Обработка ПАН пряжи со сплавом по рецепту 4 способствует получению 5,6 % вырезки дефектных мест при вязании полотна ластичного переплетения. Применение сплава, включающего в себя дополнительно стеарин и 40 %-ный едкий натр способствует уменьшению обрывности пряжи в процессе вязания до 12 %.

В результате анализа экспериментальных данных установлено, что главной причиной низкой эффективности переработки пряжи является некачественная обработка ее поверхности. Во-первых, обрабатывается не вся поверхность пряжи. Во-вторых, из-за достаточной твердости парафина, нанесенного на пряжу, часть его выпадает на пути от ПБ до бобины. В-третьих, часть парафина с поверхности нити в бобине переходит на поверхность других нитей, имеющих контакт с нею. В-четвертых, не обосновано применение того или иного рецепта сплава парафина, необходимого для конкретного вида сырья.

Широкий ассортимент перерабатываемого в трикотажном производстве сырья, диктует необходимость научно-обоснованного использования средств их обработки. Поиски способов улучшения вязальной способности пряжи привели к разработке нового сплава для обработки пряжи [110], которому соответствует следующее соотношение компонентов, мас. %: парафин 75 (95) + керосин 25 (5).

Сущность приготовления предлагаемого сплава заключается в том, что после расплавления парафина добавляют керосин, перемешивают 5 – 10 минут, а затем в специальных формах отливают ПБ. Полученные ПБ используют для парафинирования (обработки) шерстяных, полушерстяных, хлопчатобумажных, ПАН и др. видов пряжи и нитей в процессе их перематывания.

Для оценки качества обработки сырья с применением нового сплава, была перемотана пряжа массой 50 кг каждая: чистая шерсть 31,2 текс × 1, полушерсть 22,2 текс × 2, хлопчатобумажная 15,4 текс × 1 × 2 и ПАН 31,2 текс × 2. После суточной отлежки из обработанных видов сырья были выработаны соответствующие трикотажные полотна. Вязание полотен из шерстяной, полушерстяной пряжи и хлопчатобумажной нити проводилось на кругловязальной машине ОДЗИ, а из ПАН пряжи – на КЛК-2.

После вязания полотен произведена их разбраковка, при этом для сравнения использованы результаты переработки пряжи или нитей, обработанных сплавом, содержащим парафин 90 % + церезин 10 %. Результаты разбраковки полотен приведены в табл. 5.6.

Из данных, приведенных в табл. 5.6, видно, что с применением предложенного сплава, для обработки пряжи, снижается вырезка дефектных мест полотен: на 25 – 35 % – из шерстяных и полушерстяных

видов пряжи, на 20 – 30 % – из хлопчатобумажных нитей, на 28 – 40,7 % – из ПАН пряжи. При этом, количество обрывов пряжи по причине роста коэффициента трения нити уменьшается примерно на 50 %.

Кроме того, установлено, что минимальное значение процента вырезки дефектных мест полотен из различных нитей обеспечивается при обработке их сплавом, отличающимся по соотношению компонентов парафина с керосином. Высокое смазывающее свойство керосина способствует удержанию частички нанесенного сплава на поверхности сырья, чего нельзя сказать о достаточно твердом сплаве контрольного варианта.

В ходе наблюдения за процессом вязания установлено, что качество обработки сырья влияет на степень выделения пуха. Поставлен эксперимент. Для чего использована пряжа, обработанная новым сплавом состава: парафин 80 % + керосин 20 %, тогда как в качестве контрольного варианта принят известный состав: парафин 90 % + церезин 10 %.

Таблица 5.6. Изменение процента вырезки дефектных мест в зависимости от соотношения компонентов сплава парафина с керосином

Вид сырья и линейная плотность, текс	Переплетение	Вырезка, %, по вариантам для сплава, мас. %:					
		0	1	2	3	4	5
		Парафин 90 + +Церезин 10	Парафин 95 + +Керосин 5	Парафин 90 + +Керосин 10	Парафин 85 + +Керосин 15	Парафин 80 + +Керосин 20	Парафин 75 + +Керосин 25
Ч/ш 31,2 × 1	Интерлочное	6,30	4,72	4,41	4,18	4,10	4,20
П/ш 22,2 × 2	Комбинированное	4,40	3,20	3,00	2,80	2,87	2,88
Х/б 15,4 × 1 × 2	Интерлочное	5,10	4,07	3,89	3,56	3,59	3,53
ПАН 31,2 × 2	Ластичное	5,90	4,25	3,83	3,60	3,50	3,58

Оценка качества обработки сырья дополнительно произведена по степени пуховыделения, в зависимости от распределения единиц (1 г) израсходованного парафина (сплава) на поверхности перемотанной пряжи. Одновременно, в ходе процесса вязания трикотажа из х/б нити 15,4 текс × 1 × 2 и ч/ш пряжи 31,2 текс × 1, в установленном режиме

собирался пух и взвешивался. Пуховыделяемость η в процессе вязания определялась отношением массы пуха m (г) на массу Q (кг) перерабатываемой пряжи, т. е. как

$$\eta = \frac{m}{Q} \text{ (г/кг)}. \quad (5.22)$$

На основании полученных экспериментальных данных построены графики (рис. 5.11) образования пуха волокна в зависимости от распределения единиц израсходованного парафина на поверхности перемотанной (перерабатываемой) пряжи соответствующей массы.

Графики 1 и 2 показывают образование пуха при переработке, соответственно, ч/ш пряжи и х/б нити, обработанной сплавом парафина с керосином, а графики 1' и 2' – обработанной сплавом контрольного варианта. Из графиков видно, что наличие керосина в составе сплава способствует уменьшению образования пуха в процессе переработки ч/ш пряжи в 1,2 – 1,7 раза, а х/б нити в 1,3 – 1,5 раза. В результате хорошей обработки поверхности сырья стабилизируется и уменьшается коэффициент трения.

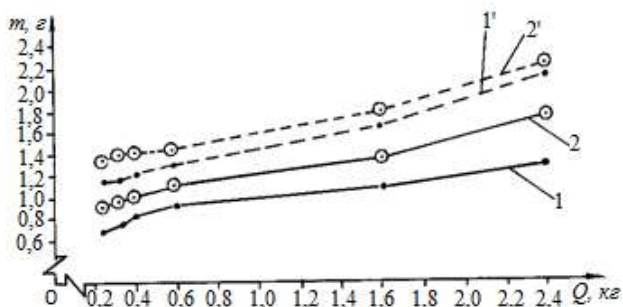


Рис. 5.11. Изменение пуха волокна в зависимости от распределения единиц израсходованного парафина на поверхности перемотанной пряжи соответствующей массы

Для определения качества парафинирования пряжи проведен эксперимент расхода парафина в зависимости от массы ПБ и видов сырья. Качество парафинирования пряжи определялось распределением единицы израсходованного парафина на массу перемотанной пряжи. При этом учтено, что только 80 – 95 % массы израсходованного парафина наносится на пряжу.

В результате проведенного исследования установлено, что для стабильного парафинирования пряжи по всей ее длине на бобине, нужно сохранять массу ПБ от 14 до 25 г для крученой пряжи и от 10

до 20 г для одиночной нити [91].

При изучении влияния условий обработки пряжи на количество выделения пуха, в зависимости от числа оборотов цилиндра и от массы ПБ, выбран другой, наилучший вариант состава, который содержит, мас. %: парафин 85 + керосин 15. По известному и предложенному составу ПБ, в различных его массах, перемотаны вышеупомянутые виды сырья, за исключением ПАН пряжи.

На кругловязальной машине ОДЗИ исследовано образование пуха при переработке сырья, в зависимости от числа оборотов n цилиндра и от массы ПБ. В первом случае пряжа обработана при массе ПБ 14 – 16 г, а во втором случае пряжа обработана при различной массе ПБ и число оборотов цилиндра $n = 12,5$ об/мин. Для чего выработаны полотна переплетения ластик 1 + 1. Вязание проводилось в одинаковых условиях. После наработки определенного количества трикотажного полотна собран и взвешен пух волокна по всей длине заправочной линии от бобины до иглы.

По результатам полученных данных построены графики (рис. 5.12), на которых линии 1, 2, 3 характеризуют образование пуха при переработке сырья, обработанного новым составом ПБ, а линии 1', 2', 3' – известным составом, соответственно, в зависимости от числа оборотов цилиндра и массы ПБ.

Из графиков (рис. 5.12, а) видно, что наибольшая степень образования пуха у х/б нити (линии 1 и 1') линейной плотности 15,4 текс × 1 × 2, ч/ш пряжи (линии 2 и 2') линейной плотности 31,2 текс × 1 и п/ш пряжи (линии 3 и 3') линейной плотности 22,2 текс × 2, происходит при числе оборотов цилиндра более 18 об/мин, а наименьшая – до 12,5 об/мин. Причем, образование пуха снижается в 1,5 – 2,4 раза при числе оборотов цилиндра 7,5 – 12,5 об/мин.

При минимальной и максимальной массе ПБ образование пуха увеличивается, что объясняется ростом коэффициента трения нити (рис. 5.12, б). Уменьшение образования пуха происходит при обработке пряжи ПБ, содержащим керосин, с массой 10 – 20 г. Применение нового состава для обработки сырья способствует уменьшению образования пуха в 1,7 – 2,6 раза. В результате проведенных экспериментальных исследований установлено, что введением керосина в состав ПБ повышается эффективность обработки пряжи и нитей, улучшается как качество процесса вязания, так и качество трикотажа.

Для установления аналитической зависимости степени пуховыделения от числа оборотов цилиндра (x_1) и коэффициента трения нити (x_2), в соответствии с условиями ротатбельного центрального композиционного эксперимента (РЦКЭ) [111, с. 164–172], осуществлено вязание трикотажа ластик 1 + 1 на машине ОДЗИ 16 класса. Полотно выработано из ранее использованных видов пряжи при оптимальном

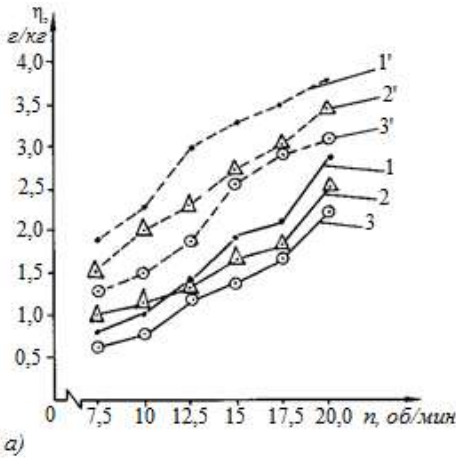
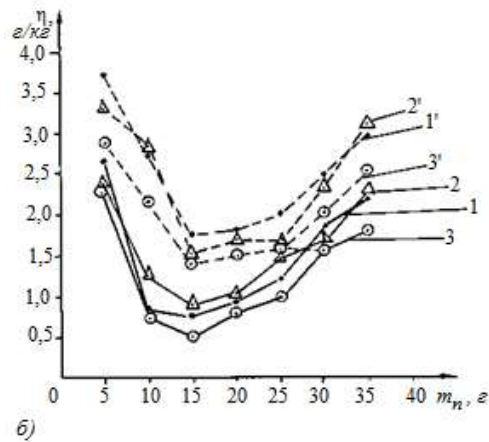


Рис. 5.12. Изменение пуха волокна в зависимости от числа оборотов цилиндра (а) и массы ПБ (б)



режиме вязания.

В результате были получены следующие уравнения регрессии: для хлопчатобумажной нити

$$y_R = 2,7 + 0,275x_1 + 0,55x_2 + 0,35x_2^2, \quad (5.23)$$

для шерстяной пряжи

$$y_R = 2,46 + 0,19x_1 + 0,29x_2 + 0,2x_2^2, \quad (5.24)$$

для полушерстяной пряжи

$$y_R = 2,24 + 0,186x_1 + 0,303x_2 + 0,185x_2^2. \quad (5.25)$$

Условия и качество процесса переработки пряжи зависят от установленных значений параметров режима вязания – входного натяжения, усилия оттяжки, глубины кулирования, коэффициента трения нити и др. Оптимальные значения параметров режима вязания должны обеспечивать высокое качество, как процесса петлеобразования, так и полученного трикотажа. Поэтому, за критерием оценки качества технологического процесса переработки пряжи можно принять высокое значение ОРПП и качество полотна.

Параметры режима вязания должны быть установлены в зависимости от вида сырья, применяемого переплетения и вязального оборудования.

Обычно при выработке трикотажа рисунчатых и комбинированных переплетений [112, 113], используют ряды глади, ластика и пресовых петель. Поэтому, анализ качества процесса вязания ластика, глади, полуфанга и фанга в зависимости от фрикционных показателей пряжи при установленных оптимальных значениях параметров режима вязания будет наиболее обобщенной. При этом оптимальные значения параметров, например, влияния входного натяжения нити на ход технологического процесса вязания определялись на стационарных значениях усилия оттяжки и глубины кулирования. Влияние же последующих факторов определялось при установленных оптимальных значениях предыдущих факторов.

Качество технологического процесса переработки сырья определено, в зависимости от влияния параметров режима вязания, по разработанной нами методике, где использована ОРПП и масса качественной части полотна.

Выполнено вязание полотна переплетения ластик 1 + 1 и кулирная гладь из шерстяной пряжи линейной плотности 31,2 текс × 2 (вариант 1), 31,2 текс × 1 × 2 (вариант 2), СК ПАН пряжи (вариант 3) и ПАН пряжи КСП (вариант 4) линейной плотности 34 текс × 2 на плоскофанговой машине типа ПВКМ 10 класса.

Вязание полотна из шерстяной пряжи осуществлено при установленном оптимальном значении входного натяжения нити 7 сН, усилия оттяжки петель 8 сН/петлю, глубины кулирования нити 2,2 мм, а значения соответствующих факторов при вязании полотна из ПАН пряжи принято 10 сН, 10 сН/петлю и 2,5 мм. Влияние коэффициента трения нити μ на качество технологического процесса $K_{тп}$ переработки сырья представлено на рис. 5.13 и 5.14.

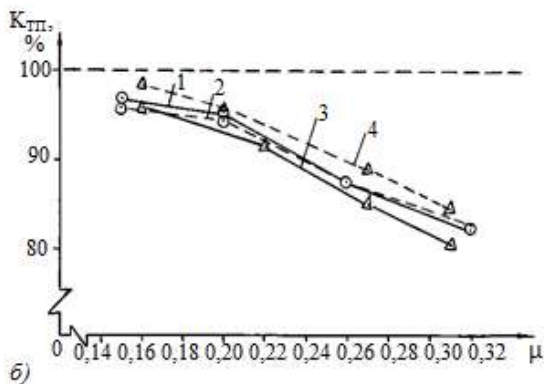
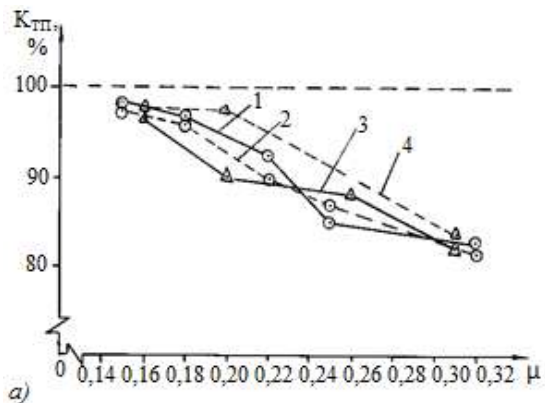


Рис. 5.13. Графики зависимости качества процесса вязания ластика 1+1 (а) и глади (б) от коэффициента трения нити

Из графиков (рис. 5.13, а) видно, что $K_{тп}$ является наивысшим — 97 – 98,5 % для ластика 1 + 1 из шерстяной крученой пряжи (кр. 1), а 96 – 97,5 % — из трощеной нити (кр. 2), полученных при μ от 0,15 до 0,18. Тогда как для СК ПАН пряжи (кр. 3) и ПАН пряжи КСП (кр. 4) высокое значение $K_{тп}$, соответственно, 95 – 96,5 % и 97,5 – 98 %, обеспечивается в пределах μ от 0,16 до 0,20. После значения $\mu > 0,20$, $K_{тп}$ резко снижается.

$K_{тп}$, является наибольшим — 95,3 – 97,2 % для глади из шерстяной крученой пряжи (кр. 1) и 94,5 – 96 % — из трощеной нити (кр. 2), выработанных при μ от 0,15 до 0,20. Для трикотажа гладь из СК ПАН

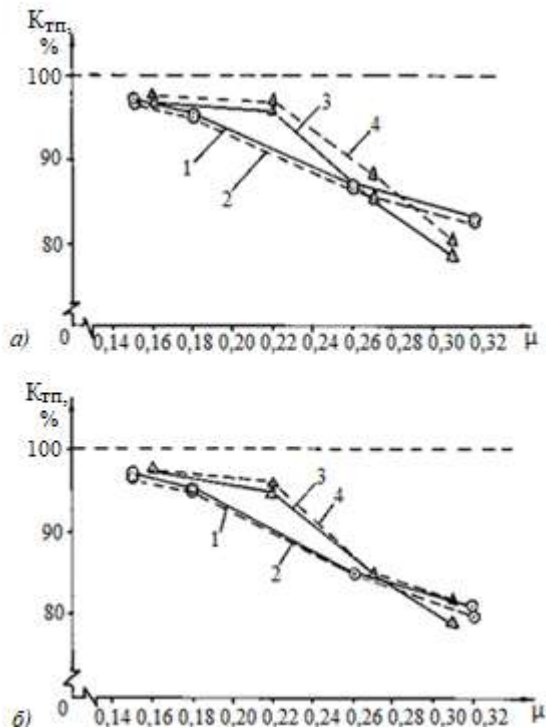


Рис. 5.14. Графики зависимости качества процесса вязания полуфанга (а) и фанга (б) от коэффициента трения нити

пряжи (кр. 3), высокое значение, 91,5 – 94,8 %, а из ПАН пряжи КСП (кр. 4) 96,2 – 98,2 %, получается в пределах μ от 0,16 до 0,22 (рис. 5.13, б).

Далее вязалось плотно прессовых переплетений двойной полуфанг и двойной фанг из соответствующих вариантов сырья. Для переплетений полуфанг и фанг значения глубины кулирования нити отличаются от базовых переплетений, и были приняты, соответственно, равными 3 и 3,5 мм.

На рис. 5.14, а, б показаны те же зависимости для процессов вязания трикотажа из рассмотренных видов пряжи, соответственно, переплетениями полуфанг и фанг.

Анализ графиков (рис. 5.14, а) показывает, что наилучшее значение $K_{тп}$ 96,2 – 97,6 % для полуфанга из шерстяной крученой пряжи

(кр. 1), а 95,6 – 97,5 % – из трощеной нити (кр. 2) обеспечивается при μ от 0,15 до 0,18. Для СК ПАН пряжи (кр. 3) и ПАН пряжи КСП (кр. 4) высокое значение $K_{\text{тп}}$, соответственно, 96,1 – 97 % и 96,8 – 98,2 %, можно получить в пределах изменения μ от 0,16 до 0,22.

Примерно такие же значения $K_{\text{тп}}$ для фанга (рис. 5.14, б) обеспечиваются в аналогичном пределе μ . Высокое значение качества технологического процесса переработки сырья, оцененное по минимальному изменению исходных свойств пряжи и высокому качеству полотна, обеспечиваются при оптимальных значениях параметров режима вязания. Такая оценка давала возможность выбрать оптимальный диапазон изменения коэффициента трения пряжи.

Ухудшение качества технологического процесса, характеризующееся высокой дефектностью полотна и увеличением изменений показателей исходных свойств пряжи, соответствует значениям параметров режима вязания за пределом этого диапазона.

5.2.4. Исследование влияния узла нити на эффективность процесса вязания трикотажа

Современный уровень вязальных машин предъявляет повышенные требования к качеству подготовки пряжи к вязанию. Структура и качество связывания узлов влияет на обрывность пряжи, с увеличением которой снижается производительность труда и эффективность производства трикотажа. Поэтому, выбор наилучшей структуры узла в зависимости от вида, структуры пряжи и переплетения имеет большое значение.

Проведенные исследования показывают, что структура и размеры узлов отличаются друг от друга. Причем, такое отличие узлов, завязанных отдельными вязальщицами в процессе вязания, наблюдается гораздо чаще. Если 43 % двухпетельных (портновских) узлов являются причиной обрывности пряжи в процессе вязания, то использование вязальщицами и мотальщицами этого вида узла в 2,1 раза больше, чем однопетельный, само собою, разумеется, необоснованным.

Структура узла, характеризованная размерами, симметричностью и наклоном элементов узла относительно оси пряжи, определяет некоторые причины обрывности пряжи. При исследовании влияния узлов на обрывность пряжи установлено, что на СК пряже возможно получение трех групп узлов, которые отличаются между собой по структуре завязываемых нитей и размером. Как известно [14], в местах узлов концентрируется напряжение внешних сил.

Экспериментально выявлено, что узлы из крученых участков СК пряжи выдерживают большее усилие на разрыв, чем узлы из других участков. Рывки натяжения нити, вызываемые узлами, увеличивают возникающие усилия в процессе подачи нити и вязания; стренги пряжи в зоне нулевой крутки растаскиваются, в результате чего происходит обрыв нити. Для уменьшения рывков натяжения подаваемой нити с узлами, необходимо входящие и выходящие зоны нитевода делать округлыми, примерно так, как это сделано на нитепроводящих глазках.

Проходимость узлов из трощеной нити идентична узлам из крученых видов сырья. Процесс вязания осуществляется даже без обрыва нити из-за узлов, если их связывать в отдельности между нитями, составляющими трощения. Выполненные исследования показали, что вероятность проходимости узлов двухпетельного (портновского) и типа «восьмерки», без нарушения процесса вязания, находится в пределах 25 %, тогда как этот показатель для других структур узлов, в зависимости от ориентации концов узла нити относительно контактирующего элемента, меняется в пределах 75 – 100 %.

Исследованиями установлено, что узлы двухпетельной ровной (вариант 5), двухпетельной пологой структуры (вариант 10) и самозатягивающиеся с раздельными узлами способствуют повышению степени проходимости узлов в процессе вязания. Применением узлов новых структур обрывность пряжи снижается в 2,5–2,9 раза.

Выявлено [100], что виды применяемых переплетений также влияют на проходимость узлов. Для установления проходимости узлов, в зависимости от вида применяемых переплетений, связаны различные варианты узлов и осуществлен процесс вязания трикотажа переплетений кулирная гладь, ластик 1 + 1, кулирная гладь и ластик 1 + 1 с выключенными иглами, соответственно, по одной с каждой игольницы и др. Результаты эксперимента сведены в табл. 5.7.

В результате анализа данных, приведенных в таблице, получено, что пряжу с узлами легче перерабатывать при вязании трикотажа неполных, прессовых и др. переплетений, чем кулирной глади, ластика 1 + 1 и т. п. При вязании трикотажа кулирной глади и ластика 1 + 1 на плосковязальной машине типа ПВКМ 10 класса из чистощерстяной пряжи линейной плотности 31,2 текс × 2, проходимость узлов двухпетельного ровного и пологого составляет 92 – 92,8 %. Этот показатель при вязании глади и ластика 1 + 1 с выключенными иглами имеет значение более 93,4 – 93,6 %, а для переплетения фанг и полуфанг – 94,2 – 94,5 %.

Увеличение вероятности прохождения узла без обрыва нити, при вязании трикотажа неполных базовых и некоторых рисунчатых (в данном случае прессовых) и др. переплетений, объясняется попадани-

Таблица 5.7. Проходимость узлов в зависимости от вида переплетения

Вариантов	Виды узлов	Проходимость узлов в зависимости от вида переплетения, %					
		гладь	ластик 1 + 1	неполная гладь	неполный ластик 1 + 1	двойной фанг	двойной полуфанг
1	Однопетельный (ткацкий)	89	89	91,5	91,5	92,6	92,3
2	Двухпетельный (портновский)	78	80	82	83	85	85
3	Двухпетельный типа «восьмерки»	–	–	–	–	–	–
4	Самозатягивающий узел М. В. Башкирова	89,5	90	90	91	92,5	92,5
5	Двухпетельный симметричный (ровный)	92	92	93,4	93,6	94,2	94,5
6	Двухпетельный несимметричный	90	90	91,5	92	92,8	92,4
7	Двухпетельный – вязальный (вариант А)	91	91,3	92,1	92,1	93	94
8	Двухпетельный – вязальный (вариант Б)	91	91,2	92,3	92	92,8	93
9	Самозатягивающий с односторонними концами	91	91,4	92,1	92,4	93,4	93,1
10	Двухпетельный пологий	92,1	92,8	93,8	93,6	94,4	94,1

ем узла на удлиненные протяжки, наброски и т.п. элементы трикотажа, которые остаются вне зоны вязания.

Если для рассматриваемого вида пряжи и класса машин длина нити в петле кулирной глади $l_r = 5$ мм, а неполной кулирной глади $l_{нг} = 7,54$ мм, то вероятность попадания узла на протяжки последнего растет на 33,7 %. Причем, с увеличением длины нити в остовете петли этот показатель уменьшается, и наоборот. Однако субъективный подход мотальщиц и вязальщиц, завязывающих узлы в процессе переработки нити, требует учета дополнительных мер, которые независимо от выполнения ими требований, относительно выбора структуры узла и его подходящего края, облегчили бы проходимость узлов нити. Таковыми является обработка узлов нити, в результате чего уменьшатся коэффициенты трения нити узла.

Обработку узла нити нужно вести после связывания узла на мотальных и вязальных машинах, причем одновременным выбором подходящего края типа А и Б'' (см. рис. 4.4 и 4.5). Мотальщицы и вязальщицы, связывающие узлы, должны иметь ввиду что, опережающее положение края узла типа А и Б'' является обязательным при движении его к игле.

Исследованиями установлено, что обрывность пряжи с узлами, кроме всего, зависит также от качества обработки пряжи и самого узла. Для обработки узлов нити после его связывания можно использовать обычный ПБ (парафин с керосином), который был применен при парафинировании самой пряжи. Однако необычная структура узла нити, повышенная его твердость, отличающиеся свойства узла и самой нити требуют применения более эффективных составов для обработки узлов. Таковым может являться 100 %-ный керосин [110].

В результате специальной обработки пряжи и узла, непосредственно во время его связывания, обрывность нитей из-за узлов снижается в 4,5 – 5,8 раза. Тем самым повышается эффективность производства, улучшается качество продукции [100].

5.2.5. Исследование переработки трощеных нитей и получения трикотажа из нее

В зависимости от наличия ассортимента нитей, имеющегося на производстве, соответствующие стандарты допускают использовать одиночные нити в несколько концов, взамен крученой пряжи. Трикотаж покровных, плюшевых переплетений требует использования нитей в несколько концов.

Проведенные исследования показывают, что трощение нитей в процессе парафинирования, кроме идентичности условий парафинирования, способствует увеличению компактности нитей. Тогда как нити, сматывающиеся из отдельных паковок и движущие к игле по различной заправочной линии, испытывают не одинаковые нагрузки.

Трощение нитей может быть осуществлено в несколько концов между кручеными нитями ($K + \dots + K$), кручеными и одиночными нитями ($K + \dots + O$), одиночными нитями ($O + \dots + O$) и др.

На плоскофанговых машинах, типа ПВКМ 10 класса, были выработаны детали детских джемперов переплетения полуфанг из полушерстяных нитей линейной плотности 31,2 текс \times 2 и 31,2 текс \times 1 \times 2.

При переработке нитей в два конца, остановки машин по различным причинам, по сравнению с базовым вариантом пряжи, составляет больше на 15,6 %. Причинами остановок машин являются изменения рывками натяжения отдельных одиночных нитей, низкая компактность и высокая неравномерность их по линейной плотности. При

норме коэффициента вариации 1,47 %, этот показатель фактически имеет высокое значение и составляет 3,1 %. Прочность одиночных нитей также низкая (9,87 сН/текс) [115].

Установлено, что при переработке крученых нитей остановки вязальных машин происходят из-за попадания завязанных грубых узлов нити на иглу (28,6 %), сброса петель (16,1 %), причиной которого является резкое уменьшение натяжения нити, способствующее изменению условий прокладывания нити на иглу. Нестабильность значений натяжения нити вызывает ее колебания разного характера, причем с большой амплитудой [12].

Получено, что на деталях, полученных из крученой пряжи, дефекты из-за недостатков нити составляет 79,5 %, тогда как этот показатель для трощеных нитей – 94,8 %. Общее число дефектов на одну деталь джемперов из трощеной нити в 1,54 раза больше, чем на детали из крученой пряжи, выход первосортной продукции из крученой пряжи составляет 96 %, а из трощеных нитей – 86 %.

Испытание полотен из трощеных нитей показывает, что разрывная нагрузка отрезков по длине и ширине, а также устойчивость трикотажных полотен к истиранию гораздо ниже, чем на трикотаже контрольного варианта пряжи. Это объясняется низким значением прочности как одиночных, так и трощеных нитей в целом, имеющих низкую компактность между нитями. Общая усадка трикотажа из трощеных нитей составляет 6,5 %, а для крученых – 5 %. Это результат большой усадки трощеных нитей в процессе пропаривания во время отделки трикотажа.

Крученая пряжа и одиночные нити, используемые для трощения в данном случае, при изготовлении обрабатываются в различных режимах [116]. Одиночная нить после прядения пропаривается один раз, а крученая пряжа пропаривается два раза: первый раз после прядения, и второй раз после кручения. Поэтому исходное напряжение одиночной нити перед вязанием больше, чем у крученой пряжи.

При одинаковых режимах вязания ППТ выработанного пресового переплетения из трощеных нитей ($368,1 \pm 12,1$ г/м²) получается на 6 % меньше, чем у полотен из крученой пряжи ($434,6 \pm 16,8$ г/м²) [115]. Увеличение ППТ из крученой пряжи объясняется изменением стабильно-равновесного состояния нити в процессе вязания. Крученая пряжа в процессе вязания заряжается потенциальной энергией больше, чем трощеные нити.

Качество трикотажных изделий и его внешний вид, во многом зависят от равномерности петельной структуры. Эти показатели, прежде всего, характеризуются формой петли, их расположением и ориентацией [117]. Исследования петельной структуры трикотажа из обоих видов сырья показывают, что петли из крученой пряжи имеют наиболее округлую форму, объясняемую высокой напряженностью и жест-

костью нитей, а петли из трощеных нитей вытянуты по длине и более прямолинейны. Выявлено, что неравномерность по высоте петельного ряда и петельного шага у трикотажа из трощеных нитей больше, тогда как линейные размеры у сравнимых вариантов трикотажа одинаковы.

Свободное расположение нитей способствует увеличению степени ориентации петель по длине. Ориентация петель характеризуется поворотом их в разные стороны. Установлено, что характер наклона петель из сравниваемых видов нитей идентичен и колеблется около $1,5^\circ$, хотя трикотаж из трощеных нитей по равномерности ориентации петель уступает перед контрольным вариантом трикотажа.

В результате проведенных исследований установлено, что трощение нитей в процессе вязания не приводит к столь высоким значениям качества трикотажа. Главной причиной этого является низкая компактность трощеных нитей.

Анализ деталей трикотажа, выработанных из нитей, трощеных в процессе перематывания и парафинированием, показал, что выход первосортной продукции увеличивается и достигает до 96,7 %. При этом число дефектов на одну деталь изделия уменьшается в 1,42 раза. Несмотря на высокую эффективность трощения нитей при парафинировании, этот процесс до сих пор выполняется на вязальных машинах.

Для успешной переработки трощеных нитей на вязальных машинах, кроме всего, следует предварительно пропаривать одиночные нити и глубину кулирования увеличить в пределах от 1,6 до 2,3 %. Это способствует дополнительному снижению ППТ из трощеных нитей.

В результате выполненных теоретических и экспериментальных исследований выработаны научно-обоснованные, дополнительные требования к качеству трикотажного сырья (см. приложению 3).

6. РЕШЕНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ И ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ РЕСУРСОБЕРЕЖЕНИЯ СЫРЬЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ ТРИКОТАЖА

6.1. Разработка теоретических предпосылок проектирования переплетений для трикотажа с пониженной поверхностной плотностью

6.1.1. Источники рационального использования сырья в производстве трикотажа

Разработка научной основы ресурсосберегающей технологии (РСТ) производства трикотажа, прежде всего, должна включать в себя основные этапы, связанные с расходом сырья. Таковыми могут быть стадии использования (переработки) сырья и полотна, также эксплуатации готового изделия.

Разработка научной основы РСТ производства трикотажа должна способствовать рациональному использованию сырья на этих трех стадиях.

Первое направление ресурсосбережения сырья (РСС) или рационального использования сырья (РИС) охватывает процесс подготовки пряжи к вязанию и вязание полотна (купонов). Нормальный ход процессов переработки нити, который происходит с минимальным обрывом нити, с одной стороны, обеспечивает высокую производительность оборудования и повышения качества полотна, с другой. Бездефектное вязание является одним из основных источников, способствующих РСС.

Вторым направлением РСС, безусловно, является рациональное использование выработанного полотна, причем по назначению. Иногда необоснованное использование полотна по виду и ее структуре (переплетения), при изготовлении конкретного ассортимента, приводит к излишнему расходу сырья. РСС путем правильного и рационального использования полотна, прежде всего, предусматривает минимизацию отходов при раскрое полотна и купонов.

Необходимо отметить, что ассортимент трикотажных изделий предъявляет определенное требование к свойствам применяемого полотна. Причем для изготовления различного ассортимента изделий, применяемое сырье и вид переплетения трикотажа могут быть одинаковыми, хотя физико-механические показатели полотна, необходимого для этой цели, требуются иные. Например, изготовление маек и фуфаяк из ластичного полотна одинакового вида сырья будет необоснованным, поскольку требования, предъявляемые к этим изделиям,

разные, хотя бы по разным деформациям, подвергаемым при их эксплуатации. Различие требований к майке и фуфайке (сорочки с короткими и длинными рукавами) по растяжимости, формоустойчивости, стиранию и др. является определяющим к применению, например, ластичного полотна того же вида сырья с различными структурными параметрами, т. е. свойствами. В этом аспекте снижение поверхностной плотности ластичного полотна, например, для изготовления майки, может быть важным источником экономии сырья.

Таким образом, изготовление из одинакового вида полотна различных видов ассортимента трикотажных изделий требует научное обоснование и строгое выполнение требований, предъявляемых к ним.

Обоснованный выбор переплетения для изготовления требуемого ассортимента изделий и минимизация ППТ могут быть рассмотрены как самостоятельные направления, способствующие РСС. Необходимо определить факторы, формирующие параметры структуры трикотажа, которые являются определяющими при изменении ППТ. Конечно, разработанное переплетение полотна не должна влиять на нормальный ход процесса вязания. Тем более что параметры вязания, способствующие уменьшению ППТ, не должны служить причиной ухудшения качества процесса вязания и полотна, и трикотажных изделий. При этом, определение оптимального предела изменения ППТ, должно согласовываться с конструктивными параметрами вязального оборудования, видом применяемого переплетения и предъявленными требованиями ассортимента изделий.

Третье направление РСС связано не с производственным процессом, а касается использования (эксплуатации) изделий. С увеличением срока службы, т. е. пригодности изделий, уменьшается спрос населения на данное изделие. Увеличение периода носки изделий, с одной стороны, материально выгодно потребителю, а с другой стороны – производителю, т. к. уменьшается потребность к исходному сырью; соответственно, – и другие плановые расходы, необходимые для выпуска изделий на период обеспечения спроса населения. Увеличение срока пригодности изделий является дополнительным источником РИС, играет важную роль при обновлении и расширении ассортимента изделий. Это может быть обеспечено наукоемкостью технологии изготовления изделия высокого качества в согласованности направления моды продукции.

Наукоемкость трикотажных изделий играет немаловажную роль при увеличении срока службы изделий. Такие изделия, например, могут иметь возможность обновления, ремонта (замены) наиболее испорченных их частей доступными путями и средствами потребителя.

Источниками РИС в производстве трикотажа являются при:

использовании пряжи и нитей (подготовка пряжи и нитей к вязанию, вязание полотна или купонов, структура полотна с учетом вида переплетения и параметров его структуры); использовании полотна и купонов (выбор моделей, снижение процента отходов при раскрое полотен и купонов, использование отходов); эксплуатации изделий (увеличение срока службы изделий, учет взаимосвязи между качеством изделия и сроком его службы).

6.1.2. Анализ способов снижения поверхностной плотности трикотажа

И. И. Шалов [78] отмечает, что комбинированные переплетения, как правило, имеют поверхностную плотность больше, чем их базовые переплетения (ластик, двуластик). Анализируя возможные способы уменьшения ППТ, он выделил три из них.

Первый способ состоит во включении в состав комбинированного переплетения некоторого количества рядов базового переплетения. Раппорт чередующихся рядов при этом увеличивается, внешний вид и фактура трикотажа несколько изменяются, растяжимость и формоустойчивость сохраняются. Второй способ – пропуск петельных столбиков (выстав игл). Третий способ снижения ППТ состоит в уменьшении общего числа прессовых петель (для переплетений, включающих элемент – набросок).

Однако выделенные способы, в первую очередь, касаются изменения вида переплетения. Как правило, каждый вид переплетения в процессе вязания требует свой режим вязания. Тем самым полученное полотно характеризуется параметрами структуры и свойствами трикотажа. Поэтому для снижения ППТ эти способы, как самостоятельные, принять невозможно.

ППТ m_s , характеризующая его массу в 1 м² площади, для трикотажа переплетения гладь определяется формулой [5, с. 132, с. 143]:

$$m_{sr} = 4 \cdot 10^{-4} P_r P_b l T, \quad (6.1)$$

а для ластика $i + j$

$$m_{sl} = 4 \cdot 10^{-4} (P_r' + P_r'') P_b l, \quad (6.2)$$

где m_{sr} и m_{sl} – ППТ, соответственно, переплетения кулирная гладь и ластик $i + j$, г; l – длина нити в петле, мм; P_r и P_b – плотности трикотажа, соответственно, по горизонтали и вертикали; P_r' и P_r'' – соответственно, плотности по горизонтали переплетения ластик $i + j$ на одной и другой стороне; T – линейная плотность нити, текс.

Из анализа формул (6.1) и (6.2) можно установить, что изменение m_s принятого вида переплетения зависит от ДНП l , линейной плотности T и числа лицевых и изнаночных петель в единице площади. Учитывая зависимость ДНП также от вида сырья и некоторых характеристик его геометрических свойств, то для уменьшения ППТ m_s принятого вида переплетения можно различать три способа.

Первый способ снижения m_s характеризуется изменением параметров петельной структуры, при сохранении постоянным вида применяемого переплетения без изменения сырья и его линейной плотности T .

Из формул (6.1) и (6.2) видно, что повышение плотности трикотажа является фактором, способствующим увеличению ППТ для каждого конкретного вида переплетения, сырья и его линейной плотности. При этом следует учитывать нелинейное изменение ДНП, в зависимости от увеличения плотности трикотажа. Иными словами, увеличение плотности трикотажа сопровождается уменьшением ДНП l .

Второй способ снижения ППТ характеризуется уменьшением линейной плотности T пряжи и нитей при сохранении вида переплетения и сырья. Причем, изменение T нити сопровождается обязательным изменением параметров петельной структуры трикотажа, конечно в первую очередь – ДНП l .

Третий способ снижения ППТ характеризуется изменением вида сырья, при сохранении постоянным вида переплетения и по возможности без изменения линейной плотности T пряжи (нити).

Изменением вида сырья потребуются корректировка параметров режима вязания, тем самым изменятся параметры структуры трикотажа, определяющие как ППТ, так и важные показатели его качества.

После выбора переплетения, для выработки полотна, нужно определить наиболее приемлемый способ снижения ППТ. Для каждого конкретного случая выбранного переплетения, применяемого вида сырья и его линейной плотности, нужно устанавливать свой режим вязания трикотажа.

6.1.3. Структурные особенности петель в раппорте сложного ластика

Всякий трикотаж характеризуется видом переплетения, сырья и параметрами структуры. Структуры одинарного и двойного кулирного трикотажа базовых переплетений отличаются, прежде всего, расположением петель и связывающих их протяжек. В переплетении гладь (рис. 6.1, *a*) петли 1, расположенные на одной стороне трикотажа, соединяются между собой посредством протяжки 2 глади. Эти протяжки назовем протяжками первого типа. В переплетении ластик 1 + 1

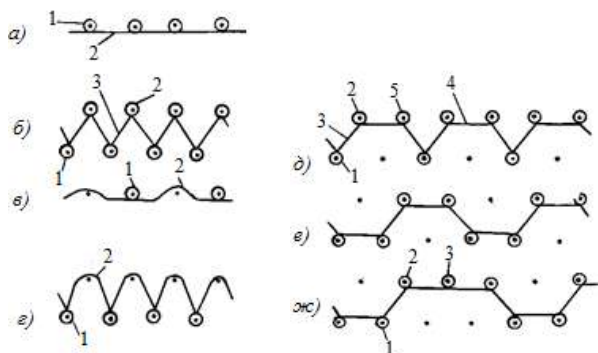


Рис. 6.1. Графическая запись кулирной глади, ластика 1 + 1, ластика 1 + 2, ластика 2 + 2, ластика 2 + 3 и соединение их петель с протяжками и набросками

(рис. 6.1, б) петля 1 лицевой стороны соединена с петлей 2 изнаночной стороны посредством протяжки 3 ластика, что можно назвать протяжками второго типа [118].

Из рис. 6.1, в видно, что петли глади 1 соединены посредством наброска 2 глади, а петли 1 ластика, расположенные на одной стороне (рис. 6.1, з) трикотажа, соединены наброском 2 ластика, расположенным симметрично петле 1, на противоположной ей стороне.

Таким образом, следует различать петлю глади (P_r), петлю ластика 1 + 1 ($P_{л1+1}$), протяжку глади ($P_{рг}$), протяжку ластика 1 + 1 ($P_{рл1+1}$), а также наброски глади (H_r) и ластика 1 + 1 ($H_{л1+1}$).

Применение переплетений ластика других раппортов, отличающихся от ластика 1 + 1, требует установления особенностей их структуры. Раппорт ластика 1 + 2 (L_{1+2}) содержит два типа петли ластика (рис. 6.1, д). Петля 1 является обычной петлей ластика 1 + 1, тогда как петля 2 ластика отличается от петли 1 тем, что она содержит два типа протяжки. Протяжка 3 петли 2 является ластичной (протяжка второго типа) и соединяет петли 1 и 2, расположенные по обе стороны трикотажа, тогда как другая протяжка 4 петли 2 соединяет соседнюю петлю 5, расположенную на той же стороне, является протяжкой глади (протяжка первого типа). Таким образом, следует различать два типа петель ластика: обычные и сложные петли ластика.

Обычные петли ластика содержат протяжки ластика, т. е. – протяжки второго типа. Сложные петли ластика имеют, с одной стороны, протяжку ластика, а с другой, протяжку глади, т. е. содержат оба типа протяжки. Обычные петли ластика ($P_{ло}$) можно обозначить в виде

$P_{лP_{рл}}$ или $P_{лP_{р2}}$ (петля ластика с ластичной протяжкой), а сложную петлю ластика ($P_{лсл}$) – $P_{лP_{рлг}}$, $P_{лP_{ргл}}$ или $P_{лP_{р2,1}}$, $P_{лP_{р1,2}}$ (петля ластика с протяжками ластика и глади или наоборот).

Очевидно, название таких петель ластичными является только лишь потому, что они имеют связь с петлями, расположенными на другой стороне трикотажа с помощью ластичной протяжки.

Более сложные раппорты ластика, например, ластик $2 + 2$, ластик $3 + 2$ и др. имеют и другие виды связей между элементами трикотажа. В структуре ластика $2 + 2$ (рис. 6.1, е) все петли являются сложными, однотипными, т. е. содержат оба типа протяжки; а в структуре ластика $2 + 3$ (L_{2+3}) (рис. 6.1, ж) кроме сложной петли 1 и 2, имеется и петля глади 3. Большие раппорты ластика содержат петлю глади 3 в большом количестве, а число сложных петель в раппорте переплетений зависит от числа переходных точек (петель) с одной стороны в другую.

Таким образом, в раппортах ластика можно выделить три группы петель: петли простого, обычного ластика $1 + 1$; петли сложного ластика и петли глади. Также установлено, что в раппорте ластика $i + j$ на той стороне, где число петель равно единице $i = 1$ или $j = 1$, та петля является обычно ластичной, а при $i = j = 1$ (L_{1+1}) обе петли являются обычными ластичными, т. е. $n_{ло} = i + j = 2$.

При $i > 1$ и $j > 1$ в структуре трикотажа отсутствуют петли обычного ластика, а вместе того увеличивается число петель сложного ластика и петли глади. Петли сложного ластика образуются в местах перехода нити от одной стороны трикотажа в другую. При $i \geq 2$ и $j \geq 2$ число ложных петель в раппорте составляет $n_{лслR} = n_{лслi} + n_{лслj} = 2 + 2 = 4$.

Петли глади в раппорте ластика образуются при $i > 2$ и $j > 2$, тогда число таких петель на соответствующей стороне равно $n_{гi} = i - n_{лслi} = i - 2$ и $n_{гj} = j - n_{лслj} = j - 2$, а в раппорте – составляет: $n_{гR} = n_{гi} + n_{гj} = (i - 2) + (j - 2)$.

В общем виде, число всех петель в раппорте можно определить как: $n_R = i + j$ или $n_R = n_{лоR} + n_{лслR} + n_{гR}$. Из последних выражений получим: $i + j = n_{лоR} + n_{лслR} + n_{гR}$.

Учитывая особенность раппорта сложного ластика, число петель на лицевой n_{Rli} и изнаночной сторонах n_{Rlj} можно записать в виде:

$$n_{Rli} = 2 + (i - 2), \quad (6.3)$$

$$n_{Rlj} = 2 + (j - 2). \quad (6.4)$$

Общее число петель в раппорте сложного ластика $i + j$ можно определить суммированием выражений (6.3) и (6.4):

$$n_R = n_{Rli} + n_{Rlj} = 2 + (i - 2) + 2 + (j - 2), \quad (6.5)$$

где 4 – общее число петель сложного ластика в его раппорте, по два на каждой стороне ластика; $(i - 2)$ и $(j - 2)$ – число петель глади, соответственно, на лицевой и изнаночной сторонах раппорта сложного ластика $i + j$.

Формулы (6.3), (6.4) и (6.5) являются общими.

Зная число игл U в одной игольнице на машине, можно найти общее число $n_{Rл}$ раппортов сложного ластика $i + j$ в одном ряду. С учетом числа всех игл U_R (работающих и неработающих), установленных на протяжении раппорта сложного ластика, число всех раппортов в одном ряду находим как:

$$n_{Rл} = \frac{2U}{U_R}, \quad (6.6)$$

где 2 – число игольниц на машине.

Общее число петель обычного ластика в одном ряду можно определить: $N_{ло} = N_{лоi} + N_{лож}$. При $i = 1, j > 1, N_{лож} = 0$, тогда $N_{ло} = N_{лоi} = \frac{n_{Rл}}{i} = n_{Rл}$, а при $i > 1, j = 1, N_{лоi} = 0$ и $N_{ло} = N_{лож} = \frac{n_{Rл}}{j} = n_{Rл}$. Если $i = j = 1$, которые характеризуют только раппорт ластика $1 + 1$ $N_{ло} = 2n_{Rл} = 2 \frac{2U}{2} = 2U$. Число петель сложного ластика в одном ряду будет определено как:

$$N_{лсл} = n_{Rл}N_{лсли} + n_{Rл}N_{лслj} = n_{Rл}(N_{лсли} + N_{лслj}). \quad (6.7)$$

При $i < 2, j \geq 2, N_{лсли} = 0$, а при $i \geq 2, j < 2, N_{лслj} = 0$, тогда $N_{лсл} = 2n_{Rл}$. Если $i \geq 2, j \geq 2, N_{лсл} = n_{Rл}(2 + 2) = 4n_{Rл}$. При $i > 2, j > 2$ в раппорте сложного ластика имеются петли глади, число которых в одном ряду можно определить, как:

$$N_{г} = n_{Rл}n_{гi} + n_{Rл}n_{гj} = n_{Rл}(i - 2 + j - 2) = n_{Rл}(i + j - 4). \quad (6.7a)$$

Учитывая ДНП обычного и сложного ластика, а также петли глади, можно определить расход нити в раппорте сложного ластика $i + j$ и в пол-

ном ряду. Эти определения должны являться основой предварительного расчета ППТ, который необходим для оценки пригодности разработанных переплетений.

6.1.4. Анализ особенностей соединения набросков с элементами трикотажа

Трикотаж прессовых переплетений может [113, с. 99–111] быть образован как на однофонтурных, так и на двухфонтурных вязальных машинах. При образовании ряда самого простого вида прессового трикотажа необходимы, как минимум, две петлеобразующие системы. В зависимости от раппорта и индекса прессовой петли число систем увеличивается. Для предварительного расчета параметров трикотажа, в первую очередь длины нити в ряду, нужно уметь рассчитывать длины нити в элементах петель и набросков в раппорте переплетения.

Удобство расчета требует систематизацию взаимосвязи элементов петли, наброска и протяжки между собой. Поэтому, рассмотрим все возможные комбинации элементов трикотажа прессового переплетения, выработанного на кулирных двойных машинах.

В зависимости от числа игл, расположенных между двумя петлями, количество набросков и вид протяжек могут быть разными. Причем если петли находятся на одной игольнице, число игл в раппорте R_i являются четными и число игл, на которых можно образовывать наброски, равно $n_r = R_i - 1$ и являются нечетными (рис. 6.2, а, б). Тогда как при наличии петель на иглах цилиндра и диска (рис. 6.2, в, г, д) число игл в раппорте R_i и количество игл $n_r = R_i - 2$ являются четными.

В зависимости от R_i и n_r и расположения петель на игольницах возможны изменения типов протяжек, связывающих петли с набросками и набросков между собой. Рассмотрим некоторые интересные комбинации набросков и петель в различных сочетаниях набросков на n_r иглах [119].

Допустим, петли 1 и 2 расположены на иглах цилиндра и число игл диска, на которых можно образовывать набросок 3, равно $n_r = 1$ (рис. 6.2, а). Заметим, что на цилиндре между петлями 1 и 2 возможность образования наброска отсутствует, т. е. $n_{рд} = 0$. При этом образованный единственный набросок соединен с петлями путем короткой протяжки ластика 4, обозначенной в виде ПЛНПЛ (протяжка ластика–набросок–протяжка ластика). Это обозначает характер соединения элементов трикотажа с набросками.

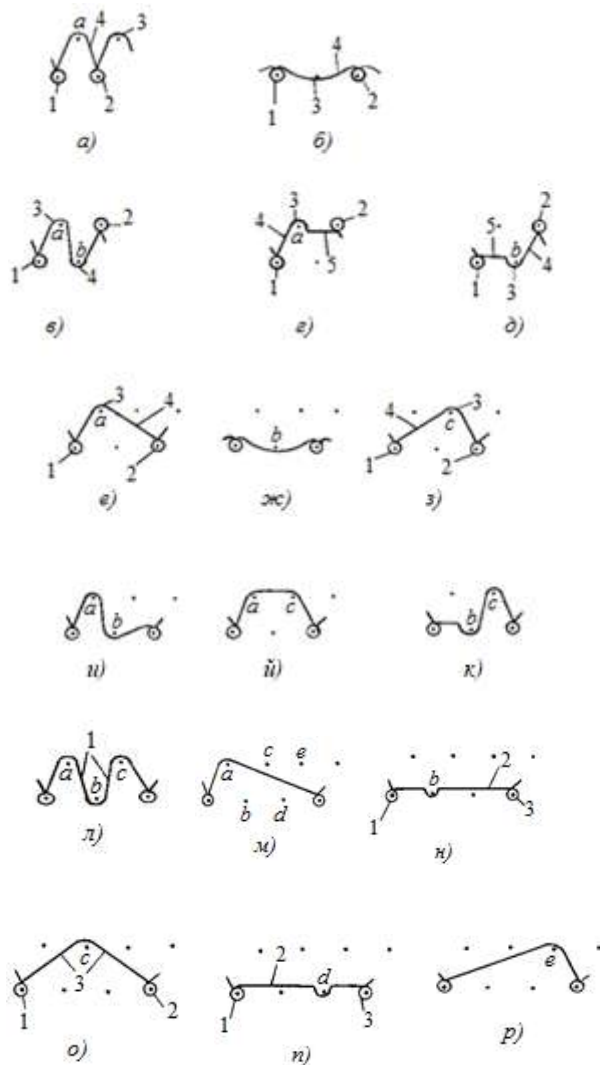


Рис. 6.2. Графическая запись соединения набросков с петлями
(сочетания $C_1^1, C_2^1, C_3^1, C_3^2, C_3^3, C_5^1$)

При расположении петель 1 и 2 наброска 3 на одной игольнице (рис. 6.2, б) связь между ними осуществляется посредством короткой протяжки глади 4, обозначенной в виде ПГНПГ (протяжка глади– набросок–протяжка глади). На рис. 6.2, в, г, д петли 1 и 2 находятся на разных игольницах, а на иглах, расположенных между ними, можно образовывать наброски 3 и 4, имеющие связь в виде ПЛНПЛ – соединяющие соответствующую петлю и наброски между собой (рис. 6.2, в). Набросок 3, образованный на одной игле, имеет с петлями сложный вид связи. В одном случае, он связан посредством протяжки 4 ластика и 5 глади, типа ПЛНПГ (протяжка ластика–набросок–протяжка глади) (рис. 6.2, г), а в другом, – протяжки 5 глади и 4 ластика, типа ПГНПЛ (протяжка глади–набросок–протяжка ластика) (рис. 6.2, д). Вышевыделенные типы связи набросков с элементами трикотажа, в общем виде, можно называть короткими.

Соответствующие виды связей элементов трикотажа увеличиваются в зависимости от числа игл n_r , находящихся между петлями (рис. 6.2, е – р). Из-за не прокладывания нити на некоторые иглы из n_r , связи элементов образуется посредством удлиненных протяжек. Например, петля 1 (рис. 6.2, з) и 2 (рис. 6.2, е) соответственно, с набросками 3 соединена с помощью удлиненной протяжки ластика 4 (УПЛ). На рис. 6.2, н, п показано соединение петель 3 и 1 с набросками (б) и (д) путем удлиненной протяжки глади 2 (УПГ). С применением удлиненных протяжек связи набросков могут быть обозначены в виде УПЛНУПЛ или У(ПЛНПЛ), УПЛНПЛ, ПЛНУПЛ, УПГНУПГ или У(ПГНПГ), УПГНПГ, ПГНУПГ, также – УПЛНПГ, ПЛНУПГ, ПГНУПЛ, УПГНПЛ.

Итак, тип связи набросков с элементами трикотажа с использованием удлиненных протяжек ластика и глади называется удлиненным. Важно отметить, что имея тип связи набросков с протяжками, можно обозначить соответствующий вид соединения набросков с петлями и между собой. Для этого нужно написать начальные буквы петли ("П") и наброска ("Н") впереди и в конце обозначения типа связи наброска, указанного в скобке. Притом, если элементы трикотажа одинаковые, тогда необходимую букву ("П" или "Н") следует написать вначале, перед скобкой. Например, для переплетения, показанного на рис. 6.2, а и б, вид соединения наброска 3 с петлями 1 и 2, посредством протяжек 4, обозначение будет, соответственно, П(ПЛНПЛ)П (петля – протяжка ластика – набросок – протяжка ластика – петля) или П(ПЛНПЛ) и П(ПГНПГ)П (петля – протяжка глади – набросок – протяжка глади – петля) или П(ПГНПГ).

Для анализа и выполнения соответствующих расчетов переплетения, имеющих связи набросков с элементами трикотажа посредством протяжек различной формы и величины, прежде всего, следует установить всевозможные типы связи набросков с ними в раппорте.

Увеличение R_i и n_r способствует получению набросков в различном числе комбинаций. При этом, с учетом последовательности работы игл в процессе вязания, из т

элементов можно составлять по n элементов в каждой [109, с. 203]. Общее число различных между собой сочетаний C_m^n определяется по выражению:

$$C_m^n = \frac{m(m-1)\dots[m-(n-1)]}{1\cdot 2\cdot \dots\cdot n},$$

где $m = n_r$ – число элементов (игл), на которых следует образовывать $n = n_n$ набросков.

Всевозможные комбинации сочетаний из $m = n_r = 1; 3; 5$ элементов (игл) по $n = n_n = 1; 2; 3$ элементам (наброскам), могут быть определены из $C_1^1, C_3^1, C_3^2, C_3^3, C_5^1, C_5^2, C_5^3$.

Если иглы n_r , предназначенные для образования набросков, обозначить буквами a, b, c, d, e и т. д., тогда можно рассчитать соответствующие сочетания $C_{n_r}^{n_n} = C_m^n$ и построить графическую запись части ряда переплетения. Например, при $n_r = 1$, $C_1^1 = 1$, (a) (рис. 6.2, a), $n_r = 3$, $C_3^1 = 3$, (a, b, c) (рис. 6.2, $e - z$), $C_3^2 = \frac{3\cdot 2}{1\cdot 2} = 3$, (ab, ac, bc) (рис. 6.2, $u - \kappa$), $C_3^3 = 1$, (abc) (рис. 6.2, l). Когда $n_r = 5$, $C_5^1 = 5$, (a, b, c, d, e) (рис. 6.2, $m - p$), $C_5^2 = \frac{5\cdot 4}{1\cdot 2} = 10$, ($ab, ac, ad, ae, bc, bd, be, cd, ce, de$), $C_5^3 = \frac{5\cdot 4\cdot 3}{1\cdot 2\cdot 3} = 10$, ($abc, abd, abe, acd, ace, ade, bcd, bce, bde, cde$) на рисунке не показаны.

Всевозможные комбинации сочетаний из $m = n_r = 2; 4; 6$ элементов (игл) по $n = n_n = 1; 2; 3$ элементам (наброскам), могут быть определены как $C_2^1, C_2^2, C_4^1, C_4^2, C_4^3, C_6^1, C_6^2, C_6^3$. При $n_r = 2$, $C_2^1 = 2$, (a, b) (рис. 6.2, z, δ), $C_2^2 = 1$, (ab) (рис. 6.2, ϵ) и т. д.

Анализ элементов переплетения, соответствующих сочетаниям C_m^n , показал, что в их структуре имеются основные виды связей набросков с элементами трикотажа.

Короткая связь набросков с петлями в виде П(ПЛНПЛ) показана на рис. 6.2, a (C_2^1), – П(ПГНПГ) на рис. 6.2, $ж$ (C_3^1). Набросок (b) путем протяжки ластика 1 соединен с набросками (a) и (c), т. е. Н(ПЛНПЛ) (C_3^2 , рис. 6.2, $л$) и т. д.

Удлиненная связь наброска с петлей типа У(ПЛНПЛ) имеется в сочетаниях C_5^1 (рис. 6.2, o) в виде П[У(ПЛНПЛ)], где между наброском (c) и петлями 1 и 2 имеются удлиненные протяжки ластика 3 (УПЛ), которые образованы из-за незахвата нити со стороны некоторых игл n_r . Для получения типа связи П[У(ПГНПГ)], нужно сочетание C_7^1 , т. е. между петлями на одной игольнице должны быть минимум три иглы, причем, на крайних из них образовывать наброски не следует.

Далее в рассматриваемых сочетаниях имеются комбинации элементов в виде П(УПЛНПЛ) (C_3^1 , на рис. 6.2, $з$, C_5^1 рис. 6.2, p) и П(ПЛНУПЛ) (C_3^1 , на рис. 6.2, e , C_5^1 рис. 6.2, $м$), где удлиненные петли ластика (УПЛ) в сочетаниях отличаются по форме и длине. Краткая связь, типа ПЛНПГ, ПГНПЛ и удлиненная связь, типа УПЛНПГ, ПГНУПЛ, УПГНПЛ, ПЛНУПГ имеет место в сочетаниях $C_2^1, C_3^1, C_3^2, C_5^1, C_5^2$ и др. П(ПЛНПГ) – связывает петли 1 и 2 наброском 3 через ПЛ 4 и ПГ 5 (рис. 6.2, z), П(ПГНПЛ) представлена на рис. 6.2, $д$, где петли 1 и 2 связаны наброском 3 через ПГ 5 и ПЛ 4. Соединение петли и наброска, путем связи типа ПЛНПГ и ПГНПЛ, а также – УПЛНПГ, ПГНУПЛ, УПГНПЛ, ПЛНУПГ, наблюдается в сочетаниях $C_3^2, C_5^2, C_5^3, C_4^1, C_4^2, C_4^3, C_6^3$.

Все виды соединения набросков между элементами трикотажа указывать нет надобности. Поскольку наличие графической записи и типы связей наброска с петлей и наброском, посредством протяжки ластика (ПЛ, УПЛ) и протяжки глади (ПГ, УПГ), способствуют выполнению необходимых расчетов.

6.1.5. Методика расчета длины нити в петле раппорта сложного ластика

Нужно иметь в виду, что различные комбинации элементов структуры трикотажа между собой, отличающиеся от базового переплетения (глади, ластика 1 + 1), являются основными ресурсами расширения ассортимента полотен, изменения их свойств и материалоемкости.

Расчет ППТ на стадии программирования и разработки трикотажа имеет ряд преимуществ. Без предварительной выработки трикотажа устанавливается приемлемость того или иного вида переплетения для данного ассортимента.

Зависимость ППТ от параметров структуры общеизвестна. Если не учитывать расположение частей петель трикотажа в пространстве, то выведенные формулы для определения ДНП глади, ластика 1 + 1 и др. будут упрощенными [5, с. 107, с. 139, 8]. Поэтому для установления основных показателей структуры трикотажа и его свойств, необходимо точно рассчитывать ДНП кулирной глади и ластика 1 + 1.

Методика, предложенная С. Х. Симиным [8], позволяет рассчитать ДНП ластика в зависимости от некоторых параметров режима вязания. Для определения ДНП ластика 1 + 1 предлагается формула:

$$L_n = 1,57(2r + F) + 2\sqrt{h_{ц}^2 - 2rh_{ц} + 2r^2} + \sqrt{a^2 + b^2 + (0,5t - F)^2}, \quad (6.8)$$

где r – радиус крючка иглы; F – толщина нити; t – игольный шаг; $h_{ц}$ – глубина кулирования нити на иглах цилиндра; a – расстояние от края диска до наружного диаметра цилиндра; b – расстояние между диском и цилиндром, причем $D^2 = a^2 + b^2$, D – расстояние между гранями отбойной плоскости цилиндра и диска.

Таким же образом можно определить ДНП, образованной на иглах диска, тогда в формуле (6.8) вместо $h_{ц}$ следует подставить $h_{д}$. Выведенная С. Х. Симиным формула (6.8) для определения ДНП ластика 1 + 1 не учитывает расположение остова петли в пространстве и потому является упрощенной.

Для определения ДНП ластика 1 + 1 необходимо воспользоваться геометрической моделью, учитывающей расположение петли под крючком иглы на расстоянии глубины кулирования $h_{ц}$ или $h_{д}$, относительно отбойной плоскости (рис. 6.3). ДНП ластика 1 + 1 определяется как:

$$l_{л1+1} = l_{ост} + l_{пр}, \quad (6.9)$$

где $l_{ост}$ – длина остова петли; $l_{пр}$ – длина протяжки ластика 1 + 1.

Длину элементов петли нужно определить с помощью прямоугольной системы координат в пространстве и плоскости. Из принятой модели расположения петли на иглах цилиндра и диска (рис. 6.3, а), ДНП ластика 1 + 1 состоит из суммы дуги bcd и отрезков ab, de и ek [118]. Так как $l_{bcd} = 1,57(2r + F)$, то длины отрезков $ab = de$ следует определять как длину отрезка в пространстве (рис. 6.3, б, в, г) по трем его проекциям, т. е. $l_{ab} = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$, где x, y, z – соответствующие проекции отрезков ab, de на оси Ox, Oy, Oz .

Для удобства, из точки O проведем три взаимно перпендикулярные оси OX, OY, OZ , которые образуют прямоугольную систему координат $OXYZ$ (рис. 6.3, б). Из рис. 6.3, б, в видно, что проекции отрезков ab и de на оси OX равны $\text{пр}_{Ox}^{ab} = (h_{ц,д} - r)$, на оси OY $\text{пр}_{Oy}^{ab} = r$.

Проекцию отрезков ab и de на оси OZ определяем из подобия треугольников Obc и OBC , т. е. $\frac{Oc}{oc} = \frac{bc}{bc}$, $bc = \frac{bc \cdot Oc}{Oc}$. Поскольку $BC = z + 2r - 0,5F$, $Oc = h_{ц,д} + 0,5F$,

$$Oc = h_{ц,д} - r, \text{ тогда } bc = (z + 2r - 0,5F) \frac{(h_{ц,д} - r)}{h_{ц,д} + 0,5F}.$$

где $h_{ц,д}$ – глубина кулирования на иглах цилиндра ($h_{ц}$) и диска ($h_{д}$), $h_{ц} = h_{д}$; $2z$ – зев крючка иглы.

Отсюда длина отрезков ab и de равна

$$l_{ab} = l_{de} = \sqrt{(h_{ц,д} - r)^2 + r^2 + \left[(z + 2r - 0,5F) \frac{(h_{ц,д} - r)}{h_{ц,д} + 0,5F} \right]^2} =$$

$$= \sqrt{h_{ц,д}^2 - 2rh_{ц,д} + 2r^2 + \left[(z + 2r - 0,5F) \frac{(h_{ц,д} - r)}{h_{ц,д} + 0,5F} \right]^2} = \sqrt{K}.$$

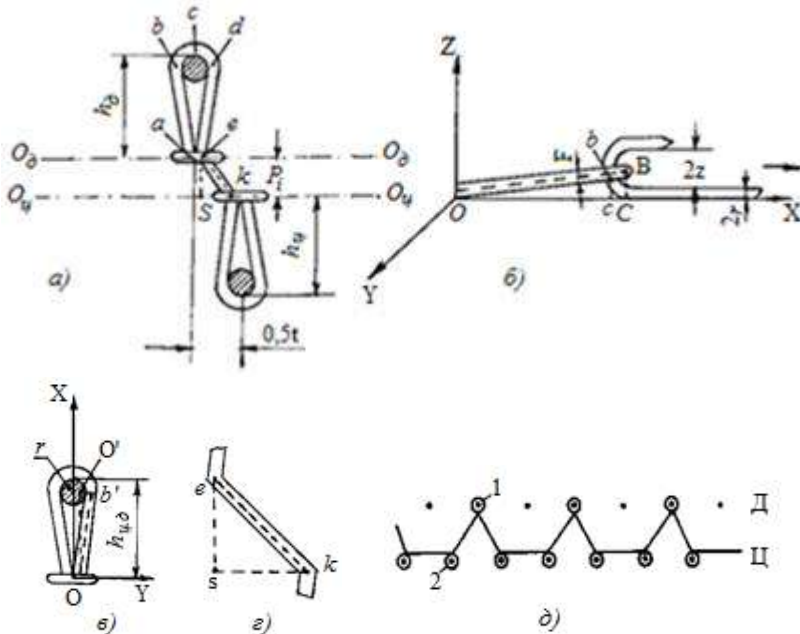


Рис. 6.3. Геометрическая модель петель ластика 1 + 1 в пазах игольниц и графическая запись ластика 2 + 1

Длину остова петли находим как:

$$l_{\text{ост}} = 0,5\pi(2r + F) + 2l_{ab,de} = 1,57(2r + F) + 2\sqrt{K}. \quad (6.10)$$

Длину протяжки ластика 1 + 1 определяем из треугольника esk (рис. 6.3, а, з) $ek = \sqrt{es^2 + sk^2}$, $es = \sqrt{a^2 + b^2}$, $sk = 0,5t - F$,
 $l_{\text{пр}} = ek = \sqrt{(0,5t - F)^2 + a^2 + b^2}$.

где a и b – размеры, определяющие взаимное положение отбойных плоскостей, причем $a = 1,5 \div 2,5$ мм = const, зависит от класса машины, b – может регулироваться от $b_{\text{min}} = 1,5$ мм до $b_{\text{max}} = 3,5$ мм [7, с. 116].

В зависимости от величины b_i длина протяжки петли ластика изменится и

$$l_{\text{пр}} = ek = \sqrt{(0,5t - F)^2 + a^2 + b_i^2} = \sqrt{(0,5t - F)^2 + P_i^2}, \quad (6.11)$$

где $P_i^2 = a^2 + b_i^2$.

Итак, учитывая выражения (6.10) и (6.11) в (6.9), ДНП ластика 1 + 1 будет определена в виде:

$$l_{\text{л1+1}} = 1,57(2r + F) + 2\sqrt{K} + \sqrt{(0,5t - F)^2 + P_i^2}. \quad (6.12)$$

Использование переплетений ластика различных раппортов (L_{i+j}) требует расчета длины нити в раппорте переплетений. Для чего длина нити в раппорте ластика 1 + 1 $L_{R\text{л1+1}} = l_{\text{ц ост}} + l_{\text{д ост}} + 2l_{\text{пр}}$.

Если $h_{\text{ц}} = h_{\text{д}}$, тогда

$$L_{R\text{л1+1}} = 2 \left[1,57(2r + F) + 2\sqrt{K} + \sqrt{(0,5t - F)^2 + P_i^2} \right], \quad (6.13)$$

при $h_{\text{ц}} \neq h_{\text{д}}$,

$$L_{R\text{л1+1}} = \pi(2r + F) + 2 \left(\sqrt{K_{\text{ц}}} + \sqrt{K_{\text{д}}} + \sqrt{(0,5t - F)^2 + P_i^2} \right). \quad (6.14)$$

При разработке новых полотен часто применяют переплетения ластика других раппортов, отличающихся от ластика 1 + 1. Например, ластик 2 + 1 содержит два типа петли ластика (рис. 6.3, д). Петля 1 является обычной петлей ластика, петля 2 – сложной. ДНП сложного

ластика состоит из сумм длин остова l_1 , протяжки ластика l_2 и глади l_3 , т. е. $l_{\text{лсл}} = l_1 + l_2 + l_3$.

Длина остова петли сложного ластика, определяется формулой (6.10). Длина протяжки ластика l_2 и глади l_3 в сложном ластике определяется, соответственно, как половина длины протяжки обычного ластика и глади.

Тогда $l_2 = 0,5\sqrt{(0,5t - F)^2 + P_i^2}$ и $l_3 = 0,5(t - F)$. Учитывая значения l_1 , l_2 и l_3 в выражении $l_{\text{лсл}}$ находим ДНП сложного ластика:

$$l_{\text{лсл}} = \pi r + 1,07F + 2\sqrt{K} + 0,5\left(t + \sqrt{(0,5t - F)^2 + P_i^2}\right). \quad (6.15)$$

ДНП глади $l_{\text{гл}}$, имеющей место в сложном раппорте ластика, нужно определять по формуле:

$$l_{\text{гл}} = l_1 + l_3 = 0,5\pi(2r + F) + 2\sqrt{K} + t - F = \pi r + 0,57F + t + 2\sqrt{K}. \quad (6.16)$$

Приведенные выше формулы, для определения ДНП обычного ластика 1 + 1 (6.12), (6.13), (6.14), сложного ластика (6.15) и глади (6.16), показывают, что точность их значений зависит от равномерности толщины нити и стабильности устанавливаемых параметров режима вязания.

6.1.6. Расчет длины нити в петле неполного ластика и неполной глади

На основании величины составляющих элементов ластика 1 + 1 (рис. 6.3, а), определяемой по выражению (6.9) ДНП $l_{\text{лп}}$ ластика, полученного с пропущенными иглами, будет состоять из: $l_{\text{лп}} = l_{\text{ост}} + l_{\text{упр}}$, где $l_{\text{ост}}$ – длина нити в остова петли обычного ластика; $l_{\text{упр}}$ – длина нити удлиненной протяжки неполного обычного ластика.

Для определения ДНП ластика, полученного с пропущенными иглами, необходимо иметь в виду число игл, не участвующих при образовании раппорта. Если петли обычного ластика на смежных иглах игольниц находятся не подряд, тогда количество неработающих игл в раппорте неполного ластика равно четному числу. Неполный ластик также характеризуется четным числом всех игл в его образовании. Такая особенность определяется четным числом игольниц, необходимых

для образования ластичного трикотажа. При этом ДНП неполного ластика 1 + 1 отличается по размеру протяжки. Длина остова обычного ластика $l_{ост}$ определяется выражением (6.10).

Длина протяжки зависит от числа всех игл $R_{ил}$ или числа пропущенных игл $n_{рл}$ в раппорте неполного ластика 1 + 1. Из рис. 6.4, а видно, что длина удлиненной протяжки зависит, прежде всего, от числа полуугольных шагов $(0,5t)$,

$$l_{упр} = \sqrt{(l_i - F)^2 + P_i^2},$$

где l_i – длина протяженности раппорта по одной игельнице.

Если число полуугольных шагов равно $R_{ил} - 1 = n_{рл} + 1$, тогда $l_i = 0,5t(R_{ил} - 1)$ или $l_i = 0,5t(n_{рл} + 1)$, а выражение $l_{упр}$ принимает вид:

$$l_{упр} = \sqrt{[0,5t(R_{ил} - 1) - F]^2 + P_i^2} \quad (6.17)$$

или

$$l_{упр} = \sqrt{[0,5t(n_{рл} + 1) - F]^2 + P_i^2}. \quad (6.18)$$

Учитывая значения $l_{ост}$ (6.10) и $l_{упр}$ (6.17) или (6.18) в $l_{лп}$, ДНП неполного ластика 1 + 1 с числом игл $R_{ил}$ и $n_{рл}$ в раппорте определяется следующими выражениями [118]:

$$l_{нл1+1} = 1,57(2r + F) + 2\sqrt{K} + \sqrt{[0,5t(R_{ил} - 1) - F]^2 + P_i^2}, \quad (6.19)$$

или

$$l_{нл1+1} = 1,57(2r + F) + 2\sqrt{K} + \sqrt{[0,5t(n_{рл} + 1) - F]^2 + P_i^2}. \quad (6.20)$$

Формулы (6.19) и (6.20) являются общими для трикотажа переплетения ластика 1 + 1 с количеством игл $R_{ил}$ и $n_{рл}$ в раппорте. При $R_{ил} = 2$ или $n_{рл} = 0$ (для ластика 1 + 1) соответствующие формулы принимают вид (6.12).

Все элементы кулирной глади образуются на иглах одной игельницы. Графическая запись кулирной глади, полученной на одно – и двухфонтурных машинах, показана на рис. 6.4, б – ж. Для расчета ДНП глади с пропущенными петельными столбиками, воспользуемся формулами для глади. ДНП глади можно определить по модели, принятой как на рис. 6.4, д в виде $l_{г} = l_{ост} + l_{пр}$. Длину остова петли $l_{ост}$ следует определить по формуле (6.10), найденной для ластичных петель. Длину протяжки для глади можно найти из рис. 6.4, б, з, в виде

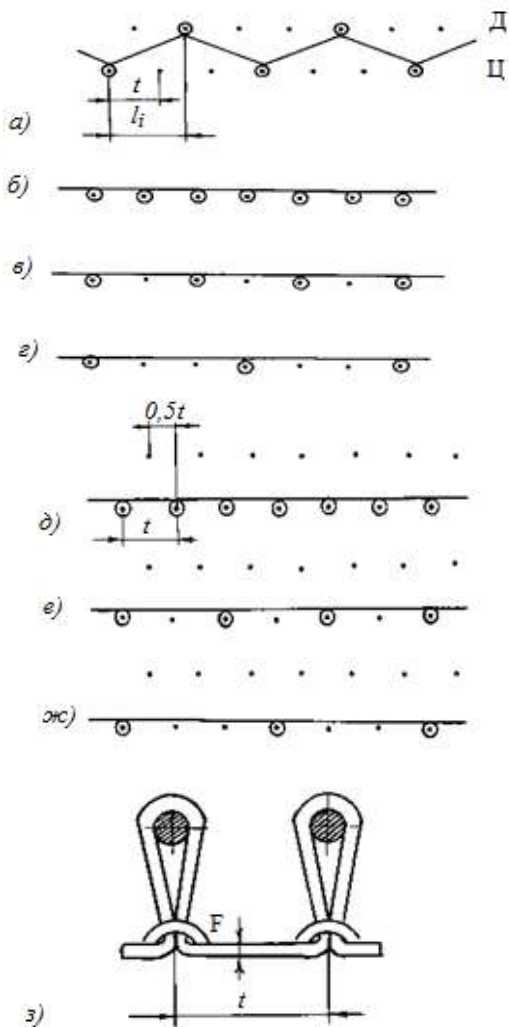


Рис. 6.4. Графическая запись неполного ластика, раппортов глади, полученной на одно- и двухфонтурной машине и схема модели кулирной глади для расчета ДНП

$l_{np} = t - F$. Тогда, ДНП глади равна:

$$l_r = l_{ост} + l_{np} = 0,57F + \pi r + t + 2\sqrt{K_{II}}. \quad (6.21)$$

При определении ДНП неполной глади, выработанной на однофонтурной машине с пропущенными иглами $n_{r\Gamma}$ в раппорте, число игольных шагов t увеличивается на $(n_{r\Gamma} + 1)$ раза, т. е. длина протяжек неполной глади определяется как: $l_{\text{пр.н.г.}} = (n_{r\Gamma} + 1)t - F$ или $l_{\text{пр.н.г.}} = tR_{i\Gamma} - F$, если число всех игл в раппорте переплетения равно $R_{i\Gamma}$ (рис. 6.4, б – з). В общем виде ДНП неполной кулирной глади будет определяться как:

$$l_{ri} = 0,5\pi(2r + F) + 2\sqrt{K_{\text{ц}}} + tR_{i\Gamma} - F = tR_{i\Gamma} + \pi r + 0,57F + 2\sqrt{K_{\text{ц}}} \quad (6.22)$$

или
$$l_{ri} = (n_{r\Gamma} + 1)t + \pi r + 0,57F + 2\sqrt{K_{\text{ц}}}. \quad (6.23)$$

Если в формулах (6.22) и (6.23) учесть для глади $R_{i\Gamma} = 1$ или $n_{r\Gamma} = 0$, тогда получится формула (6.21).

Следует отметить, что для образования кулирной глади на двухфонтурных машинах одну из фонтур исключают из работы. При расчете переплетений по графической записи нужно использовать вместо игольного шага t , полуигольный шаг $0,5t$. Нужно учитывать еще то, что при вязании рядов неполной глади на двухфонтурных машинах число всех игл $R_{i\Gamma}$ и число игл $n_{r\Gamma}$, не участвующих при образовании раппорта, являются нечетными числами.

Из рис. 6.4, д видно, что для глади $R_{i\Gamma} = 2, n_{r\Gamma} = 1$, а для ряда неполной глади $R_{i\Gamma} = 4, n_{r\Gamma} = 3$ (рис. 6.4, е), $R_{i\Gamma} = 6, n_{r\Gamma} = 5$ (рис. 6.4, ж). Соответствующее число полуигольных шагов определяется как $0,5tR_{i\Gamma} = 0,5t(n_{r\Gamma} + 1)$, что нужно иметь в виду в формулах для определения ДНП в переплетениях неполной глади.

ДНП неполной глади, полученной на двухфонтурных машинах, на основании графической записи, можно определять как:

$$l_{ri} = 0,5tR_{i\Gamma} + \pi r + 0,57F + 2\sqrt{K_{\text{ц}}} \quad (6.24)$$

или
$$l_{ri} = 0,5(n_{r\Gamma} + 1)t + \pi r + 0,57F + 2\sqrt{K_{\text{ц}}}. \quad (6.25)$$

Используя полученные формулы для неполного ластика (6.19), (6.20) и неполной глади (6.24), (6.25), можно найти ДНП сложного ластика $i + j$. При этом нужно учитывать виды протяжек, соединенных с петлей ластика, т. к. в ДНП сложного ластика участвует половина длины протяжки ластика и глади.

Длину протяжки сложного ластика, в общем виде, можно определять как:

$$l_{\text{прлсл}} = 0,5 \left[\sqrt{[0,5t(R_{i\text{л}} - 1) - F]^2 + P_i^2} + \sqrt{(0,5tR_{i\text{г}} - F)^2 + P_{i\text{г}}^2} \right].$$

Тогда ДНП в раппорте сложного ластика $i + j$ определяется в общем виде:

$$l_{\text{лсл}} = l_{\text{ост}} + l_{\text{прлсл}} = 1,57(2r + F) + 2\sqrt{K} + 0,5 \left[\sqrt{[0,5t(R_{i\text{л}} - 1) - F]^2 + P_i^2} + \sqrt{(0,5tR_{i\text{г}} - F)^2 + P_{i\text{г}}^2} \right]. \quad (6.26)$$

С учетом неработающих игл ДНП сложного ластика определяется как:

$$l_{\text{лсл}} = 1,57(2r + F) + 2\sqrt{K} + 0,5 \left[\sqrt{[0,5t(n_{\text{рл}} + 1) - F]^2 + P_i^2} + \sqrt{[0,5t(n_{\text{рг}} + 1) - F]^2 + P_{i\text{г}}^2} \right]. \quad (6.27)$$

Следует отметить, что для сложного ластика $2 + 1$ в раппорте $R_{i\text{л}} = 2, n_{\text{рл}} = 0$, а $R_{i\text{г}} = 2, n_{\text{рг}} = 1$, где для протяжки глади $P_{i\text{г}} = 0$. Формулы для определения ДНП ластика и глади показывают, что они отличаются друг от друга по принципам расчета размера протяжек. Формулы (6.26) и (6.27) для ДНП сложного ластика являются общими как для ластика, так и глади. При расчете ДНП ластика $1 + 1$ нужно учитывать $R_{i\text{л}} = 2, n_{\text{рл}} = 0, R_{i\text{г}} = 1, n_{\text{рг}} = 0, P_{i\text{г}} = P_i$, наоборот, при – глади $R_{i\text{л}} = 3, n_{\text{рл}} = 1, R_{i\text{г}} = 2, n_{\text{рг}} = 1, P_{i\text{г}} = P_i = 0$. В результате чего получаются соответствующие формулы (6.12) для ДНП ластика $1 + 1$ и (6.16) – глади.

6.1.7. Расчет длины нити в петле ластика и глади, соединенные с набросками

В зависимости от образования петель и набросков, петли и наброска на иглах одной или обеих игольниц, связывающий их элемент – протяжка, будет иметь разную форму и величину.

Вначале, рассмотрим простой случай соединения петель с наброском, образованным на разных игольницах (рис. 6.1, з) и на одной игольнице (рис. 6.1, в). ДНП определенная по принятой модели, где петля и набросок, полученный по способу без заключения, находятся под крючком иглы на расстоянии, равной глубине кулирования (рис. 6.5).

ДНП, соединенные с набросками с помощью протяжек различной формы (ПЛ и ПГ), нужно определить как [119]:

$$l_{\text{п}} = l_{\text{ост.п}} + l_{\text{наб}} + 2l_{\text{прот}}, \quad (6.28)$$

где $l_{\text{ост.п}}$ – длина нити остова петли; $l_{\text{наб}}$ – длина нити в наброске; $l_{\text{прот}}$ – длина нити в протяжке.

Длину нити остова петли определяем по формуле (6.10), а соответствующие значения $l_{наб}$ и $l_{прот}$ определяем по каждому конкретному случаю вида наброска и протяжки. Из рис. 6.5 определяем проекции отрезков ab и de , части наброска на оси OX, OY , которые, соответственно, составляют $пр_{OX}^{ab} = (h_d - r)$, $пр_{OY}^{ab} = \delta - F$. Проекцию соответствующих отрезков по оси OZ определяем из подобия ΔOBC и ΔObc , т. е. $\frac{OC}{oc} = \frac{BC}{bc}$, $bc = \frac{BC \cdot oc}{OC}$. При $BC = z + 2r - 0,5F$, $OC = h_{ц,д} + 0,5F$, $oc = h_{ц,д} - r$, $пр_{OZ}^{ab} = bc = (z + 2r - 0,5F) \frac{(h_{ц,д} - r)}{h_{ц,д} + 0,5F}$.

Длину отрезков ab и de находим, как:

$$l_{ab} = l_{de} = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2} =$$

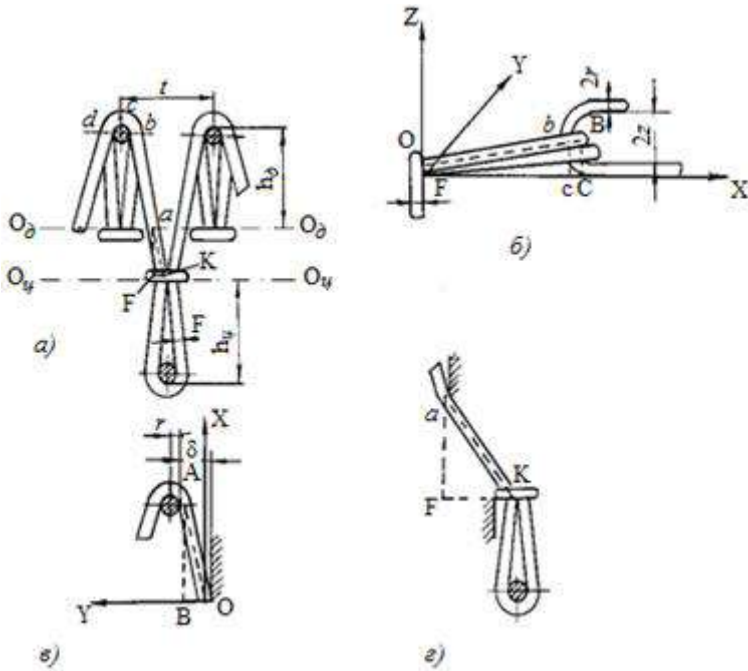


Рис. 6.5. Схема модели для определения ДНП ластика, соединенной с наброском

$$= \sqrt{(h_{\text{д}} - r)^2 + (\delta - F)^2 + \left[(z + 2r - 0,5F) \frac{(h_{\text{ц,д}} - r)}{h_{\text{ц,д}} + 0,5F} \right]^2} = \sqrt{C}.$$

Длина остова наброска составляет:

$l_{\text{ост.н}} = 0,5\pi(2r + F) + 2l_{ab,de} = 0,5\pi(2r + F) + 2\sqrt{C}$. Длину протяжки ластика, связывающей петлю и набросок, определяем из

ΔaFK (рис. 6.5, a, z), $aK = \sqrt{aF^2 + FK^2} = \sqrt{a^2 + b_i^2 + FK^2}$,

$FK = 0,5t - r - 0,5F - (\delta - 0,5F) = 0,5t - r - \delta$. Тогда

$l_{\text{прот}} = aK = \sqrt{(0,5t - r - \delta)^2 + P_i^2} = \sqrt{Q}$.

Таким образом, ДНП соединенная с наброском, посредством протяжки ластика (ПЛ), определяется:

$$l_{\text{пл}} = 0,5\pi(2r + F) + 2\sqrt{K} + 0,5\pi(2r + F) + 2\sqrt{C} + 2\sqrt{Q} = \pi(2r + F) + 2(\sqrt{K} + \sqrt{C} + \sqrt{Q}). \quad (6.29)$$

Если набросок находится на одной игольнице с петлей (рис. 6.1, ϑ), тогда длину протяжки глади (ПГ), соединяющей их, определяем как:

$l_{\text{прот.гл}} = t - 0,5F - r - (\delta - 0,5F) = t - r - \delta = t - (r + \delta)$.

При этом ДНП, соединенная с набросками и протяжкой глади, будет:

$$l_{\text{пр}} = 0,5\pi(2r + F) + 2\sqrt{K} + 0,5\pi(2r + F) + 2\sqrt{C} + 2(t - r - \delta) = \pi(2r + F) + 2(\sqrt{K} + \sqrt{C} + t - r - \delta). \quad (6.30)$$

Теперь определим ДНП, имеющие связи с набросками, связанными между собой с различными связями протяжек ластика и глади короткой и удлиненной величины (рис. 6.6 и 6.7). Связи между набросками в виде НПЛН и НПГН определяются на основании соответствующей модели. Длина протяжки ластика $l_{\text{НПЛН}}$, соединяющей два наброска и расположенные на разных игольницах, определяется из ΔABC (рис. 6.6, a). Откуда: $AC^2 = AB^2 + BC^2 = BC^2 + P_i^2$, $BC = 0,5t - 2(r + \delta - 0,5F)$. Тогда

$$l_{\text{пр.НПЛН}} = AC = \sqrt{[0,5t - 2(r + \delta - 0,5F)]^2 + P_i^2} = \sqrt{T}.$$

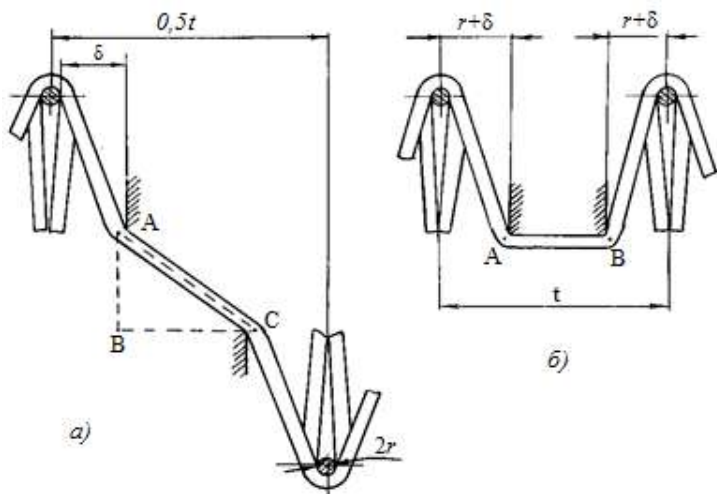


Рис. 6.6. Схема модели петель, имеющих связи между набросками в виде НПЛН и НПГН

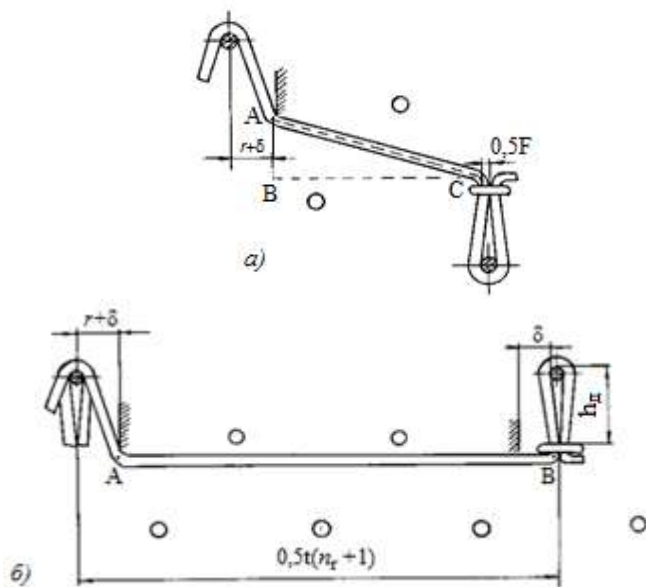


Рис. 6.7. Схема модели петель, имеющих связи между набросками в виде ПУПЛН и ПУПГН

Длина протяжки глади, связывающей два наброска, расположенные рядом на одной игольнице, т. е. в виде связи НПГН, определяется из рис. 6.6, б. $l_{\text{НПГН}} = AB = t - 2(r + \delta - 0,5F) = D$.

С применением удлиненной протяжки ластика (УПЛ) и глади (УПГ) расход нити на образование одного раппорта и в целом – ряда изменяется. Поэтому необходимо определить размеры УПЛ и УПГ во взаимосвязи с петлей и наброском, а также набросков между собой.

Длину УПЛ в виде связи ПУПЛН можно найти из рис. 6.7, а. Из $\triangle ABC$ $AC^2 = AB^2 + BC^2$, $AB^2 = P_1^2$, $BC = 0,5t(n_r + 1) - (\delta + r - 0,5F) - 0,5F = 0,5t(n_r + 1) - (\delta + r)$.

$$l_{\text{ПУПЛН}} = \sqrt{[0,5t(n_r + 1) - (\delta + r)]^2 + P_1^2} = \sqrt{V}.$$

Длину УПГ в виде связи ПУПГН можно определить по рис. 6.7, б, где $l_{\text{ПУПГН}} = AB = 0,5t(n_r + 1) - (\delta + r) = M$. Длину УПЛ в виде связи НУПЛН и УПГ в виде НУПГН можно найти, соответственно, по рис. 6.8. Из $\triangle ABC$ (рис. 6.8, а).

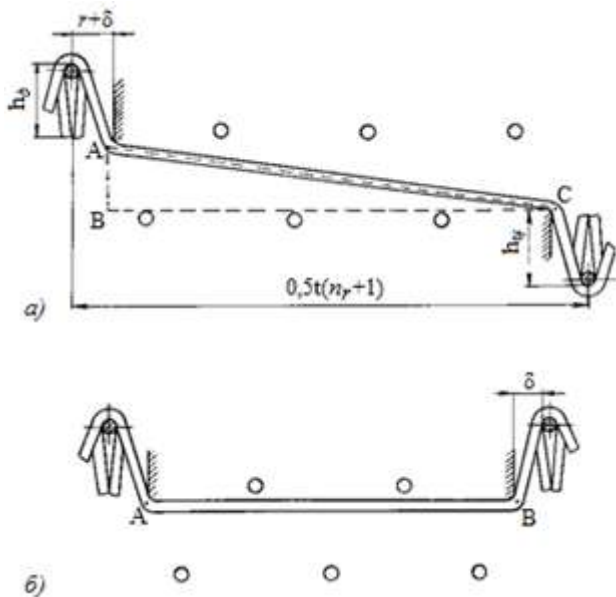


Рис. 6.8. Схема модели петель, имеющих связи в виде НУПЛН и НУПГН

$$AC^2 = AB^2 + BC^2, \quad BC = 0,5t(n_r + 1) - 2(r + \delta - 0,5F),$$

$$l_{\text{НУПЛН}} = \sqrt{[0,5t(n_r + 1) - 2(r + \delta - 0,5F)]^2 + P_i^2} = \sqrt{W}.$$

Длину НУПГН находим из рис. 6.8, б, как

$$l_{\text{НУПГН}} = AB = 0,5t(n_r + 1) - 2(r + \delta - 0,5F) = N.$$

Важно, что формулы для определения длины удлиненной протяжки ластика и глади (УПЛ и УПГ), соединенные как с петлей и наброском, так и соединенные между набросками, являются общими. Итак, при $n_r = 0$ формула $l_{\text{НУПЛН}}$ превращается в формулу $l_{\text{пр.НПЛН}}$, при $n_r = 1$ формула $l_{\text{НУПГН}}$ – в $l_{\text{прот.гл.}}$, формула $l_{\text{НУПГН}}$ – в $l_{\text{НПГН}}$.

6.1.8. Методика расчета расхода сырья при вязании ряда сложного раппорта ластика $i + j$

При расчете параметров трикотажа и расхода сырья на единицу изделий (деталей) нужно, в первую очередь, иметь графическую запись или структуру переплетения, а также – параметры, входящие в формулы (6.12), (6.15), (6.16) для определения ДНП. После чего нужно определить ДНП обычного и сложного ластика и глади.

При определении числа раппортов по числу петель, образованных на иглах обеих игольниц машины, часть петель в учет не принимаются. На самом деле, значение раппорта ластика по ширине R_b больше фактического числа игл, участвующих в образовании раппорта ластика n_{Rij} на одной игольнице, т. е. $R_b > n_{Rij}$.

Число игл n_R , участвующих в образовании раппорта ластика $i + j$, нужно определять по количеству игл обеих игольниц машины, причем, с учетом числа пропущенных игл, не участвующих при образовании петель раппорта. Если дан раппорт ластика с числом петель на лицевой стороне i (на иглах цилиндра), а на изнаночной стороне j (на иглах диска), тогда $R_b = i + j$. При этом необходимое количество игл для образования раппорта ластика $i + j$ на цилиндре n_{Ri} и диске n_{Rj} будет определено как [120]: $n_{Ri} = i + (j - 1)$, $n_{Rj} = j + (i - 1)$, где $j - 1$ и $i - 1$ – число пропущенных игл на соответствующей противоположной игольнице.

Учитывая значения $R_b = i + j$ в выражениях n_{Ri} и n_{Rj} , получим: $n_{Ri} = n_{Rj} = R_b - 1$ или $n_{Ri,j} = R_b - 1$. Отсюда ясно, что для расчета длины нити петельного ряда ластика $i + j$ нужно воспо-

льзоваться числом игл для образования петель раппорта переплетения, причем по игольницам. С учетом выражений n_{Ri} и n_{Rj} находим

$$n_R = n_{Ri} + n_{Rj} = 2(R_b - 1), \quad (6.31)$$

тогда число раппортов будет равно:

$$C_R = \frac{2U}{n_R} = \frac{2U}{2(R_b-1)} = \frac{U}{R_b-1}, \quad (6.32)$$

где $2U$ – число всех игл на обеих игольницах вязальной машины; U – число игл на одной игольнице.

Если обозначить число видов петель в раппорте ластика по ширине по игольницам в виде $(n_{лоi,j} + n_{лci,j} + n_{гi,j})$, а ДНП соответствующих петель обычного ластика как $n_{лоi,j}$, сложного ластика $n_{лci,j}$ и глади $n_{гi,j}$, тогда длину нити петельного ряда сложного раппорта ластика $i + j$ можно найти из формулы:

$$L_{Ri+j} = C_{Ri,j}(n_{лоi,j}l_{лоi,j} + n_{лci,j}l_{лci,j} + n_{гi,j}l_{гi,j}) = \frac{U}{n_{Ri}}(n_{лоi}l_{лоi} + n_{лci}l_{лci} + n_{гi}l_{гi}) + \frac{U}{n_{Rj}}(n_{лоj}l_{лоj} + n_{лcj}l_{лcj} + n_{гj}l_{гj}).$$

Так как, при образовании петель любого раппорта ластика $i + j$ общее число игл по игольницам между собой равны, то, используя $n_{Ri} = n_{Rj}$, находим, что

$$L_{Ri+j} = \frac{U}{R_b-1}[(n_{лоi}l_{лоi} + n_{лci}l_{лci} + n_{гi}l_{гi}) + (n_{лоj}l_{лоj} + n_{лcj}l_{лcj} + n_{гj}l_{гj})]. \quad (6.33)$$

Формула (6.33) является общей, по которой можно найти любое L_{Ri+j} . Например, для ластика 4+3, если $i = 4, j = 3$, с учетом $l_{лci} = l_{лcj}, l_{гi} = l_{гj}$,

$$L_{R4+3} = \frac{U}{7-1}[(2l_{лci} + 2l_{гi}) + (2l_{лcj} + l_{гj})] = \frac{U}{6}(4l_{лci,j} + 3l_{гi,j}).$$

6.1.9. Методика определения ширины трикотажа сложных ла- стичных переплетений

Ширина трикотажа в расчетах определяется по формуле [18, с. 56–72] как $W_T = 0,1UA$,

где W_T – ширина трикотажа в см; U – число игл на цилиндре, или диске; A – петельный шаг, мм.

Однако расчет ширины трикотажа сложных переплетений по данной формуле приводит к неточностям. Поэтому требуется учет особенностей структурных параметров переплетения трикотажа. Предложенная методика [4, с. 185–188, 5, с. 135–137] для определения ширины трикотажа сложных раппортов ластика L_{i+j} основывается на определении числа и ширины раппорта. Ширину трикотажа, выработанного переплетением с раппортом R_b (рис. 6.9) на вязальной машине, имеющей n игл, определяют одной из следующих формул как:

$$W_{n(R)} = \frac{n}{R_b} W_R = \frac{n}{R_b} R_b A_n = n A_n, \quad (6.34)$$

или
$$W_{n(R)} = n A_d \left(1 - \frac{1}{R_b}\right), \quad (6.34a)$$

где $W_{n(R)}$ – ширина трикотажа; W_R – ширина раппорта ластика; n – количество игл на вязальной машине; R_b – раппорт ластика по ширине; A_n – приведенный петельный шаг; A_d – действительный петельный шаг.

В формулах (6.34) и (6.34a) множитель $\frac{n}{R_b}$ принят за число раппортов ластика по периметру игольницы, где $R_b = i + j$.

Поскольку на участке перехода лицевых петель к изнаночным одни петли заходят за другие на половину ширины петли, то, следовательно, ширина ластика должна уменьшаться на столько петельных полушагов $0,5A$, сколько имеется переходов по ширине трикотажа. Учитывалось, что лицевые петли будут находиться на изнаночных по всей ширине петельного ряда ластичного круглого полотна на количество полупетель, равное $2\frac{n}{R}$. Тогда ширина ластика без учета закручивания определяется [4, с. 185 – 186] как:

$$W = An - 0,5A \frac{2n}{R} = An - A \frac{n}{R} = An \left(1 - \frac{1}{R}\right). \quad (6.346)$$

Нужно иметь в виду, что формулы (6.34а) и (6.34б) одинаковые. Недостаток в известных методиках заключается в том, что при определении числа раппортов, не учитывается число пропущенных игл, необходимых для образования петель данного раппорта. Это легко можно увидеть на конкретных примерах. Определение числа раппортов ластика $i + j$ по формуле (6.32) показывает, что по известной методике этот показатель, кроме ластика $1 + 1$, имел явно завышенное значение. Например, при $2U = 12$ игл для ластика $1 + 1$, $- 2 + 1$ и $- 2 + 2$ число раппортов равнялось, соответственно 6, 4 и 3. На самом деле число раппортов должно было быть равным, соответственно 6, 3 и 2. При определении числа раппортов по всей ширине полотна правильнее было бы учитывать число всех игл, находящихся в заправке на игольнице по ширине данного раппорта.

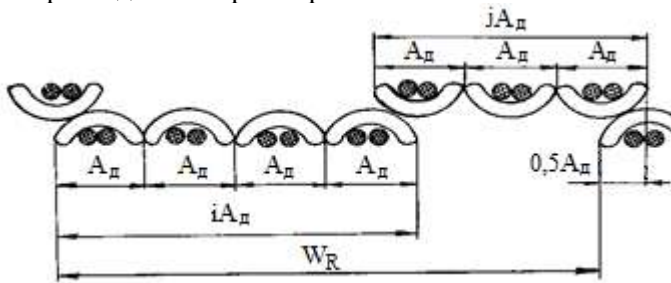


Рис. 6.9. Поперечный разрез раппорта ластика 4+3

Таким образом, с учетом пропущенных игл для образования раппорта переплетения, например, ластика $1 + 1$ нужны две, ластика $2 + 1$ – четыре, ластика $2 + 2$ – шесть игл. Поэтому, неправильный учет числа петель в ряду трикотажа приводит к ошибочному расчету ширины полотна, который для всех раппортов ластика $i + j$ имеет одинаковое значение, т. е. $W_{1+1} = W_{2+2} = \dots = W_{i+j} = \frac{An}{2}$.

Если число раппортов определять по формуле (6.32), тогда при условии захода ластичных петель за другие, ширину трикота-

жа $W_{\text{ТЛ}}$ ластичного переплетения сложных раппортов можно найти [120] по формуле: $W_{\text{ТЛ}} = UA_{\text{д}} - 0,5A_{\text{п}} \cdot 2C_R = UA_{\text{д}} - \frac{2U}{2(R_b-1)}A_{\text{п}}$.

Поскольку число всех игл на машине $2U$ можно записать, как $2U = I + I_z$, то

$$W_{\text{ТЛ}} = UA_{\text{д}} - \frac{I+I_z}{2(R_b-1)}A_{\text{п}}, \quad (6.35)$$

где I и I_z – соответственно, число работающих и неработающих игл на машине.

Необходимо учитывать еще и то обстоятельство, что неработающие иглы, в количестве I_z , петель не образуют и потому, нельзя говорить о ширине несвязанных петель, т. е. в формуле (6.35) нужно принять $I_zA_{\text{п}} = 0$, при

$$I_z = 2U - I = 2U - \frac{2UR_b}{2(R_b-1)} = \frac{U(R_b-2)}{R_b-1}.$$

Выражение (6.35) можно записать в виде:

$$W_{\text{ТЛ}} = UA_{\text{д}} - \frac{IA_{\text{п}}}{2(R_b-1)} - \frac{I_zA_{\text{п}}}{2(R_b-1)}. \quad (6.35a)$$

С учетом $I_zA_{\text{п}} = 0$ выражение (6.35a) имеет вид:

$$W_{\text{ТЛ}} = UA_{\text{д}} - \frac{IA_{\text{п}}}{2(R_b-1)}. \quad (6.36)$$

Учитывая значение числа работающих игл $I = \frac{2UR_b}{2(R_b-1)} = \frac{UR_b}{R_b-1}$ и приведенного петельного шага $A_{\text{п}} = A_{\text{д}} \frac{R_b-1}{R_b}$ в выражении (6.36), находим:

$$W_{\text{ТЛ}} = UA_{\text{д}} - \frac{UA_{\text{д}}}{2(R_b-1)} = UA_{\text{д}} \frac{2R_b-3}{2(R_b-1)}. \quad (6.37)$$

Поскольку при вязании трикотажа переплетения гладь участвует одна из игольниц двухфонтурной машины и раппорт глади $R_b - 1$, тогда ширина трикотажа определяется по формуле:

$$W_{\text{ТГ}} = C_{R\Gamma} W_{R\Gamma} = \frac{U}{R_b} R_b A_{\Gamma} = UA_{\Gamma}, \quad (6.38)$$

где U – число игл на одной игольнице; A_{Γ} – петельный шаг глади.

На основании формулы (6.37) можно рассчитать ширину трикотажа различных раппортов ластика.

Из формулы (6.37) получается, что ширина трикотажа переплетения ластик $1 + 1$ ($R_b = 2$) составляет $W_{\text{тл}} = UA_{\text{д}} \frac{2 \cdot 2 - 3}{2(2-1)} = 0,5UA_{\text{д}}$, – ластик $2 + 2$ ($R_b = 4$) $W_{\text{тл}} = 0,83UA_{\text{д}}$, т. е. она на 66 % больше ширины трикотажа ластик $1 + 1$.

Формула (6.37) для трикотажа переплетений ластика и глади является общей. С увеличением раппорта ластика трикотаж превращается в гладь, например, если $R_b = 1000$, тогда $W_{\text{тл}} = UA_{\text{д}} \frac{2 \cdot 1000 - 3}{2(1000-1)} \approx UA_{\text{д}} \approx UA_{\text{г}}$.

Нужно отметить, что в расчетах ширины трикотажа по формуле (6.37), число работающих игл I добавлять дополнительно не следует. Это условие выполнено при выведении формулы. С учетом наличия ластичных петель и петель глади это условие также выполняется.

Ширину трикотажа можно выразить как:

$$W_{\text{тл}} = A_{\text{п}} \frac{2U}{2(R_b-1)} + A_{\text{д}}(R_b - 2) \frac{2U}{2(R_b-1)}. \quad (6.39)$$

Если учесть в выражении (6.39) значение $A_{\text{п}} = 0,5A_{\text{д}}$, имеющее место в ластике $1 + 1$, тогда получим ту же самую формулу (6.37).

Для трикотажа, у которого число лицевых петель в раппорте на любой из сторон больше единицы, при определении ширины в равновесном состоянии необходимо учитывать уменьшение действительного петельного шага из-за скручивания соседних лицевых петельных столбиков. Из-за скручивания петельных столбиков действительный петельный шаг составляет $(0,7 \dots 0,8)A_{\text{д}}$ [5, с. 136]. Тогда ширина трикотажа в равновесном состоянии будет иметь вид:

$$W_{\text{тлс}} = W_{\text{тл}}(0,7 \dots 0,8). \quad (6.39a)$$

Например, ширина трикотажа переплетения ластик $2 + 2$ в равновесном состоянии составляет:

$W_{\text{тлс}} = 0,83UA_{\text{д}}(0,7 \dots 0,8) = (0,58 \dots 0,66)UA_{\text{д}}$, т. е. – равна 58...66% ширины трикотажа переплетения ластик $1 + 1$. Необходимо отметить, что по вышеуказанной методике можно рассчитывать ширину трикотажа всех раппортов ластика $i + j$.

6.1.10. Расчет поверхностной плотности трикотажа сложных переплетений

С увеличением раппортов переплетения ластик $i + j$ и применением в комплекте рядов комбинированного переплетения различных раппортов и структур петель, известная методика расчета ППТ становится непригодной. В ней не учитывается различие ДНП отдельных элементов петельной структуры [2, с. 67–68, 58], поэтому полученные результаты по расчету не совпадают с фактическими данными ППТ.

Для расчета ППТ сложных переплетений, в первую очередь, нужно определить длину нити в комплекте рядов переплетения по всей ширине трикотажа. Для точности полученных данных m_s число комплектов рядов n_p , при соответствующей длине трикотажа D_n , должно быть целым. Важность такого подхода к определению ППТ становится очевидной при больших раппортах, как по ширине, так и по длине полотна. Отсюда вытекает требование к правильному расчету ширины трикотажа, длины нити в рядах (или в комплекте) и учету важных параметров структуры трикотажа [121].

В первом варианте, если раппорты переплетения по длине и ширине имеют малую величину, тогда с минимальными упущениями можно использовать расчет поверхностной плотности по определению массы нити в площади 1 м^2 трикотажа.

При ДНП $l = \text{const}$ длину нити L_p в одном ряду трикотажа, находим как: $L_p = lU/1000$ (м).

С учетом значения U в выражении L_p получим:

$$L_p = lW_T/1000A, \quad (6.40)$$

где l – ДНП, мм; U – число игл на одной игольнице; W_T – ширина трикотажа, мм; A – петельный шаг, мм.

Число петельных рядов n_p с высотой B_p определяется по формуле:

$$n_p = D_n/B_p, \quad (6.41)$$

при $D_n = 1000$ мм, $n_p = 1000/B_p$,

где D_n – длина трикотажа, мм; B_p – высота петельного ряда переплетения, мм.

Расход сырья в трикотаже с площадью $S = 10^{-6}W_T D_n$ (м^2), определяется как:

$$m_s = L_p n_p T / 1000 \text{ (г)}. \quad (6.42)$$

С учетом (6.41) в (6.42) находим:

$$m_s = \frac{L_p}{1000} \cdot \frac{D_n}{B_p} \cdot T \text{ (г)}. \quad (6.43)$$

В зависимости от величины D_n , при $W_T = const$, т. к. $U = const$, если $S = 1 \text{ м}^2$ то расход сырья в трикотаже, определенный по формуле (6.43), будет характеризовать его поверхностную плотность. Для любого значения площади S трикотажа, при $W_T = const$, расход сырья, приравниваемый поверхностной плотности $m_{s1} 1 \text{ м}^2$ трикотажа, можно определять еще, как ППТ с шириной W_T и длиной D_n , при $S = 10^{-6} W_T D_n \text{ (м}^2\text{)}$ будет:

$$m_{s1} = m_s / S. \quad (6.44)$$

Учитывая значения выражений (6.42) и S в (6.44), получим:

$$m_{s1} = 1000 L_p n_p T / W_T D_n \text{ (г/м}^2\text{)} \quad (6.45)$$

или, с учетом (6.41) в (6.45),

$$m_{s1} = 1000 L_p T / W_T B_p \text{ (г/м}^2\text{)}. \quad (6.46)$$

Во втором, сложном варианте переплетений, число петельных рядов в раппорте по высоте может быть $n_p > 1$, при том, что они разной структуры. Тогда основу расчета расхода сырья должно составлять определение длины нити в каждом ряду L_{pi} , входящий в раппорт. Длина нити L_{pi} в каждом ряду раппорта по высоте определяется с учетом особенностей элементов структуры и их величины; далее, суммируя, находим длину нити L_{pp} в одном раппорте переплетения по высоте так:

$$L_{pp} = L_{p1} + L_{p2} + \dots + L_{pn} = \sum_{i=1}^n L_{pi}, \quad (6.47)$$

где L_{pp} – суммарная длина нити, расходуемая для вязания всех рядов, составляющих раппорт переплетения, м; $L_{p1}, L_{p2}, \dots, L_{pn}$ – длина нити в ряду $i = 1, 2, \dots, n$ (м).

Число раппортов n_{pp} определяется как:

$$n_{pp} = D_{pp}/B_{pp}, \quad (6.48)$$

где B_{pp} – общая высота раппорта переплетения по высоте, мм; D_{pp} – длина трикотажа, мм.

Чтобы n_{pp} получилось целым, D_{pp} должна быть кратной B_{pp} . Расход сырья в трикотаже с шириной W_T и длиной D_{pp} , при

$S = 10^{-6}W_T D_{pp}$ (м²) можно найти с учетом (6.47) и (6.48), подобно (6.42), т. е.

$$m_s = L_{pp} D_{pp} T / 1000 B_{pp} \text{ (г)}. \quad (6.49)$$

При тех же условиях ширины трикотажа и его площади расход нити, приравниваемый поверхностной плотности m_{s1} 1 м² трикотажа, можно определить формулами (6.44), (6.45) и (6.46).

ППТ с шириной W_T и длиной D_{pp} , при $S = 10^{-6}W_T D_{pp}$ (м²) будет:

$$m_{s1} = 1000 L_{pp} n_{pp} T / W_T D_{pp} \text{ (г/м}^2\text{)} \quad (6.50)$$

или с учетом (6.48) в (6.50):

$$m_{s1} = 1000 L_{pp} T / W_T B_{pp} \text{ (г/м}^2\text{)}. \quad (6.51)$$

Рассмотрим пример расчета параметров трикотажа переплетения французское и швейцарское пике, выработанное на кругловязальной машине ОДЗИ 16 класса, из чистшерстяной пряжи линейной плотности 19 текс $\times 2$, где длина нити в петлях ластика составляла $l_l = 4,1$ мм, а в петлях глади – $l_r = 4$ мм. Длину нити в петельных рядах 1 и 3, состоящих из ластика 2 + 1 при числе игл на цилиндре $U = 1560$, определяем по формуле (6.33)

$$L_{p1} = L_{p3} = \frac{U}{3-1} [(0 \cdot l_{loi} + 2l_{lci} + 0) + (1 \cdot l_{loj} + 0 + 0)] = \frac{U}{2} (2l_{lci} + l_{loj}),$$

при $l_{lci} = l_{loj} = l_l$, $L_{p1} = L_{p3} = \frac{U}{2} \cdot 3l_l = \frac{1560}{2} \cdot 3 \cdot 4,1 = 9594$ мм = 9,6 м.

Длина нити в петельных рядах 2 и 4 определяется как производная гладь: $L_{p2} = L_{p4} = \left(l_r + \frac{25,4}{K} \right) \frac{U}{2} = \left(4 + \frac{25,4}{16} \right) \frac{1560}{2} = (4 + 1,59) \cdot 780 = 4,4$ м.

Длина нити в одном раппорте переплетения французское и швейцарское пике по высоте: $L_{pp} = 2L_{R1,3} + 2L_{R2,4} = 2(9,6 + 4,4) = 28$ м.

Если принять $B_{pp} = 3,0$ мм, $W_T = 1040$ мм, используя формулу (6.51) получим:

$$m_{s1} = \frac{1000 \cdot 28 \cdot 38}{1040 \cdot 3} = \frac{1064000}{3120} = 341 \text{ г/м}^2.$$

6.2. Разработка переплетений для трикотажа с пониженной поверхностной плотностью

6.2.1. Теоретические основы формирования структуры трикотажа с пониженной поверхностной плотностью

При выработке полотен сырья можно сэкономить путем применения одинарных переплетений взамен двойных, использования пряжи пониженной линейной плотности и получения полотен с неполными переплетениями [58]. С учетом оптимальных соотношений ДНП различных рядов, составляющих комбинированные переплетения, может быть достигнута экономия сырья за счет снижения ППТ [63, 64].

ППТ, кроме прочих параметров, зависит также от условий формирования структурного эффекта. Между структурой и свойствами трикотажа имеется определенная взаимосвязь. Структура трикотажа, как и любого текстильного изделия, определяется размерами, формой и взаимным расположением составляющих его элементов [122, 123].

В научных работах до конца не исследованы условия, способствующие изменению формы петель и связанных с ним параметров структуры трикотажа.

Трикотаж из конкретного вида сырья и переплетения можно вырабатывать в различных условиях режима вязания. Нужно установить, при каких обстоятельствах, какая петля какую конфигурацию примет, как она будет расположена относительно поверхности полотна и как будет вести себя в структуре трикотажа. После чего можно дать целенаправленную рекомендацию для выработки и использования разработанных структур трикотажа, где заранее прогнозируются основные его характеристики, внешний вид и ППТ.

При этом форма и размеры петель, а также характер расположения их в структуре трикотажа, являются определяющими факторами при образовании структурного эффекта.

Представляют интерес структурные эффекты, полученные за счет наклона петель в плоскости полотна, а также во внутрь полотна. Структурные – рисунчатые эффекты, в виде ячеек, ромбиков и т. д., можно получить за счет особенности самого переплетения.

В структуре трикотажа прессовых переплетений с узорами и комбинированных переплетений, типа пике, имеются различные элементы структуры, такие, как петли разных размеров, протяжки, наброски,

различные по величине ячейки и т.д., которые рассмотрены в работе [124].

Условия вязания и структура трикотажа распространенных комбинированных переплетений швейцарское пике, французское пике, голландское пике и т. д. отличаются от прессовых переплетений.

Проследим характер наклона и поворота петель на примере переплетения французского пике, схема которого показана на рис. 6.10.

Наклон петель 1 и 2 вызван тем, что в точках d их стягивает протяжка глади петель ластика $2 + 1$ следующего ряда (рис. 6.10, a); так как эти протяжки расположены в шахматном порядке, то лицевые петельные столбики имеют зигзагообразный вид.

Анализируя далее структуру рассматриваемого трикотажа, приходим к выводу, что при переходе от лицевой петли 1 к изнаночной петле 3, ластичная протяжка 10 (kf), соединяющая эти петли, отклоняется от линии протяжки лицевых петель на угол α (рис. 6.10, b). Тогда головки петель 11 и 12 предыдущего ряда поворачиваются в сторону протяжки ластика kf (9 и 10). Точки d (рис. 6.10, a) будут центрами поворота головок петель 1 и 2 во внутрь полотна. Значит, левая палочка петли 1 и правая палочка петли 2 у своих головок оказываются утопленными во внутрь полотна на угол β (рис. 6.10, b). При этом правая палочка петли 1 и левая палочка петли 2 в точках k также уходят внутрь полотна вследствие поворота головок петель 11 и 12 [124].

Следовательно, в трикотаже схожих переплетений, французское и швейцарское пике, лицевые петли имеют два вида наклона: в плоскости полотна и в перпендикулярной плоскости полотна. В результате изменения направления наклона петель следующего ряда, утопленные длинные палочки (левая петли 1 и правая петли 2) прикрыты выступающими палочками следующего ряда и оказываются малозаметными. Короткие же палочки, при развороте головки петли, выступают над поверхностью полотна и поэтому они хорошо видны. Направление наклона петель от ряда к ряду меняется в противоположную сторону, что создает диагональный эффект и образует своеобразные ячейки из выступающих палочек наклонных петель.

В установлении структуры трикотажа переплетения французское и швейцарское пике, немаловажную роль играют особенности их вязания [125–217].

Рапорт переплетения французское пике состоит из четырех рядов. В первой вязальной системе, при вязании I ряда ластиком $2 + 1$ на всех иглах цилиндра образуют петли 1, 2, а на четных иглах диска – петли 3 (рис. 6.10, a). Во второй вязальной системе на нечетных иглах диска образуют петли 4 II ряда производной глади. Они вместе составляют один полный петельный ряд. В третьей вязальной системе, при вязании III ряда ластиком $2 + 1$ на всех иглах цилиндра образуют петли 5, 6, а на нечетных иглах диска – петли 7. В четвертой вязальной системе на четных иглах диска образуют петли 8 IV ряда производной глади, которые дополняют второй полный ряд

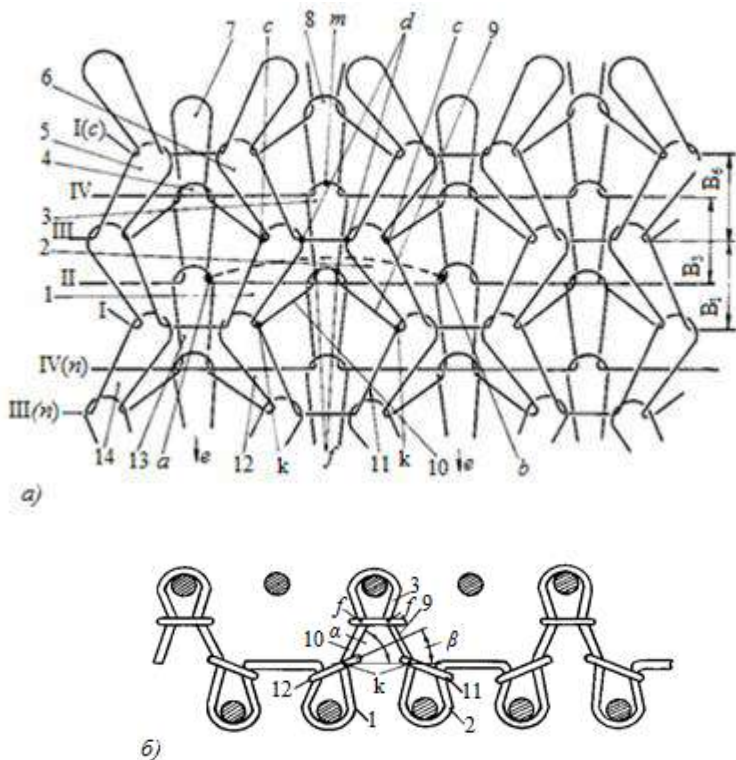


Рис. 6.10. Строение и поперечный разрез трикотажа комбинированного переплетения французское пике

раппорта переплетения.

В установлении структуры трикотажа переплетения французское пике особую роль играет расположение протяжки ab производной глади над ластичной протяжкой 9, 10, зависящее от последовательности вязания соответствующих рядов, а также перетягивание нити из одной петли в другую, из петли в протяжку и наоборот.

После вязания I и II рядов на всех иглах цилиндра и диска имеются петли ластика 1, 2, 3 (рис. 6.10, а) и петли 4 производной глади (иглы на рис. не показаны). Вязанием III ряда, петли 1, 2, 4 сбрасываются с иглы, тем самым, на всех иглах имеются петли ластика. В таком расположении петель осуществляется прямое перетягивание нити из лицевых петель 1, 2 в изнаночную петлю 3, висящую на игле диска. Это происходит до тех пор, пока сумма высоты петель, например 6 и 1, не будет равняться высоте петли 3, получившей нить из соседних петель 1 и 2, т. е. $B_6 + B_1 = B_3 + B'_1 + B'_2$, ($B_1 = B_2 = B'_{1,2} + B''_{1,2}$, где $B'_{1,2}$ и $B''_{1,2}$ — часть высоты петель 1 и 2, соответственно, неперешедших и перешедших в петлю 3).

По мере увеличения петли 3 происходит удлинение протяжки ab (показано пунктирной линией) за счет укорочения высоты петли 4, которое обеспечивается подъемом петли 13 ряда III (п) предыдущего раппорта. В результате чего осуществляется структурное прямое перетягивание нити из петли в ее протяжку ab . Такое перетягивание нити происходит еще из лицевых петель 12, 14 в изнаночную петлю 13.

При получении петель 8 в IV ряду петли 3 ластика сбрасываются с игл диска. Это создает условие обратному перетягиванию нити. Структурное обратное перетягивание нити происходит из петель 3 в петли 1, 2, а также из протяжки ab в петлю 4. Осуществление структурного обратного перетягивания нити из петель 13 в петли 12, 14 способствует окончательному формированию структуры рядов III (п) и IV (п) предыдущего раппорта.

В установлении структуры трикотажа переплетения швейцарское пике, особую роль играют последовательность вязания рядов ластика $2 + 1$ и производной глади и особенности перетягивания нити в процессе вязания, которые протекают иначе, чем во французском пике.

Установлено, что для окончательного формирования структуры полных рядов раппорта, требуется вязание полного раппорта переплетения. Причем во французском пике I и II ряды раппорта формируются после вязания II (с) ряда следующего раппорта и т. д. Тогда как только после вязания петель I (с) ряда следующего раппорта формируется окончательная структура швейцарского пике в рядах I и II. При этом из-за различного рода перетягивания нити, процесс вязания трикотажа переплетения французское и швейцарское пике протекает в более сложных условиях, чем вязание трикотажа базовых переплетений.

При одинаковых параметрах режима вязания, различия в его процессах, наряду со структурой пике, являются определяющими факторами установления показателей структуры и свойств трикотажа, и в том числе его материалоемкости.

В процессе вязания трикотажа переплетения французское пике происходит прямое перетягивание нити из петель 1 и 2 к петле 3, висящей на игле. В это время нить испытывает определенные трудности из-за повышенного коэффициента трения нити о нить в точках контакта c, d, k, f . Перетягиваемая нить через эти точки получает излом по линии контакта.

В зависимости от значений коэффициента трения нити в точках контакта и усилия оттяжки петель, наличием первичного обратного, а также дополнительных перетягиваний, полученный излом усиливается. В результате чего нить, стремящаяся к выпрямлению, займет наибольшую площадь, и степень утопления полочек петли 1, 2 и т. п. во внутрь полотна, в точках c и k уменьшится, т. е. полочки петель приподнимутся на поверхность полотна.

Особенности формирования структуры трикотажа переплетений рассмотренных пике диктуют выбор условий, влияющих на значения ППТ. Таковыми являются соотношения ДНП по системам машины, в которых вяжутся те или иные ряды переплетения [19, 63]; усилия оттяжки петель, коэффициент трения нити о нить [128], от которых во многом зависит степень полученной деформации петель, участвующих в формировании структуры.

Для определения условий снижения ППТ французского и швейцарского пике, были выработаны полотна из шерстяной пряжи линейной плотности $22,2 \text{ текс} \times 2$ на кругловязальной машине ОДЗИ 16 класса. Определены оптимальные значения ДНП в рядах пике, влияющих на ППТ при одинаковых прочих параметрах процесса вязания, в частности, фиксированном значении усилия оттяжки петель, равном $10 \text{ сН} / \text{петлю}$, а коэффициента трения нити – $0,18$.

При определении оптимальных значений ДНП ластика $2 + 1$ и

производной глади в раппортах пике использована методика, по которой, в первую очередь, определялось оптимальное значение ДНП ластика 2 + 1, при фиксированных значениях ДНП производной глади. Тогда как, оптимальное значение производной глади определялось при установленных оптимальных значениях ДНП ластика 2 + 1.

Образцы полотен исследованы после отлежки и отделки. По результатам измерений построены графики зависимостей ППТ m_s от соотношения ДНП в рядах пике (рис. 6.11 и 6.12), при фиксированных ДНП производной глади, т. е. $l_{\text{пг}} = \text{const}$ (кривые 1, 3) и при фиксированных оптимальных значениях ДНП ластика 2 + 1, т. е. $l_{\text{опт.л}} = \text{const}$ (кривые 2, 4), соответственно, после отлежки и отделки.

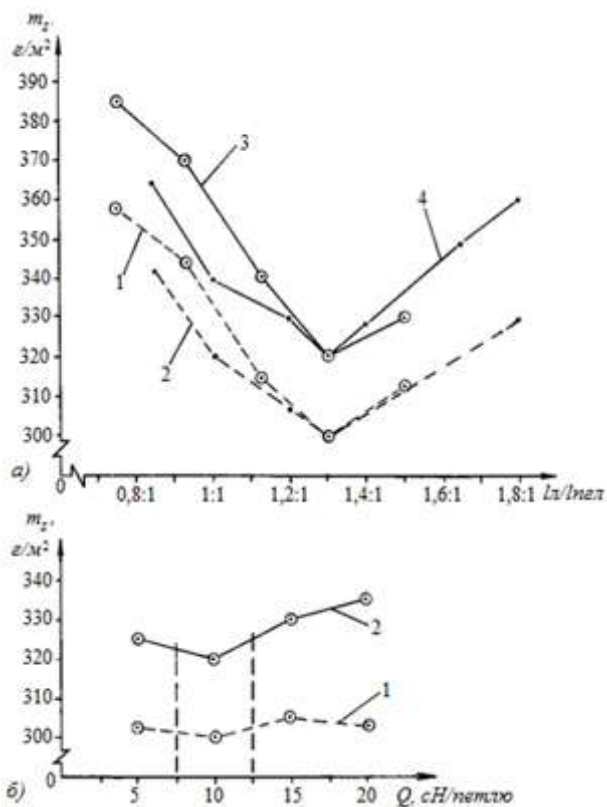


Рис. 6.11. Изменение ППТ переплетения французское пике в зависимости от соотношения ДНП в рядах и усилия оттяжки петель

В результате анализа полученных данных установлено, что минимальное значение ППТ переплетения французское пике (рис. 6.11, *a*) до отделки составляет 300 г/м^2 (кривые 1, 2), а после обработки на каландре -320 г/м^2 (кривые 3, 4). При этом соотношение ДНП между ластиком и производной глади составляет 1,3:1. Однако, этот показатель для трикотажа переплетения швейцарское пике (рис. 6.12, *a*) составляет, соответственно, 310 г/м^2 (кривые 1, 2) и 335 г/м^2 (кривые 3, 4), где соотношение ДНП ластика и производной глади равно 1,15 : 1.

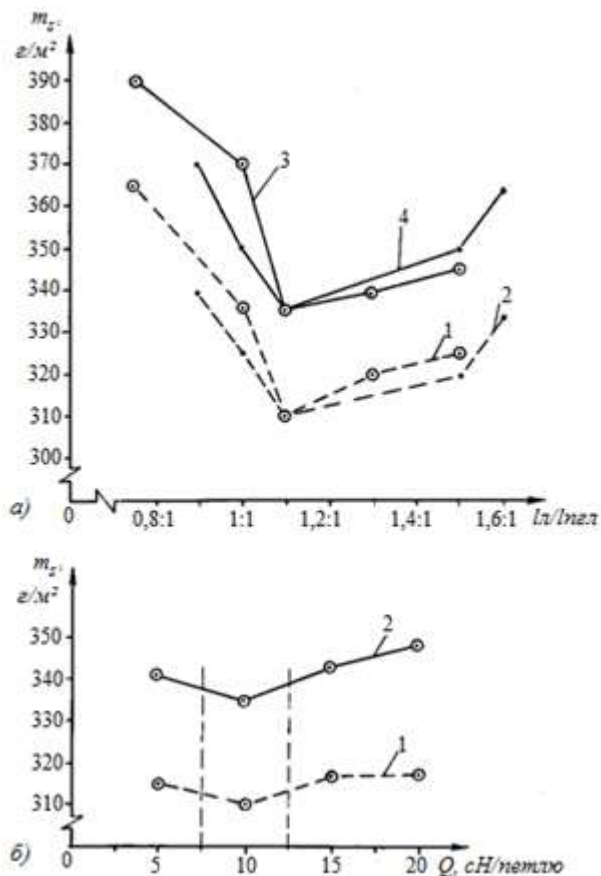


Рис. 6. 12. Изменение ППТ переплетения швейцарское пике в зависимости от соотношения ДНП в рядах и усилия оттяжки петель

Кроме того установлено, что при изменении значений усилия оттяжки петель в пределе от 7,5 до 12,5 сН/петлю (рис. 6.11, б, 6.12, б), обеспечивается получение ППТ переплетений рассмотренных видов пике минимальной, где показатели основных характеристик полотен сохраняются в пределах, допустимых нормативами значений (табл. 6.1).

По результатам ПФЭ 2³ уравнение регрессии, характеризующее ППТ трикотажа переплетения французское и швейцарское пике из ПАН пряжи 19,2 текс × 2, в зависимости от входного натяжения (x_1), усилия оттяжки петель (x_2) и коэффициента трения нити (x_3) при оптимальном соотношении ДНП ластика и производной глади, имеет вид:

$$m_{сф} = 320,28 + 6,22x_1 + 4,1x_2 + 7,54x_3 + 5x_1x_2 - 7,55x_1x_3, \quad (6.52)$$

$$m_{сш} = 328,4 + 7,1x_1 + 5,4x_2 + 7,9x_3 + 6,6x_1x_2 - 5,9x_1x_3. \quad (6.53)$$

При одинаковых параметрах режима вязания плотность петель трикотажа в швейцарском пике, соответственно, и его поверхностная плотность значительно больше, чем – у французского пике. Увеличение ППТ переплетения швейцарское пике, по сравнению с французским, объясняется характером заполнения объема структурного эффекта в виде ячейки, а также малым соотношением ДНП в рядах раппорта переплетения. Нужно особо подчеркнуть, что эти параметры в пике в значительной степени зависят от коэффициента трения нити о нить и усилия оттяжки петель.

По вышеизложенным причинам деформации нити петель во французском пике диагональный эффект выражен ярче, чем в швейцарском пике. В обоих видах пике образуется зигзагообразное строение петельного столбика из-за чередующегося наклона лицевых петель ластика 2 + 1. Размеры образованных ячеек из выступающих палочек наклонных петель во французском пике больше, чем в швейцарском.

Таблица 6.1. Характеристики трикотажа комбинированных переплетений

Варианты	Заправочные данные		Параметры трикотажа			Разрывная нагрузка полоски 50×100 мм, Н не менее	Разрывное удлинение, %		Растяжимость по- лоски 50 × 100 мм при разрыве, мм или группа растя- жимости	Деформация по- лотна, %		Устойчивость к истиранию, циклы	Усадка, %						
	Переплетение	Вид сырья	Линейная плотность, текс	Соотношение $d_{HP}, l_{опт} / l_{шт}$	Плотность петель (на 50 мм) по лицевой стороне		по горизонтали	по вертикали		Границы ППТ, г/м ²	по длине		по ширине	по длине	по ширине	по длине	по ширине		
1	Французское пике	Шерстяное	22,2×2	от 6,3/5,5 до 7,1/8,5	38×2-44×2	56-60	320-365	143,7	145,4	95,3	75,2	281,3	1	1	94,6	5,4	63	2,1±0,4	-1,2±0,1
2	Швейцарское пике	Шерстяное	22,2×2	от 6,3/5,5 до 7,1/8,5	39×2-44×2	57-60	335-370	143,7	145,4	95,3	75,2	281,3	1	1	94,8	5,2	64	2,3±0,3	-1,1±0,1

6.2.2. Анализ особенностей структуры и свойств трикотажа прессовых переплетений

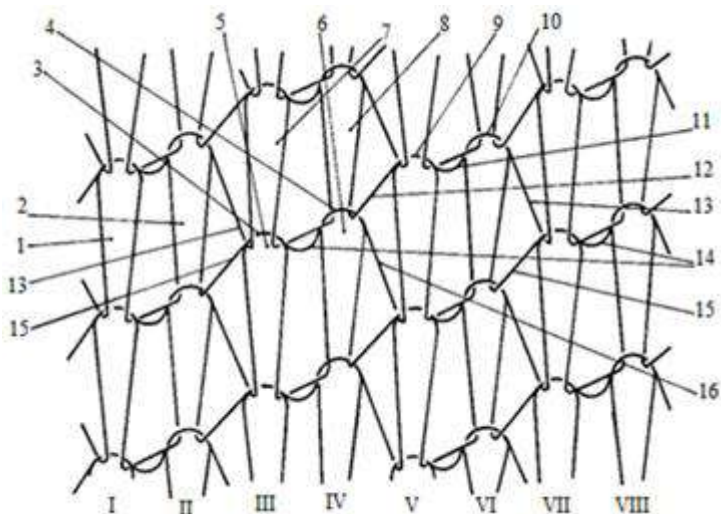
Трикотаж прессовых переплетений по сравнению с базовыми, на основании которых созданы, имеют различные строения и свойства. ППТ и ширина трикотажа прессовых переплетений имеет высокое значение. С целью уменьшения расхода сырья и улучшения свойств разработана структура трикотажа прессового переплетения (рис. 6.13).

Разработанный кулирный двойной прессовой трикотаж имеет ластичные протяжки и смежные наброски, соединяющие лицевые прессовые петли с изнаночными прессовыми петлями. При этом каждая ластичная протяжка и каждый набросок расположены на соответствующей прессовой петле в смежных петельных столбиках одного и того же ряда [129]. Этот трикотаж прессового переплетения может быть получен на двухфунтурных кругло- и плосковязальных машинах.

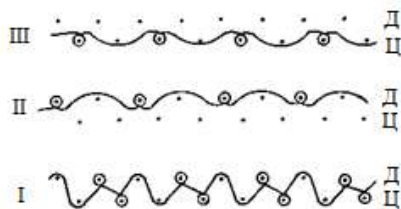
Кулирный двойной трикотаж прессового переплетения (рис. 6.13, а) в раппорте по высоте имеет два ряда I и II. Петли 1, 2 ластика 1 + 1 в первом ряду расположены в смежных петельных столбиках I–II, V–VI и т. д., а смежные наброски этого ряда 3, 4 – на смежных петлях 5, 6 предыдущего ряда в петельных столбиках III–IV, VII–VIII и т. д., образуя прессовые петли. Во втором ряду петли 7–8 ластика 1 + 1 расположены, в шахматном порядке, в смежных петельных столбиках III–IV, VII–VIII, и т. д., а смежные наброски 9, 10 – на петлях 1–2 первого ряда в смежных петельных столбиках I–II, V–VI и т. д., образуя прессовые петли, расположенные в шахматном порядке. Обе стороны трикотажа имеют одинаковую гладкую поверхность.

Все петли в структуре трикотажа являются прессовыми; учитывая особенности их расположения и взаимосвязь между элементами, такой трикотаж можно назвать двойным шахматным фангом [130].

Наличие ластичных петель с ластичными смежными набросками является определяющим фактором установления параметров и свойств шахматного фанга. Этому способствует имеющаяся дуга 11 и 14, соединяющая, соответственно, наброски 9, 10 и 3, 4, расположенные на петлях 1, 2 и 5, 6. С одной стороны, набросковые нити 12 и 15, соединенные, соответственно, с петлями 8 и 2, расположенными в петельных столбиках IV, VIII и II, VI и т. д.; а набросковые нити 13 и 16, соединенные с петлями 7 и 1, расположенными в петельных столбиках III, VII и I, V и т. д. стремясь выпрямиться, отодвигают друг от друга соседние петельные столбики ластика 1 + 1. В это время соответствующая палочка, например, петли 1, 2 и 7, 8 и т. п., связанные с набросками, увеличивает свою длину; и палочки петель имеют наиболее округленную форму. С другой стороны, дуга 11 и 14, соединяющая набросков 9, 10 и 3, 4, стремясь к выпрямлению, отталкивает смежные петли ластика 7, 8 и 1, 2 в перпендикулярной плоскости поверхности полотна, которая способствует росту толщины трикотажа, по сравнению с обычным двойным фангом, имеющим толщину 6F [4, с. 372]. Кроме того, при стремлении к выпрямлению дуга 11 и 14, соответствующих набросков 9, 10 и 3, 4, расположенных на игольных дугах петель 1, 2 и 5, 6, способствует проявлению деформации кручения соответствующей дуги [130, 131]. В результате чего, лицевые прессовые петли ластика прикрывают часть изнаночной прессовой петли. Здесь дуга 11 и 14, соединяющая набросков 9, 10 и 3, 4, ведет себя подобно протяжки ластика 1 + 1, способствующей приближению лицевых и изнаночных петель в отдельности. Особенности взаимосвязи элементов данного переплетения способству-



a)



b)

Рис. 6.13. Графическая запись и строение трикотажа переплетения шахматный фанг

ют формированию параметров структуры и свойств трикотажа.

В одинаковых условиях режима вязания выработаны различные варианты трикотажа переплетений шахматного и классического двойного фанга из ПАН пряжи линейной плотности 31,2 текс × 2 на кругловязальной машине КЛК-6 10 класса, а из ПАН пряжи линейной плотности 19,2 текс × 2, чистошерстяной и полшерстяной пряжи линейной плотности 22,2 текс × 2 на – ОДЗИ 16 класса. Структурные показатели полотен и результаты испытаний приведены в табл. 6.2.

Анализ структурных показателей полотен показывает, что материалоемкость и усадка в шахматном фанге значительно ниже, по сравнению с классическим двойным фангом. Классический фанг по эластичности также уступает ему. Если обычный фанг, по сравнению с ластиком 1 + 1, полученным на том же количестве игл с одинаковыми параметрами, имеет ширину, большую на 20 – 30 %, то для шахматного фанга этот показатель составляет всего 5 – 8 % [130].

Наличие в структуре трикотажа шахматный фанг элементов ластика 1 + 1 и ластичного смежного набросков предопределяет условия его релаксации. Выполненные исследования показали, что после суточного замачивания при температуре 40 – 50 °С и влажно-сухой релаксации, обработанное шерстяное и полшерстяное полотно переплетения шахматный фанг, методом сушки (в течении 30 – 60 минут в барабане с

Таблица 6.2. Структурные показатели полотен переплетений фанг

Варианты	Вид и линейная плотность пряжи, текс	Показатели структуры											
		Шахматный фанг					Классический двойной фанг						
		ДНП, мм		Плотность петель, петель на 50 мм		Усадка, %	ДНП, мм		Плотность петель, петель на 50 мм		Усадка, %		
1	ПАН 31,2 × 2	6,6	42	44	330	1,6±0,6	-1,0±0,4	6,8	42	45	348	2,1±0,5	-0,8±0,1
2	ПАН 19,2 × 2	6,2	45	45	315	1,7±0,5	-0,9±0,2	6,3	45	46	329	2±0,6	-1,1±0,2
3	У/ш 22,2 × 2	5,9	46	46	286	2,8±0,2	-1,1±0,2	6,0	46	47	307	6±0,6	-1,3±0,4
4	П/ш 22,2 × 2	5,9	46	46	286	3,0±0,2	-1,3±0,4	6,1	47	47	309	5,1±0,5	-1,3±0,5

температурой 70 – 80 °С) имеет более стабильные показатели. Например, коэффициент вариации по усадке составляет не более 5 %, а для других вариантов полотен этот показатель имеет значение 5 – 10 %, тогда, как соответствующий показатель для классического фанга выше в 2 – 2,3 раза.

На рис. 6.13, б показана графическая запись другого кулирного двойного прессового трикотажа. В кулирном двойном трикотаже прессового переплетения [132] все петли ластика и глади являются прессовыми, притом прессовые петли глади соединены ластичными смежными набросками, расположенными на смежных петельных столбиках, тогда как наброски прессовых петель ластика находятся во взаимосвязи с петлями глади, находящейся на одной стороне трикотажа. Рассмотренный трикотаж назван сложным шахматным фангом.

По рассматриваемым вариантам выработан кулирный двойной прессовый трикотаж из ПАН пряжи линейной плотности 19,2 текс × 2 на кругловязальной машине ОДЗИ 16 класса и купоны из ПАН пряжи линейной плотности 19,2 текс × 2 × 2 на плосковязальной машине типа «Универсал МС-611», 7 класса.

Структурные показатели полотен и результаты испытаний приведены в табл. 6.3. Из данных, приведенных в табл. 6.3 видно, что в полотнах (варианты 1, 3), выработанных на машине 16 класса, разница между граничными значениями ППТ одинакова и составляют 30 г.

Однако разница между граничными значениями ППТ для полотен вариантов 2, 4, выработанных на машине 7 класса, составляют 45 г. Хотя в полотнах сложного шахматного фанга граничные значения ППТ, по сравнению с шахматным фангом, ниже на 10 г. При этом, основные характеристики сравниваемых полотен совпадают.

По результатам ПФЭ 2^4 получены уравнения регрессии, характеризующие влияние параметров режима вязания на качество технологического процесса выработки шахматного фанга и сложного шахматного фанга из ПАН пряжи 19,2 текс × 2 в виде:

$$K_{\text{ТП шф}} = 90,5 - 1,20x_1 - 0,74x_2 - 1,62x_3 - 3,16x_4 - 0,66x_1x_4 - 0,58x_3x_4, \quad (6.54)$$

$$K_{\text{ТП смф}} = 90,62 - 0,66x_1 - 1,16x_2 - 2,1x_3 - 2,63x_4 - 0,67x_1x_4 - 0,62x_3x_4 - 0,66x_1x_3x_4. \quad (6.55)$$

Полученные данные показывают, что с увеличением входного натяжения x_1 , усилия оттяжки петель x_3 и коэффициента трения нити x_4 , $K_{\text{ТП}}$ снижается. Глубина кулирования x_2 , взаимодействие этих факторов с коэффициентом трения также способствуют значительному изменению качества процесса.

Таблица 6.3. Основные показатели двойного прессового кулирного трикотажа

Варианты	Переплетение	Вид сырья и линейная плотность, текс	Плотность петель, петель на 50 мм		ППТ, г/м ²	Разрывная нагрузка, Н		Разрывное удлинение, %		Усадка, %		Устойчивость к истиранию, циклы
			по горизонтали	по вертикали		по длине	по ширине	по длине	по ширине	по длине	по ширине	
1	Шахматный фанг	ПАН 19,2 × 2	36	44	310–340	451,2	171,3	71,6	238,1	1,8±0,1	-0,8±0,1	73
2	Шахматный фанг	ПАН 19,2 × 2 × 2	26	24	325–370	471,3	183,7	90,1	278,6	1,1±0,2	-0,7±0,1	71
3	Сложный шахматный фанг	ПАН 19,2 × 2	35	43	300–330	445,6	168,4	73,2	241,2	1,8±0,1	-0,8±0,1	73
4	Сложный шахматный фанг	ПАН 19,2 × 2 × 2	25	23	315–360	464,6	180,1	88,6	280,1	1,0±0,2	-0,7±0,2	70

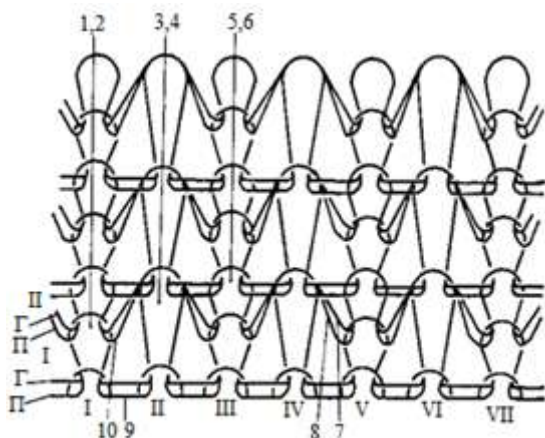
6.2.3. Анализ особенностей структуры и свойств трикотажа пресс-плюшевых переплетений

Кулирный плюшевый трикотаж, включающий остовы платированных петель из грунтовой и плюшевой нитей, соединенных грунтовыми протяжками и увеличенными плюшевыми протяжками, отличающийся тем, что за счет получения плюшевых протяжек различной длины, он дополнительно содержит прессовые петли с набросками грунтовой и плюшевой нитей [133].

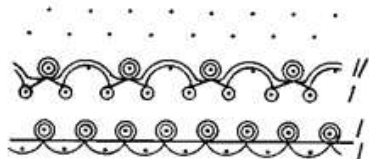
Кулирный пресс-плюшевый трикотаж в раппорте по высоте имеет два ряда (рис. 6.14, *а*), где в первом ряду в нечетных петельных столбиках I, III и т. д. петли 1 и 2 глади, в четных петельных столбиках II, IV и т. д. прессовые петли 3 и 4, а во втором ряду в нечетных петельных столбиках петли 5 и 6 глади, в четных петельных столбиках наброски 7 и 8, образованы, соответственно, из грунтовой Г и плюшевой П нитей. Таким образом, в первом ряду все плюшевые протяжки 9 соединяют остовы петель 2 и 4, а во втором ряду плюшевые протяжки 10 соединяют остовы петли 6 и набросок 8 из этой же нити. В трикотаже ряды плюшевых протяжек 9 и 10 отличаются как по длине, так и по форме расположения на поверхности трикотажа.

Способ получения плюшевого трикотажа может быть осуществлен на многосистемной двухфонтурной кругловязальной машине. При образовании раппорта переплетения (вариант 1) по высоте участвуют три (I – III) (рис. 6.14, *б*) вязальные системы, где подъемные клинья могут занимать, по крайней мере, два положения: *A* – для полного заключения, *B* – для неполного заключения. Причем иглы, на которые прокладываются грунтовые и ворсовые нити, должны иметь две позиции и их можно устанавливать через одну (в данном случае иглы диска). В третьей вязальной системе с игл цилиндра сбрасывают петли и получают ворс на изнаночной стороне из плюшевых протяжек 9 и 10 (рис. 6.14, *а*).

Шахматное расположение плюшевых петель обеспечивает увеличение рисунчатых возможностей предлагаемого трикотажа и улучшение его внешнего вида. При образовании прессовой петли происходит сокращение плюшевых протяжек 9. Плюшевые же протяжки 10 имеют увеличенную длину, так как на четных иглах диска, во второй системе, плюшевая нить кулируется без образования петель, что приводит к перераспределению созданного при кулировании запаса плюшевой нити в плюшевые протяжки [134]. Для получения плюшевого трикотажа с шахматным расположением петель требуется, соответственно, шесть (I – VI) и пять (I – V) вязальных систем (варианты 2 и 3) [133, 134]. Сброс петель с игл цилиндра производят во втором



a)

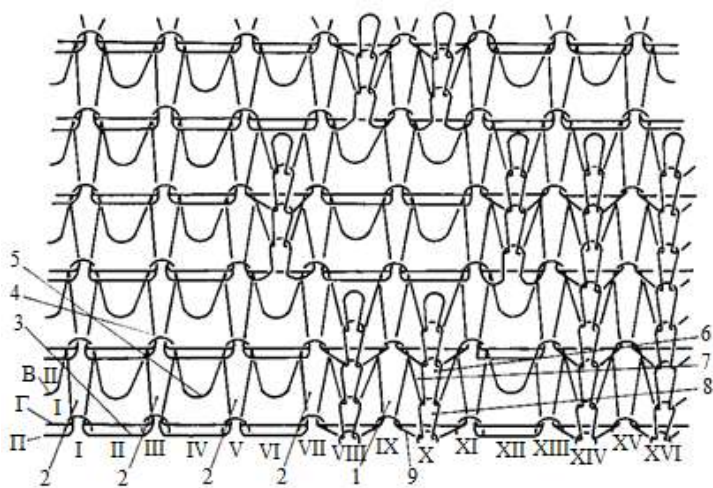


б)

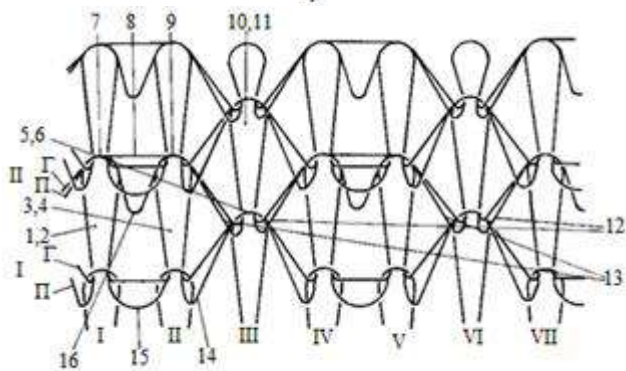
Рис. 6.14. Строение и графические записи кулирного пресс-плюшевого трикотажа (вариант 1)

варианте в III и VI, а в третьем варианте в V вязальных системах.

Другой кулирный пресс-плюшевый трикотаж (вариант 4) [134, 135] в раппорте по высоте имеет два ряда I и II (рис. 6.15, a), где все изнаночные петли 1 и 2 являются платированными прессовыми, состоящими из грунтовой Γ и плюшевой Π нитей, притом петли 2 имеют плюшевую протяжку 3 из плюшевой нити Π и прессовый набросок 4 с ворсовой протяжкой 5 из плюшевой (ворсовой) нити В второго ряда, а петля 1 ворсовых протяжек не имеет. Петля 1 с лицевыми петлями 8 из плюшевой нити соединена с помощью ластичной протяжки 9. Здесь образованы ластичные петли с односторонней платировкой, набросок 7 этой петли 1 во втором ряду связаны лицевой петлей 6, образованной из плюшевой нити В. Таким образом, предложенный трикотаж содержит участки изнаночных петель с ворсовыми протяжками 3 и 5 и участки лицевых петель 6 и 8, образованных из одной плюшевой нити. В трикотаже места ворсовых и гладких участков могут быть изменены в зависимости от раппорта рисунка (II и IV, VI и XII, VIII и X, XIV и XVI – петельные столбики лицевой стороны трикотажа).



a)



б)

Рис. 6.15. Строение кулирного пресс-плюшевого трикотажа (варианты 4, 5)

Этот трикотаж отличается от известных характерным расположением плюшевых и ворсовых петель с ворсовыми протяжками и без них, а также наличием обычных лицевых петель.

Предложенный следующий (вариант 5) пресс-плюшевый трикотаж [134, 136] в раппорте по высоте имеет два ряда I и II (рис. 6.15, б).

В первом ряду в петельных столбиках I, II, IV, V и т. д. платированные прессовые петли 1, 2 и 3, 4, в петельных столбиках III, VI и т. д. прессовые наброски 5 и 6, а во втором ряду в петельных столбиках

I, II, IV, V и т. д. прессовые наброски 7, 8 и 9, в петельных столбиках III, VI и т.д. платированные прессовые петли 10, 11 образованы, соответственно, из грунтовой Г и плюшевой П нитей. Таким образом, в первом ряду плюшевые протяжки 15 соединяют остовы прессовых петель 2 и 4 из плюшевой нити П в петельных столбиках I, II, IV, V и т. д., а плюшевые протяжки 14 соединяют остов прессовой петли 4 и набросок 6 прессовых петель предыдущего ряда в петельных столбиках III, VI и т. д. Во втором ряду прессовые петли 1, 2 и 3, 4 в петельных столбиках I, II, IV, V и т. д. имеет общий набросок 8 из грунтовой нити Г, в то время, эти же прессовые петли имеют отдельные наброски, соответственно, 7 и 9, связанные посредством плюшевой протяжки 16. При этом, в петельных столбиках III, VI и т. д. остовы прессовых петель 11 связаны посредством плюшевых протяжек 12 и 13.

В трикотаже плюшевые протяжки 12 (13), 14 и 15, 16 отличаются по длине, форме и расположению на поверхности. Такой трикотаж отличается от известных характерным расположением плюшевых протяжек различной длины и набросков, а также свойствами, вызванными наличием прессовых петель различной формы и структуры.

По вариантам кулирного пресс-плюшевого трикотажа выработаны образцы из ПАН пряжи линейной плотности 19,2 текс × 2 на кругловязальной машине ОДЗИ 16 класса и из ПАН пряжи линейной плотности 31,2 текс × 2 на кругловязальной машине КЛК-6 10 класса.

Структурные показатели полотен и результаты испытаний приведены в табл. 6.4.

Из данных, приведенных в табл. 6.4, видно, что ППТ трикотажа вариантов 1, 4, выработанных на машине ОДЗИ 16 класса, близки по значению друг другу. Разница между граничными величинами ППТ составляет 40 г. Эта разница сохраняется и для полотен (варианты 2, 3), выработанных на машине КЛК- 6 10 класса, хотя граничные значения ППТ у последних на 20 – 30 г выше, чем полотен вариантов 1, 4. ППТ полотна варианта 5, выработанного на машине ОДЗИ 16 класса может быть получено с размахом 50 г. Этот трикотаж по важным характеристикам находится на одном уровне по сравнению с данными полотен вариантов 1, 4 [134].

Таблица 6.4. Основные показатели двойного пресс-плотшевого кулирного трикотажа

Варианты	Вид и класс машины	Вид сырья и ли-нейная плотность, текс	Плотность петель/на 50 мм		ППТ, г / м ²	Разрывная нагрузка, Н		Разрывное удлинение, %		Усадка, %		Устойчивость к истиранию, цикл
			по горизон-тали	по вертика-ли		по длине	по ширине	по длине	по ширине	по длине	по ширине	
1	ОДЗИ 16 кл.	ПАН 19,2 x 2	40	50	270– 310	400,3	159,2	68,6	226,3	1,4	-1,1	69
2	КЛК-6 10 кл.	ПАН 31,2 x 2	29	30	300– 340	420,8	170,1	71,2	231,6	1,7	-0,9	72
3	КЛК-6 10 кл.	ПАН 31,2 x 2	29	30	300– 340	390,6	165,1	69,6	226,7	1,5	-0,8	71
4	ОДЗИ 16 кл.	ПАН 19,2 x 2	41	52	280– 320	410,2	163,1	72,3	218,9	1,3	-0,7	74
5	ОДЗИ 16 кл.	ПАН 19,2 x 2	40	50	270– 320	400,8	156,6	68,2	210,6	1,8	-1,4	66

6.3. Разработка способов повышения эффективности производства полурегулярных изделий

6.3.1. Характеристика способов производства трикотажных изделий

Различают три основных способа производства трикотажных изделий: раскройный, регулярный и полурегулярный [18, с. 54]. Для раскройного способа изготовления характерны значительные отходы трикотажа при раскрое, достигающие 18 – 23 %. Регулярный способ характерен наиболее экономным использованием сырья. Полурегулярный способ изготовления, по сравнению с раскройным, характеризуется уменьшением расхода трикотажного полотна на изделие на 2 – 5 %, отсутствием припусков в изделии на боковые швы и подгибом низа, а также уменьшением времени на раскрой и швейную обработку на 8 – 11 %. Полурегулярный способ наиболее распространен при изготовлении верхних трикотажных изделий.

6.3.2. Анализ особенностей структуры частей купонов

Купон состоит из трех участков: пояса, стана и разделительного. Процесс вязания трубчатых купонов или плоских деталей осуществляется по технологической схеме: образование пояса 1 (включая начальные петельные ряды и борта изделия); образование стана 2 и образование разделительного участка 3 на двухфонтурных машинах (рис. 6.16).

Купоны могут быть получены на плоско-и круглофанговых, а также на оборотных машинах [5, с. 202].

Установлено, что выработка разделительного участка уменьшает производительность машины и увеличивает расход сырья, так как весь этот участок представляет собой отходы вязания. Однако только нить разделительного ряда увеличивает долю отхода при вязании купона. Остальные ряды разделительного участка увеличивает отходы при раскрое купонов. Эти отходы нужно нормировать с учетом способа заработка купонов и технологической возможности вязального оборудования.

Имеется возможность роспуска нити рядов закрепительного участка деталей изделия, полученных на плоскофанговых машинах. Уменьшение длины деталей изделия, путем роспуска длинной части, является одним из ресурсов рационального использования сырья в трикотажном производстве. Для этой цели можно использовать способ переработки срыва трикотажа [137], где нить с трикотажа распускается по мере вязания. При необходимости лучше роспуск длинной

части купонов (деталей) произвести после их влажно – тепловой обработки, например, в раскройном участке. Полученная нить из роспуска разделительного участка или длинной части купона будет израсходована на вязание нового изделия.

Трубчатые (рис. 6.16, а) и плоские (рис. 6.16, б, в) купоны отличаются друг от друга как по структуре, так и по форме. Плоские купоны (детали) на плоскофанговых машинах типа ПВРК вырабатываются согласно контуру лекала изделия (рис. 6.16, б), а на плосковязальных машинах типа «Универсал» - в виде плоской формы (рис. 6.16, в).

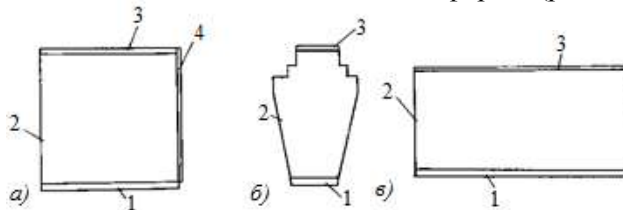


Рис. 6.16. Купоны трубчатой и плоской формы

Особенность вязания петельных рядов на многосистемных кругловязальных машинах требует принять число участков купона, равное четырем, вместо трех [138, 139], которое обосновано дефектностью структуры бокового участка 4 купона (рис. 6.16, а).

В зависимости от применяемых видов переплетения пояса 1 купона трубчатой формы и числа вязальных систем, петельные ряды, образованные первой и последней вязальными системами, сдвигаются по винтовой линии. Поэтому на стыке петельных рядов по линии образующего трубчатого купона получается боковой дефектный участок 4 (рис. 6.16, а).

Участок 4 купона характеризуется двумя видами дефекта:

1. На поясе купона начальные и последние петли ряда, полученного на одной из вязальных систем, сдвинуты друг от друга;
2. При вязании стана купона с жаккардовыми переплетениями на участке 4 сдвигаются части рисунков.

По этим причинам образования дефектов, один из двух боковых краев трубчатого купона получается дефектным и этот участок, при изготовлении изделий использовать не может, что увеличивает отходы в процессе раскроя.

При проектировании купонов и его расчетах нужно иметь в виду, что дефектный участок при раскрое купонов вырезается. При настилении купонов нужно обратить особое внимание на выравнивание по бездефектному образующему – боку. Иначе, нескомплектованные детали изделия, получение которых предусмотрено в настиле, путем пе-

рекраивания из остатков купона, будут иметь дефектные участки. Это создаст значительные потери полотна, увеличит отходы производства.

Путем снятия игл, участвующих при вязании дефектного участка купона, можно сэкономить основную часть нити, необходимую для его образования [138, 139]. При этом важно, чтобы процесс вязания не нарушался. В местах снятых игл петли образованы не будут, а на их месте протянется нить, соединяющая соседние петли.

6.3.3. Разработка пояса купонов (деталей) с основными и дополнительными участками

Результаты исследований [140] показывают, что изделия становятся непригодными к эксплуатации из-за протирания в местах, подвергающихся наиболее интенсивному истиранию – на нижней части рукавов, на манжетах, воротниках, клапанах карманов и др.

Устойчивость протирающихся частей изделия к истиранию является одним из основных показателей качества изделий верхнего трикотажа. Степень устойчивости протирающихся частей изделия к истиранию определяет срок годности трикотажной продукции в эксплуатации.

Повышение качества трикотажной продукции сулит увеличение срока ее годности. Это предохраняет потребителя от вынужденных материальных расходов из-за покупки нового изделия (взамен испорченного), тем не менее, целостность изделия удовлетворяет эстетические и другие требования потребителя.

Одним из важных направлений удовлетворения потребителей является создание наукоемких трикотажных изделий с функциональными элементами, например, имеющими возможность, при необходимости, заменить испорченные их части (участки). Подобные разработки должны способствовать увеличению срока годности изделий.

Замена испорченных частей изделия может быть выполнена способом разделения испорченного участка от целого участка пояса (борта), воротника и т. д. Для реализации данного способа пояс (борт) купона (детали) должен состоять из двух – основных и дополнительных участков. Притом дополнительный участок пояса купона может быть расположен как перед основным участком, так и за ним. Если дополнительный участок расположен за основным, тогда его можно называть запасным участком. В этом случае пояс (борт) купона может быть выработан из двух самостоятельных участков одинаковой и разной структуры, которые должны быть расположены один за другим [141].

Графическая запись вязания пояса купона (детали) с дополнительным участком, расположенным перед основным, показана на

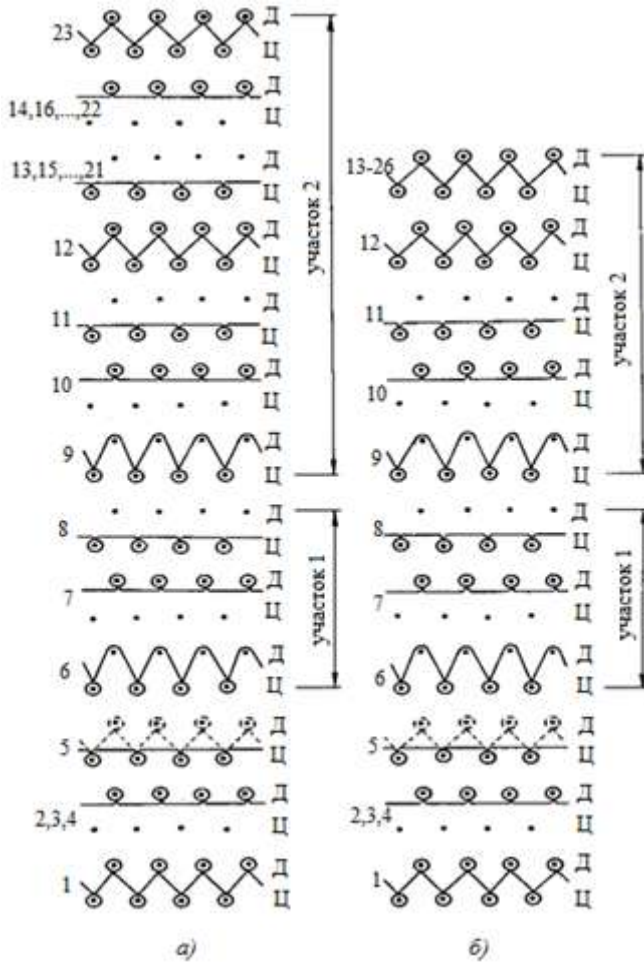


Рис. 6.17. Графическая запись переплетения пояса купона с дополнительным участком

рис. 6.17.

Начальный ряд 6 дополнительного участка 1 пояса (борта) образуется получением петель на иглах передней игольницы (цилиндра Ц) и набросков на иглах задней игольницы (диска Д). Далее поочередно вяжут ряды 7 и 8 глади на иглах диска и цилиндра.

При вязании основного участка 2 пояса (борта) начальный ряд 9

образуется подобно получению ряда 6 дополнительного участка 1, хотя получение набросков при вязании ряда 6 происходит из-за отсутствия петель на иглах диска, а при вязании ряда 9 является обязательным. Далее поочередно вяжут ряды 10 и 11 глади на иглах диска и цилиндра. После чего образуют ряд 12 ластиком $1 + 1$.

Дальнейшее вязание основного участка 2 пояса (борта), расположенного вслед за первым, имеет особенности в зависимости от структуры переплетения пояса.

Если выработку основного участка 2 пояса (борта) купона (детали) осуществляют переплетением сдвоенной глади, тогда поочередно вяжут на иглах цилиндра и диска ряды глади 13, 14 и т.д. (рис. 6.17, а). Число рядов глади определяют по требуемой длине основного пояса. После необходимого количества рядов глади, например 5 рядов на каждой стороне, вяжут ряд 23 ластиком $1 + 1$. Далее переходят к вязанию стана с соответствующим переплетением.

В случае вязания основного участка 2 пояса (борта) купона переплетением ластик $1 + 1$ (рис. 6.17, б), получение ластика $1 + 1$ повторяют вслед за рядом 12. Число рядов ластика $1 + 1$ определяют по длине основного пояса. После соответствующей длины пояса, например, $n = 15$ рядов ластика $1 + 1$ (12,13, ..., 11 + n), переходят к вязанию стана.

При вязании пояса (борта) купона переплетением ластик $2 + 2$ образование дополнительного участка 1 отличается от рассмотренных видов пояса. В качестве примера рассмотрим получение участков пояса купона (детали), зарабатываемого переплетением ластик $2 + 2$ на плосковязальной машине типа ПВРК. Здесь образование разделительного участка до ряда 15 выполнено согласно известной технологии [5, с. 228 – 229].

Образование начального ряда 15 дополнительного участка 1 пояса осуществляется переплетением ластик $1 + 1$. Причем на иглах задней (З) игольницы получается петля, а на иглах передней (П) игольницы – набросок. При этом каждая третья игла обеих игольниц исключена из работы. Петельный ряд 16 образован гладью на иглах передней игольницы, а ряд 17 – на иглах задней игольницы (рис. 6. 18).

Следует отметить, что для повышения устойчивости дополнительного участка 1 пояса купона можно все его ряды (15, 16, 17) получить, например, из нити типа эластик. Основной участок 2 пояса купона начинается вязанием ряда 18, в котором на иглах задней игольницы получают петли, а на иглах передней игольницы – наброски.

Схожесть рядов 15 и 18 кажущаяся. Образование наброска в ряду 15 является результатом отсутствия петель на иглах передней игольницы, вследствие сбрасывания петель с них после вязания ряда 13. Тогда как образование набросков в ряду 18 является обязательным

требованием реализации предложенного способа получения пояса купона.

Далее поочередно вяжут на иглах передней и задней игольниц ряды глади 19 и 20. После образования ряда глади 20 производят сдвиг задней игольницы влево на один игольный шаг (сдвиг задней игольницы на один игольный шаг вправо был выполнен после образования ряда

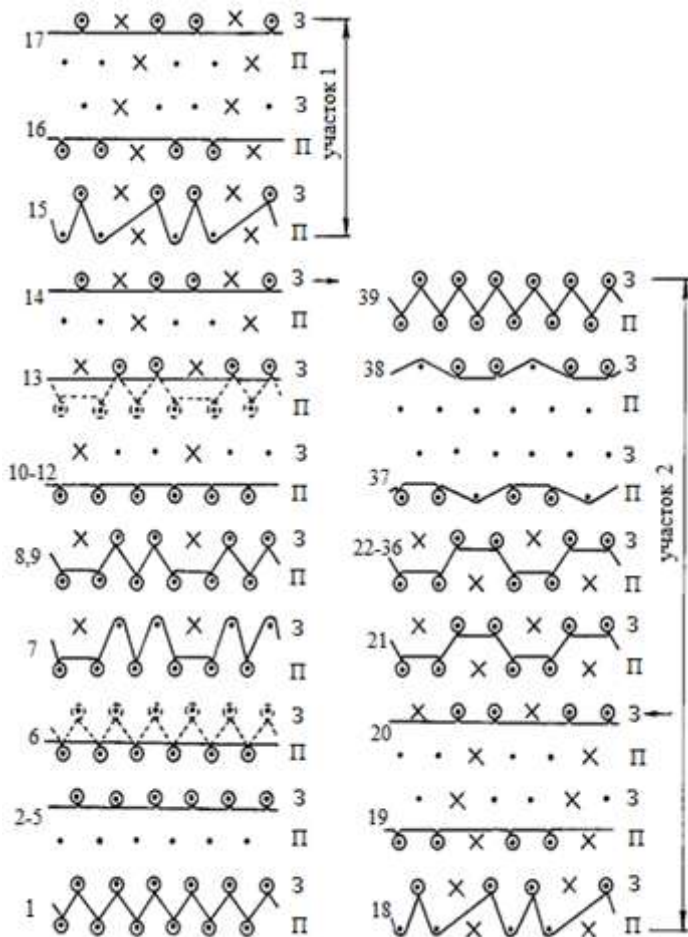


Рис. 6.18. Графическая запись переплетения пояса купона с дополнительным участком

13 и сбрасывания петли с игл передней игольницы). Начиная с ряда 21, расстановка игл будет соответствовать вязанию пояса ластиком $2 + 2$. Число рядов ластика $2 + 2$ зависит от длины пояса. После вязания определенного числа (например, $n = 16$) рядов (21, 22, ..., $20 + n$) пояса купона можно переходить к вязанию стана изделия. Для этого на обеих игольницах поочередно вяжут по одному ряду глади 37 и 38. Вязанием ластика $1 + 1$ в ряду 39 переходят к выработке стана купона.

Пояс купона может состоять также из двух – основного и запасного участков одинаковой и разной структуры. Участки пояса купона могут быть образованы из одинаковых переплетений: ластик $1 + 1 + 1$ + ластик $1 + 1$; сдвоенная гладь + сдвоенная гладь; ластик $2 + 2 + 2$ + ластик $2 + 2$ – и из разных переплетений: ластик $1 + 1 + 1$ + сдвоенная гладь; сдвоенная гладь + ластик $1 + 1$; ластик $2 + 2 + 2$ + ластик $1 + 1$; ластик $2 + 2 + 2$ + сдвоенная гладь.

В зависимости от структуры основного и запасного поясов купона, меняется последовательность получения рядов.

Если основной и запасной пояс, состоят из одинаковых переплетений, тогда их размеры и структуры идентичны, а при различном переплетении, наоборот.

Независимо от структуры и размеров основного и запасного поясов между участками расположены разграничительные ряды глади (лучше их вязать из другого цвета нитей), полученные на передней и задней игольницах.

При эксплуатации, если потребуется распустить ряды основного участка пояса купона (изделия), нужно разрезать нити глади, расположенные на лицевой и изнаночной стороне, и очистить начальный ряд запасного участка от концов разрезанной нити. После чего изделие будет иметь один пояс, аналогично распущенному.

Предложенные способы изготовления поясов, манжет и т. п. трикотажных изделий могут быть применены на плоско- и кругловязальных машинах, вырабатывающих купоны.

В результате изготовления изделий с предложенными поясами повышается качество, увеличивается их срок службы, что очень важно для продукции из дорогостоящих видов сырья.

6.3.4. Разработка основы комплектовки купонов и распределения вязальных машин для их выработки

Купоны вырабатываются на кругло- и плосковязальных машинах в соответствии с размерами деталей изделия, на основании раскладки лекал. В зависимости от ширины изделия (деталей), соответствующие купоны могут быть получены на машинах различных диаметров или ширины игольницы. Неправильное распределение вязальных машин

для вязания соответствующих купонов является одной из причин накопления нескомплектованных купонов на производстве.

Вязание купонов нужного количества и размеров требует учета условия комплектовки и производительности вязальных машин. Отсутствие какой-либо методики по этим вопросам затрудняет рациональное использование как купонов, так и вязальных машин. По тем же причинам некоторые машины простаивают без надобности, снижается их производительность, так же из-за нескомплектованности купонов растет количество дополнительных отходов.

Основной комплектовки купонов является раскладка лекал, по которой устанавливается получение соответствующего числа деталей из одного купона. При составлении раскладок необходимо учесть особенность структуры нижнего и бокового края купона трубчатой формы [138, 139].

Допустим, что по модели мужского джемпера: спинка, полочка и рукава получаются из отдельных купонов, то комплект будет состоять из трех разных купонов. Тем не менее, комплектовку купонов можно выполнять так, чтобы количество получаемых изделий было целым.

Если из единицы купона получатся соответствующие детали, необходимые на изготовление z, q, s изделия, то минимальное целое их количество N можно определить, как общее наименьшее кратное (ОНК) от деталей z, q, s изделия; и $N = \text{ОНК}(z, q, s)$ показывает выход изделий из одного комплекта купонов.

Число купонов в одном комплекте для N изделий равно

$$i = \frac{N}{z}; j = \frac{N}{q}; l = \frac{N}{s},$$

где i, j, l – количество соответствующих купонов в одном комплекте для изготовления N изделий; z, q, s – число изделий, скомплектованных из соответствующих деталей, полученных из единицы купона.

Количество деталей изделий, полученных из одного купона, в зависимости от параметров раскладки лекал и числа купонов, можно записать в виде:

$$\left\{ \begin{array}{l} iz = N_{\text{сп}} \\ jq = N_{\text{п}} \\ ls = N_{\text{р}} \end{array} \right\} \rightarrow N(z, q, s), \quad (6.56)$$

где $N_{\text{сп}}, N_{\text{п}}, N_{\text{р}}$ – количество соответствующих деталей (например, спинки, полочки и рукава), необходимых для получения N изделий (джемперов).

Если по раскладке лекал из одного купона стана получается спинка и полочка на 2 единицы изделия, а из другого купона – рукава на 1,5, тогда $N = \text{ОНК}(2; 2; 1,5) = 6$. Иными словами, для получения 6 джемперов нужно укомплектовать по 3 купона для стана и 4 купона

для рукава, тогда один комплект составит (3+3+4) купонов.

Количество изделий, полученных из одного комплекта купонов, в зависимости от z , q и s , приведено в табл. 6.5. Для определения количества изделий с помощью табл. 6.5, необходимо, в первую очередь, найти ОНК (z, q) или ОНК (z, s), которые находят в таблице на пересечении z с q или z с s (ход I). Затем найденное ОНК (z, q) или ОНК (z, s) отыскиваем на левой графе (ход II), после чего на пересечении ОНК (z, q) с s или ОНК (z, s) с q (ход III) определяем количество изделий, полученных из одного комплекта купонов $N = \text{ОНК}(z, q, s)$. Например, если $z = 2; q = 2,5; s = 1,5$, то для определения N , находим ОНК ($2; 1,5$) = 6 (ход I); выполнив ход II на левой графе, находим значение ОНК ($2; 1,5$) и ходом III на пересечении его с $q = 2,5$, $N = \text{ОНК}(2; 2,5; 1,5) = 30$.

Для определения числа купонов (i, j, l), составляющих один комплект, необходимый для получения N изделий, можно воспользоваться табл. 6.6. Таблица 6.6 заполнена на основании табл. 6.5 и выражения (6.56).

Соответствующие значения i, j, l находятся в табл. 6.6 на пересечении N со значениями z, q и s . Для рассматриваемого примера $N = 30$, т. е. 30 единиц изделий получится из одного комплекта, состоящего из $i = 15, j = 12, l = 20$, (15+12+20), купонов. При необходимости можно расширить данные в таблицах 6.5 и 6.6.

При распределении вязальных машин для вязания соответствующих купонов, должны учитывать комплектовку и производительность оборудования. Число комплектуемых купонов можно определить в соответствии с раскладкой лекал (например, джемпера) и производительностью машин, соответственно, для спинки, полочки и рукава в виде:

$$n_{\text{сп}} = \frac{H_{\text{мсп}} - r}{i} + \frac{r}{i}; \quad n_{\text{п}} = \frac{H_{\text{мп}} - d}{j} + \frac{d}{j}; \quad n_{\text{р}} = \frac{H_{\text{мр}} - y}{l} + \frac{y}{l},$$

где $H_{\text{мсп}}, H_{\text{мп}}, H_{\text{мр}}$ – фактическая производительность вязальных машин (в смену), вырабатывающих купоны для спинки, полочки и рукава джемпера; r, d, y – неукomплектованная часть соответствующих купонов.

Число комплектуемых деталей на N изделия, получаемых из купонов, выработанных на одной машине, определяется, соответственно, для спинки, полочки и рукава как:

$$K_{\text{дсп}} = N n_{\text{сп}}; \quad K_{\text{дп}} = N n_{\text{п}}; \quad K_{\text{др}} = N n_{\text{р}}.$$

Детальями, полученными из различных купонов, составляющих комплект, укомплектовывают изделия одинакового количества. Из этого условия комплектовки распределение машин, вырабатывающих купоны для соответствующих деталей изделия, будет определено из равенства:

$$K_{\text{дсп}} m_{\text{зсп}} = K_{\text{дп}} m_{\text{зп}} = K_{\text{др}} m_{\text{зр}}.$$

Таблица 6.5. Количество изделий, полученных из одного комплекта купонов

z и ОНК(z, q) или ОНК(z, s)	q, s									
	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	5	6	7
1	1	3	2	5	3	7	4	5	6	7
1,5	3	3	6	15	3	21	12	15	6	21
2	2	6	2	10	6	14	4	10	6	14
2,5	5	15	10	5	15	35	20	5	30	35
3	3	3	6	15	3	21	12	15	6	21
3,5	7	21	14	35	21	7	28	35	42	7
4	4	12	4	20	12	28	4	20	12	28
5	5	15	10	5	15	35	20	5	30	35
6	6	6	6	30	6	42	12	30	6	42
7	7	21	14	35	21	7	28	35	42	7
10	10	30	10	10	30	70	20	10	30	70
12	12	12	12	60	12	84	12	60	12	84
14	14	42	14	70	42	14	28	70	42	14
15	15	15	30	15	15	105	60	15	30	105
20	20	60	20	20	60	140	20	20	60	140
21	21	21	42	105	21	21	84	105	42	21
28	28	84	28	140	84	28	28	140	84	28
35	35	105	70	35	105	35	140	35	210	35

Количество изделий, полученных из одного комплекта купонов

Таблица 6.6. Определение числа соответствующих купонов в одном комплекте

N \ z, q, s	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	5	6	7
	i, j, l									
1	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2	2	–	1	–	–	–	–	–	–	–
3	3	2	–	–	1	–	–	–	–	–
4	4	–	2	–	–	–	1	–	–	–
5	5	–	–	2	–	–	–	1	–	–
6	6	4	3	–	2	–	–	–	1	–
7	7	–	–	–	–	2	–	–	–	1
10	10	–	5	4	–	–	–	2	–	–
12	12	8	6	–	4	–	3	–	2	–
14	14	–	7	–	–	4	–	–	–	2
15	15	10	–	6	5	–	–	3	–	–
20	20	–	10	8	–	–	5	4	–	–
21	21	14	–	–	7	6	–	–	–	3
28	28	–	14	–	–	8	7	–	–	4
30	30	20	15	12	10	–	–	6	5	–
35	35	–	–	14	–	10	–	7	–	5
42	42	28	21	–	14	12	–	–	7	6
56	56	–	28	–	–	16	14	–	–	8
60	60	40	30	24	20	–	15	12	10	–
70	70	–	35	28	–	20	–	14	–	10
84	84	56	42	–	28	24	21	–	14	12
105	105	70	–	42	35	30	–	21	–	15
140	140	–	70	56	–	40	35	28	–	15

Тогда порядок распределения всех вязальных машин, вырабатывающих соответствующие купоны, определяется из систем уравнений:

$$\begin{cases} m_{\text{эсп}} + m_{\text{эп}} + m_{\text{эр}} = m_3 \\ K_{\text{дсп}} m_{\text{эсп}} = K_{\text{дп}} m_{\text{эп}} = K_{\text{др}} m_{\text{эр}}, \end{cases} \quad (6.57)$$

где m_3 – общее число запрограммированных вязальных машин; $m_{\text{эсп}}$, $m_{\text{эп}}$, $m_{\text{эр}}$ – число запрограммированных вязальных машин, вырабатывающих спинки, полочки и рукава джемпера.

Из условия комплектовки можно также получить зависимости в виде:

$$\frac{K_{\text{дсп}}}{K_{\text{дп}}} = \frac{m_{\text{эп}}}{m_{\text{эсп}}}, \quad (6.58)$$

$$\frac{K_{\text{дсп}}}{K_{\text{др}}} = \frac{m_{\text{эр}}}{m_{\text{эсп}}}, \quad (6.59)$$

$$\frac{K_{\text{дп}}}{K_{\text{др}}} = \frac{m_{\text{эр}}}{m_{\text{эп}}}. \quad (6.60)$$

Учитывая (6.58 – 6.60) в системе (6.57), можно определить точное количество вязальных машин для выработки соответствующих купонов требуемого числа.

В результате соблюдения условий комплектовки купонов и точного распределения вязальных машин для их выработки, количество нескомплектованных купонов ликвидируется полностью. Разработанная методика для определения этих условий, пригодна для всех видов изделий и ее можно рекомендовать для практического использования на производстве.

6.3.5. Разработка методики оценки эффективности расхода полотна на единицу изделия и способа рационального использования купонов

Трикотажное производство относится к материалоемкому, на долю сырья в себестоимости продукции приходится от 75 до 95 % всех затрат. Экономное и рациональное использование сырья равноценно увеличению его ресурсов, оно позволяет увеличивать объем выработки продукции при том же количестве сырья. За счет этого происходит снижение себестоимости продукции, которое достигается не только благодаря экономии самого сырья, но и в результате уменьшения затрат труда на обработку той части сырья, которая затем попадает в отходы [42].

Важнейшим видом материальных ресурсов является сырье, расход которого нормируется. Расход сырья на единицу продукции состоит из массы сырья в изделии и отходов, полученных при его производстве.

По мнению ряда авторов [18, с. 73, 38, с. 104], расход полотна на одно изделие следует считать главным показателем, характеризующим экономность его использования. Тогда как судить об экономии полотна по процентам отходов неправильно. Отмечено, что, например, если на один джемпер затрачено 352 г полотна при отходах в раскрое 16 %, а на другой (аналогичный) джемпер – 343 г полотна при отходах 19,8 %, то во втором случае, несмотря на больший процент отходов, полотно использовалось более экономно.

Такой вывод оправдан тем, что во втором случае расхода сырья из имеющегося ресурса может быть получено большее количество изделия, чем в первом случае.

Анализ [143] расхода сырья на единицу изделия по вышеприведенному примеру показывает, что масса изделий имеет разные значения. В первом случае она составляет 295,7 г, а во втором – 275,1 г. Такое различие масс изделий (аналогичных) результат того, что ППТ имеет разные значения. Иначе, при одинаковой площади лекал изделий $S_1 = S_2$ и ППТ, $m_{s_1} = m_{s_2}$, массы изделий должны были быть одинаковыми, т. е. $Q_1 = Q_2 = 10^{-4} S_1 m_{s_1}$. На самом деле этого нет, и $Q_1 > Q_2$.

Различные значения отходов в рассматриваемом примере – результат как неодинаковой поверхностной плотности полотна, с одной стороны, так и площади отходов, с другой, т. е. $m_{1от} \neq m_{2от}$, $m_{s_1} \neq m_{s_2}$, $S_{1от} \neq S_{2от}$. В этом случае оценка эффективности использования полотна по массе его расхода на единицу изделия также не оправдывается.

Если учитывать то, что для производства полотна использованы дорогое сырье, электроэнергия, человеческие ресурсы и др., тогда превращение некоторой части качественного полотна в отходы с большим процентом является недопустимым.

Поэтому оценка эффективности производства изделий по процентам отходов тоже будет правильной. Конечно, в этом случае увеличение массы изделия должно сопровождаться повышением цены изделия. При оценке эффективности расхода полотна на единицу изделия нужно учитывать как интересы производства, так и – потребителя.

С одной стороны, экономное использование сырья позволяет увеличение объема производства изделий, а с другой – улучшение его качества и потребительских свойств способствует увеличению срока

службы изделий. С уменьшением срока службы (годности) изделий растет число вынужденных потребностей населения. Это требует дополнительных ресурсов сырья и производственных мощностей.

Вынужденное увеличение мощности производства из-за уменьшения срока службы изделий задерживает темпы обновления и расширения ассортимента, отрицательно влияет на престиж производителя и материальное благосостояние потребителя. Увеличение срока службы изделий равноценно как бы запасу сырьевых ресурсов, требуемых для выпуска новой продукции, удовлетворяющей потребителей.

В процессе производства купонов имеет место их неоднородность. По этой причине увеличиваются основные отходы. Эти отходы можно снизить путем введения некоторой их части в массу изделия. Для этого можно изменить модель изделия или же его размерность [144]. В этом случае изменится площадь лекал на единицу изделия.

Допустим, при вязании длина купона L получается больше требуемой на величину Δl (рис. 6.19, а). Если подкраивать купоны, имеющие неоднородность по существующей технологии, то выход отхода увеличится в количестве, равной массе Δg площади отклонения купона $2W\Delta l$, т. е. $\Delta g = 2 \cdot 10^{-4} W \Delta l m_s$,

где W – ширина купона, см; Δl – длина отклонения купона от допустимой его длины, см; m_s – поверхностная плотность стана купона, г/м².

Если за счет отклонения длины Δl купона, например, увеличить размерность детали изделия, то, безусловно, увеличится масса изделия, а отходы, соответственно, уменьшатся. В этом случае доля использования качественного полотна будет выше, чем в случае увеличения отхода за счет подкраивания длинной части купона.

В общем виде расход полотна M на единицу изделия можно записать как:

$$M = Q + g_0 + \Delta g = Q + g_0 + \Delta g_1 + \Delta g_2, \quad (6.61)$$

где Q – масса полотна в изделии, г; g_0 – масса отходов, полученных при подкраивании купона требуемой длины, г; Δg – масса излишней части длины купона от требуемой его величины; Δg_1 – часть массы Δg , входящей в изделие или в отходы; Δg_2 – часть массы Δg , увеличивающей массу отхода.

Учтем, что масса отхода g_0 в граммах и процентах, соответственно, определяется как:

$$g_0 = M_0 - Q \text{ (г)}, \quad (6.62)$$

$$g_0 = \frac{M_0 - Q}{M_0} \cdot 100 \text{ (\%)}, \quad (6.63)$$

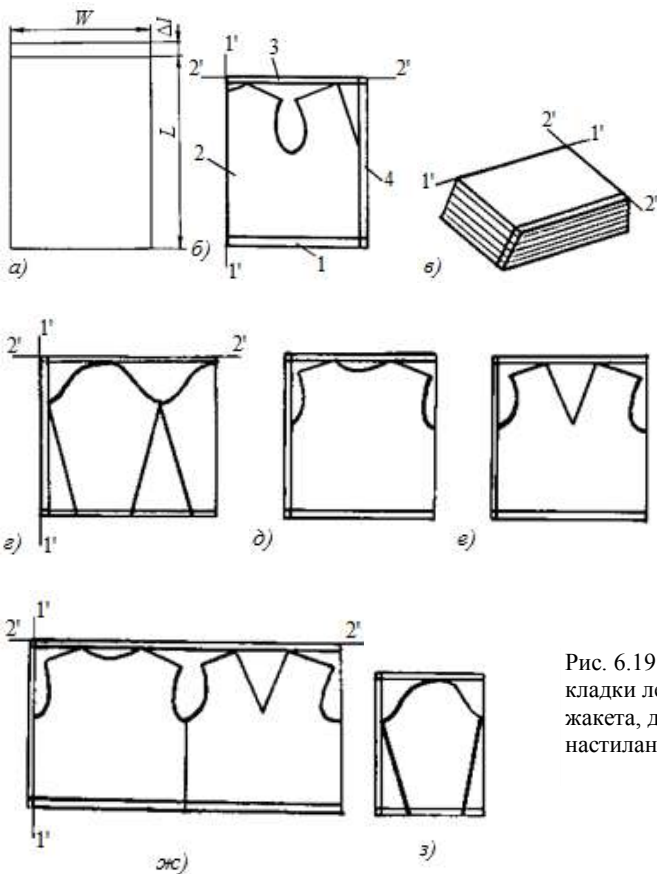


Рис. 6.19. Схема купона раскладки лекал деталей женского жакета, джемпера на купоне и настиление купонов

где M_0 – расход полотна на единицу изделия при подкраивания купона требуемой длины.

Если обозначить $g_1 = g_0 + \Delta g_1$, то (6.61) будет иметь вид:

$$M = Q + g_1 + \Delta g_1. \quad (6.64)$$

Если Δg_1 увеличивает массу изделия, то (6.64) можно записать как:

$$M = (Q + \Delta g_1) + g_1 = Q_y + g_1. \quad (6.65)$$

Если Δg_1 увеличивает массу отхода, то (6.64) имеет вид:

$$M = Q + (g_1 + \Delta g_1) = Q + g_y, \quad (6.66)$$

где Q_y, g_y – соответственно, увеличенная масса изделия и отходов за счет Δg_1 , составляющей массы Δg излишней длины купона; g_1 – масса отхода, увеличенная за счет второй составляющей Δg_2 излишнего участка купона массой Δg .

Иными словами, если $Q_y = Q + \Delta g_1$, то увеличена масса полотна изделия, а отходы g_0 увеличиваются за счет второй составляющей Δg_2 , т. е. $g_1 = g_0 + \Delta g_2$. Наоборот, при подкраивании купона с увеличенной длиной, если Q не изменяется, то увеличивается масса отходов g_0 на величину Δg , т. е. $g_y = g_1 + \Delta g_1 = g_0 + \Delta g$.

Из (6.65) выход отходов g_1 и g_y в граммах и процентах, соответственно, находим как:

$$g_1 = M - Q_y \text{ (г)}, \quad (6.67)$$

$$g_1 = \frac{M - Q_y}{M} \cdot 100 \text{ (\%)} \quad (6.68)$$

а из (6.66) – как:

$$g_y = M - Q \text{ (г)}, \quad (6.69)$$

$$g_y = \frac{M - Q}{M} \cdot 100 \text{ (\%)}. \quad (6.70)$$

Отметим, что факт разнотинности купонов приводит к увеличению отходов. Однако с использованием части отходов из дорогостоящего полотна при увеличении массы изделия, снижается общий процент отходов, по сравнению с подкраиванием удлиненной части купона, находящейся за контуром лекал изделия. При различном подходе использования удлиненной части купона, масса изделия и отходов получает разные значения.

Допустим, $M = 360$ г, $Q = 300$ г, $g_1 = 50$ г, $\Delta g_1 = 10$ г. По формуле (6.65), если $Q_y = Q + \Delta g_1 = 300 + 10 = 310$ г, то $g_1 = 13,9$ %. По формуле (6.66), если $Q = 300$ г, $g_y = g_1 + \Delta g_1 = 50 + 10 = 60$ г, $g_y = 16,7$ %. При нормальной длине купона по формуле (6.63), если $M_0 = 350$ г, $\Delta g = 0$, $g_0 = 14,3$ %.

По определению И. И. Шалова, полотно используется более экономно в том случае, когда его расход имеет наиболее низкое значение, т. е. при $M_0 = 350$ г. Однако в случае учета разнотинности купонов,

при $M = 360$ г, наилучшее использование определяется по наименьшему отходу, т. е. при $g_1 = 13,9$ % полотно использовалось лучше, чем в случае $g_y = 16,7$ %.

Очевидно, для оценки эффективности использования полотна нужно вести сравнение по массе отхода g_{e1} , g_{ey} , g_{e0} , соответствующей принятой единице массы m_1 расхода полотна, например $m_1 = 100$ г и т. д.

Массу отхода g_{e1} можно определить как

$$g_{e1} = \frac{(M - Q_y)m_1}{M}. \quad (6.71)$$

Подставляя в выражение (6.71) значение $(M - Q_y)$, найденное из (6.68), получим:

$$g_{e1} = \frac{g_1 m_1}{100}. \quad (6.72)$$

Массу отходов g_{ey} и g_{e0} можно определять по соответствующим выражениям:

$$g_{ey} = \frac{g_y m_1}{100}, \quad (6.73)$$

$$g_{e0} = \frac{g_0 m_1}{100}, \quad (6.74)$$

где g_{e1} – масса отхода при увеличении массы изделия, г; g_{ey} – масса отхода при сохранении массы изделия, г; g_{e0} – масса отхода при требуемой длине купона, г; g_1 – выход отхода в процентах при увеличении массы изделия; g_y – выход отхода в процентах при сохранении массы изделия и увеличении массы отхода; g_0 – выход отхода в процентах при требуемой длине купона; 100 – коэффициент, учитывающий соответствующие отходы в процентах из общего расхода полотна M на единицу изделия.

Уменьшение значений массы отхода g_{e1} , g_{ey} , g_{e0} между сравниваемыми показателями будет соответствовать наилучшему использованию полотна.

По существующей технологии настиление купонов выполняют, выравнивая заработанные края с учетом расположения рисунка [145]. Равнение бокового края выполняется по одной продольной стороне купона. При этом учитывается равноценность купона по всему периметру [18, с. 92–94], хотя один из боковых краев купона имеет уступ петельных рядов [146, с. 51].

Нестабильность геометрических размеров купонов, получаемая в процессе вязания по существующим технологиям, является причиной необоснованно большого количества основных отходов при их раскрое, что не совпадает со стратегией ресурсосбережения в трикотажной промышленности.

Для рационального использования купонов необходимо изменить технологическую сущность процессов настилки и раскроя. Для этого при настилке, выравнивание необходимо вести по непригодным краям купонов; а купоны, имеющие разную длину и ширину, т. е. не соответствующие требованиям нормативных документов, надо использовать при формировании размерности изделий [147, 148].

При выполнении предложенных технологических условий настилки и раскроя купонов нужно учитывать вид ассортимента и модели изделий, а также ширину купонов и раскладки лекал на них. Например, для рассмотренного жакета женского, особенностью модели является то, что жакет прямой, с мысообразным вырезом горловины, без воротника, застежка на 4 пуговицы, рукава втачные. По модели изделия рассмотренный жакет не имеет боковых швов [18, с. 92–94]. Эта особенность модели диктует условия настилки стана купона. В этом случае выравнивание купонов должно вестись по качественному боковому краю (линия 1'–1') и по краю (линия 2'–2') распускаемого, разделительного участка (рис. 6.19, б, в). Настилка купонов для рукавов изделия (рис. 6.19, г) нужно выполнять по непригодным краям (линии 1'–1' и 2'–2').

Особенностью изготовления модели джемпера с горловиной и др. является то, что стачивают боковые срезы спинки и полочки. Купоны для стана и рукавов вяжут на отдельных машинах с различными геометрическими параметрами. Поскольку один из боковых краев купона имеет дефектный участок, то из одного круглого купона можно подкраивать две одинаковые спинки или полочки (рис. 6.19, д, е). Тем не менее, размеры этих деталей, необходимых для изготовления одного джемпера, должны согласовываться между собой. Если длины купонов не равны, тогда размеры деталей стана (рис. 6.19, д, е), полученных по предложенной технологии настилки купонов, не будут соответствовать друг другу, что недопустимо. Во избежание этого нужно вырезать купоны для стана в процессе вязания вдоль бокового дефектного участка. Тогда полученные плоские купоны нужно настилать по предложенному способу.

Выравнивание плоских купонов при настилке, должно вестись по одному боковому краю и по краю разделительного участка. При этом из одного плоского купона можно получить одну полочку и

спинку, необходимые для одного джемпера (рис. 6.19, ж). Два одинаковых рукава для джемпера можно получить из одного купона (рис. 6.19, з).

Настиление купонов начинают с купона, имеющего большие геометрические размеры – ширину и длину, а последний купон должен иметь наименьшую величину. Обмеловку выполняют согласно раскладке лекал на последнем купоне. Длинная часть купона (деталей изделия) образуется в продолжении разрезания купонов к заработанному их краю. При этом купоны можно подкраивать с наименьшим отходом, если отклонение их длины будет находиться между двумя ростами I и II, II и III и т. д. В этом случае длины детали изделия могут не соответствовать конкретному росту. Фактическое отклонение длины детали на 1 – 2 см от планируемого роста изделия вполне допустимо и можно согласовывать с направлением (требованием) моды, ради использования дорогостоящего сырья.

Комплектовку деталей изделий нужно производить по их размерам, тогда они будут одинаковыми, если получены из одного купона.

Размеры деталей изделия, полученные из разных купонов также должны быть одинаковыми. Если из одного купона получают три рукава, идентичность двух рукавов, расположенных один против другого, бесспорна. Полученный третий рукав должен быть скомплектован с таким же рукавом, полученным из другого купона, путем перекраивания его остатка. Для этого нужно выполнить новый настил из остатков купона, выравнивание которых нужно вести обязательно по правилу известной технологии настиления. Все рукава из этого настила получают одинакового контура. Иначе подбор рукава одинакового размера для одного изделия сопровождается определенными трудностями. Таким образом, согласованность размеров комплектуемых деталей изделий, например, полочки и спинки джемпера и рукавов между собой, является важным условием обеспечения требований способа настиления купонов.

Установлено, что если из одного купона получается необходимое число деталей, составляющих одно изделие, то следует произвести настиление круглого купона, а в противном случае – плоского купона. Это является той особенностью новой технологии настиления купонов, которая требует выполнения условий разрезания некоторых купонов в процессе вязания. Для этого нужно воспользоваться раскладкой лекал деталей изделия.

В результате проведенных исследований установлено, что в этом случае отходы можно снизить на 2 – 12 %, в зависимости от необходимого прироста размеров лекал изделия. В соответствии с уменьшением массы отходов, увеличиваются размеры и массы готового изделия, а значит, увеличивается и стоимость продукции. Повышение сто-

имости продукции таким путем также является мерой, характеризующей рациональность производства изделий.

Производство изделий на основе новых технологических изменений должно производиться в соответствии с требованиями моды. Предложенная технология настилана – раскрой купонов проста и не требует каких-либо дополнительных затрат при внедрении.

6.3.6. Разработка способа переработки срыва трикотажа и использования отходов производств

Обрыв нити в процессе вязания на плосковязальных машинах часто приводит к срыву трикотажа. Известен способ переработки срыва, заключающийся в том, что его надевают на крючки с последующим наматыванием распускаемой нити на бобину. Намотанная на бобину пряжа идет на повторную переработку на вязальных машинах [149]. Однако полученная бобина имеет неправильное строение намотки, низкую объемную плотность, поэтому при повторной переработке этой пряжи ухудшается процесс вязания и качество трикотажа.

С целью снижения трудозатрат и повышения качества процесса вязания, при переработке срыва трикотажа, разработан способ [137, 150], по которому конец нити последнего ряда незавершенной детали подается к иглам, как обычная пряжа, сматываемая с бобины. Срыв (незавершенную деталь) трикотажа надевают на крючки сверху W-образного прутка, конец нити последнего ряда срыва проводят через внутреннюю часть прутка, через глазки, имеющиеся до натяжителя и после него, затем прокладывают на иглы и осуществляют вязание.

Наличие W-образного прутка способствует предотвращению извитости распускаемой нити со срыва путем образования дополнительного натяжения до глазка, установленного на машине. Предложенный способ переработки срыва трикотажа можно применять на плосковязальных машинах, типа ПВКМ, «Комец» и др.

Для сравнительной оценки структурных характеристик полотен были выработаны соответствующие образцы трикотажа. Переработка срыва трикотажа переплетения ластик 1 + 1 из шерстяной пряжи линейной плотности 31,2 текс × 2 и 31,2 текс × 1 × 2 осуществилась на плосковязальной машине типа ПВКМ 10 класса.

Анализ полученных данных показывает, что структурные характеристики трикотажа, полученные по предложенному способу, лучше, чем полученные из пряжи при использовании бобины, намотанной на плосковязальной машине с роспуском срыва, и находится на одном уровне с показателями характеристики полотна, выработанного из пряжи с обычной бобины.

Отходы производства получают в процессе вязания и раскроя полотен (купонов). Как правило, крупные отходы используют для изготовления изделий ширпотреба. Отходы производств являются также сырьем для вторичного использования.

Разработана новая структура ковра [151], где можно использовать отходы вязально-закройного производства. Предложенный ковер «Тамаша» состоит из основной нити и утка, выполненного из полосок текстильных полотен трикотажа, ткани или их комбинации. Использованием в ковроткачестве некоторых видов отходов закрыто-швейных производств, также некачественных полотен трикотажного и ткацкого производств снижается себестоимость продукции. Ковры «Тамаша» могут быть получены на ковроткацких станках как ручным, так и механическим способом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Развитие трикотажного производства обуславливает рост ассортимента трикотажной пряжи и нити (сырья), развития теории вязания и методов проектирования трикотажных полотен (купонов) с требуемой структурой переплетения и рисунком, являющейся основой выпуска изделий, пользующихся спросом у населения, а также совершенствования трикотажных машин.

Эффективность производства трикотажных изделий характеризуется рациональным использованием сырья и полотен (купонов). Решением намечаемых исследований разработаны научные основы ресурсосберегающей технологии производства трикотажа, которые способствуют рациональному использованию сырья и полотен на стадиях их переработки и эксплуатации готового изделия.

Первая стадия включает переработку пряжи и нитей. Бездефектный процесс вязания является одним из главных источников, способствующих ресурсосбережению сырья, повышению качества процесса вязания и трикотажного материала и производительности труда, главное, – снижению материалоемкости производства. Вторая стадия предусматривает рациональное использование выработанных полотен (купонов) только по назначению. Третья стадия связана с эксплуатацией изделий. Увеличение срока службы, т. е. – пригодности изделий, уменьшает спрос населения на данное изделие, что является косвенным дополнительным источником рационального использования сырья (полотен, купонов). Это может быть обеспечено наукоемкостью технологии изготовления изделий высокого качества в соответствии с направлением моды.

Разработка теоретических предпосылок для нормализации процесса вязания позволяют выявить наилучшие условия и приемлемые значения основных параметров режима переработки сырья в зависимости от его структуры и свойств, и структуры применяемого вида переплетения с учетом конструктивных параметров вязального оборудования.

Деформированное состояние нити, проявленное обратным крутящим моментом, сопровождается изменением показателей характеристик свойств перерабатываемой нити в процессе вязания. Вращательное движение нити, идущей к игле, является причиной частых нарушений при выполнении операций прокладывания, вынесения и прессования.

Независимо от величины усилия оттяжки, операция заключения осуществляется за пределом приведенного угла трения. При выполнении операции заключения, линия оттягивания старой петли и нижней части палочек подтянутой петли предыдущего ряда совпадают, а при

нанесении, – наоборот. Поэтому, выполнение операции нанесения требует увеличения усилия оттяжки, по сравнению с операцией заключения.

В процессе вязания нить и палочки петли получают излом как при кулировании, так и при выполнении операций заключения, нанесения и оттяжки, который влияет на форму и размеры элементов структуры трикотажа. Окончательное формирование петельной структуры трикотажа, осуществляемое после выполнения петлеобразования, сопровождается увеличением степени излома петель, что играет важную роль при формировании свойств и параметров полотен (купонов).

Теоретическое исследование получения поперечновязаного трикотажа на машинах, снабженных с язычковыми иглами, показало, что все операции, кроме вынесения нити под крючок при вязальном способе петлеобразования, выполняются в определенной зависимости от трения нити как по рабочему органу, так и по петле. Обязательным условием безотказного выполнения операций процесса петлеобразования является повышение вязальной способности пряжи и нитей, которое требует учитывать, наряду с другими показателями, и фрикционные характеристики сырья.

Условия переработки сырья, повышение эффективности процесса вязания и качества трикотажа диктуют разработки научной основы совершенствования технологии подготовки пряжи и нитей к вязанию. Уровень повышения вязальной способности сырья должна быть согласована с требованиями режима процесса вязания. Здесь важно уметь правильный выбор структуры узла для завязывания концов пряжи и нити, и использовать эффективные средства и способы обработки их поверхности, чтобы вся поверхность нити, контактируемая с иглой и петлей, была обработана.

Тщательная обработка поверхности сырья является обязательной мерой для уменьшения отрицательного влияния фрикционных свойств на ход технологического процесса вязания. Необработанный участок пряжи может быть причиной резкого прироста натяжения нити, например, при выполнении операции кулирования, при достижении определенного значения, которое приводит к ее обрывности. Определение условий взаимодействия ПБ с движущейся нитью позволяет разработку эффективных способов и устройств, а также средств для обработки. Хорошо обработанная пряжа или нить, наряду с применением узлов без критической точки и обработкой их после завязывания концов нитей, снижает риск обрывности и образования пуха в процессе вязания. Установление требуемого значения входного натяжения нити и фрикционных ее характеристик способствует повышению производительности машин, качества процесса вязания и трикотажного материала. Точная оценка степени подготовленности

пряжи и нитей к вязанию, кроме учета прочих факторов, дает возможность прогнозировать эффективность процесса вязания.

Теоретические основы решения задач рационального использования полотен (купонов) в производстве трикотажа предусматривают определения условий и выявления источников ресурсосбережения сырья.

Анализ способов снижения ППТ, определение разновидностей структурных особенностей петель в раппорте сложного ластика, анализ особенностей соединения набросков с элементами трикотажа и разработка методов расчета ДНП различных петель ластика и глади, неполного ластика и неполной глади, а также других структурных характеристик трикотажа, образованных из различных элементов, является основой прогнозирования годности того или иного вида переплетения для проектируемого изделия.

Немаловажное значение имеет разработка новых переплетений трикотажа, структура которых дает возможность использовать запасы ППТ, с обязательным обеспечением требования качества продукции. ППТ кроме прочих параметров, зависит от условий вязания и формирования структуры трикотажа. В разработанном трикотаже переплетений двойного фанга, имеющие петли ластика $1 + 1$ со смежными набросками и в трикотаже пресс-плюшевых переплетений, содержащих платированные обычные и прессовые петли с плюшевыми и ворсовыми протяжками различной формы и величины, играют активную роль при формировании структуры параметров и свойств, которые обуславливают пригодность при производстве изделий.

Разработка основ комплектовки купонов и распределения вязальных машин, предназначенных для вязания соответствующих купонов требуемого числа, а также – способа рационального использования купонов, ликвидирует выработки незапланированных купонов, обеспечивают минимизацию отходов в процессе их раскраивания. Разработанные средства, способы и устройства для парафинирования пряжи, измерения глубины кулирования нити, способы и структуры трикотажа, а также способ и устройство переработки срыва трикотажа и использования отходов приводят к ресурсосбережению сырья в процессе вязания и изготовления изделий, повышению качества трикотажа и эффективности производства.

Основные разработки и результаты выполненных исследований можно внедрять в производство и использовать в учебном процессе учебных заведений, занимающихся подготовкой специалистов для отрасли.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Анализ разработанных структур узлов (к § 4.3.2)

Разработаны новые структуры узлов, пригодные для связывания концов трикотажного сырья. В вариантах 5, 10 (рис. 4.4, *д*, *й*) оба конца узлов расположены вдоль оси соответствующей нити, в варианте 6 (рис. 4.4, *е*) – на одной стороне дуги петель узла, а в варианте 7 (рис. 4.4, *ж*) – между элементами узла. В вариантах 8, 9 (рис. 4.4, *з*, *и*) один из концов узла расположен вдоль оси нити, а другой – между элементами узла.

Критической точки не будет, если при движении нити к игле за входящий край узла принять тот край, где конец узла направлен между его элементами (тип *А*). В вариантах 6, 7 оба края узла могут быть использованы в качестве входящего, а в вариантах 8, 9 только один из его краев.

После перемещения концов нити узла, расположенных вдоль основной нити (варианты 1, 4, 5 и др.), в сторону основания петли узла, вероятность образования критической точки ликвидируется. Притом применения края узла типа *Б''* также является допустимым. Двухпетельный (встречными петлями) симметричный узел (рис. 4.4, *д*) состоит из двух – лицевых и изнаночных петель, расположенных друг против друга, причем оба конца идут вдоль нити. Критическую точку можно избежать, если основную нить 5 и 6 расположить посередине дуги петли 3 и 4, а концы нити 1 и 2 узла переместить от середины дуги петли в сторону ее основания или же их приводить в перпендикулярное положение, относительно оси нити. Этот способ приемлем также при использовании узлов известных (варианты 1 и 4) и вновь разработанных (варианты 5, 8, 9), где основная нить и конец (концы) нити узла расположены на одной стороне дуги петли (или петель).

Критическая точка не будет образована, если выводить концы (или конец) нити узла поперек между элементами узла, т. е. – произвести разделение основной нити и конца нити узла через дуги его петель (или петли). На известном однопетельном (ткацком) узле (рис. 4.4, *а*) только один из концов нити 4 узла разделен дугой 5 петли от основной нити 6. Разделение конца нити узла варианта 8 (рис. 4.4, *з*) соответствует узлу варианта 1, с той лишь разницей, что в новом узле концы нити 1 и 4 узла находятся на разных сторонах относительно оси

нити. В таком же порядке выполнено разделение конца нити 2 узла варианта 9 от основной нити (рис. 4.4, *и*).

На вариантах 6 и 7 узлов нити, оба ее конца разделены от основной нити. Разница состоит в том, что на узле варианта 6 (рис. 4.4, *е*) концы нити 1 и 2 узла выведены в разные стороны оси нити, тогда как концы нити 1 и 2 узла варианта 7 находятся на одной стороне (рис. 4.4, *ж*). Образования критической точки можно миновать также путем закрепления свободных концов нити узла, расположенных под дугой петли узла рядом с основной нитью. Закрепление концов нити узла играет как бы роль «мостика», способствующего плавному переходу от поверхности нити на узел, причем без каких-либо ударов между узлом и контактирующим элементом.

На рис. 4.4, *д* показано закрепление конца нити 1 и 2 узла, вариант 5, путем введения в основную нити 5 и 6. Введение конца нити 1 узла в основную нить 5 увеличивает толщину нити перед узлом в два раза. Такая особенность имеет место и на других узлах, которые имеют закрепленные концы нити узла в структуре основной нити. При этом входящим краем узла следует считать тот край, конец нити которого закреплен путем введения в основную нить. Тем не менее, нет необходимости закрепления обоих концов нити узла, если имеется возможность выбора подходящего края узла в качестве входящего. На тех узлах, где оба конца нити расположены рядом с основной нитью (варианты 5, 6 и др.), свободный конец можно закреплять на основную нить только на входящем крае узла.

Закрепление концов (конца) нити узла в основную нить обеспечивает высокую проходимость узлов нити. Этот способ можно использовать и на других видах узлов, например, однопетельных (ткацких), двухпетельных пологих и др. Если на однопетельном узле конец 1 нити узла заправить в основную нить 3 (рис. 4.4, *а*) и при использовании этого края *А* узла, как входящего, то обеспечивается высокая проходимость узла. Этого результата можно добиться и при использовании других видов узлов (кроме вариантов 2, 3), если закрепить конец (концы) нити, склонной к образованию критической точки. Закрепление свободных концов нити узла довольно сложная операция. Для ее осуществления требуется специальное приспособление. Поэтому, для повышения проходимости узла нити, при его использовании, нужно предпринимать обоснованные, дополнительные меры.

Приложение 2

Результаты экспериментальных исследований по выявлению изменений физико-механических свойств пряжи в процессе ее переработки на вязальных машинах (к § 5.1.3)

Для выявления изменения числа крутки пряжи, в зависимости от входного натяжения, в ходе процесса вязания полотна на кругловязальной машине КЛК-6 10 класса, переплетением ластик 1 + 1 из пряжи ПАН линейной плотности 34 текс х 2 и – ч/ш 31,2 текс х 2 был проведен эксперимент. Для чего установлены оптимальные, фиксированные значения глубины кулирования 2 мм и усилия оттяжки 10 сН на петлю. Входное натяжение пряжи изменялось в пределах от 0 до 25 сН.

После вязания полотно распускалось и извлеченная из него пряжа использовалась для определения крутки, разрывной нагрузки и удлинения. Результаты испытаний приведены в табл. 2.1. п.

Полученные данные показывают, что с увеличением входного натяжения на вязальной машине, число кручений уменьшается, для ПАН пряжи на 13 %, а для чистшерстяной пряжи на 14,3 %. В результате этого прочностные характеристики пряжи также снижаются. При допустимом уровне входного натяжения 10 – 15 сН уменьшение числа кручений составляет, соответственно, 6 – 9 % и 4,8 – 8,1 %. При этом изменение числа кручений сопровождается одновременным вращательным движением пряжи в процессе вязания [152].

Таблица 2.1. п. Физико-механические показатели пряжи (объемная ПАН линейной плотности 34 текс х 2 / чистая шерсть линейной плотности 31 текс х 2) до и после вязания

Номер варианта	Входное натяжение, сН	Число кручений, на 1 м	Разрывная нагрузка, Н	Удлинение, %
1	0	200/210	7,53/3,43	15,6/7,1
2	10	188/200	7,36/3,23	15,4/6,8
3	15	182/193	7,24/3,1	15,3/6,6
4	20	178/185	7,0/3,0	15,1/6,2
5	25	174/180	6,9/2,9	15,0/6,0

Дополнительные требования к пряже, предназначенной для трикотажного производства (к § 5.2.5)

1. Пряжа должна быть получена с прядильных предприятий в подготовленном виде для вязания, – на конических бобинах, обязательно запаренная, парафинированная;
2. При запаривании пряжи нужно учитывать возможности их использования в несколько сложений. Условия запаривания трощеных нитей должны соответствовать условию запаривания крученой пряжи, взамен которой будут использованы;
3. Трикотажная пряжа, имеющая контакт с петлеобразующими органами, должна быть обработана так, чтобы на всей ее поверхности было обеспечено постоянство коэффициента трения;
4. При контроле фрикционных свойств крученой пряжи необходимо определить степень парафинированности пряжи как по углублениям, так и по выступам витков кручения;
5. При поставках пряжи на цилиндрических паковках обязательно нужно указать нижнее основание, устанавливаемое на шпиндель;
6. При переработке пряжи концы нитей должны быть связаны, например, ткацким узлом или одним из вариантов узлов, разработанных по результатам исследований в работе, где является обязательной ликвидация критического края;
7. Узлы должны быть связаны между кручеными концами и между отдельными составляющими трощения;
8. Узлы должны быть дополнительно обработаны 100 % - ным керосином или парафином, содержащим керосин;
9. Узлы должны иметь малую величину, с длинами концов 5 – 10 мм;
10. Трикотажная пряжа должна быть достаточно прочной, упругой, мягкой, рыхлой, однородной по толщине и крутке.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Machachek F. Entwicklung der Wirk und Strick – technologic aus der Sicht der Strukturänderungen der Rohstoffbasis // Wirkerei – und Strickerei – Technik, 1974, № 10, s. 572–581.
2. Цитович И. Г. Теоретические основы стабилизации процесса вязания. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984, 136 с.
3. Цитович И. Г. Технологическое обеспечение качества и эффективности процессов вязания поперечновязаного трикотажа. – М.: Легпромбытиздат, 1992, 240 с.
4. Далидович А. С. Основы теории вязания. М.: Легкая индустрия, 1970, 432 с.
5. Шалов И. И., Далидович А. С., Кудрявин Л. А. Технология трикотажного производства. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984, 296 с.
6. Лазаренко В. М. Процессы петлеобразования: Монография. – М.: Легпромбытиздат, 1986, 136 с.
7. Гарбарук В. Н. Проектирование трикотажных машин. – Л.: Машиностроение, 1980, 472 с.
8. Симин С. Х. Теоретические основы процесса петлеобразования двухфонтурных кругловязальных машин: Автореф. дис.... докт. техн. наук. – Л., 1970, 53 с.
9. Зиновьева В. А. Разработка основ теории и практики технологии производства технического трикотажа и специзделий из стеклянных нитей: Автореф. дис. ... докт. техн. наук. – М., 1981, 55 с.
10. Окс Б. С. Вибрация нити в машине интерлок при пассивной и принудительной нитеподаче // Текстильная промышленность, 1965, № 7, с. 61–63.
11. Gregor G. Auf welchen Hülsenkonus ist die Kreuzspule für die Wirkerei und Strickerei aufzubauen // Melliand Textilberichte, 1969, №7, s. 773–774.
12. Окс Б. С. Оптимизация процесса петлеобразования на трикотажных машинах. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983, 152 с.
13. Ring W. Ausätze zur Lasung Sogenanuter. Alltagsprobleme in der Rund Strickerei // Melliand Textilberichte, 1976, № 9, s. 732–739.
14. Nitting T. Kinetic yarn friction and knitting. // J. text. inst., 1960, № 5, p. 35–36.
15. Knapton J. and Munden D. A study of the mechanism of loop Formation on weft Knitting Machinery, part I, II // Text. Res. J., 1966, № 12, p. 1072–1091.
16. Зиновьева В. А., Гаджиев Д. А. Повышение качества трикотажа из самокрученной пряжи. Обзорная информация. Выпуск 3. – М.: ЦНИИТЭИлегпром, 1987, 55 с.
17. Цитович И. Г., Антонов Г. К. Жесткость текстильных нитей при изгибе // Текстильная промышленность, 1973, № 4, с. 48.
18. Шалов И. И. Проектирование трикотажного производства. – М.: Легкая индустрия, 1977, 294 с.
19. Володина В. М. Пути снижения продольной полосатости в чулках // Текстильная промышленность, 1960, № 7, с. 39–42.
20. Knapton J. The importance of yarn friction during knitting // Text. Inst. and Ind., 1963, № 3, p. 23–24.
21. Henshaw D. Cam forces in weft knitting // Text. Research, 1968, № 6, p. 343–356.
22. Мильченко И. С. Основы проектирования трикотажных машин. – М.: Ростехиздат, 1962, 226 с.

23. Моисеенко Ф. А. Проектирование вязальных машин. – М.: Легпромбытиздат, 1989, 168 с.
24. Pusch T., Wunsch I., Offerman P. Dynamics of yarn tension on knitting machines // AUTEX Research Journal, 2000, November, Vol. 1, No. 2, p. 56.
25. Пинхасович А. В. Причины нарушения процесса петлеобразования на вязальных машинах // Изв. вузов. Технология легкой промышленности, 1973, № 6, с. 110–113.
26. Разумеев К. Э. Классификация, стандартизация и сертификация шерсти в России и за рубежом // Стандарты и качество, 1998, №12, с. 30–32.
27. Ryuzo O. Factors Affecting Defects in Plain-Weft Knitted Fabric due to knots of Spun Yarns. // Journal of Mach. Society of Japan, 1984, v. 37, № 8, p. 322–327.
28. Shuler B., Buhler G. Optimierung des Laufverhaltens von Fasergarnen auf Rundstrickmaschinen // Melliand Textilberichte, 1978, v. 9, s. 726–732.
29. Hunter L., Cawood M., Dobson D. A relationship between yarns properties and Knitting performance for cotton yarns Knitted to constant stitch length on single and double jersey machines // SAWTRI Techn. Rept, 1976, №327, p. 12.
30. Toshiro S., Katzuaki K. Evaluation and Measurement of Knittability // J. Text. Mach. Soc. Jap., 1975, v. 21, № 1, p. 9–16.
31. Кнаптон J. How to Knit spun yarns efficiently // Knitting Times Year – book, 1977, p. 111–114.
32. Henshaw D. Cam forces in weft knitting // Text. Research, 1968, № 38, p. 592–598.
33. Мовшович П. М. Самокруточные прядение. – М.: Легпромбытиздат, 1985, 248 с.
34. Kliment L. Reibungsvethallen von Faden beim Stricken // Wirkerei-und Strickerei Technik, 1981, Bd. 31, № 1, s. 20–25.
35. Evans W. Cotton Knitting fly' problems and some solutions // Knit. Int., 1983, v. 90, № 1073, p. 41–43.
36. Olejniczak E. Wptyw zapylenia maszyn na zrywność przedzdy, zatrzymania maszyny oraz bledu w dzianinie // Techn. wfók, 1985, 34, № 11 – 12, p. 348– 351.
37. Edberg B. Cotton dust elimination in weft knitting //Knit. Times, 1985, v. 54, № 13, p. 88–89.
38. Шалов И. И., Кудрявин Л. А. Основы проектирования трикотажного производства с элементами САПР. – М.: Легпромбытиздат, 1989, 288 с.
39. Каценеленбоген А. М., Лазарева Л. В. Подготовка пряжи и нитей к вязанию. – М.: Легкая индустрия, 1968, 224 с.
40. Гордеев В. А., Волков П. В. Ткачество. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984, 488 с.
41. Трофимова Т. В., Цыганов И. Б. Исследование соединения нитей с помощью узлов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности, 2005, № 2, с. 15–17.
42. Lochr H. Analysis of yarn quality requirement for knitting // Text. Mon., 1980, July, v. 39, p. 42–45, 47–48.
43. Spesifying the yarn // Text. Horiz., 1986, v. 5, № 13, p. 32–33.
44. Попова Г. К., Ефремов Е. Д. О натяжении нити при сматывании с конической бобины в условиях сновки // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности, 1970, № 1, с. 47–50.
45. Крассий Г. Г., Керсек В. Н., Гамрецькая В. И., Сахарная Р. Я. Справочник трикотажника. – Киев: Техника, 1975. 320 с.

46. Остапенко Н. Д., Полякова Т. П., Сороковик Т. И. Влияние плотности намотки пряжи на технологические параметры трикотажа / Исследование свойств сырья применительно к переработке в трикотажную продукцию: Сб. науч. тр. ВНИИТП. – М.: ЦНИИТЭИлегпром, 1986, 64 с.
47. Мартынова Е. И., Бункова В. Н., Торкунова З. А. Влияние твердости намотки на качество трикотажа // Текстильная промышленность, 1980, № 4, с. 45–46.
48. Лазаренко В. М. О выборе размера паковки пряжи для трикотажных машин // Изв. вузов. Технология легкой промышленности, 1961, № 3, с. 132–139.
49. Саввина С. А. Исследование натяжения нити при вязании на плоскофанговой машине: Автореф. дис.... канд. техн. наук. – Л., 1974, 20 с.
50. Салов В.З. Стабилизации натяжения нити на двухфонтурных кругловязальных машинах в условиях ее пассивной подачи: Автореф. дис.... канд. техн. наук. – Л., 1973, 20 с.
51. Цитович И. Г. Научные основы технологического обеспечения качества и эффективности процессов вязания поперечновязаного трикотажа: Автореф. дис.... докт. техн. наук. – М., 1985, 34 с.
52. Die Messung des Koeffizienten der Reibung des Fadens // Chemiefasern Textil industrie, 1974, 24/76, № 4, s. 276–278, s. 281–282
53. Eckstein K. Die Paraffinierung von Garnen aus langer Flotte für die Wirkerei und Strickerei // Wirkerei- und Strickerei Technik, 1980, 30, № 6, s. 413–414.
54. Gampe H. Maschen warenherstellung – eine Herausforderung für den Hilfsmittelhersteller // Wirkerei- und Strickerei Technik, 1983, 33, № 6, s. 551–559.
55. Айходжаев Б. И., Шапошникова С.Т., Завулунов М. Б., Сардиев К. Состав для обработки нитей. А. с. 711196 (СССР). Кл. Д01Н 13/30, В 65 Н 71/00. Оpubл. в Б. И., 1980, № 3.
56. Субоцкиене М. А. Исследование влияния способа подачи нити на структурные характеристики и условия вязания кулирного трикотажа с плоских вязальных машин: Автореф. дис.... канд. техн. наук. – Л., 1975, 21 с.
57. Strickteillängenschwankungen an der Flachstrickmaschine //Text. – Prax. int., 1987, 42, № 1, p. 33.
58. Шалов И. И. Комбинированные трикотажные переплетения. – М.: МТИ, 1971, 46 с.
59. Садовский В. В. Стабилизация массы трикотажа, вырабатываемого на многосистемных однофонтурных машинах: Автореф. дис.... канд. техн. наук. – Л., 1978, 16 с.
60. Статут Э. В. Исследование влияния параметров вязания на однородность двухлатичного полотна: Автореф. дис.... канд. техн. наук. – М., 1978, 24 с.
61. Цитович И. Г., Большакова Н.И. Совершенствование технологии вязания / Трикотажная и текстильно-галантерейная промышленность. Э. И. – М.: ЦНИИТЭИлегпром, 1977, № 1, 42 с.
62. Масленников Ю. И. Функции ширителя полотна кругловязальной машины // Изв. вузов. Технология легкой промышленности, 1990, № 4/196, с. 84–90.
63. Knapton J. Parameters affecting double knit character and structural versatility // Knitting Times, 1975, v. 44, № 20, p. 28–30.

64. Варламов А. Р., Цитович И. Г. Об оптимизации соотношения длин нитей в петлях при выработке полотен комбинированных переплетений // Изв. вузов. Технология легкой промышленности, 1991, № 5, с. 119–122.
65. Мукимов М. М. Плосшевый трикотаж платированно-уточного переплетения // Изв. вузов. Техн. легкой промышленности, 1991, № 5, с. 117–119.
66. Мукимов М. М., Сафиулина В. А., Садчикова А. Н. Пути уменьшения расхода сырья при выработке платированного плюшевого трикотажа // Изв. вузов. Технология легкой промышленности, 1991, № 6, с. 67–71.
67. Ханходжаева Н. Р., Юнусов К. З., Мукимов М. М. Новые виды трикотажа на базе двухластичного переплетения // Проблемы текстиля, 2005, № 1, с. 29–34.
68. Исабаев А. Э. Разработка ресурсосберегающей технологии выработки плюшевого трикотажа: Автореф. дис....канд. техн. наук. – Ташкент, 1998, 18 с.
69. Крутикова В. Р., Крутикова Л. А. Прогнозирование длины нити в элементе структуры кулирного трикотажа // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности, 2005, № 2, с. 72–76.
70. Шустов Ю. С. Методы подобия и размерности в текстильной промышленности: Монография. – М.: МГТУ, 2002, 191 с.
71. Труевцев А. В. Прикладная механика трикотажа: Учебное пособие. – СПб.: СПГУТД, 2001, 176 с.
72. Общанская И. В., Смирнова Т. В., Крутикова В. Р. Взаимосвязь параметров структуры трикотажа с физико-механическими характеристиками пряжи / Сб. науч. тр. молодых ученых КГТУ, вып. 5. – Кострома: КГТУ, 2004, с. 71–74.
73. Колесникова Е. Н. Основы автоматизированных методов проектирования технологии петлеобразования: Монография. – М.: МГТУ, 2000, 240 с.
74. Мююрсепп Р. А., Лазаренко В.М. Натяжение петли в период заключения на вязальных машинах // Изв. вузов. Технология легкой промышленности, 1973, №1, с. 133–138.
75. Проектирование технологии хлопкопрядения: Учебник для вузов / Под ред. К. И. Бадалова. – М.: МГТУ, 2004, 602 с.
76. Зарецкас С. –Г. С. Механические свойства нитей при кручении. – М.: Легкая индустрия, 1979, 184 с.
77. Spencer D. Knitting technology. Oxford: Pergamon Press, 1989, 357 p.
78. Гаджиев Д.А., Зиновьева В. А. Особенности переработки самокрученной пряжи на вязальных машинах // Текст. пром., 1984, № 1, с. 56–57.
79. Кукин Г. Н., Соловьев А. Н., Кобляков А. И. Текстильное материаловедение (волокна и нити): Учебник для вузов. – М.: Легпромбытиздат, 1989, 352 с.
80. Большакова Н. И., Цитович И. Г. Натяжение старых петель в процесепетлеобразования на плоскофанговой машине // Изв. вузов, Технология легкой промышленности, 1974, № 1, с. 84–86.
81. Зиновьева В. А. Особенности процесса петлеобразования из стеклянных нитей // Изв. вузов. Техн. легк. пром., 1976, № 4, с. 110–115.
82. Гаджиев Д. А. О некоторых особенностях выполнения операции сбрасывания на кулирных вязальных машинах // Азербайджанский технический университет. Ученые записки. Фундаментальные науки, 2005, № 3, том IV (15), с. 78–83.
83. Aisaka N., Kawakami T., Shindo T. Knitting Tension during weft – Knitting // J. Text. Mach. Soc. Jap., 1969, Vol. 15, N°6, p. 228–234.

84. Black D., Munden D. Increasing The Rates of fabrics Production of weft Knitting Machinery. Part I, II // J. Text. Inst., 1970, N° 61, p. 313–319.
85. Des Langeurs de pannedux zegutieres // L'Industrie Textile, 1984, N° 1147, p. 801–803.
86. Гаджиев Д. А. О влиянии деформации участков петель на формирование структуры трикотажа // Азербайджанский технический университет. Ученые записки. Фундаментальные науки, 2006, №1, том V (17), с. 101–105.
87. Гаджиев Д. А. Определение натяжения нити, создаваемого парафиновым блоком // Азербайджанский технический университет. Ученые записки. Фундаментальные науки, 2003, № 2, том II (6), с. 79–82.
87. Гаджиев Д. А. Определение давления парафинового блока на парафинируемую нить / Сб. статей международной научной конференции "Текстиль, одежда, обувь: дизайн и производство". – Витебск: ВГТУ, 2002, с. 98–100.
89. Гаджиев Д. А. Улучшение условия парафинирования пряжи // Проблемы прикладной механики, 2004, № 3(16), с. 62–66.
90. Пискунов Н. С. Дифференциальное и интегральное исчисления. Том I. – М.: Наука, 1966, 551 с.
91. Гаджиев Д. А. Оценка степени парафинирования пряжи в трикотажном производстве // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности, 2004, № 5, с. 46–49.
92. Рудин А. Е., Иванов С. М. Моделирование структурной неровноты пряжи // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности, 2004, №1, с. 30–34.
93. Гаджиев Д. А., Зиновьева В. А., Муталлимов Ш. М. и др. Устройство для парафинирования текстильных нитей. А. с. 1726600 (СССР). Кл. Д 06 В 1/12, Д 01Н 13/30. Заявл. 14.02.90, № 4791929/12. Оpubл. в Б. И., 1992, №14.
94. Гаджиев Д. А. Влияние плотности намотки бобины на параметры трикотажа // Азербайджанский технический университет. Ученые записки. Фундаментальные науки, 2004, № 1, том III (9), с. 107–114.
95. Bühler G. Vermingerung von Warenmachenfenlern durch Nabrafimmerung // Wirkerei- und Strickerei- Technik, 1978, N° 4, s. 210 – 216.
96. Гаджиев Д. А. Способ парафинирования текстильных нитей и устройство. / АЗР а2002 0093. Д 01Н 13/30, опубл. в пром. собственности (изобретения), бюл. № 2, 30.06.2006.
97. Машиностроение. Энциклопедия. «Машины и агрегаты текстильной и легкой промышленности» / Под ред. И. А. Мартынова. – М.: Машиностроение, 1997, 608 с.
98. Гаджиев Д. А. Способ парафинирования текстильных нитей и устройство. / АЗР а2012 0098. Д 01Н 13/30 (2006.01), опубл. в пром. собственности (изобретения), бюл. № 6, 30.09.2015.
99. Konil K., Polland J. Knot performance during knitting // Text. Inst. And Industry, 1978, May, p. 123–124.
100. Гаджиев Д. А. Исследование влияния узла нити на эффективность работы трикотажных машин // Азербайджанский технический университет. Ученые записки. Фундаментальные науки, 2005, № 4, том IV (16), с.73–76.
101. Esotex Device for accurate Measurement of Take-Down Tension // Knit. Int., 1978, v. 88, N° 1010, p. 52–53.
102. Smith D., Burns N., Wray G. The frictional forces between yarns and Weft-knitting elements // J. text. inst., 1974, v. 65, № 7, p. 37–43.

103. Шустов Ю. С., Плеханова С. В. Основы метрологии и измерительные приборы в текстильной промышленности: Учебное пособие. – М.: МГТУ, 2005, 141 с.
104. Гаджиев Д. А. Способ измерения глубины кулирования. / АЗР а2001 0178. D 01B 37/02, опублик. в пром. собственности (изобретения), бюл. № 1, 28.02.2003.
105. Гаджиев Д. А. Способ измерения глубины кулирования нити // Азербайджанский технический университет. Ученые записки. Фундаментальные науки, 2004, № 2, том III (10), с. 15–19.
106. Лабораторный практикум по текстильному материаловедению / Под ред. А. И. Коблякова. – М.: Легпромбытиздат, 1986. 344 с.
107. Гаджиев Д. А. Об оценке качества процесса вязания трикотажа // Проблемы текстиля. 2005, №2, с. 29–33.
108. Lasič V., Vrljičak Z., Srdjak M. Utjecaj snačajki stroja i niti na strukturu pleteva // Tekstil (SFRJ), 1984, 33, № 9, p. 611–621.
109. Бронштейн И. Н., Семендяев К. А. Справочник по математике (для инженеров и учащихся втузов). – М.: Наука, 1980, 976 с.
110. Гаджиев Д. А., Саттаров Т. М., Байрамова А. Р. Состав для парафинирования пряжи. А. с. № 1756406 (СССР). Кл. Д 01Н 13/30, Д 06М 13/02. Заявл. 12.06.90, № 4865343/12. Опубликовано в Б. И., 1992, № 31.
111. Севостьянов А. Г. Методы и средства исследования механико-технологических процессов текстильной промышленности: Учебник для вузов текстильной промышленности. – М.: Легкая индустрия, 1980, 392 с.
112. Кудрявин Л.А., Кисленко Б.В. Особенности структуры и существующих методов получения трикотажа со сложными структурными рельефными узорами // Научный альманах. Спецвыпуск журнала «Текстильная промышленность», 2005, №1-2, с. 50–52.
113. Шалов И. И., Далидович А. С., Кудрявин Л. А. Технология трикотажа. – М.: Легпромбытиздат, 1986, 376 с.
114. Effect of knots on knitting proceses // Text. Inst. and Ind., 1978, №16, p. 123–124.
115. Гаджиев Д. А., Буадзе Е. П. Особенности переработки трощеных нитей и получения трикотажа из нее // НАНА, Ганджинский региональный научный центр. Сборник известий, 2004, № 12, с. 45–49.
116. Протасова В. А., Бельшев Б. Е., Капитанов А. Ф. Прядение шерсти и химических волокон. – М.: Легпромбытиздат, 1988, 334 с.
117. De Aranjó M. Smith G. Spirality of knitted Fabrics // Text. Res. J., 1989, v. 59, №5, p. 247–256.
118. Гаджиев Д. А. Особенности расчета длины нити в петле сложного раппорта ластика // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности, 2005, № 2, с. 121–124.
119. Гаджиев Д. А. Особенности соединения набросков с элементами трикотажа // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности, 2004, № 6, с. 130–133.
120. Гаджиев Д. А. К вопросу определения ширины трикотажа переплетений сложного ластика // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности, 2005, № 4, с. 103–106.
121. Гаджиев Д. А. Некоторые особенности расчета поверхностной плотности трикотажа со сложной структурой. // Азербайджанский технологический университет, «Научные вести», 2009, № 11 – 12, с. 64–68.

122. Кудрявин Л. А., Шустов Е. Ю., Шустов Ю. С. Разработка методов визуализации структуры трикотажа при его автоматизированном проектировании: Монография. – М.: МГТУ, 2005, 139 с.
123. Workner H. Auf den Weg zur Textilfabric des Jahres // Wirkerei – und Strickerei – Technik, 1987, 37, № 4, s. 366–483.
124. Гаджиев Д. А., Зиновьева В. А. Теоретические аспекты рационального использования переплетений для трикотажа из самокрученной пряжи // Изв. вузов. Техн. легк. пром., 1983, № 5, с. 110–113.
125. Гаджиев Д. А. Теоретические основы разработки поверхностей с пониженной материалоемкостью // Научные труды Азербайджанского университета архитектуры и строительства, 2006, № 1, с. 82–87.
126. Гаджиев Д. А. О функциях петель в процессе петлеобразования. // НАНАз, Ганджинский региональный научный центр. Сборник известий, 2016, № 3 (62), с. 93–97.
127. Гаджиев Д. А. Теория формирования петельной структуры трикотажа в процессе его вязания. // Азербайджанский технический университет. Ученые записки. Технические науки, 2016, № 4, том I, с. 173–180.
128. Цитович И. Г., Большакова Н. И., Строганов Б. Б. Зависимость натяжения нити в старых петлях полотна от усилия оттяжки и фрикционных свойств нити // Изв. вузов. Технология легкой промышленности, 1975, № 5, с. 134–137.
129. Гаджиев Д. А., Сулейманов И. И. Кулирный двойной прессовый трикотаж. А. с. 1320282 (СССР). Кл. D 04 B 1/00. Заявл. 29.05.85, № 3906301/31 – 12. Оpubл. в Б. И., 1987, № 24.
130. Гаджиев Д. А. Особенности структуры и свойств трикотажа переплетения шахматный фанг // Научный альманах. Спецвыпуск журнала "Текстильная промышленность", 2006, № 1-2, с. 27–28.
131. Гаджиев Д. А. Расширение ассортимента двойного прессового кулирного трикотажа // Научный альманах. Спецвыпуск журнала "Текстильная промышленность", 2005, № 1-2, с. 53–55.
132. Гаджиев Д. А. Кулирный двойной прессовый трикотаж. А. с. 1781341 (СССР). Кл. D 04 B 1/00. Заявл. 12.11.90, № 4881565/12. Оpubл. в Б. И., 1992, № 46.
133. Гаджиев Д. А. Кулирный плюшевый трикотаж. А. с. 1559012 (СССР). Кл. D 04 B1/02. Заявл. 18.02.88, № 4380495/31 – 12. Оpubл. в Б. И., 1990, №15.
134. Гаджиев Д. А. Особенности структуры и свойств трикотажа пресс-плюшевых переплетений // НАНАз, Ганджинский региональный научный центр. Сборник известий, 2005, № 20, с. 100–106.
135. Гаджиев Д. А., Байрамова А. Р. Кулирный плюшевый трикотаж и способ его получения. А. с. 1664921 (СССР). Кл. D 04 B1/02. Заявл. 31.05.89, № 4698590/12. Оpubл. в Б. И., 1991, № 27.
136. Гаджиев Д. А., Кобляков В. А., Морозов Г. Д. Кулирный плюшевый трикотаж. А. с. 1715898 (СССР). Кл. D 04 B 1/02. Заявл. 22.05.89, № 4722217/12. Оpubл. в Б. И., 1992, № 8.
137. Гаджиев Д. А. Способ переработки срыва трикотажа. А. с. 1618795 (СССР). Кл. D 04 B19/00. Заявл. 18.02.88, № 4380653. Оpubл. в Б. И., 1991, №1.
138. Гаджиев Д. А., Буадзе Е. П. Определение условий комплектовки купонов // Проблемы прикладной механики, 2004, №3 (16), с. 57–61.

139. Гаджиев Д. А. Технология и расчет полурегулярных изделий (на азербайджанском языке). – Баку, 2016, 248 с.
140. Торкунова З. А. Испытания трикотажа. – М.: Легпромбытиздат, 1985, 200 с.
141. Гаджиев Д. А. Некоторые пути повышения стойкости трикотажных изделий / В кн. Новое в технике и технологии текстильной и легкой промышленности. Материалы международной научной конференции. – Витебск, 2009, с. 178 – 181.
142. Иоффе И. Г., Степина А. Ф. Организация, планирование и управление на предприятиях трикотажной промышленности. – М.: Легпромбытиздат, 1986, 280 с.
143. Гаджиев Д. А. К оценке эффективности расхода полотна на единицу изделия // Проблемы текстиля, 2005, № 4, с. 24–28.
144. Сурикова Г. И., Михайлова М. Н. Достижение идентичности внешней формы рукава в изделиях разных размеров и ростов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности, 2004, № 6, с. 75–78.
145. Флерова Л. Н., Золотцева Л. В. Технология и оборудование швейно-трикотажного производства. – М.: Высшая школа, 1986, 255 с.
146. Кесслер Ю. В., Коган Л. П. Двухфонтурные кругловязальные машины. – М.: Легкая индустрия, 1975, 240 с.
147. Гаджиев Д. А. Некоторые пути рационального использования купонов / Тезисы докладов Всероссийской научно-технической конференции "Современные технологии и оборудование текстильной промышленности" (Текстиль-99). – М.: МГТУ, 2000, с. 44–45.
148. Гаджиев Д. А. Способ рационального использования купонов // НАНАз, Ганджинский региональный научный центр. Сборник известий, 2005, № 19, с. 93–95.
149. Гусева А. А. Технология и оборудование плосковязального и кругловязального производства. – М.: Легкая индустрия, 1981, 400 с.
150. Гаджиев Д. А. Способ переработки срыва трикотажа // Проблемы текстиля, 2005, № 3, с. 40–42.
151. Гаджиев Д. А. Ковер. /АзР а2002 0194. А 47G 27/02, D 03D 15/ 00, опубл. в пром. собственности (изобретения), бюл. № 4, 28.02.2003.
152. Гаджиев Д. А. К оценке изменения линейной плотности пряжи в процессе вязания. // Вестник Витебского государственного технологического университета, 2012, XXII выпуск, с. 33–39.

ДЖАХАНГИР АХМЕД ОГЛУ ГАДЖИЕВ
НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ
ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ТРИКОТАЖА

SAHANGİR ƏHMƏD OĞLU HACIYEV
TRİKOTAJ İSTEHSALINDA EHTİYATA QƏNAƏTƏDİCİ
TEKNOLOGİYANIN ELMİ ƏSASLARI

JAHANGİR AHMAD HAJIYEV
SCIENTIFIC BASICS OF RESOURCE-SAVING
TECHNOLOGY OF KNITTED PRODUCTION

Для заметок

Корректор:
Севил Мамедова Дж.

Çapa imzalanmışdır: **14.11.2019**
Formatı: 60x84/16
Sifariş: 29, Sayı 300

«Bəxtiyar-4» İKF-nın mətbəəsində
Ofset üsulu ilə çap olunmuşdur.
Bakı şəh., Mir Cəlal 83
Tel.: (+99412) 568-44-53. Mob.: (050) 570-63-54