

УДК 687:66

Роль химии в процессах изготовления швейных изделий

О. В. Метелёва, В. В. Веселов

ОЛЬГА ВИКТОРОВНА МЕТЕЛЁВА — кандидат технических наук, доцент Ивановской государственной текстильной академии (ИГТА). Область научных интересов: изучение и разработка технологий изготовления швейных изделий из материалов со специальными свойствами, исследование влияния свойств материалов на выбор технологических решений.

ВАЛЕРИЙ ВИКТОРОВИЧ ВЕСЕЛОВ — доктор технических наук, профессор ИГТА. Область научных интересов: химизация технологических процессов швейных предприятий, проблемы снижения материалоемкости и трудоемкости при отделке и производстве одежды.

153000 Иваново, просп. Ф. Энгельса, д. 21, ИГТА, тел. (0932)35-78-48, факс (0932)41-50-88,
E-mail nauka@igta.interline.ru

Одной из особенностей современного этапа развития производства швейных изделий является значительное ужесточение всего комплекса требований к продукции — потребительских, эстетических, эксплуатационных и промышленных, что обусловлено повышением уровня качества жизни в мире и обострением конкуренции при реализации товаров на рынке. Потребители преимущественно выбирают изделия красивые, модные, добротные, удобные, качественно изготовленные и приемлемые по цене. Повышение конкурентоспособности изделий отечественных предприятий в настоящее время достигается в основном за счет увеличения количества выпускаемой продукции. Выпуск же качественных изделий требует мобильных, технически и научно-вооруженных, экономичных технологических процессов, особенно в сфере «выпускного» цеха легкой промышленности России.

Одежда стала продуктом массового промышленного производства только в XX веке и долгое время, особенно в нашей стране, удовлетворяла преимущественно утилитарные потребности человека. На протяжении большей части эволюции швейного производства изготовление одежды осуществлялось вручную, лишь с помощью иглы, ниток и ножниц в домашних условиях портными или модельерами в мастерских и салонах. Эти единичные образцы одежды, искусно выполненные и несущие в себе элементы народного творчества, бережно хранились, передавались по наследству, отражая этапы культурного развития общества.

Сегодня одежда является промышленным товаром и результатом научно-технического прогресса и в то же время в значительной мере выполняет эстетические функции и функции социального характера. Она подчеркивает положение человека в обществе, соответствует торжественности момента, способствует воспитанию, акцентирует внимание на достоинствах внешности и маскирует недостатки, омолаживает, поднимает настроение, формирует имидж наряду с другими средствами. Продолжительность жизни современной одежды незначительна по сравнению со многими другими промышленными товарами — как ни для одного другого

товара она определяется в большей степени моральным износом и модой. Ассортимент моделей и видов одежды диктуется необходимостью постоянного их обновления при сохранении высокого качества и минимальной стоимости.

Сырьевая база швейной промышленности непрерывно претерпевает существенные изменения. Расширяется ассортимент текстильных материалов, улучшаются их потребительские свойства, а швейные предприятия зачастую продолжают работать по традиционным технологиям. Противоречия, возникающие из-за несогласованности технологий в сфере текстильного отделочного производства и в сфере переработки текстильных материалов (швейные предприятия), снижают возможности коренного улучшения качества швейной продукции. Так, эффект дорогостоящей заключительной отделки текстильного материала иногда требуется намеренно удалять на этапе швейного производства для того, чтобы можно было выполнить необходимые операции при изготовлении швейного изделия. Модификация швейной технологии в рамках существующего производства применительно к переработке новых материалов сопряжена с решением целого ряда проблем и задач (табл. 1). В круг этих задач прежде всего входят

— предварительные исследования технологических свойств новых материалов и соответствующая адаптация процессов конфекционирования, конструирования, настипания, раскроя, пошива, склеивания, влажно-тепловой обработки к действующей швейной технологии;

— разработка новых видов технологического оборудования или его переналадка;

— подбор специальных условий для выполнения операций.

Как правило, решение целого ряда проблем, возникающих при переработке новых материалов или создании швейных изделий с новыми качественными показателями, невозможно в рамках существующих технологий.

Таблица 1

Факторы, вызывающие основные проблемы в швейном производстве при переработке новых текстильных материалов

Свойства материала и технологические факторы, учитываемые на отдельных этапах производства		
проектирование	настиление, раскрой, пошив	склеивание, влажно-техническая обработка
Нестабильность комплекса свойств; низкая способность к формообразованию и формозакреплению; плохая сутюживаемость; стягиваемость вертикальных швов; анизотропия свойств; аморфность структуры; низкие гигиенические свойства; необходимость обеспечения или сохранения специальных свойств	Скольжение; слипание; сдвиг, смещение; нестабильность линейных размеров; оплавление; осыпаемость; прорубаемость; электризуемость; загрязнение инструментов; деформация деталей при соединении; сложность транспортировки	Повышенная усадка; блеск ткани или ласообразование; низкая термостойкость; изменение оттенка окраски и миграция красителя; загрязнение рабочих органов оборудования; низкая адгезионная способность; выделение газообразных продуктов (запах)

Ниже рассмотрены современные методы отделки тканей на разных стадиях швейного производства, реализующие химические и физико-химические процессы обработки текстильных материалов.

В настоящее время все большая роль в повышении эффективности производства и качества швейных изделий отводится химическим технологиям, так как они способствуют развитию промышленности в направлении уменьшения количества операций и длительности производственного цикла, повышения наукоемкости, материало-, трудо- и энергосбережения, а также роботизации, автоматизации и механизации технологических процессов. Одежда в настоящее время все больше становится объектом применения научных достижений.

Для оптимального решения проблем швейного производства недостаточно оперировать лишь параметрами швейных технологий. Изучение особенностей возникновения дисфункций, а затем их компенсация или нейтрализация возможны только на основе знаний текстильной химии, свойств химических соединений и закономерностей протекания химических процессов, которые лежат в основе операций по переработке текстильных изделий.

Формоустойчивая и несминаемая отделка

Устойчивость формы, сохранение внешнего вида швейного изделия определяются степенью закрепления деформированной структуры ткани при влажно-тепловой обработке изделий. В отечественной промышленности используется следующая технологическая схема изготовления швейных изделий:

на текстильном предприятии — пропитывание ткани отделочным раствором (А), сушка (Б), стабилизация структуры и линейных размеров ткани путем термофиксации в высокотемпературных камерах (В);

на швейной фабрике — изготовление швейных изделий (Г), влажно-тепловая обработка швейных изделий с целью придания им нужной пространственной формы и товарного вида (Д).

Такая последовательность изготовления швейных изделий сопряжена с целым рядом технологических трудностей в сфере швейной промышленности. Например, сложен процесс создания пространственной формы изделия, заутюживания складок на несминаемой

ткани, осуществления промежуточной и окончательной влажно-тепловой обработки, так как ткань несминаемая. Для достижения необходимого технологического эффекта интенсифицируют режимы обработки, но это отрицательно влияет на многие свойства ткани. При пошиве значительные динамические нагрузки испытывает игла в случае повышенной жесткости ткани. При высоких скоростях швейной машины игла быстро нагревается, тупится, что приводит к снижению качества ниточных соединений.

Замена технологической схемы А→Б→В→Г→Д на схему А→Б→Д→Г→В, т.е. с переносом стадии термофиксации на заключительный этап швейного производства, и осуществление ее в герметичной специальной камере снимает некоторые сложности переработки текстильного материала, но вводит очень жесткие ограничения по времени его использования и по химической природе отделочных препаратов.

В том случае, когда в сферу швейного производства переносятся все операции заключительной отделки (Г→А→Б+Д→В), пропитывание, сушка и окончательная фиксация на ткани отделочных препаратов производятся непосредственно на формообразующей поверхности подушек прессы, паро-воздушного манекена. Сущность этого способа, получившего название «суперфорниз» [1], заключается в том, что при влажно-тепловой обработке на стадии пропаривания швейного изделия в паровую рабочую среду вводится технологический раствор, композиция которого зависит от волокнистого состава ткани, — обычно это терморезактивные смолы и их предконденсаты на основе мочевино-формальдегидных и меламино-формальдегидных соединений. Такое решение представляет практический интерес для изготовления формоустойчивых швейных изделий из целлюлозных и гидратцеллюлозных текстильных волокон. Рабочая среда, состоящая из насыщенного водяного пара с введением в него соответствующего технологического раствора, адсорбируется на поверхности волокон ткани.

Химическая модификация волокнообразующего полимера (в случае целлюлозных и гидратцеллюлозных волокон) начинается с процесса пропаривания швейного изделия, а при последующем введении в паровую среду технологического раствора, когда температура

текстильного материала достигает 70—90 °С, начинается процесс стабилизации структуры ткани. Пар пластифицирует волокнообразующий полимер, переводя его из застеклованного состояния в высокоэластическое. Проникая внутрь волокон благодаря сродству к волокну и под действием парциального давления на границе раздела фаз, такая рабочая среда не только ослабляет межмолекулярные связи, но и разрывает их, при последующей сушке и термообработке межмолекулярные связи восстанавливаются в новом положении с учетом приданной деформации. Полностью процесс завершается на последних этапах обработки — при сушке и термообработке, когда температура текстильного материала достигает 140 °С.

Согласно данным химического анализа тканей, непосредственно после пропаривания на специальном паровоздушном манекене с использованием технологического раствора, содержащего предконденсаты термореактивных смол (обычно это мочевино-формальдегидные смолы), на волокне прочно фиксируется 0,3—...0,7% азота и 0,14...—0,39% формальдегида, что соответствует показателям, которые достигаются на ткани при заключительной отделке в сфере текстильного отделочного производства. Растворы предконденсатов термореактивных смол перед введением в паровую среду нагревают до 60 °С. Такой технологический прием позволяет замедлить поликонденсацию основной массы отделочного раствора.

Экспериментально установлено, что химическая активность предконденсатов термореактивных смол повышается в случае предварительного пропаривания текстильного материала на стадии несминаемой и формоустойчивой отделки. Повышение химической активности обусловлено подогревом смол до температуры 70—...90 °С, при которой возрастает их способность к проникновению в структуру волокна за счет усиления массообменных и гидродинамических явлений, возникающих в толще ткани и пакета швейного изделия. Такая обработка приводит к увеличению количества новых активных центров волокнообразующего полимера, взаимодействующих с функциональными группами молекул вводимых отделочных веществ: для хлопчатобумажных тканей — предконденсатов термореактивных смол, для шерстяных — на основе гидросульфита калия, моноэтаноламина и др.

Пластифицирующее действие композиции пара и предконденсата термореактивной смолы обеспечивает не только паровая среда, но и термопластичный полимер, вводимый в технологический раствор в виде полиэтиленовой или поливинилацетатной эмульсий. В качестве примера укажем состав технологического раствора для формоустойчивой и несминаемой отделки швейных изделий (в г/л):

карбамол ЦЭМ	200
полиэтиленовая эмульсия	16
хлорид аммония	5

Расход раствора составляет 0,5—...1,25 л/м². При обработке текстильного материала в такой рабочей среде происходит заполнение структуры волокна попеременно-сшивающими реагентами и разрушаются водородные связи. За счет этих химических и физико-химических процессов достигаются высокая формоустойчивость швейных изделий и малосминаемость текстильных материалов.

Завершающим этапом получения формоустойчивых и несминаемых швейных изделий является их термообработка. Содержание азота и формальдегида на поверхности текстильного материала зависит от концентрации карбамола ЦЭМ в технологическом растворе. С увеличением его концентрации содержание азота и формальдегида на ткани возрастает при давлении пара 0,1—...0,25 МПа. Взаимодействие между молекулами карбамола ЦЭМ и гидроксильными группами целлюлозы в паровой среде протекает непосредственно на формируемой поверхности при деформированном состоянии текстильного материала, в результате чего образуются поперечные связи в макромолекулах волокна и достигается устойчивая форма швейного изделия. Доля непрореагировавших метилольных групп —CH₂ОН и метиленовых >N—CH₂—N< групп (функциональные группы в карбамоле) относительно невелика и при такой обработке швейного изделия составляет 14...—18 % от общего их количества в используемом препарате.

Результаты определения формоустойчивости, представленные на рис. 1, дают сравнительную оценку трех способов получения несминаемых швейных изделий из тканей: по традиционной технологии несминаемой и малоусадочной отделки, по способу «форниз»-формования несминаемых изделий и по совмещенному способу несминаемой и формоустойчивой обработки; приведены данные для деталей швейных изделий, фактор эффективности несминаемой отделки для которых был одинаковым и составлял 2,8. Изменение формы швейных изделий оценивалось по фотографиям деталей, сформованных на жесткой оболочке паровоздушного манекена при указанных способах изготовления изделий. Как видно, совмещенный способ обработки обеспечивает лучшее сохранение пространственной формы на всех этапах изготовления швейных изделий и их эксплуатации.

Обработка швейных ниток

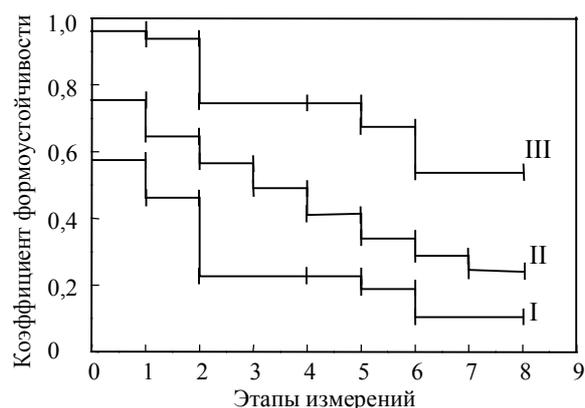


Рис. 1. Изменение коэффициентов формоустойчивости деталей швейных изделий, обработанных по традиционной технологии несминаемой и малоусадочной отделки (I), по способу «форниз»-формование несминаемых изделий (II), по совмещенному способу несминаемой и формоустойчивой обработки (III):

1 — после формования; 2 — через 24 ч после формования; 3 — после термостабилизации; 4 — через 24 ч после термостабилизации; 5 — после увлажнения; 6, 7, 8 — после бытовой механической стирки в течение 5, 30, 60 мин, соответственно

Добиться реализации сочетания повышенных требований к качеству швейных ниток и скорости швейных машин при выполнении ниточных соединений невозможно без принципиально новых технологических и технических решений. Требования к качеству ниток особенно возросли в связи с вложением синтетических волокон в смеси текстильных материалов и внедрением новых отделочных препаратов и высокоэффективных технологических процессов при заключительной отделке, а также вследствие применения в отрасли легкой промышленности высокоскоростных швейных машин. При частоте оборотов главного вала 6000 мин⁻¹ линейная скорость прохождения нити через ушко иглы составляет 46 м/с, при этом температура иглы повышается до 350—...370 °С. Поэтому улучшение потребительских и пошивочных свойств ниток — актуальная проблема отрасли.

Из всего многообразия способов повышения качественных показателей швейных ниток наиболее эффективными остаются физико-химические, предусматривающие улучшение состояния поверхности нитей и пропитку их пленкообразующими препаратами. Предлагаются два подхода к обработке швейных ниток: автономный, когда обработку осуществляют на специальных установках с различными видами воздействия, и совмещенный, когда нитки обрабатываются непосредственно во время шитья с использованием малогабаритных устройств, устанавливаемых на швейной машине.

Автономная обработка ниток включает следующие операции: пропитку водным раствором, например, полиуретанового латекса с концентрацией сухого вещества 1,065 % при температуре 20 ± 2 °С под натяжением 6 ± 1 %; отжим нити плюсовочными валами, выполненными из антиадгезионного материала, до избыточной

влажности 85 ± 3 %, что соответствует содержанию нелетучих реагентов полиуретанового латекса на нити 1,33·10⁻³ г/м; сушку нити при температуре воздуха 100 °С до остаточной влажности 5 ± 1%, т.е. до равновесного состояния. В сравнении с промышленными нитками (СКТН) обработка водным раствором полиуретанового латекса (ПУЛ-1) обеспечивает повышение всех показателей свойств нити: разрывной нагрузки — на 7,8 %, стойкости к истиранию в игле — на 32 %, устойчивости к многократному растяжению — на 92 %.

Обдув нити круговой аэродинамической струей под углом 45° при скорости воздушного потока 5 ± 1 м/с на стадии просушки [2] позволяет, с одной стороны, удалить плохо закрепленные одиночные волокна, с другой — прикрепить оставшиеся за счет адгезионного сцепления с частицами полиуретанового латекса одиночные волокна к стволу нити. Физико-механические свойства ниток, обработанных с аэродинамическим обдувом, представлены в табл. 2.

Более совершенным с точки зрения выравнивания поверхности нитей является гидродинамический способ. Сущность его заключается в том, что швейные нити пропускают через технологический раствор, который приводят во вращение. При этом под действием вращающегося гидродинамического потока хорошо закрепленные волокна, отстающие от ствола нити, ориентируются в направлении угла крутки и укладываются между составными частями (сложениями) нити, затем за счет центробежных сил вращающегося раствора происходит уплотнение волокон. Ориентация волокон в направлении углублений между сложениями нити определяется зависимостью между скоростью перемещения нити вдоль вихревого гидродинамического потока и скоростью

Таблица 2

Свойства хлопчатобумажных ниток, обработанных физико-химическими методами, в сравнении с показателями при традиционной технологии

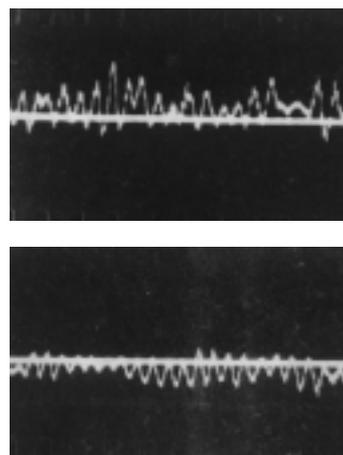
Показатели	Технология обработки ниток	
	существующая	разработанная
Обработка с аэродинамическим обдувом		
Разрывная нагрузка, сН	1255	1296
Стойкость к истиранию, циклы	2280	3240
Длина безобрывного шва, м	44	57
Гидродинамическая обработка		
Разрывная нагрузка, сН	1078	1162
Стойкость к истиранию, циклы	3675	3973
Длина безобрывного шва, м	44	78
Механо-физико-химическая обработка		
Разрывная нагрузка ниток, сН		
до стачивания	1203	1246
после стачивания	976	996
Разрывная нагрузка ниточного соединения, сН	2808	3204
Коэффициент тангенциального сопротивления	0,67	0,63
Длина безобрывного шва, м	11,1	16,7
Средняя ворсистость	2,35	1,18

стью его вращения, которая составляет, например, 0,585 м/с для швейных ниток с линейной плотностью 50 текс с углом крутки 36° при скорости перемещения нити 0,45 м/с. Физико-механические свойства швейных ниток, обработанных вращающимся гидродинамическим потоком технологического раствора полиуретанового латекса, приведены в табл. 2.

Хорошие результаты показал механо-физико-химический метод обработки нити в процессе формирования ниточной строчки. В этом случае наряду с улучшением физико-механических свойств швейных ниток достигается уменьшение их ворсистой, снижение трудоемкости и энергоемкости при сокращении цикла обработки, повышение производительности труда и оборудования за счет снижения обрывности ниток и температуры иглы. Данное технологическое решение основано на химико-механическом воздействии на поверхность швейной нити химическими отделочными растворами, осуществляемом посредством конструкционных материалов, обладающих высокими капиллярными свойствами. Нить перемещается по сложной геометрической поверхности в специальном устройстве, содержащем пористый материал, пропитанный технологическим раствором. При этом обеспечивается равномерное нанесение препарата на поверхность швейной нити, которая увлажняется до 7 % избыточной влажности. Технологический раствор представляет собой водный раствор на основе натриевой соли стиромала (сополимер стирола с малеиновым ангидридом), алкилфосфатов и синтанола ДС-10 (неионогенное ПАВ). Качество обработки швейных ниток в значительной степени зависит от концентрации компонентов технологического раствора (рис. 2). Обработка резко уменьшает коэффициент тангенциального сопротивления при движении нити по технологическим переходам швейной машины, снижает температуру иглы и за счет этого увеличивает длину безобрывного шва.

Рис. 3. Осциллограммы, характеризующие состояние поверхности швейных ниток.

Обработка по существующей (верхний снимок) и разработанной (нижний снимок) технологиям



риками малого диаметра [4]. Шарики могут быть изготовлены из специальных химических препаратов, способных при движении нити переноситься на ее поверхность, или из пластмассы, но в этом случае в конусообразную емкость с определенным интервалом времени в незначительных количествах вводится замасливатель растительного происхождения. Эффект обработки швейных ниток состоит в стабилизации геометрических параметров по длине и сечению, в снижении ворсистой поверхности нити. Результаты испытания швейных ниток, обработанных в промышленности по разработанной технологии, представлены в табл. 2.

Результаты обработки наглядно позволяют оценить электротензометрический метод, характеризующий состояние поверхности швейных ниток. Топографию поверхности нитей, обработанных по существующей и разработанной технологиям, демонстрирует рис. 3. Нижнюю осциллограмму отличает от верхней отсутствие резких впадин и всплесков, что свидетельствует о сглаженности поверхности и стабильности толщины швейных нитей, обработанных по предлагаемой технологии.

Технология клеевого соединения при дублировании текстильных материалов

Заключительная отделка тканей, осуществляемая в сфере текстильного отделочного производства, направлена на то, чтобы довести качество обрабатываемого текстильного полотна до соответствия требованиям потребителей к внешнему виду изделий из них, надежности и долговечности их при эксплуатации, легкости ухода. Наносимые при заключительной отделке на поверхность ткани технологические отделочные химические составы неоднозначно влияют на последующие процессы швейного производства, особенно при создании клеевых соединений. Негативное воздействие оказывают не только терморезистивные и термопластические смолы, занимающие значительный удельный вес среди отделочных веществ, но и смягчители, ПАВ, катализаторы и др. Адгезия клеевых соединений уменьшается в случае применения при отделке нерастворимых в воде полимеров в виде высокодисперсных эмульсий (полиэфирных, поливинилацетатных), водной дисперсии крахмала, модифицированного поливинилового спирта, гидрофобных веществ на основе парафина, силикона, фторкарбонной смолы и т.п. Особенно резко снижается адгезионная прочность клеевых соединений при

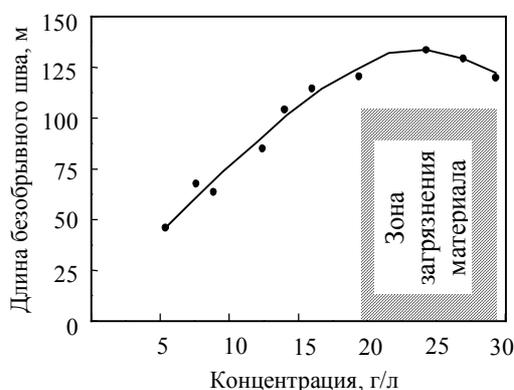


Рис. 2. Зависимость длины безобрывного шва от концентрации технологического раствора

Таблица 3

Физико-механические свойства дублированных тканей

Артикул тканей и технология склеивания	Жесткость, сН		Прочность при расплаивании, Н/5см	Усадка при дублировании, %	
	основа	уток		основа	уток
Арт.С-330ИЛ+арт. 86040-1					
без этанола	5,546	3,167	10,80	1,05	0,45
с этанолом при концентрации 5 г/л	5,553	3,282	11,95	1,01	0,39
7,5	5,632	3,328	13,20	0,98	0,36
10	5,651	3,362	14,10	0,96	0,34

дублировании плательно-сорочечных тканей, если в технологический раствор для отделки вводится поливинилацетатная эмульсия.

Значительный удельный вес синтетических волокон в текстильном сырье, идущем на изготовление тканей костюмного ассортимента, также приводит к осложнению процесса образования клеевых соединений в швейном производстве. Электризуемость, аккумулярование электрических зарядов, наличие сплошного тонкого слоя гидрофобного антистатического вещества, нанесенного при отделке, затрудняют дублирование деталей швейных изделий.

В последнее время развиваются два направления совершенствования технологии клеевого соединения:

— разработка высокоэффективных связующих из новых поли- и бикомпонентных композиций для получения клеевых материалов;

— разработка методов активации адгезионно-неактивной поверхности основного материала физическими, химическими и физико-химическими средами.

Несомненно перспективностью методов физико-химического воздействия, так как они могут быть дифференцированы по видам заключительной отделки и по препаратам, входящим в отделочный раствор, что обеспечивает их действенность при создании клеевого соединения. Основная составляющая физико-химического воздействия — активные химические среды, способствующие разрушению препятствий для склеивания путем образования смолы или пленки, что является необходимым условием для формирования зоны контакта и обеспечения взаимодействия клея непосредственно с активными центрами волокнообразующего полимера.

При дублировании деталей изделий из плательно-сорочечных материалов с несминаемой отделкой целесообразно в начальной стадии в паровую среду ввести 1,5—...3,0 г/л карбоната натрия. При действии кальцинированной соды в условиях пропаривания на этапе влажно-тепловой обработки тканей с несминаемой и малоусадочной отделкой происходит изменение лиофильных свойств поверхности текстильного материала при сохранении приданных отделкой эксплуатационных свойств материалов. Карбонат натрия способен деструктировать преграду в виде предконденсата терморезактивной смолы, находящейся на ткани, к активным центрам волокна. Разбавленные растворы карбоната

натрия не оказывают негативного действия на целлюлозу. Сопротивление расплаиванию образцов, обработанных по традиционной технологии, не превышает 2,1 Н/см, а по разработанной технологии повышается до 3,0...—3,5 Н/см.

Для костюмных тканей с антистатической отделкой усиление прочности клеевого соединения и кроме того снижение усадки соединенного пакета материалов (табл. 3) достигается тем, что на стадии пропаривания при дублировании в пар вводится этанол (5—...10 г/л). Локальная деполимеризация антистатической пленки повышает адгезионную активность только в контактной зоне на изнаночной поверхности деталей швейных изделий. Такая обработка не оказывает негативного влияния на остальные участки деталей и изделия в целом и не ухудшает потребительские свойства одежды.

Диаграммы прилипания—скольжений одиночных шерстяных и полиэфирных волокон (рис. 4) дают четкую картину изменений состояния поверхности в результате воздействия этанола и позволяют количественно оценить степень этих изменений с помощью статического коэффициента тангенциального сопротивления волокон ($f_{ст}$) и статической силы тангенциального сопротивления волокон ($F_{ст}$).

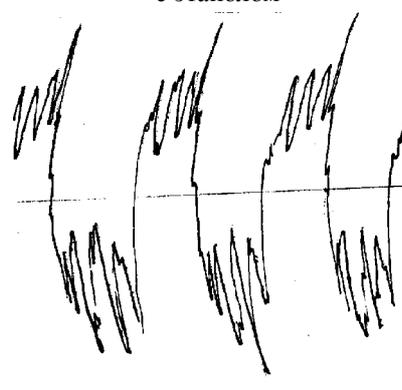
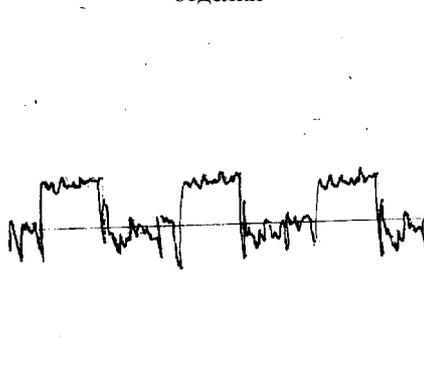
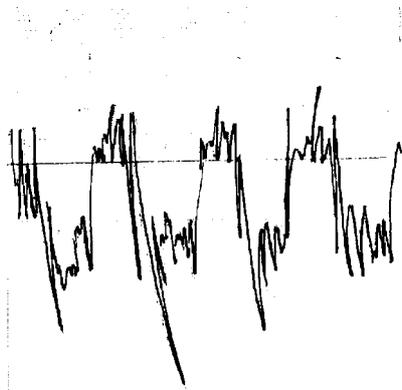
Кроме поверхностных изменений ткани при создании клеевого соединения можно отметить следующее. Полиамидные и сополиамидные клеи, используемые для дублирования костюмных камвольных тканей, в своей композиции часто содержат в незначительных количествах фенолы. В свою очередь полиэфирные волокна растворяются в фенолах и при определенных условиях они могут взаимодействовать с полиамидными и сополиамидными клеями, но реализовать это практически невозможно из-за антистатической пленки на поверхности волокна. Получение высокой адгезионной прочности возможно только в случае освобождения поверхности полиэфирного волокна от гидрофобной антистатической пленки. Взаимодействие связующего клеевой композиции (этанола) непосредственно с синтетическими волокнами в смеси камвольной ткани и обеспечивает высокую адгезионную прочность. Именно этим объясняется повышение адгезионной прочности клеевых соединений камвольных костюмных тканей с большим содержанием полиэфирных волокон при дублировании их с использованием этанола.

А

Исходное состояние

После антистатической
отделки

После пропаривания
с этанолом



по чешуйкам
 $f_{ст} = 0,191$
 $F_{ст} = 3,82$

против
0,332
6,64

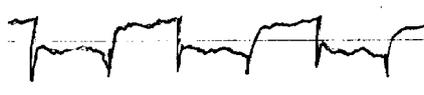
по чешуйкам
 $f_{ст} = 0,121$
 $F_{ст} = 2,42$

против
0,196
3,92

по чешуйкам
 $f_{ст} = 0,31$
 $F_{ст} = 6,19$

против
0,539
7,8

Б



по направлению
выхода волокна
из фильер
 $f_{ст} = 0,058$
 $F_{ст} = 1,16$

против
0,08
1,6

по направлению
выхода волокна
из фильер
 $f_{ст} = 0,05$
 $F_{ст} = 1,0$

против
0,123
2,46

по направлению
выхода волокна
из фильер
 $f_{ст} = 0,12$
 $F_{ст} = 2,4$

против
0,165
3,3

Рис. 4. Диаграммы прилипания—скольжений на шерстяном волокне (А) и на полиэфирном волокне (Б)

Герметизация ниточных соединений

Как уже отмечено выше, эффекты качественной заключительной обработки текстильных материалов отрицательно сказываются на осуществлении технологических операций швейного производства, что приводит к необходимости ослабления этих эффектов. Но можно отметить и другую сторону проблемы переработки текстильных материалов с улучшенными потребительскими свойствами. Формирование защитных функций спецодежды обеспечивается не только за счет применения материалов с различными видами заключительной отделки. Требуется включение в швейную технологию операций для сохранения и улучшения уже имеющегося эффекта.

Так, водозащитные свойства швейного изделия зависят как от качества водоотталкивающей отделки ткани, так и от способа обработки в швейном производстве. На этапе проектирования и изготовления водоза-

щитной одежды должен выполняться строгий подход к реализации технологических и эксплуатационных требований, которые определяют соответствие изделия своему назначению. Следует учитывать, что модельные особенности изделия, ниточное соединение деталей, способ герметизации швов и специфические условия эксплуатации вносят существенные коррективы в способность швейного изделия препятствовать проникновению влаги.

Для повышения водоупорности ниточных соединений скрепляющие материалы подвергают обработке на стадии их заключительной отделки или непосредственно в швейном производстве перед стачиванием. В качестве герметизирующих препаратов применяют кремнийорганические продукты и масла, сложные расплавы на основе парафинов и гидрофобизирующие составы.

Технология влажно-тепло-гидрофобной обработки швов водозащитной одежды [5] представляет собой совмещенный процесс герметизации ниточных соедине-

ний и влажно-тепловой обработки. Такая обработка обеспечивает комбинированную герметизацию швов за счет объемной гидрофобизации соединенного строчкой пакета ткани, сопровождающейся образованием пленки на волокнах, их набуханием и блокированием отверстий прокола. В качестве гидрофобизаторов для герметизации швов могут быть использованы следующие препараты с концентрацией их в технологическом растворе, %: аламин С — 7,15; кремнийорганическая жидкость ГКУЖ-94 — 3,36; хромолан — 6,4; плювион «ПЕГ» — 6,0; персистоль Е — 6,0. Ширина зоны обработки швов 45...—50 мм при расходе препарата $0,04 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{м}$.

Еще одно решение технологической задачи герметизации ниточных соединений — подача герметика с изнаночной стороны строчки непосредственно в процессе ее образования на швейной машине [6]. Обработке подвергается каждый последующий прокол и переплетение в нем ниток, что гарантирует невмешательство в процесс образования стежка. Управление качеством герметизации осуществляется за счет регулирования расхода герметизирующего раствора и характера поверхности, на которую он наносится, путем изменения давления в системе подачи. В качестве герметика можно использовать водные растворы гидрофобизаторов, например, плювиона с концентрацией в пределах 5...—75 %.

Процесс заполнения канала отверстия в ткани от иглы происходит в соответствии с теорией течения жидкости с облитерацией в малых зазорах с размерами 0,1—10 мкм. Предположительно, процесс фиксации герметика в капиллярных порах обусловлен явлением адгезии — сцеплением между двумя приведенными в контакт поверхностями различных по своей природе материалов: швейной нитки и текстильного материала с герметиком. Поверхность отверстия канала прокола всегда неровная, имеются выступы и впадины высотой в единицы и десятки микрометров, состоящие из перекрытий волокон и нитей структуры ткани, а также из концов волокон и нитей, образующихся при прорубании пакета материалов иглой. В этом случае поры условно имеют лабиринтную форму. Для такого рельефа поверхности более характерна механическая адгезия, обусловленная проникновением адгезива (герметика) между волокнами, нитями, пряжей пакета материалов и удерживанием в них затвердевшего адгезива за счет механического заклинивания. Достижению молекулярного контакта препятствует развитость микрорельефа поверхности субстрата. Ее можно уменьшить путем интенсификации затекания адгезива в микровпадины в структуре субстрата (увеличивая перепад давлений на концах канала) и вытеснения воздуха из впадин с деформацией микровыступов (за счет стягивания пакета материалов строчкой). Молекулярно-кинетической предпосылкой образования адгезионных соединений является высокая подвижность молекул адгезива и субстрата в зонах, прилегающих к границе раздела фаз. В предельном случае возможна взаимная диффузия по механизму перемещения отдельных участков цепи через границу раздела фаз контактирующих материалов и связующего (клея).

Результаты исследования герметичности швов позволяют говорить об одинаковых водозащитных свойствах поверхности швейного изделия и сохранении водоотталкивающего эффекта текстильного материала (рис. 5). Возможна и локальная дополнительная гидро-

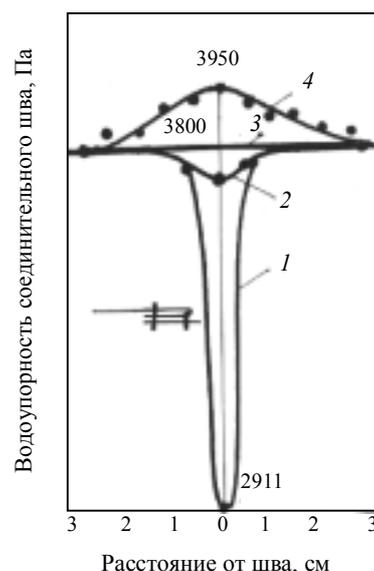


Рис. 5. Влияние герметизирующей обработки швов на сохранение водозащитных свойств:

1 — традиционная технология; 2 — нитка с отделкой; 3 — исходная ткань с отделкой; 4 — с гидрофобизирующей обработкой

фобная обработка деталей или участков изделия для повышения уже имеющегося эффекта. Таким образом, совершенствование герметизирующей обработки узлов и деталей одежды гарантирует ее необходимую надежность при эксплуатации.

Стабилизация ткани изделия с использованием полимерных сеток

Для швейного производства характерны стойкие тенденции облегчения пакета одежды и снижения себестоимости при одновременном расширении возможностей управления комплексом свойств отдельных участков деталей, узлов и изделия в целом. Это приводит не только к более широкому использованию композиционных материалов, но и к их обоснованному формированию в процессе пошива, к замене натуральных прокладочных материалов на столь же экологически безопасные химические, к расширению ассортимента вспомогательных химических композиций, предназначенных для обработки швейных изделий.

Решение проблемы экономии натурального сырья, нерационально расходуемого на изготовление прокладочных материалов, возможно путем освоения и внедрения способов стабилизации ткани изделия с использованием термоклеевых армирующих материалов без текстильного носителя — полимерных сеток. В основу данного способа положено совмещение в одном цикле влажно-тепловой обработки деталей одежды процессов формообразования и закрепления деформированной структуры ткани полимерной термопластичной сеткой. Под действием температуры полимер волокна ткани переходит в высокоэластическое состояние, приобретает способность к деформации. Полимер дублирующей сетки, переведенный в вязкотекучее состояние, соединяется с шероховатой поверхностью ткани, подвергнутой деформации. При охлаждении полимерная сетка

прочно закрепляет деформированную структуру ткани, создавая своеобразный, устойчивый к многократным воздействиям каркас. Сохранение полученной формы обеспечивается дополнительными внешними связями в виде полимерных мононитей, ориентированных относительно нитей основы и утка ткани. В условиях эксплуатации ткань и мононити работают как единая система.

В верхней одежде полиэтиленовая сетка и композиты на ее основе выполняют несколько функций. Как стабилизирующие материалы они обеспечивают формуустойчивость, сохранение размеров, повышение жесткости и упругости деталей. Благодаря термопластичным свойствам сетки она может служить в качестве клеевого материала для крепления припусков, для выполнения внутренних креплений, получения повторных клеевых соединений. Полимерная сетка и композиты устойчивы к растяжению, поэтому они рекомендуются вместо кромок для предохранения локальных участков, срезов и краев деталей от деформаций. Кроме того, композиционные материалы могут заменять детали из основной ткани. Так, в корсетных изделиях бюстгальтерной группы предложено использовать сетку с целью обеспечения формуустойчивости чашек для широкого ассортимента материалов. Очень перспективно применение сетки для дублирования лицевого слоя мебельных и декоративных текстильных полотен при одновременном снижении их поверхностной плотности.

С точки зрения использования в одежде полиэтиленовая сетка обладает целым комплексом положительных физических и химических свойств. Этот полимер один из самых легких и доступных, для него характерны высокая разрывная прочность, отличная гибкость при низких температурах, высокая температура теплового разрушения. Полиэтилен также обладает необходимыми для использования в одежде свойствами — это физиологическая безвредность, отличное сопротивление воздействию концентрированных кислот и щелочей, хорошее сопротивление действию различных масел и растворителей при условиях вплоть до температуры 50—60 °С, незначительная адсорбция влаги и высокое сопротивление проникновению водяных паров. Применение полиэтиленовых сеток в совмещенных процессах формообразования и формозакрепления при влажно-тепловой обработке швейных изделий возможно вследствие невысоких температур размягчения полиэтилена высокого давления (108—...120 °С).

Новизна предлагаемых решений подтверждена авторскими свидетельствами № 902714, 984438, 1043208, 1075471.

Закрепление срезов тканей

Другое, особенно актуальное в настоящее время направление использования химических препаратов в технологиях швейного производства — обработка срезов деталей и краев текстильных полотен с целью закрепления волокнистой структуры для защиты от разрушения, осыпания в течение всего срока эксплуатации изделий, а также для надежной стабилизации геометрических параметров. Более предпочтительными с точки зрения стабилизации геометрических параметров срезов являются технологии, предусматривающие химиче-

скую обработку их в подготовительно-раскройном производстве швейных предприятий. При защите срезов сразу после раскроя детали края не получают искажений. Это позволяет устранить припуски на подрезку и технологические операции по уточнению деталей, существенно расширяет конструктивные и модельные варианты изделий из легкоосыпающихся материалов.

Методы химической технологии обработки срезов во многом аналогичны методам химической стабилизации волокнистых структур. В качестве технологических препаратов для этих целей перспективны терморезактивные смолы и их предконденсаты: меламиновые смолы, производные диметилполмочевины и метилольные производные меламина (карбамолы, метазин). Активно используются водные дисперсии синтетических латексов: метилакрилатнохлоропреновый, бутадиен-стирольный, бутадиен-нитрильный, карбоксилсодержащий латексы различных марок.

Разработана химическая технология обработки срезов деталей швейных изделий жидкофазной бикомпонентной полимерной композицией [7]. Как и для препаратов стабилизации линейных размеров текстильных материалов, в данном случае в качестве основы полимерных композиций рекомендованы водные дисперсные эмульсии синтетических латексов. Предпосылками для выбора латекса СКС-65 ГП в качестве основы полимерной композиции послужили такие показатели, как

— удачное сочетание прочности и эластичности при нормальной температуре и термопластичности при повышенной температуре до 90—130 °С, обусловленное особенностями составляющих латекс сополимеров: жесткие полистирольные участки макромолекул образуют плотно упакованные структуры в матрице эластичных полубутадиеновых блоков и существенно упрочняют всю систему, выполняя задачи активного наполнителя;

— невысокая вязкость (0,046 Па·с) и небольшая плотность, обеспечивающие глубокое проникновение в волокнистую структуру текстильных материалов;

— механическая устойчивость водной дисперсии при ее распылении;

— агрегативная устойчивость при разбавлении водой, высокий порог коагуляции;

— экологическая безопасность;

— низкая стоимость.

Для улучшения теплофизических свойств полимерной композиции в нее введен препарат метазин. Он оказывает существенное влияние на физико-механические и физико-химические свойства связующего и как следствие на качественные характеристики обработанных срезов. Доля метазина в композиции составляет 5—20 % от массы латекса, что является оптимальным для процесса структурообразования. Чтобы избежать реакции сополимеризации в момент соединения компонентов, рекомендуется «дезактивировать» метазин путем его растворения в воде, но в такой степени, чтобы сохранялась реакционная способность препарата. Для этого наиболее пригоден 25 %-ный водный раствор метазина.

Новая химическая технология была исследована на целлюлозных и шерстьсодержащих текстильных материалах одежды группы с различными характеристиками структуры. Исследования показали, что химическое закрепление средств одинаково эффективно для тканей из натуральных волокон и в смеси с синтетическими волокнами, в том числе легкоосыпаемых с высоким содержанием синтетических волокон и нитей. Векторная диаграмма, демонстрирующая основные показатели качества срезов для хлопчатобумажной ткани, арт. 50 (рис. 6), не имеет принципиальных отличий от диаграмм для тканей одежды группы. Поле сравнения (ограничено штриховой линией) построено на основе нормативных значений и интуитивных представлений о требуемом уровне показателей качества срезов, полученных на основе моделирования процесса разрушения среза при эксплуатации. Базой сравнения служили свойства исходных текстильных материалов: жесткость EI , упругость E , толщина h , коэффициент тангенциального сопротивления $f_{\text{ткань-металл}}$ ($f_{\text{тк-м}}$) и $f_{\text{ткань-ткань}}$ ($f_{\text{тк-тк}}$); свойства срезов, обработанных по традиционной технологии обметывания: устойчивость к трепанию τ , истиранию Δh , технологические показатели уработки срезов (показатель, характеризующий изменение линейного параметра исходных срезов после выполнения ниточной строчки) после их обработки, обеспечивающей предохранение от осыпания J_o , после стачивания J_c , относительная посадка после стачивания Π_{oc} . Нормативные значения разработаны всего по двум показателям — прочности швов P (ЦНИИШП) и устойчивости к осыпанию P_o (ориентировочные нормы ВНИИПХВ). Исследо-

вания эксплуатационных свойств срезов показали, что химическая технология обеспечивает гарантированное повышение устойчивости срезов по отношению к необработанному и обметанному трехниточным цепным стежком: снижение осыпаемости не менее, чем в 6 раз, повышение устойчивости к истиранию в 4...6 раз, к трепанию — в 2,5...—3,5 раза. Закрепление нитей ткани полимерной композицией изменяет упругоэластические свойства срезов, делает их невосприимчивыми к негативному действию внутрипроцессных деформаций и тем самым обеспечивает стабильность линейных и геометрических параметров, способствуя снижению уработки при стачивании. Химическая обработка, изменяя фрикционные свойства лицевой поверхности, способствует снижению относительной посадки на 65...—95 % вследствие того, что тангенциальное сопротивление между слоями стачиваемых материалов увеличивается в среднем на 70...—75 %, а между прижимной лапкой швейной машины и верхним слоем — на 30...—35 %. Кроме того, химическая технология создает уникальную возможность унификации свойств текстильных материалов по срезам. Причем значительная разница в свойствах материалов различных артикулов (по отдельным показателям до 100 %) нивелируется при химической обработке до уровня 40...—50 %. Химическая технология снижает анизотропию текстильных материалов, т.е. различия в показателях свойств в зависимости от направления раскроя, создавая практические предпосылки к использованию манипуляторов и робототехнических комплексов.

Контуроформирующие материалы

К текстильно-вспомогательным веществам относят также контуроформирующие материалы. Удельный вес операций, выполняемых с их помощью, постепенно сокращается, но до сих пор еще составляет около 15—20 % от общей трудоемкости изготовления швейных изделий. К контуроформирующим материалам относятся мелки, пудры, карандаши, мастики. Наиболее широко используются швейные мелки. В настоящее время в промышленности применяют мелки, изготавливаемые в соответствии с ТУ-401-08-373-84 «Мелки портновские и по дереву». Они имеют ряд серьезных недостатков: образуют большие по толщине линии, при их использовании требуются частые заточки, отличаются высокой хрупкостью и ломкостью, мел плохо счищается с поверхности готового изделия и отрицательно действует на кожу рук. Поэтому проблема разработки композиций мелков для швейного производства очень важна. Разработан швейный мелок органической природы [8], испытания которого показали его преимущества перед промышленными мелками минерально-органического состава (табл. 4).

Для изготовления цветных швейных мелков наиболее рационально использовать кислотные, легко смываемые красители. Они позволяют получить яркие цветные мелки, оставляющие хорошо видимый след на тканях. Меловые линии полностью удаляются практически со всех тканей при комбинированном способе чистки. Химические мелки не вызывают кожно-раздражающего действия при длительном использовании.

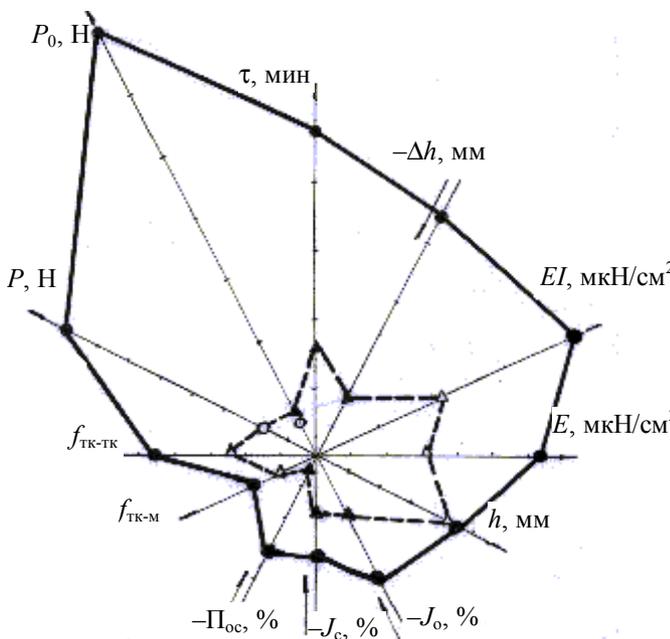


Рис. 6. Сравнительная оценка показателей качества срезов хлопчатобумажной ткани, обработанных по традиционной и химической технологиям.

Условные обозначения: Δ — срезы текстильных материалов без обработки; \blacktriangle — срезы, обработанные обметыванием трехниточным цепным стежком; \circ — нормативные значения; \bullet — срезы, обработанные полимерной композицией. Расшифровку обозначений показателей качества см. в тексте

Промышленный и разработанный швейные мелки
А. Химический состав мелков

Ингредиенты композиции мелков, %			
минерально-органический мелок (промышленный)		мелок органической природы (разработанный)	
Мел	65,3	л-Толуолсульфамид	87,9—89,4
Каолин	34,0	Стеариновая кислота	2,7
Парафин	0,1	Препарат ОС-20	7,0
Крахмал	0,6	Диспергатор	2,4—0,9

Б. Функциональные качества швейных мелков при работе с пальтовыми тканями

Показатели	Тип мелка	
	промышленный	разработанный
Средняя длина меловой нити, мм		
длиной 12 м	1,84	1,15
40 м	3,53	2,10
Потеря массы после намеловки, г	1,27	0,22
Яркость меловой линии, балл	3,1	4,15
Твердость мелка, единицы твердости по Шору	86	95
Продолжительность влажно-тепловой обработки для удаления меловых линий, с	Не удаляется, требуется химическая чистка	10
Удаляемость меловых линий, балл	2,5	4,6

Печатание тканей и другие виды локальной отделки

В практике изготовления одежды широко применяются разные виды отделки, которые не только украшают изделия, но усиливают и обогащают их композицию. Постоянное стремление к новым видам отделки швейных изделий из различных материалов, простота осуществления некоторых видов химических отделок, совместимость химического воздействия с операциями пошива способствуют развитию этого направления. Наряду с традиционными видами отделки одежды широко используются переводная печать, вытравная и пигментная печать, флокирование.

Способ печати для локального нанесения на детали швейного изделия различных химических композиций позволяет получить новый вид аппликации и значительно повысить эффективность производства. Использование красителей, дающих прочные и яркие окраски (кубовые, пигментные и т.д.) расширяют возможности художественно-колористического оформления рисунка отделки. Подбор красителя производится в зависимости от волокнистого состава материала швейного изделия и желаемого декоративного эффекта. Результаты исследований по использованию печатных составов на разных текстильных материалах показывают преимущества пигментных красителей в сочетании с пастами на основе продуктов Tubiperl-P, Tubiscreen CD производства Германии. Они создают красивый внешний эффект и прочно закрепляются в структуре ткани. Вязкость готовой пасты для печати можно увеличивать добавлением загустителя из ассортимента препаратов типа Tubiprint VP83R. Для снижения вязкости можно вводить в небольшом количестве (~10 г/кг) водный раствор электролита (фосфат диаммония или сульфат аммония).

Разновидностью печатной аппликации является локальная отделка, получаемая за счет нанесения на материал вытравного состава на основе ронгалита (Na-соль формальдегидсульфоуксусной кислоты). Путем направленного изменения цвета получают разные тональные сочетания любой интенсивности в зависимости от количества ронгалита и исходных красителей ткани. Наиболее интересные варианты вытравной аппликации получаются на пальтовых тканях темного цвета, подворсованная плотная структура которых способствует образованию красивой цветовой гаммы и рельефности рисунка.

Технологическая последовательность процесса локальной отделки включает следующие операции:

— нанесение химического состава на деталь швейного изделия через сетчатый шаблон;

— сушка деталей при температуре 100—105 °С в течение 7—15 мин;

— запаривание в среде насыщенного водяного пара при 102—105 °С в течение 10—15 мин или при влажно-тепловой обработке на паро-воздушных прессах при температуре пара 135—145 °С в течение 30—45 с.

Параметры выбирают, исходя из способа крашения ткани, с учетом, чтобы не допустить деструкции волокон и сублимации красителей.

Новые методы химического воздействия приходится вносить в рамки традиционных швейных технологий производства одежды, внося необходимые коррективы. Однако исторически сложившееся разделение операций «волокна, нити → ткань → швейное изделие» постепенно претерпевает кардинальные изменения. Для изготовления одежды наряду с тканью, трикотажем, мехом, кожей используют пленки, волокна, пряжу, металл, пластик, что требует совершенно новых технологий для

их раскроя, соединения и отделки. Существующие современные технологии швейного производства включают крашение, заключительную отделку готовых изделий, в то же время художественная проработка, моделирование и конструирование одежды переносится в текстильное производство на этап проектирования ткани. Разработка новых материалов и новых моделей в едином творческом процессе значительно сокращает и упрощает путь от эскиза до готового изделия, открывая новые перспективы в удовлетворении спроса, а также резкого снижения материалоемкости и трудоемкости изделий.

Технология модульных раскладок

Отличительной чертой разработанной и широко апробированной технологии модульных раскладок является совмещение методов адаптивного конструирования швейных изделий и технологического процесса печатания тканей. Метод предусматривает изготовление раскладки деталей швейных изделий в заданных пределах геометрических параметров валов печатных машин. Контуры деталей модели одежды, нанесенные на текстильное полотно в отделочном производстве, образуют купон раскладки лекал (рис. 7).



Рис. 7. Двухмодульная раскладка комплекта лекал для женского костюма

Полный комплект деталей размещается в одномодульном, двухмодульном или, реже, в трехмодульном купоне. Площадь модуля определяется технологическими возможностями отделочного оборудования — шириной ткани и длиной окружности диаметра печатного вала или площадью шаблона. При таком подходе реально получение изделий, гармоничных по композиции, яркого колористического оформления в широкой цветовой гамме. В перспективе вполне реальным представляется отказ от действующей классической технологии изготовления швейных изделий и замена ее новой, основанной на процессах аэродинамики, литья, формования, полимеризации и т.д. Во многих странах разрабатываются новые способы получения одежды из расплавов полимеров, волокнистой

массы, нетканых полотен, эластичных материалов непосредственно на объемных поверхностях или манекенах. При положительном решении ряда вопросов на промышленном уровне технология производства готовой одежды в сравнении с действующей станет предельно простой. Она позволит отказаться от сложных и трудоемких процессов прядения, ткачества, раскроя, обработки и соединения деталей. Лабораторные разработки цельноформованных деталей готовых изделий успешно выполнены коллективом ЦНИИШПА. Получены детали мужских жилетов, теплоизоляционных прокладок, головных уборов, специальной защитной одежды и др.

* * *

Представленные химические технологии — результат многолетней работы ученых кафедры технологии швейных изделий Ивановской государственной текстильной академии. Исследования в направлении химизации процессов швейного производства продолжают. Конечно, внедрение химических технологий — не единственный путь совершенствования процессов производства одежды, но он способствует существенному повышению интенсивности и эффективности работы предприятий. Процессы химических технологий изготовления изделий могут быть легко механизированы и автоматизированы, дальнейшее же снижение доли ручного труда в рамках существующей технологии связано со значительными трудностями. Химические технологии позволяют поднять производительность труда в 7—10 раз и обеспечить экономии материалов на 10—15 %.

Благодаря разработке современных материалов с качественно новыми свойствами, повышению технического уровня всех этапов швейного производства (компьютеризация, автоматизация), появлению перспективных, в том числе химических технологий, открываются новые возможности трансформации конструкции одежды и адаптации ее свойств к организму человека, придания ей multifunctionality, способности контроля за состоянием организма, регулирования микроклимата пододежного пространства, лечебного воздействия. Только на основе использования научных достижений и, конечно, в области химии может быть создано современное производство качественной одежды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Веселов В.В., Колотилова Г.В. Химизация технологических процессов швейного производства. М.: Легпромбытиздат, 1985, 128 с.
2. Авт. свид. СССР № 1320297. Бюл. изобр., 1987, № 24.
3. Авт. свид. СССР № 1602904. Бюл. изобр., 1990, № 40.
4. Патент РФ № 2010054, 1994. Бюл. изобр., 1994, № 6.
5. Авт. свид. СССР № 1000498. Бюл. изобр., 1983, № 8.
6. Патент РФ № 2120509, 1998. Бюл. изобр., 1998, № 29.
7. Веселов В.В., Колотилова Г.В. Химизация технологических процессов швейных предприятий. Учебник. Под ред. В.В. Веселова. Иваново: ИГТА, 1999, 424 с.
8. Патент РФ № 2069222, 1997.