

ББК 37.25

Р 28

УДК [685.34.02+685.51.002.2](075.8)

Рецензенты: кафедра технологии кожи, меха и изделий из кожи ВЗИТЛП и д-р техн. наук проф. Н. В. Замирашкин ЛИТЛП

Раяцкас В. Л., Нестеров В. П.

Р 28 Технология изделий из кожи.: Учебник для вузов. В 2 ч. Ч. 2.— М.: Легпромбытиздат, 1988.— 320 с.: ил.— ISBN 5—7088—0241—3.

Даны теоретические основы химической технологии изделий из кожи. Описаны клеевые методы производства, изготовление деталей и узлов с применением ТВЧ, сварки, литья и др., отделка обуви и кожгалантерейных изделий. Даны основы проектирования технологических процессов.

Для студентов вузов легкой промышленности.

Р 3007000000—073 73—88
044(01)—88

ББК 37.25

Учебное издание

ВАЛЕНТИНАС ЛЯОНОВИЧ РАЯЦКАС
ВЛАДИСЛАВ ПЕТРОВИЧ НЕСТЕРОВ

Технология изделий из кожи (ч. 2)

Редактор А. И. Цветкова
Художественный редактор В. В. Зеркаленкова
Технический редактор Н. В. Черенкова
Корректоры А. И. Гурычева, Т. А. Лашкина
ИБ № 739.

Сдано в набор 28.10.87. Подписано в печать 08.04.88. Т-03946. Формат 60×90¹/₁₆. Бумага книжно-журнальная. Литературная гарнитура. Высокая печать. Объем 20,0 п. л. Усл. п. л. 20,0. Усл. кр.-отт. 20,0. Уч.-изд. л. 21,19. Тираж 18 000 экз. Заказ № 3308. Цена 1 руб.

Издательство «Легкая промышленность и бытовое обслуживание».
113035, Москва, 1-й Кадашевский пер., д. 12

Ленинградская типография № 4 ордена Трудового Красного Знамени Ленинградского объединения «Техническая книга» им. Евгения Соколовой Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 191126, Ленинград, Социалистическая ул., 14.

ISBN 5—7088—0241—3

© Издательство «Легкая промышленность и бытовое обслуживание», 1988.

ПРЕДИСЛОВИЕ

В принятых XXVII съездом КПСС Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1986—1990 годы и на период до 2000 года большое внимание уделяется производству товаров народного потребления.

Одним из основных направлений совершенствования и развития обувной и кожгалантерейной промышленности является химизация.

Она осуществляется различными путями. Наиболее характерные из них:

расширение применения синтетических материалов;

внедрение химических методов крепления деталей;

создание и применение принципиально новых химических методов изготовления изделий из синтетических материалов, таких как литьевые методы изготовления обуви или методы изготовления заготовок верха обуви и кожгалантерейных изделий из ПВХ-порошка и пасты в силиконовых формах;

применение новых физико-химических методов и средств отделки изделий, позволяющих получать принципиально новые декоративные эффекты — цветные, имитационные. (Методы отделки обычно не принимаются во внимание при оценке уровня химизации.)

Уровень химизации обувной промышленности чаще всего оценивается по двум показателям: соотношению удельных долей химических и механических методов крепления низа обуви и соотношению удельных долей синтетических и натуральных материалов.

Доля химических методов крепления низа обуви в странах с технически развитой обувной промышленностью достигает 80—90 %. В нашей стране, занимающей первое место в мире по количеству выпускаемой обуви, этот показатель к 1990 г. намечается довести до 90 %.

В обувной промышленности неуклонно увеличивается производство обуви литьевых методов формования и крепления низа обуви, изготовление формованных деталей и цельноформованной обуви из синтетических полимеров; при этом удельная доля искусственных и синтетических материалов для деталей низа обуви и каркасных промежуточных деталей — подошв, стелек, подносков, задников, геленков — уже в настоящее время существенно превышает 90 %.

Увеличивается объем и расширяется область применения клеевых методов не только для крепления низа обуви, но и для соединения других деталей.

Для химизации кожгалантерейной промышленности наиболее характерно расширение масштабов изготовления изделий из синтетических материалов формованием их из массы (дисперсий, в том числе паст, а также порошков) с применением различных воздействий (давления, вакуума, центробежных сил, тепла, в частности генерируемого с помощью токов высокой частоты).

Еще одна характерная тенденция для обувного производства заключается в постепенном исчезновении различий между так называемой кожаной, резиновой и резино-текстильной обувью. Методы производства, а также основные материалы (текстиль, резины, полиуретаны, поливинилхлорид), широко применяемые для изготовления резиновой и резино-текстильной обуви (литьевые, прессовой вулканизации), часто используются и при изготовлении кожаной обуви. Многие виды резиновой и особенно резино-текстильной обуви по конструкции и эксплуатационным свойствам не отличаются от обуви с кожаным верхом, изготовленной с применением химических методов крепления низа (литьевого, прессовой вулканизации, клеевого) и предназначенной для работы или отдыха.

В то же время традиционные для промышленности резиновой обуви методы клеевки, котловой вулканизации не являются перспективными и постепенно заменяются более прогрессивными литьевыми методами.

В кожгалантерейном производстве фактически применяются те же методы производства, что и в обувном.

В первом разделе этой части учебника рассмотрены основные и наиболее перспективные химические методы производства обуви и кожгалантерейных изделий (с применением клеевых и сварных соединений, литьевые, прессовой вулканизации), а также современные методы физико-химической отделки изделий из кожи.

Во втором разделе излагаются основы инженерного проектирования технологических процессов производства обуви.

Необходимость инженерного проектирования технологических процессов возникла в 50-е годы нашего века в связи со стремительным ростом объемов производства обуви и расширением ее ассортимента. В это время Ю. П. Зыбиным и Э. М. Островитяновым было предложено получать исходную информацию для проектирования из чертежа конструкции обуви. При этом качество проектирования обуви во многом зависело от опыта и знаний инженера. Для повышения качества проектирования в Центральном научно-исследовательском институте кожевенно-обувной промышленности (ЦНИИКП) и Украинском научно-исследовательском институте кожевенно-обувной промышленности (УкрНИИКП) были проанализированы различные варианты операционных технологий, проведена типизация наиболее удачных решений и опубликованы типовые технологии для обувной промышленности. При большом разнообразии конструкций и разновидностей обуви в этих публикациях нельзя было охватить все возможные варианты операционных технологий. В связи с этим возникла необходимость дальнейшего развития теории и методов проектирования обуви. В Киевском технологическом институте легкой промышленности (КТИЛП) был разработан метод составления операционной технологии на основе формализованного описания обуви. Такой подход к проектированию позволял формализовать ряд инженерных работ, применить ЭВМ для составления технологического процесса, учесть трудовые и материальные затраты, определить основные экономические показатели изделия.

Предисловие и раздел «Основы химической технологии изделий из кожи» написаны д-ром техн. наук, проф. В. Л. Раяцкасом, раздел «Проектирование технологического процесса производства обуви» — д-ром техн. наук, проф. В. П. Нестеровым.

Часть 1 учебника написана д-ром техн. наук проф. В. А. Фукиным и д-ром техн. наук А. Н. Калитой.

Авторы книги и ее научный редактор признательны заведующему кафедрой технологии кожи, меха и изделий из кожи ВЗИТЛПА д-ру техн. наук, проф. К. М. Зурабьяну и коллективу кафедры, а также д-ру техн. наук, проф. Н. В. Замарашкину за ценные замечания, сделанные при рецензировании рукописи.

Замечания по книге просим направлять по адресу: 113035, Москва, 1-й Кадашевский пер., д. 12, издательство «Легкая промышленность и бытовое обслуживание».

ОСНОВЫ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ ИЗДЕЛИЙ ИЗ КОЖИ

1. КЛЕЕВЫЕ МЕТОДЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ ИЗДЕЛИЙ ИЗ КОЖИ

1.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Клеевыми называют такие методы крепления, при которых в качестве крепителя используется клей, а скрепление осуществляется склеиванием. В основе склеивания лежит явление, называемое адгезией, или прилипанием. О физической природе этого явления пока нет единого мнения; существуют различные теории адгезии, гипотезы, а в связи с этим неизбежны и различные определения адгезии как явления.

С точки зрения технологии изготовления изделий адгезию удобно характеризовать как связь между приведенными в контакт разнородными поверхностями.

В отличие от адгезии **когезией** называют связь между структурными элементами (атомами, молекулами, ионами) внутри однородного тела, а **аутогезией** (самослипанием) — связь, возникающую на границе между приведенными в контакт однородными поверхностями, например между пленками одного и того же клея, нанесенного на две склеиваемые поверхности. Таким образом, аутогезию в некотором смысле можно считать частным случаем адгезии.

В литературе по склеиванию клей иногда называют **адгезивом**, а склеиваемый материал — **субстратом**. Эти термины используются и в настоящем учебнике. Термины «клеевое соединение» и «клеевой шов» можно считать идентичными, хотя у нас больше будет встречаться первый из них.

Явление адгезии чрезвычайно широко распространено. В настоящее время трудно найти сферу человеческой деятельности, в которой не сталкивались бы с явлением адгезии. В технике можно выделить, по крайней мере, три обширные области, где определяющую роль играет адгезия. Во-первых, это соединение тел (деталей, узлов в конструкциях и изделиях) при помощи промежуточного слоя клея, т. е. собственно склеивание. Во-вторых, это декоративные или защитные покрытия, которые могут быть сплошными или в виде аппликаций различной величины и более или менее прочно держаться на покрываемой поверхности благодаря адгезии. В-третьих, это композиционные материалы, в которых полимерная матрица и наполняющее или армирую-

щее вещество (в виде частиц, волокон, нитей, прослоек) соединены благодаря адгезии.

В обувной и кожгалантерейной промышленности мы сталкиваемся со всеми названными областями проявления адгезии: со склеиванием, с отделкой с помощью покрытий и, наконец, с применением многочисленных композиционных материалов (например, синтетических кож, картонов, резин). В настоящей главе рассматриваются вопросы клеевого скрепления деталей в обувной и кожгалантерейной промышленности.

1.2. ТЕОРИИ АДГЕЗИИ

Одной из первых гипотез, объясняющих сцепление пленки адгезива с поверхностью субстрата, была гипотеза о механическом заклинивании адгезива в микродефектах субстрата, т. е. о так называемой механической адгезии. Однако вскоре ограниченность таких представлений стала очевидной и уже в двадцатые годы нашего века появилась гипотеза о специфическом взаимодействии адгезива с субстратом. При этом механическое сцепление рассматривалось как один из возможных факторов, оказывающих влияние на прочность связи между адгезивом и субстратом. В настоящее время известен ряд частных теорий адгезии и гипотез, объясняющих адгезию как своего рода специфическое взаимодействие между адгезивом и субстратом. Кратко рассмотрим некоторые из них*.

В конце тридцатых — начале сороковых годов нашего века Мак-Лареном и Дебройном была сформулирована **адсорбционная теория адгезии**, объясняющая адгезию как результат адсорбции молекул адгезива на поверхности субстрата.

Известно, что адсорбция может происходить лишь при наличии молекулярного контакта, т. е. при приближении молекул адгезива (в случае макромолекул — их сегментов) к поверхности субстрата на расстояние действия межмолекулярных сил 0,4—0,5 нм, что на геометрически измеримом участке площади возможно лишь при смачивании субстрата адгезивом. Таким образом, согласно адсорбционной теории смачивание является обязательным условием, а адсорбция — причиной адгезии.

В конце сороковых годов Б. В. Дерягиным и Н. А. Кротовой была предложена **электрическая теория адгезии**. Суть ее состоит в следующем. При контакте двух разнородных тел, в частности адгезива и субстрата, происходит утечка (передача) электронов из одной фазы в другую. Та фаза, которая отдает электроны, — донор, которая принимает, — акцептор. В результате такого донорно-акцепторного взаимодействия возникает двойной электрический слой, образуется своего рода модель молекулярного конденсатора. При разъединении поверхностей по границе раздела

* Более подробные обзоры теории и гипотез адгезии можно найти в книгах В. Е. Басина [1], а также В. А. Белого и др. [2].

фаз преодолеваются силы электростатического взаимодействия и возникает эмиссия электронов.

Следовательно, электрическая теория рассматривает адгезию как специфическое межмолекулярное взаимодействие. Электрическая теория, однако, не в состоянии объяснить явление адгезии в тех случаях, когда при разделении фаз эмиссия электронов не наблюдается, а также когда адгезивами являются токопроводящие материалы, которые в свою очередь могут давать весьма прочные адгезионные соединения.

Впоследствии электрическая теория адгезии развивалась в разных направлениях [3]: изучение и более подробное объяснение механизма передачи электронов (электронная теория адгезии В. П. Смильги и Б. В. Дерягина), изучение донорно-акцепторного взаимодействия и установление ряда функциональных групп по активности этого взаимодействия (работы Л. П. Морозовой и Н. А. Кротовой); изучение влияния деформационной и релаксационной способности клеевой системы на ее прочность при разрушении адгезионного контакта (электрорелаксационная теория склеивания Н. И. Москвитина).

Диффузионная теория, разработанная С. С. Воюцким в пятидесятые годы, рассматривает адгезию как результат диффузии адгезива в субстрат или как взаимодиффузию. Если происходит диффузия, то граница контакта исчезает и впоследствии разрушение соединения носит неадгезионный характер. Эта теория, рассматривающая адгезию не как поверхностное, а как в некотором роде объемное явление, применима к полимерным системам. Однако известно много примеров образования прочных адгезионных соединений, в том числе полимерных систем, и в отсутствие диффузии.

Некоторые исследователи считают, что прочная и надежная адгезия возможна лишь при образовании на межфазной границе химических связей, так как одних межмолекулярных связей для этого недостаточно (**химическая теория адгезии**). Эти взгляды в известной мере находят подтверждение при склеивании металлов и некоторых других материалов с реакционно способными группами, но в то же время они ничего не дополняют и не дают в тех случаях, когда при адгезионном взаимодействии имеют место диффузионные явления, да и в ряде других случаев, когда высокие значения адгезии наблюдаются в отсутствие химических связей на межфазной границе (в настоящее время это можно установить, например, с помощью инфракрасной спектроскопии).

Я. О. Бикерман [4] предложил **реологическую теорию адгезии**. Согласно этой теории адгезия — результат межмолекулярного взаимодействия. Адгезивом в принципе может быть любое вещество, которое после переведения в жидкое состояние и нанесения на склеиваемую поверхность может затвердеть. Если же образуется полный молекулярный контакт между адгезивом

и субстратом, то межмолекулярного взаимодействия вполне достаточно для возникновения такой прочной связи, что разрушение по межфазной границе не может реализоваться. Следовательно, прочность такой системы должна определяться только прочностью ее элементов — адгезива и субстрата. Наблюдаемые на практике случаи несклеивающихся поверхностей Я. О. Бикерман объясняет отсутствием условий для образования контакта адгезива с истинной поверхностью субстрата в результате наличия слабых граничных слоев в системе адгезив—субстрат. Причины возникновения этих слоев могут быть разные: загрязнение, например, низкомолекулярными веществами, мигрирующими из массы или адсорбированными из окружающей среды; оксидация поверхности под воздействием кислорода воздуха и образования механически слабого слоя оксида; наконец, наличие адсорбированного мономолекулярного слоя газа (воздуха). Если эти слои не удаляются (например, очищением или в случае мономолекулярного газового слоя газ не вытесняется адгезивом, растекающимся по поверхности субстрата), то после образования соединения в системе возникает слабое звено, по которому и может происходить разрушение, причем создается видимость разрушения по межфазной границе.

Реологическая теория адгезии, как, впрочем, и все другие, подвергалась критике, в которой главным образом выражались сомнения в отношении невозможности разрушения по межфазной границе (адгезионного разрушения), в то время как такие случаи наблюдаются на практике. Такое разрушение несомненно имеет место, однако пока не удалось доказать, что в этих случаях действительно был обеспечен достаточно полный молекулярный контакт между адгезивом и субстратом. Таким образом, если основные положения реологической теории рассматривать чисто теоретически, в идеализированном случае они не являются неприемлемыми. Из этой теории можно сделать исключительно полезные практические выводы, прежде всего о важности оптимальной подготовки склеиваемых поверхностей для получения надежных клеевых соединений.

Как видно из краткого обзора, существует ряд теорий и гипотез адгезии. Ни одна из них не является универсальной, применимой ко всем известным и экспериментально наблюдаемым случаям проявления адгезии.

Дальнейшего прогресса в изучении явления адгезии, а вероятно, и создания единой теории адгезии нужно ожидать с последующим развитием квантовой химии. Тем не менее существующие теории адгезии дают о различных сторонах этого столь сложного и многообразного явления много информации, которая нужна при решении различных практических задач по проектированию и реализации технологических процессов и прежде всего процесса склеивания, в основе которого лежит явление адгезии.

1.3. ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССА СКЛЕИВАНИЯ

Физически процесс склеивания в несколько упрощенном виде можно представить себе следующим образом. На две склеиваемые поверхности или же на одну из них наносится адгезив. Он покрывает поверхность и на месте контакта возникает адгезия между адгезивом и субстратом. Затем спустя некоторое время или сразу же склеиваемые поверхности соединяются через прослойку адгезива. Возникает аутогезия в зоне контакта

между пленками адгезива на одном и другом субстратах (рис. 1.1, а) либо контакт и адгезия между адгезивом на одном из субстратов и склеиваемой поверхностью другого субстрата, на который клей не наносился (рис. 1.1, б). Затем происходит формирование прочности клеевого соединения за счет увеличения когезии пленки адгезива, релаксации внутренних напряжений, диффузионных процессов в зоне аутогезионного контакта, перераспределения связей адгезионного взаимодействия. Время до момента установления равновесных значений прочности иногда намного больше времени, которое затрачивается на образование клеевого соединения.

Таким образом, чтобы склеить два тела, необходимо: привести в контакт субстрат и адгезив на том геометрическом месте, где будет клеевой шов, а зачастую после этого и обе поверхности пленки адгезива; после осуществления контакта должна образоваться связь, не позволяющая самопроизвольно нарушаться этому контакту, затем клеевое соединение как конструктивный элемент должно приобрести требуемую прочность и несущую способность.

1.3.1. ОБРАЗОВАНИЕ КОНТАКТА

Для образования контакта между субстратом и адгезивом нужно, чтобы адгезив покрыл субстрат. Полный контакт будет, если адгезив покроев всю поверхность субстрата. По величине эта поверхность всегда отличается от той, которую видим невооруженным глазом. Иными словами, истинная площадь поверхности всегда больше геометрической, определяемой ее габаритными размерами, так как все физические поверхности не являются идеально гладкими и имеют рельеф. Для примера укажем,

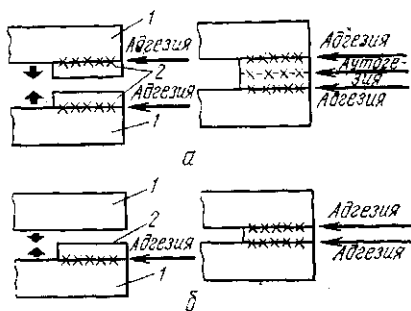


Рис. 1.1. Схема образования клеевого соединения при нанесении адгезива на обе (а) или только на одну (б) склеиваемые поверхности:

1 — субстрат; 2 — адгезив

что даже поверхность металла, отполированная по наивысшему (14-му) классу чистоты, имеет неровности высотой до 0,06 мкм; высота микронеровностей поверхности коженно-обувных материалов, отличающихся волокнистой или пористой структурой, составляет от долей до целых миллиметров, а высота таких микронеровностей, как субмикropopы, а также различных дефектов структуры может быть около микрометра и даже меньше.

Очевидно, чем полнее будет покрыта поверхность субстрата адгезивом, тем больше связей между ними сможет образоваться и соответственно тем больше будет адгезионная прочность. Таким образом, при нанесении клея важно, чтобы образовался по возможности более полный контакт между адгезивом и субстратом.

Адгезив должен принять форму развитой поверхности субстрата самопроизвольно или под воздействием некоторого механического усилия, поэтому во время нанесения на субстрат он должен быть жидким или высокопластичным.

Рассмотрим условия образования контакта для жидкого адгезива. Жидкое состояние и в связи с этим способность принимать форму поверхности, с которой данная жидкость находится в контакте, является обязательным, но недостаточным условием образования стабильного контакта. Например, ртуть — жидкость, но она не растекается на поверхности стекла, а собирается на ней в каплю. Вода же, наоборот, легко растекается на поверхности стекла, но не растекается, например, на поверхности парафина. Это связано с физическим явлением, называемым смачиванием. Жидкость может смачивать, не смачивать или ограниченно смачивать твердую поверхность. Смачивание возникает при контакте жидкости с твердым телом в результате молекулярного взаимодействия между ними. Оно подобно адсорбции, как бы кинетика этого явления, хотя отождествлять эти понятия нельзя. Смачивающую способность можно характеризовать величиной краевого угла смачивания θ , образующегося на твердой поверхности вдоль линейной границы раздела твердое тело — жидкость — газ (рис. 1.2). Чем меньше угол θ , тем лучше данная жидкость смачивает данное твердое тело.

Величина угла θ , а следовательно, и смачивающая способность зависят от поверхностного натяжения трех соприкасающихся по периметру смачивания поверхностей раздела (твердое тело — жидкость, твердое тело — газ и жидкость — газ) и определяются соотношением

$$\cos \theta = \frac{\sigma_{т-г} - \sigma_{т-ж}}{\sigma_{ж-г}}, \quad (1.1)$$

где $\sigma_{т-г}$, $\sigma_{т-ж}$ и $\sigma_{ж-г}$ — поверхностное натяжение на границе твердое тело — газ, твердое тело — жидкость и жидкость — газ соответственно.

Из соотношения (1.1) следует, что результат взаимодействия



Рис. 1.2. Примеры различной смачивающей способности в системе жидкость (1) — твердое тело (2) — газ (3)



Рис. 1.3. Виды неровностей на поверхностях

твердого тела и жидкости определяется разностью $\sigma_{т-г} - \sigma_{т-ж}$. Если эта разность положительна ($\sigma_{т-г} > \sigma_{т-ж}$), то $1 > \cos \theta > 0$ и, соответственно $0 < \theta < 90^\circ$. Следовательно, поверхность лиофильна и будет смачиваться данной жидкостью. В обратном случае, если $\sigma_{т-г} < \sigma_{т-ж}$, то $0 > \cos \theta > -1$ и соответственно $90^\circ < \theta < 180^\circ$, т. е. смачивания не будет (жидкость стечет с твердой поверхности). Чем меньше угол смачивания, тем сильнее взаимодействие между поверхностью твердого тела и жидкостью. Таким образом можно полагать, что чем меньше угол смачивания, тем более интенсивно межмолекулярное взаимодействие на границе раздела адгезив — субстрат. Можно ли утверждать в таких случаях, что адгезия будет больше? По-видимому, однозначно ответить на этот вопрос нельзя, так как между адгезивом и субстратом на межфазной границе могут возникать взаимодействия иного характера, чем межмолекулярное. Тем не менее существует теоретическое уравнение для определения работы адгезии W_a (уравнение Дюпре):

$$W_a = \sigma_{ж-г} + \sigma_{т-г} - \sigma_{т-ж}, \quad (1.2)$$

которое получено исходя из предположения, что адгезия является результатом только межмолекулярного взаимодействия. Практически этим уравнением трудно воспользоваться главным образом потому, что поверхностное натяжение твердого тела пока трудно измерить (нет точных методов). Преобразовав уравнение (1.2) с учетом соотношения (1.1), получим выражение, называемое уравнением Дюпре—Юнга:

$$W_a = \sigma_{ж-г} (1 + \cos \theta). \quad (1.3)$$

Этим уравнением приближенно можно воспользоваться для оценки работы адгезии между твердым субстратом и адгезивом в жидком состоянии при условии, что адгезия обусловлена только межмолекулярным взаимодействием. Поверхностное натяжение на границе жидкость — газ определяется экспериментально либо берется из справочной литературы, а угол смачивания измеряется, например, с использованием обычной фотопроекционной установки.

Угол смачивания, как упоминалось, практически не является равновесной величиной. С одной стороны, он зависит от вязкости адгезива, которая после его нанесения на поверхность суб-

страта может стремительно повышаться (улетучивание растворителя, затвердевание расплавленного клея при остывании). С другой стороны, если наносить на поверхность субстрата тот же адгезив, отличающийся только вязкостью (разные концентрации или температуры), то, соответственно измерив углы смачивания и построив их зависимость от переменного параметра (концентрации, температуры), можно получить качественное представление о той предельной вязкости, которая рациональна с точки зрения технологии склеивания.

Степень покрытия поверхности субстрата адгезивом существенно зависит и от формы ее рельефа, конфигурации пор и других неровностей. Например, растекаясь по поверхности субстрата, адгезив значительно легче будет заполнять неровности вида 1, 2 (рис. 1.3), чем неровности вида 3—6, из которых иногда даже весьма маловязкий адгезив не может самопроизвольно вытеснить воздух. В таких случаях полезными являются различные технологические приемы, способствующие принудительному внедрению адгезива в неровности поверхности субстрата: вибровоздействие, вакуумирование сквозных пор и др. Нанесение адгезива с помощью кисти или щетки также следует отнести к принудительным методам.

Для адгезивов, наносимых на субстрат в виде сухой пленки или порошка, образование контакта имеет свою специфику. Они переводятся в вязкотекучее либо высокопластическое состояние уже на субстрате, нагреваясь непосредственно перед соединением склеиваемых поверхностей либо после их соединения. Метод, способствующий увеличению площади контакта между адгезивом и субстратом, в таких случаях является давление при прессовании, особенно с нагревом.

1.3.2. ДИФфуЗИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ В ЗОНЕ КОНТАКТА

После образования контакта между адгезивом и субстратом может образоваться граница раздела фаз (межфазная граница), по которой устанавливается взаимодействие, или же, если склеиваются полимерные материалы, могут возникнуть диффузионные процессы. При этом, если адгезив и субстрат совместимы (взаиморастворимы или же растворимы в общем растворителе), возможна взаимодиффузия макромолекул, сегментов адгезива и субстрата, а чаще диффузия только адгезива в субстрат. В таких случаях межфазная граница в течение времени размывается либо вообще исчезает. Это создает предпосылки для образования надежного клеевого соединения, так как разрушение по межфазной границе становится невозможным (этой границы не существует).

Диффузионные процессы происходят во времени. Их инициируют давление и меры, увеличивающие подвижность макромолекул, т. е. прежде всего температура.

При аутогезионном контакте диффузия или взаимодиффузия макромолекул полимерного адгезива через границу раздела между приведенными в контакт поверхностями пленок адгезива целиком является процессом, обеспечивающим исчезновение этой границы в течение времени. Поэтому необходимо при соединении склеиваемых поверхностей сохранить достаточную подвижность молекулярной структуры адгезива. Это достигается разными способами: неполным высушиванием пленок адгезива, их кратковременным разогревом либо повторным воздействием на их поверхность растворителем.

Иногда возможно возникновение и другого (нежелательного) явления — диффузии низкомолекулярных ингредиентов адгезива либо субстрата в область межфазной границы. Так, содержащийся в склеиваемом материале низкомолекулярный пластификатор может мигрировать на межфазную границу. При этом, очевидно, взаимодействие между адгезивом и субстратом в течение времени ослабляется.

Однако явление такого рода свидетельствует лишь о неоптимальном составе какого-либо из элементов клеевого соединения — адгезива либо субстрата, в частности о недостаточной совместимости его компонентов.

1.3.3. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ МЕЖДУ АДГЕЗИВОМ И СУБСТРАТОМ

В начале этой главы адгезия была определена как связь между приведенными в контакт разнородными поверхностями. При этом подразумевалось, что адгезия представляет собой суммарный эффект локальных взаимодействий, эффект возникновения связей на микроучастках между отдельными атомами, их группами, ионами, фрагментами макромолекул. Теперь остается выяснить, каковы эти взаимодействия и связи.

Условно по величине энергии возникновения или разрушения связей эти взаимодействия можно подразделить на слабые — между молекулами или фрагментами макромолекул, называемые межмолекулярными, и сильные — между атомами, ионами, радикалами, называемые межатомными, или химическими (химическая связь).

Знания, накопленные современной физикой и химией, однако, не позволяют принять такое деление без оговорок, поскольку существуют случаи, когда энергия взаимодействия по величине своей занимает промежуточное положение между слабой и сильной. Примером могут служить водородные связи, некоторые виды координационных связей (в результате донорно-акцепторного взаимодействия).

Характерным показателем интенсивности взаимодействия, а следовательно, и энергии образования или разрушения связей (что качественно соответствует ее прочности) является расстояние между взаимодействующими центрами или, иначе, длина

связи. Так, межмолекулярное взаимодействие возникает, когда расстояние между взаимодействующими центрами равно 0,4—0,5 нм, длина химической связи 0,1—0,2 нм, водородной — 0,25—0,32 нм; длина координационных связей может быть различной — от величин, характерных для химических связей, до величин, сравнимых с водородной связью.

Многочисленными опытами доказано, что при контакте адгезива с субстратом происходит межмолекулярное взаимодействие и могут возникать самые различные химические и водородные связи, а также донорно-акцепторное взаимодействие.

Энергия межмолекулярного взаимодействия, называемого еще Ван-дер-Ваальсовым U_{Σ} , складывается из энергии ориентационного U_o , индукционного U_i и дисперсионного U_d взаимодействия. Ориентационным (электростатическим) называют взаимодействие между постоянными молекулярными диполями, а в случае полимерных молекул — постоянными диполями, образовавшимися в мономерных фрагментах цепочки. Индукционное взаимодействие возникает между постоянными и наведенными диполями. Дисперсионное (волномеханическое, лондоновское) взаимодействие объясняется законами квантовой механики и связано с возникновением мгновенных диполей в атомах и молекулах при вращении электронов вокруг ядер. Дисперсионные силы действуют между любыми молекулами. Они обладают свойствами аддитивности, поэтому приобретать большие значения и быть главной причиной молекулярного сцепления. Для слабополярных молекул (см. 1.3.4) значения U_o и U_i невелики по сравнению с U_d . Для сильно полярных молекул значения U_o по порядку могут быть равны U_d . Суммарная энергия межмолекулярного взаимодействия выражается формулой [1, 2]

$$U_{\Sigma} = U_o + U_i + U_d = -\frac{1}{r^6} \left[\frac{2\mu_a^2\mu_b^2}{3kT} + 2\mu_a^2\alpha_b + \frac{3E_aE_b}{2(E_a + E_b)} \alpha_a\alpha_b \right], \quad (1.4)^*$$

где r — расстояние между взаимодействующими молекулами, нм; k — константа Больцмана (Дж·град⁻¹); T — абсолютная температура, К; μ_a, μ_b — дипольные моменты взаимодействующих молекул или фрагментов цепочки a и b , Кл·м; α_a, α_b — поляризуемость молекул a и b , см³; E_a, E_b — энергия ионизации молекул a и b .

Минус в правой части формулы (1.4) означает, что имеет место притяжение.

Энергия межмолекулярного взаимодействия имеет следующие значения, кДж/моль: ориентационного до 20, индукционного до 2, дисперсионного до 40.

* В скобках правой части формулы (1.4) первый и второй члены записаны исходя из предположения, что во взаимодействии принимают участие диполи.

Водородная связь, являясь результатом своего рода специфического межмолекулярного взаимодействия, возникает обычно между двумя электроотрицательными атомами посредством водорода, который связан химической связью с одним из этих атомов и взаимодействует с неподеленной парой электронов другого.

Энергия водородной связи больше, чем энергия Ван-дер-Ваальсова взаимодействия, и обычно имеет величину до 50 кДж/моль, а в некоторых случаях достигает 120 кДж/моль. Водородные связи являются причиной сильной когезии ряда материалов, обычно содержащих большое число гидроксильных, аминных групп (целлюлоза, полиамиды). При наличии потенциальных возможностей образования водородных связей между адгезивом и субстратом можно ожидать значительного увеличения адгезии.

Образование химической связи сопровождается существенной перестройкой электронных оболочек связывающихся атомов (в то время как при межмолекулярном взаимодействии атомные группы в основном сохраняют индивидуальную электронную структуру и микросвойства). Существует несколько видов химических связей в соответствии с механизмом их образования.

Энергия химических связей значительно выше, чем энергия межмолекулярных связей, и составляет от 100 до 1000 кДж/моль. Энергия координационных связей, образующихся в результате донорно-акцепторного взаимодействия, в некоторых случаях может быть и несколько меньше, приближаясь к значениям, характерным для водородных связей. Это обычно характерно для взаимодействия слабых доноров и акцепторов.

По принципу убывания электронно-донорных свойств функциональные группы атомов можно расположить в ряд, в котором каждый предыдущий член является донором по отношению к последующему:

донор $\text{NH}_2 > \text{OH} > \text{OR} > \text{OCOR} > \text{CH}_3 > \text{C}_6\text{H}_5 > \text{галогиды} > \text{COOR} > \text{CO} > \text{CN} > \text{акцептор}$.

Адгезия повышается по мере удаления друг от друга функциональных групп в донорно-акцепторном ряду и это может быть использовано при разработке или подборе адгезива для склеивания какого-либо конкретного материала, химическое строение которого известно.

После разрыва химических связей в результате возникновения несбалансированности зарядов ядра и электронной оболочки образуется активный центр, называемый радикалом. Он реакционноспособен, но время жизни различных радикалов различно — от долей секунды до часов и дней. Устойчивые, «долгоживущие» радикалы в области межфазной границы, в субстрате или адгезиве, могут способствовать повышению адгезии. Это

используется в технологии склеивания. Существуют различные методы инициирования процесса возникновения радикалов (коронный разряд, обработка горячим газом, абразивная обработка поверхности субстрата непосредственно перед нанесением адгезива и др.).

1.3.4. ПОЛЯРНОСТЬ СВЯЗЕЙ И ИХ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ АДГЕЗИИ

Принципиально важным для адгезии является то, что химическая связь может быть полярной и неполярной, причем полярность может быть выражена в различной степени.

Полярность связи — важный фактор, определяющий ее реакционную способность.

Полярной является химическая связь, обладающая постоянным электрическим дипольным моментом, образующимся вследствие несовпадения центров тяжести отрицательного заряда электронов и положительного заряда ядер в молекулах или фрагментах макромолекул — полярных группах.

Вследствие этого полярная группа приобретает определенный дипольный момент μ , представляющий собой произведение электрического заряда e на расстояние r между центрами распределения положительных и отрицательных зарядов в молекуле:

$$\mu = er \text{ (измеряется в кулон-метрах).}$$

Дипольный момент макромолекулы равен векторной сумме дипольных моментов полярных групп, распределенных вдоль цепи независимо от того, находятся они в основной цепи или в боковых ответвлениях. Поэтому значение дипольного момента всей макромолекулы определяется в первую очередь конформационными характеристиками полимерной цепи.

Важно знать, что наличие в макромолекуле полярных групп не всегда свидетельствует о полярности макромолекулы в целом. Если полярные связи в макромолекуле расположены симметрично, то их электрические поля компенсируются и дипольный момент макромолекулы может быть равен или близок к нулю. Характерный тому пример — политетрафторэтилен $\dots -CF_2 - CF_2 - \dots$, называемый в технике фторопластом, тефлоном. В нем полярные связи $C - F$ взаимокompensированы ($\mu = 0$). Не случайно фторопласт является типичным антиадгезионным материалом.

Полярными обычно являются полимеры, содержащие в макромолекуле группы $C - OH$, $C - NH_2$, $C - COOH$, $C - Cl$ и некоторые другие. Это поливиниловый спирт, полиакриламид, полиакрилонитрил, поливинилацетат, целлюлоза и ее производные, полиамиды, полиуретаны, поливинилхлорид, полихлоропрен, бутадиен-нитрильные сополимеры. В то же время полимеры на основе алифатических углеводородов (например, полиэтилен, полипропилен, полиизопрен, полиизобутилен) пост-

роены симметрично и для них допольный момент близок к нулю, т. е. они неполярны.

О степени полярности полимера в принципе можно судить по значению дипольного момента. Однако для полимеров его определение связано с трудностями, поэтому для оценки полярности полимеров используют другую (косвенную) характеристику — диэлектрическую проницаемость ϵ . Условно можно считать полярными те полимеры, для которых $\epsilon > 3$, и неполярными, — для которых $\epsilon < 3$.

**ДИЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРОНИЦАЕМОСТЬ
НЕКОТОРЫХ ПОЛИМЕРОВ**

Полиизопрен (натуральный каучук)	2,3
Полиэтилен, полипропилен	2—2,5
Полихлоропрен	3—5
Бутадиен-нитрильные каучуки	
СКН-18	7,2
СКН-26	10,5
СКН-40	13,5
Нитроцеллюлоза	8
Коллаген кожи	7,8
Поливинилхлорид	Около 8
Полиакрилаты	6—7

Примечания: 1. Значения диэлектрической проницаемости даны при нормальной температуре.

2. С увеличением числа нитрильных групп в бутадиен-нитрильных каучуках полярность увеличивается и в соответствии с этим увеличивается когезия.

Полярность играет двойную роль при склеивании. Во-первых, ее увеличение усиливает межмолекулярное взаимодействие (за счет ориентационных связей), что приводит к повышению когезии. Во-вторых, полярность появляется в результате наличия полярных групп, которые обычно активнее вступают во взаимодействие более сильное, чем Ван-дер-Ваальсово (могут образоваться водородные, а также химические связи). Это может иметь место и на границе раздела между адгезивом и субстратом.

Качественно о полярности полимера можно судить по степени полярности групп, входящих в его состав, с учетом симметрии расположения этих групп в пространстве, а также частоты их расположения вдоль цепи.

О роли полярности при взаимодействии между адгезивом и субстратом важно знать еще следующее. Возникновению адгезионного взаимодействия предшествует образование контакта. Контакт может образоваться (в результате смачивания), если поверхностное натяжение жидкого адгезива ниже, чем у субстрата (правило Шарпа—Шонхорна). При этом межмолекулярное взаимодействие между адгезивом и субстратом более интенсивное, чем внутри адгезива, что возможно для неполярного адгезива и полярного субстрата, для полярного адгезива и неполярного субстрата, неполярного адгезива и неполяр-

ного субстрата и практически не может быть реализовано для полярного адгезива и неполярного субстрата, поскольку поверхностное натяжение у полярного адгезива больше, чем у неполярного субстрата. Вероятность возникновения большей адгезионной прочности в случае полярного адгезива и полярного субстрата выше, чем в тех случаях, когда адгезив или адгезив и субстрат неполярны.

Однако если нужна клеевая пленка повышенной липкости, а особых требований к прочности клеевых соединений не предъявляется, то эффективно применение адгезивов на основе неполярных полимеров (в частности эластомеров) которые, как правило, отличаются большей гибкостью цепей и, следовательно, дают пленки повышенной эластичности.

Если же между адгезивом и субстратом возможно образование химических связей и адгезив при формировании клеевого соединения способен к структурированию (вулканизации, отверждению), образуются клеевые соединения, характеризующиеся повышенной теплостойкостью и стойкостью к агрессивным средам. Повышение теплостойкости вследствие образования химических связей объясняется тем, что их энергия существенно больше, чем энергия межмолекулярных связей. В то же время энергия межмолекулярных связей сильно зависит от расстояния между взаимодействующими центрами [в правой части формулы (1.4) имеем $1/r^6$].

С повышением температуры кинетическая энергия системы повышается, тепловое движение молекул интенсифицируется и, следовательно, среднестатистическое число связей уменьшается. При этом снижается когезия адгезива и он становится слабым звеном в системе.

Очень разнообразным может быть механизм воздействия на соединение адгезива с субстратом таких различных агентов, как вода, низкомолекулярные пластификаторы и другие вещества, которые могут при определенных условиях проникать в область межфазной границы клеевого соединения. Это зачастую оказывает просто расклинивающее действие, нарушающее Ван-дер-Ваальсовы связи между адгезивом и субстратом. Кроме того, иногда могут возникать более сильные взаимодействия с тем либо с другим компонентом клеевого соединения, одновременно нарушающие межмолекулярные связи между ними. Химические связи, энергия образования которых на один-два порядка выше, чем энергия межмолекулярных связей, очевидно, более стойкие и к такого рода воздействиям. Поэтому для клеевых соединений, которые должны обладать повышенной теплостойкостью или стойкостью к различного рода агрессивным средам, наличие химических связей между адгезивом и субстратом весьма желательно, а зачастую и необходимо.

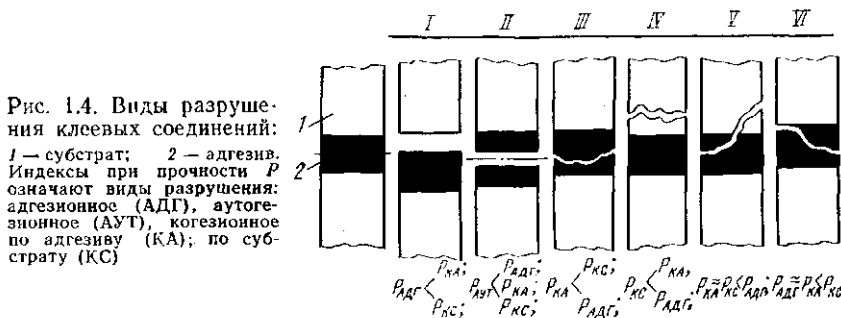
В идеальном случае образование прочного и стойкого к агрессивным средам клеевого соединения можно себе представить

так. В первое время при образовании клеевого соединения химического взаимодействия между адгезивом и субстратом не происходит. Адгезив свободно растекается по поверхности субстрата (химическое взаимодействие в той или иной мере препятствовало бы растеканию). После образования контакта, на стадии формирования клеевого соединения, возникает химическое взаимодействие между адгезивом и субстратом, а также в массе адгезива. При этом увеличивается как прочность связи на межфазной границе, так и когезия пленки адгезива.

1.3.5. ПРОЧНОСТЬ И РАЗРУШЕНИЕ КЛЕЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Гетерогенность структуры клеевых соединений предопределяет специфику их прочности. Разрушение клеевых соединений может происходить по адгезиву, по субстрату, а также по межфазной границе между ними. Разрушение — всегда обрыв связей, которые в каждом случае ответственны за прочность. Таким образом, разрушение клеевых соединений может происходить в результате обрыва как межатомных (химических), так и межмолекулярных связей. В зависимости от того, по каким местам происходит разрушение, его можно классифицировать по видам следующим образом (рис. 1.4): адгезионное (I); аутогезионное (II); когезионное по адгезиву (III), по субстрату (IV) * или по тому и другому (V); смешанное, происходящее частично когезионно и частично адгезионно либо аутогезионно (VI).

На рис. 1.4 приведены условия реализации различных видов разрушения, выраженные через соотношения прочности элементов клеевого соединения и адгезионной (в частном случае аутогезионной) прочности. Вид разрушения зависит в значительной мере от применяемого адгезива, от технологии склеивания



* Имеется в виду разрушение по субстрату в той его части, которая находится в непосредственной близости к клеевому соединению, так что на ее напряженное состояние оказывает влияние клеевое соединение. Разрушение по субстрату вне этой зоны не следует относить к разрушению клеевых соединений.

и способа приложения нагрузки, другими словами, от характера работы клеевого соединения.

Вид разрушения следует учитывать при оценке результатов испытания клеевых соединений на прочность. Это дополнительная качественная характеристика прочностных свойств клеевых соединений наряду с принятой для данного испытания количественной характеристикой (например, нагрузкой в момент разрушения).

Для ответственных* клеевых соединений приемлемым может быть только когезионное разрушение вида IV или V (см. рис. 1.4), и только такие клеевые соединения можно считать достаточно надежными. В то же время для менее ответственных клеевых соединений вполне приемлемо когезионное разрушение по адгезиву (III) либо смешанное разрушение (VI). Для вспомогательных клеевых соединений разрушение может быть когезионное по адгезиву (III), смешанное (VI), а иногда адгезионное (I), если клеевое соединение носит временный характер (например, предварительное клеевое соединение деталей верха при сборке заготовок ниточными швами). Аутогезионное разрушение (II) в любом случае является неприемлемым и свидетельствует о неправильно проведенном процессе склеивания.

Выбирать адгезив и проектировать технологический процесс склеивания следует, руководствуясь изложенными соображениями. Основным правилом при этом должно быть следующее: нужно стремиться не к возможно более высокой прочности клеевого соединения, а лишь к прочности, соответствующей назначению клеевого соединения и требованиям, к нему предъявляемым.

1.4. РАЗВИТИЕ КЛЕЕВЫХ МЕТОДОВ КРЕПЛЕНИЯ

Клеи растительного и животного происхождения для скрепления внутренних и промежуточных деталей обуви применялись давно. Однако промышленное использование клея для крепления подошв и таким образом создания метода, который в обувной технологии принято называть клеевым методом крепления низа, начато лишь в начале XX в. В это время в Италии было организовано производство нитроцеллюлозного клея, а примерно в 1910 г. в Германии его впервые стали применять для клеевого крепления кожаных подошв. Клей и метод получили название АГО (от названия итальянской фирмы «AGO Industriale»). В СССР производство обуви клеевого метода крепления низа с применением нитроцеллюлозного клея начато в 1925 г. на ленинградской фабрике № 2 «Пролетарская победа».

* О делении клеевых соединений на ответственные, менее ответственные и вспомогательные подробнее см. в разделе 1.5.

Этот клей представляет собой раствор нитрированной целлюлозы (колоксилина) в органических растворителях (иногда с небольшими добавками пластифицирующих веществ). Он получил широкое распространение в обувной промышленности и наряду с другими клеями успешно применялся для крепления подошв вплоть до конца пятидесятых годов. При ремонте обуви, а также на некоторых технологических операциях при изготовлении обуви (например, насадки деревянного или кожаного наборного каблука) этот клей не потерял значения и в настоящее время.

Нитроцеллюлозный клей обеспечивал достаточно высокую прочность крепления кожаных подошв, однако его пленка довольно жесткая, что в той или иной степени уменьшало гибкость низа обуви. Но еще более нежелательным являлось то обстоятельство, что технологический процесс приклеивания подошв нитроцеллюлозным клеем по современным понятиям был очень длительным: двукратное нанесение клея на склеиваемые поверхности с промежуточным подсушиванием в течение 30 мин и 1—2 ч соответственно, прессование — 30 мин и, наконец, выдержка после склеивания — 1,5 ч. Таким образом, длительность технологического процесса клеевого крепления подошв нитроцеллюлозным клеем составляла около 4 ч. В связи с возрастающей интенсификацией обувного производства это постепенно стало неприемлемым и явилось одной из причин поиска более эффективных клеев для крепления низа обуви. Другой важной причиной такого поиска была неуниверсальность нитроцеллюлозного клея, невозможность использования его для приклеивания резины. Между тем начиная с тридцатых годов применение резиновых подошв в качестве заменителей кожаных постоянно расширялось. Кроме того, успехи химии полимеров и стремительное развитие промышленности синтетических материалов после второй мировой войны создали предпосылки для появления широкого ассортимента различных материалов взамен натуральной кожи для низа обуви. Это были различные резины монолитной и пористой структуры, в том числе облегченные весьма малой жесткости и плотности, различные композиционные материалы, имитирующие натуральную кожу (кожеподобные резины и др.), пластмассы, материалы на основе полиуретановых эластомеров и сополимеров этилена с винилацетатом, термоэластопласты (термопластичные каучуки) и др. Ассортимент материалов постоянно увеличивается и нет оснований ожидать обратной тенденции.

Соответственно этим тенденциям велись и ведутся поиски новых клеев, расширяется их ассортимент.

Еще в 1934 г. в ЦНИИКП (Б. А. Нисневич и др.) впервые был разработан способ приклеивания резиновых подошв гуттаперчевым клеем. Впоследствии гуттаперчевый клей (основа гуттаперчи — гутта является трансизомером полиизопрена) ввиду

значительно меньшей (более чем в 2 раза по сравнению с нитроцеллюлозным) продолжительности технологического цикла клеевого крепления подошв и большей эластичностью клеевой пленки стал применяться и для приклеивания кожаных подошв. Однако затем гуттаперча, являющаяся прекрасным диэлектриком, нашла применение в других областях промышленности и к концу пятидесятих годов фактически перестала применяться в качестве обувных клеев. Но к этому времени она уже имела полноценный заменитель — полихлоропреновый каучук низкотемпературной полимеризации (в СССР — наирит НТ). Клеи на основе полихлоропренового каучука применяются в обувной промышленности во всем мире и в настоящее время. Их ассортимент чрезвычайно широк.

Следует упомянуть и некоторые другие разработки, сыгравшие весьма важную роль в расширении масштабов применения клеевого метода крепления в обувной и также в кожгалантерейной промышленности.

Так, например, проблема приклеивания резиновых подошв еще до появления полихлоропренового клея решалась и другими путями. В некоторых странах еще в тридцатые годы в резиновые смеси для изготовления подошв стали вводить в качестве добавки бутадиенакрилонитрильный каучук, который, обладая достаточно хорошей совместимостью с нитроцеллюлозой, создавал некоторые возможности применять нитроцеллюлозный клей для склеивания такого рода резин. При этом необходимо было более глубокое взъерошивание поверхности резин для достижения эффекта лучшего механического сцепления с целью увеличения прочности клеевого соединения.

Другой способ — химическая модификация поверхности резин прививкой определенных химических групп с целью увеличения полярности и таким образом способности склеиваться нитроцеллюлозным клеем. В качестве модификатора применялась серная кислота, серная кислота и дихромат калия либо натрия, хлорное железо. Способ был разработан в ЦНИИКП в конце сороковых годов. Он обеспечивал удовлетворительную прочность склеивания, но жесткость пленки нитроцеллюлозного клея не давала возможности эффективно использовать его для приклеивания подошв из резин малой плотности (микропористых, особо мягких).

Несколько позднее (в 1949 г.) наряду с нитроцеллюлозным клеем для приклеивания кожаных подошв обычным способом, а резиновых подошв с химической модификацией поверхностей стал применяться перхлорвиниловый клей. Он представлял собой раствор перхлорвинилового смолы (хлорированного поливинилхлорида) в органических растворителях с добавкой пластификатора. Преимуществами этого клея по сравнению с нитроцеллюлозным явились:

меньшая вязкость, что позволяло применять клей большей

(до 29 %) концентрации и, следовательно, одноразовое нанесение его на склеиваемые поверхности;

экономия растворителя вследствие использования разбавителя бензина;

меньшая усадка при высыхании клеевой пленки, что предотвращало коробление подошв;

сокращение на 20—30 % продолжительности технологического цикла склеивания.

В настоящее время в массовом производстве обуви перхлорвиниловый клей применяется не для крепления подошв, а для приклеивания искусственной губы рантовых стелек, для герметизации следа юфтевой обуви, а также в кожгалантерейной промышленности (в ограниченных количествах).

В пятидесятые — шестидесятые годы (в СССР — в начале семидесятых годов) стали применяться полиуретановые клеи для крепления полиуретановых подошв. Они оказались более эффективными, чем полихлоропреновые, и для приклеивания подошв к верху обуви из кож с повышенным содержанием жира.)

В середине шестидесятых годов в ряде стран уже достаточно широко использовались клеи без растворителей на основе термопластичных смол (полиамидных, полиэфирных). Вскоре они стали основными клеями для клеевой затяжки, загибки краев деталей верха. Не теряет актуальности и проблема широкого применения этих клеев для крепления подошв.

Постоянное совершенствование полихлоропреновых клеев позволило существенно сократить технологический процесс склеивания — до часа и менее, а непосредственно операцию соединения склеиваемых поверхностей — до 5—10 с.

Нет сомнений в том, что и в перспективе будут появляться новые материалы для изделий из кожи и новые клеи, а интенсификация технологического процесса потребует еще большего снижения продолжительности склеивания. В условиях автоматизированного производства перспективными представляются клеи мгновенного схватывания, которые позволили бы сократить продолжительность склеивания до нескольких секунд.

Все актуальнее становится проблема охраны окружающей среды и в связи с этим разработка технологически эффективных клеев, не содержащих токсичных компонентов. Перспективными представляются клеи без летучих растворителей — в виде водных дисперсий или сухие, в том числе на основе уже используемых для этих целей полимеров.

В общем, задачу склеивания обувных материалов, которые не склеиваются клеями из имеющегося ассортимента, в настоящее время следует считать наиболее простой. Склеивание в условиях максимальной интенсификации процесса представляет собой проблему. Однако в настоящее время самой сложной и самой актуальной проблемой является разработка клеев для

изделий из кожи, оптимальных с точки зрения адгезионных свойств, быстросклеивающих (не только быстросхватывающих, но и сокращающих технологический процесс в целом) и не загрязняющих окружающую среду, не токсичных. Такими представляются клеи будущего.

1.5. ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ КЛЕЕВЫХ МЕТОДОВ КРЕПЛЕНИЯ

Клеевые методы крепления в производстве изделий из кожи, особенно обуви, имеют ряд преимуществ по сравнению с механическими методами. Одним из них является возможность снижения массы изделия. Это объясняется тем, что скрепление происходит по поверхности, а не через толщину соединяемых материалов, т. е. можно применять более тонкие детали. По той же причине возможно соединение мягких материалов, даже весьма малой плотности и малой сопротивляемости раздиру, которые практически не скрепляются стержневыми крепежными и порой весьма ненадежно скрепляются нитками. Кроме того, склеивание возможно произвести одновременно по всему соединяемому контуру, т. е. с организационной точки зрения можно применить так называемый параллельный принцип обработки. Это в свою очередь создает хорошие предпосылки для автоматизации процесса. Клеевые методы также позволяют практически неограниченно изменять внешний вид изделия, легко следуя тенденциям моды. Например, обувь клеевого метода крепления низа может быть с широким или весьма узким видимым краем подошвы (рантом), различными способами соединений с каблуком. Наконец, обувь клеевого метода крепления низа отличается меньшей материалоемкостью и меньшей трудоемкостью, чем обувь ряда других методов, например рантового, гвоздевого.

К недостаткам клеевых методов крепления следует отнести концентрацию напряжений, которая обычно возникает на краях соединений при действии на них нагрузки, и зависимость прочности клеевых соединений от температуры.

Правильно выбирая клей и технологию склеивания в соответствии с конструкцией изделия и механическими свойствами склеиваемых материалов, можно влияние упомянутых недостатков свести к минимуму.

1.6. КЛАССИФИКАЦИЯ КЛЕЕВ

Ассортимент клеев для изделий из кожи широк. Классифицировать их можно по различным признакам. На схеме 1.1 дана классификация клеев для изделий из кожи, в которой в качестве главного отличительного признака клея взята природа полимера.

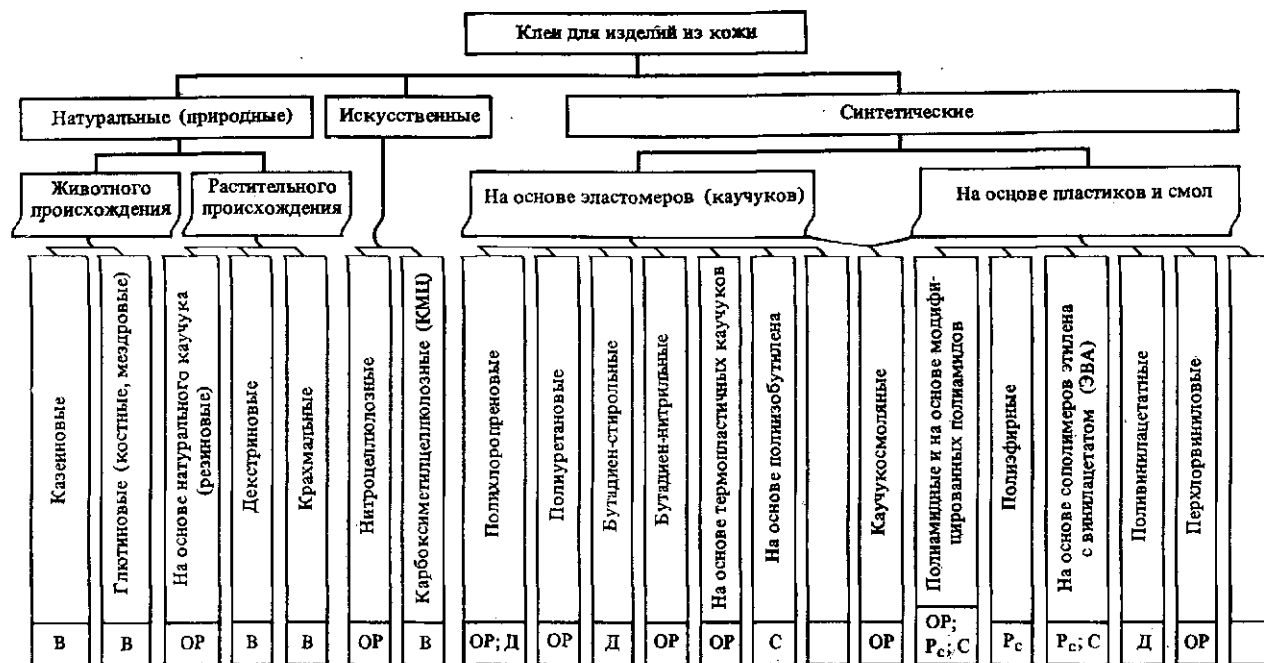


Схема 1.1. Классификация клеев для изделий из кожи по природе:

В — раствор в воде; ОР — раствор в органических растворителях; Д — водная дисперсия; Рс — расплав; С — сухой клей

Кроме того, клеи могут классифицироваться по назначению, т. е. в зависимости от того, для образования каких соединений они предназначены;

для ответственных клеевых соединений, к которым относятся крепление низа обуви, соединение верха со стелькой при клеевой затяжке, клеевая сборка заготовок, крепление каблука только клеем;

для менее ответственных клеевых соединений, к которым относятся вклеивание подносков и задников, дублирование наружных деталей верха обуви с подкладкой и межподкладкой, приклеивание внутренних, промежуточных деталей кожгалантерейных изделий и др.;

для вспомогательных (временных) клеевых соединений, к которым относится склеивание деталей верха или приклеивание подошвы к следу обуви перед креплением ниточным швом и др.

Возможны классификации и по другим признакам, например по токсикологическим, по экономическим показателям, которые могут быть полезными при решении каких-либо специфических вопросов, связанных с изготовлением либо применением клеев.

Основу натуральных клеев составляют природные полимеры растительного или животного происхождения. Большинство этих полимеров гидрофильно, растворяется либо набухает в воде, образуя студнеобразные гели. Исключение составляют натуральный каучук и гуттаперча, которые растворяются не в воде, а в органических растворителях. Клеи на основе искусственных полимеров (искусственные клеи) находят применение в обувной, а клеи на основе карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ) главным образом в кожгалантерейной промышленности. Но наиболее широкое распространение как в обувной, так и в кожгалантерейной промышленности находят синтетические клеи различных типов.

С точки зрения способов и технических особенностей применения клеев важной является их классификация по типу (схема 1.2): в качестве главного отличительного признака взято состояние, в котором находится клей (а точнее, полимер, составляющий основу клея) при его нанесении на склеиваемую поверхность.

Клеями-растворами являются адгезионно-активные эластомеры, пластики, смолы либо их сочетания, растворенные в органических растворителях и содержащие различные добавки (не обязательно в растворенном виде), обеспечивающие или регулирующие какие-либо свойства клеев и клеевых соединений*.

* Существуют и водные клеи-растворы, но они уже не имеют большого практического значения в производстве изделий из кожи.

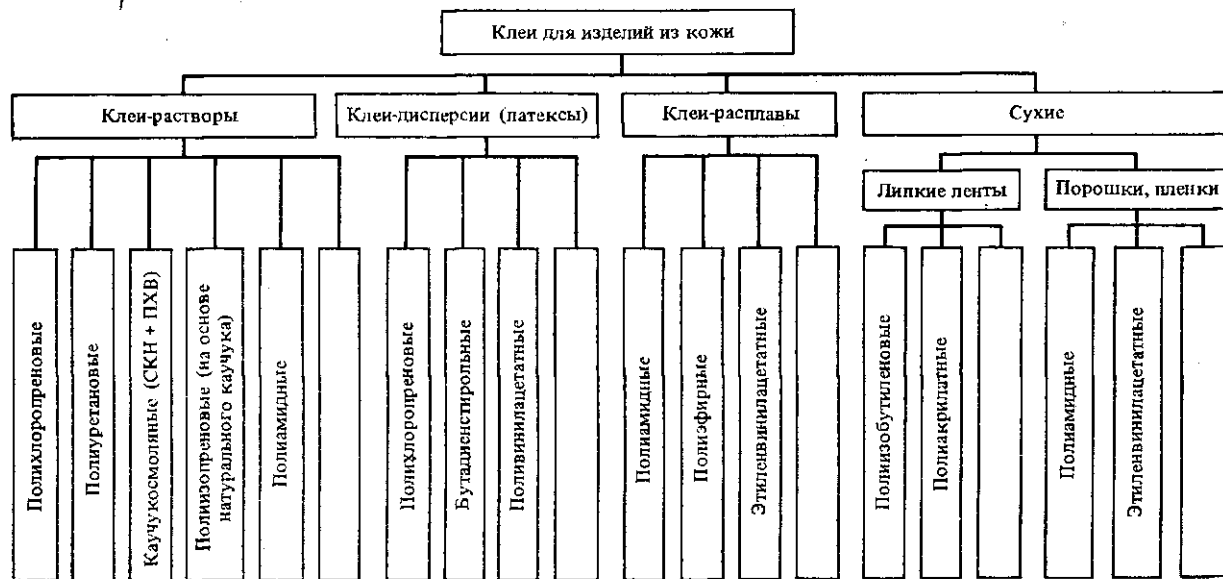


Схема 1.2. Классификация клеев для изделий из кожи по типу (на третьем уровне классификации показаны лишь некоторые наиболее распространенные в производстве изделий из кожи клеи)

После нанесения клея-раствора на склеиваемые поверхности растворитель постепенно удаляется из клея и формируется клеевая пленка.

Клеи-дисперсии представляют собой коллоидные системы, в которых дисперсной фазой являются частицы полимера (как правило, глобулярной структуры с размером глобул 1—0,1 мкм для каучука или пластика, смолы), а дисперсионной средой — вода*. Агрегативная стабильность такого клея обеспечивается введением поверхностно-активных веществ (которые в таких случаях называют эмульгаторами), образующих вокруг полимерных глобул сольватные оболочки и, таким образом, с одной стороны, взаимодействующих с молекулами полимера в глобуле, а с другой — с молекулами воды. Установившееся равновесие в системе такого вида обеспечивает ее стабильность, но легко нарушается. При этом происходит коагуляция полимера.

В клеях-дисперсиях также могут применяться, хотя и в меньших количествах, чем в растворах, добавки, изменяющие свойства системы в желаемом направлении. К ним относятся, например, добавки, влияющие на степень агрегации глобул (малые количества органических растворителей, смол) и таким образом повышающие липкость клея, вещества, повышающие вязкость клея благодаря взаимодействию с водой (различные гидрофильные вещества — загустители). Во всех случаях, однако, основным условием применения добавок является ненарушение агрегативной стабильности системы.

При склеивании после нанесения клея-дисперсии (латекса) на склеиваемую поверхность агрегативная стабильность нарушается, дисперсионная среда отделяется от полимера, из которого формируется клеевая пленка.

Клеи-расплавы — это адгезионно-активные термопластичные полимеры либо их композиции, содержащие добавки, регулирующие свойства клеев-расплавов. Клеи этого типа получают расплавлением сухого твердого вещества и в расплавленном виде наносят на склеиваемые поверхности.

Сухие клеи перспективны, но пока находят ограниченное применение в обувной и кожгалантерейной промышленности. Клеи этого типа могут быть двух разновидностей: порошки или пленки и липкие ленты. Эти клеи представляют собой, как и клеи-расплавы, адгезионно-активные термопластичные полимеры или их композиции с добавками. Сухие клеи (порошок, пленка) наносятся на склеиваемые поверхности и переводятся в вязкотекучее состояние непосредственно перед их соединением, а чаще в процессе соединения, например способом контактного либо высокочастотного нагрева.

Липкие ленты представляют собой слой липкого клея, нане-

* Водные дисперсии каучуков называют латексами.

сенного на полимерную либо текстильную подложку в виде ленты. Технология склеивания липкими лентами предельно проста — лишь наложение липкой ленты и легкое нажатие.

В обувной и кожгалантерейной промышленности для менее ответственных и вспомогательных клеевых соединений эти клеи находят все большее применение.

Кроме описанных четырех основных типов клеев существуют так называемые полимеризующиеся клеи. До применения они представляют собой лишь набор отдельных реакционноспособных компонентов, которые смешиваются непосредственно перед нанесением на склеиваемые поверхности (или в процессе нанесения) и полимеризуются в процессе образования клеевого соединения. Для обувной и кожгалантерейной промышленности такие клеи представляют определенный интерес, однако до сих пор промышленного применения не нашли.

1.7. ОБЩАЯ СХЕМА КЛЕЯ И ПРОЦЕССА СКЛЕИВАНИЯ

Общая схема клея для изделий из кожи построена в соответствии с классификацией клеев для изделий из кожи по типу (табл. 1.1). В схему вписываются практически все клеи, применяемые в настоящее время в производстве изделий из кожи. Лишь в некоторых случаях могут применяться добавки, как правило, в весьма малых количествах, которые не отражены в общей схеме, например пептизаторы для увеличения однородности структуры пленок, красители. Некоторые компоненты клея оказывают полифункциональное действие в зависимости от количества в рецептуре, например как структурирующий агент при введении в малых количествах и одновременно как наполнитель при увеличенном количестве.

Рассмотрим теперь роль каждого компонента клея отдельно.

Основной пленкообразователь. Это адгезионно-активный полимер, обуславливающий адгезионные и когезионные свойства клея и являющийся связующим. В составе клеевой пленки обычно содержится не менее 60—70 мас. ч. основного пленкообразователя, а в некоторых случаях — до 100 мас. ч.

В качестве основного пленкообразователя применяются синтетические и натуральные каучуки, высокомолекулярные смолы и пластмассы. Ограниченное применение пока находят и некоторые природные высокомолекулярные вещества в натуральном виде или модифицированные (см. схему 1.1). Иногда основной пленкообразователь может состоять из двух хорошо совмещающихся полимерных компонентов, взятых примерно в соизмеримых количествах, например, в каучукоперхлорвиниловых клеях пленкообразователь состоит из бутадиен-нитрильного каучука и перхлорвиниловой смолы, взятых в соотношении 1:1.

Дополнительные пленкообразователи. Они применяются для модифицирования свойств клеевых пленок: повышения адгезии

Таблица 1.1. Общая схема клея

Компонент	Клей-раствор	Клей-дисперсия	Клей-расплав	Сухой клей
Основной пленкообразователь	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
Дополнительные пленкообразователи	XX	X	XX	XX
Наполнители	XXX	XX	XX	X
Пластификаторы и липкости придающие добавки	XX	X	XXXXX	XXX
Структурирующие добавки и ускорители структурирования	XX	X	—	X
Стабилизаторы	XXX	XX	XXXX	XX
Поверхностно-активные вещества	XX	XXXX	X	X
Загустители	—	XXX	—	—
Растворители	XXXX	—	—	—
Разбавители	XXX	—	—	—
Дисперсионная среда— вода	—	XXXX	—	—

Примечания: 1. Условные обозначения:

XXXX — применяется всегда;

XXX — применяется преимущественно;

XX — применяется и не применяется одинаково часто;

X — применяется редко;

— не применяется.

2. Частота применения компонентов клея показана условно, ориентировочно.

к какому-либо из склеиваемых материалов, липкости, эластичности пленок или когезии, скорости схватывания и начальной прочности клеевых соединений, понижения вязкости клеев-растворов и клеев-расплавов, изменения в желаемом направлении температуры перехода клеевой пленки в вязкотекучее состояние, повышения теплостойкости, сокращения времени сушки клеев-растворов после нанесения на субстрат. Это адгезионно-активные полимеры либо олигомеры, добавляемые к основному пленкообразователю в количестве от 1—2 до 40—50 мас. ч.

В качестве дополнительных пленкообразователей применяются смолы олигомерного типа — алкилфенольные, инден-кумароновая, реже глифталевая, эпоксидная, полиамидные, а также хлорированные каучуки и в небольших количествах каучуки, которые в других клеях применяются в качестве основного пленкообразователя (например, бутадиен-нитрильный каучук).

Совместимость дополнительного пленкообразователя с основным является обязательным условием при его выборе. Действие многих дополнительных пленкообразователей полифункционально. Так, алкилфенольные смолы (например, бутилфенолформальдегидная) в полихлоропропеновых клеях повышают адгезию, снижают вязкость клеев, сокращают время сушки

клеев-растворов, хлорированные каучуки повышают адгезионную способность клеев и теплостойкость клеевых соединений.

Наполнители. Они применяются в основном для повышения когезии клеевой пленки. Кроме этого, они могут улучшать и другие свойства клеев и клеевых соединений: адгезию к какому-либо субстрату, начальную прочность (благодаря повышению скорости схватывания), водо- и теплостойкость, стойкость к старению. Наконец, в клеях для менее ответственных клеевых соединений наполнители могут применяться для уменьшения расхода основного пленкообразователя. Таким образом, наполнители могут быть активные, улучшающие механические свойства клеевых пленок, и неактивные (инертные), которые этих свойств не улучшают либо даже ухудшают их в допустимых пределах.

Одни и те же наполнители могут быть активными по отношению к одним полимерам и инертными по отношению к другим. Это связано с возможностями и интенсивностью адгезионного взаимодействия на границе фаз наполнитель — полимер, что в свою очередь зависит от природы наполнителя и наполняемого полимера и от величины активной поверхности наполнителя. Взаимодействие может быть от слабого межмолекулярного до связей, обусловленных сильной адсорбцией, вплоть до хемосорбции.

В качестве наполнителей могут применяться вещества органической и неорганической природы. В клеях для изделий из кожи обычно применяются неорганические наполнители, чаще всего оксиды цинка ZnO и магния MgO . Кроме того, находит применение диоксид кремния SiO_2 под различными промышленно-торговыми названиями (белая сажа, аэросил, ультрасил), также каолин, карбонаты кальция $CaCO_3$ и магния $MgCO_3$.

В клеевой пленке содержится наполнителя от 5—7 до 20—30 мас. ч. (в расчете на 100 мас. ч. основного пленкообразователя).

Пластификаторы и липкость придающие добавки. Первые применяются для снижения твердости и увеличения эластичности клеевых пленок, а вторые — для увеличения липкости. Такое деление, однако, условно, поскольку во многих случаях пластификатор, увеличивая эластичность клеевых пленок, повышает также их пластичность и липкость, и наоборот, липкость придающие добавки одновременно увеличивают и эластичность клеевых пленок.

В клеях-расплавах, а зачастую и в сухих клеях, в качестве пленкообразующего применяются полимеры не слишком большой молекулярной массы (около 1000—6000) и, следовательно, образующие довольно твердые и хрупкие пленки. Присутствие пластификатора в таких клеях для изделий из кожи обязательно. Применяются типичные низкомолекулярные пластификаторы либо вещества типа олигомеров. К первым относятся

дибутил- и диоктилфталаты, дибутил- и диоктилсебацинаты, трикрезилфосфат. Из пластификаторов типа олигомеров (молекулярная масса около 2000—3000) используется полибутилен-адипинат и некоторые другие сложные полиэфиры, а также низкомолекулярный полиизобутилен. Пластификаторы типа олигомеров лучше, чем низкомолекулярные, поскольку они обладают большей молекулярной массой и это снижает или вообще исключает их склонность к миграции с течением времени на межфазную границу.

Типичной липкостью придающей добавкой является канифоль, которая может применяться в клеях всех типов. В состав клеев входят и другие смолы типа олигомеров, например инденкумароновые; в липких лентах применяется вазелиновое масло, ланолин, низкомолекулярный полиизобутилен (молекулярная масса 2000—10 000).

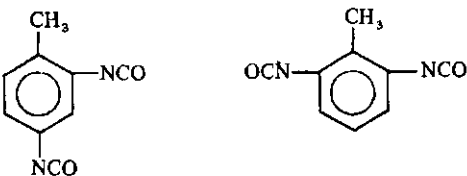
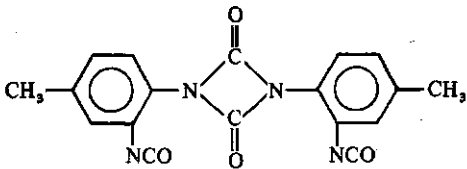
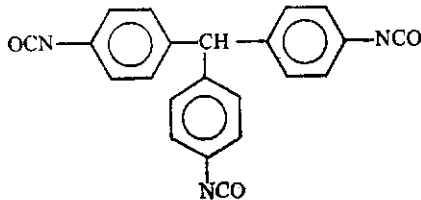
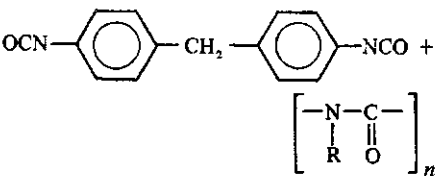
При использовании пластификаторов, как и липкость придающих добавок, исключительно важным фактором является их совместимость с пленкообразователем. При полной термодинамической совместимости и оптимальном количестве пластификатора практически исключается его миграция, получается однородная структура клеевых пленок, что в свою очередь предопределяет их хорошие механические свойства.

Структурирующие добавки и ускорители структурирования. Это высокореакционноспособные или отличающиеся активным каталитическим действием вещества, которые участвуют в образовании трехмерной структуры клеевых пленок. При этом и на межфазной границе могут возникать химические связи между адгезивом и субстратом. Известно множество химических соединений, которые могли бы выполнять роль структурирующих добавок и ускорителей. Чем выше реакционная способность химического соединения, тем оно, очевидно, более эффективно с точки зрения структурирующего воздействия. Но, как правило, такие соединения более реакционноспособны и по отношению к окружающей среде, поэтому их промышленное применение допускается лишь после тщательной токсикологической проверки. Ассортимент веществ, отличающихся повышенной реакционной способностью и допущенных к применению в промышленности изделий из кожи, не слишком широк.

Наиболее эффективными структурирующими добавками для обувных клеев-растворов на основе полихлоропреновых или полиуретановых каучуков являются соединения ряда изоцианатов (табл. 1.2), реакционная способность которых определяется наличием изоцианатных групп — $N=C=O$.

Кроме изоцианатов достаточно активным структурирующим агентом является трихлорид железа $FeCl_3$. Структурирующее или ускоряющее этот процесс действие могут оказывать некоторые серосодержащие органические соединения, например тиурам Д, некоторые амины, например гексаметилентетрамин (уро-

Таблица 1.2. Некоторые изоцианаты, применяемые в клеях для изделий из кожи

Изоцианат	Техническое или торговое название (страна)	Химическое строение
Смесь 2,4-толуилендиизоцианата и 2,6-толуилендиизоцианата	Десмодур Т (ФРГ)	
Димеризованный 3,4-толуилендиизоцианат	Десмодур ТТ (ФРГ)	
4, 4', 4''-Трифенилметантриизоцианат	Лейконат (СССР) Десмодур (ФРГ)	
Гексаметилендиизоцианат	Десмодур Н (ФРГ)	$\text{OCN}(\text{CH}_2)_6\text{NCO}$
Полимеризованный гексаметилендиизоцианат	Десмодур О (ФРГ)	$\left[\begin{array}{c} \text{—N—C—} \\ \quad \\ (\text{CH}_2)_6 \quad \text{O} \end{array} \right]_n$
Смесь 4,4-дифенилметандиизоцианата и полиизоцианата	Полиизоцианат В (СССР)	

Примечание. Изоцианаты обычно применяются в виде растворов (20 %-й концентрации в хлорированных углеводородах (например, в метилхлориде) или в менее токсичных растворителях — ацетоне, этилацетате.)

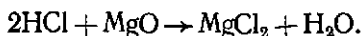
тропин). Структурирующим агентом для клеевых пленок из натурального каучука является сера. Кроме этого, структурирующее действие могут оказывать компоненты клеевой композиции, выполняющие наряду с этим и другие функции. Так, для полихлоропреновых клеевых пленок при повышенной температуре структурирующей добавкой может быть оксид цинка или фенолформальдегидная смола.

Стабилизаторы. Это вещества, повышающие устойчивость клеевых пленок к различным воздействиям, способным ухудшать их свойства.

Для клеев-расплавов, которые наносятся на склеиваемые материалы при высокой температуре, применяются стабилизаторы, ингибирующие процессы термоокислительной деструкции (антиоксиданты), и стабилизаторы, понижающие горючесть (антипирены). В качестве антиоксидантов применяют соединения типа алкилфенолов, в частности фенолальдегидные смолы олигомерного типа, а также ароматические амины и др. В качестве антипиренов используют соединения, содержащие сурьму, хлорированные парафины. Эфиры фосфорной кислоты (трикрезилфосфат и др.) одновременно являются стабилизаторами и пластификаторами.

Для предупреждения подвулканизации клеев на основе полихлоропренов во время приготовления клеевой смеси на вальцах роль антиоксиданта выполняет тиурам Д.

С течением времени в хлорсодержащих полимерах — полихлоропрене, перхлорвиниловой смоле — отщепляется свободный хлор и, реагируя с водородом воздуха, образует хлорид водорода HCl , который в присутствии влаги превращается в соляную кислоту, оказывающую деструктирующее воздействие на клеевые пленки. Ингибиторами этого процесса являются оксиды магния или цинка:



Защита от воздействий света и озона для клеевых соединений практически имеет не большее значение, чем для склеиваемых материалов, поскольку клеевой слой (адгезив) в соединении уже защищен от этих воздействий.

Поверхностно-активные вещества (ПАВ). Это органические соединения, способные к адсорбции и приводящие в результате этого к резкому снижению поверхностного (межфазного) натяжения на поверхности раздела двух фаз — жидкости с газом, другой жидкостью или твердым телом. Таким образом, введя даже самое малое количество (доли процента) ПАВ, можно существенно увеличить смачивающую способность жидкого клея по отношению к твердому субстрату и повысить адгезию. Обработка наполнителей ПАВ усиливает их взаимодействие с полимерным пленкообразователем и таким образом увеличивает когезию клеевых пленок.

Выбор ПАВ в соответствии с природой того компонента клея (пленкообразующего или наполнителя), который им обрабатывается, имеет большое значение. Так, например, для оксидов цинка и магния эффективными являются анионоактивные ионогенные ПАВ, а для наполнителей кислой природы (каолина) — катионоактивные ПАВ. Установлено также, что при введении небольших, но строго определенных количеств любых ПАВ в полихлоропреновые клеи-растворы (1,5—2% ПАВ в виде мало-концентрированного раствора) можно существенно снизить вязкость этих клеев, и, следовательно, применять их более высоких, чем обычно, концентраций [6].

В латексах ПАВ выполняет роль эмульгатора, обеспечивающего стабильность системы.

Загустители применяются для повышения вязкости.

Растворители. Они растворяют пленкообразователь в клеях-растворах и должны, как правило, быть химически инертными по отношению к пленкообразователю и другим компонентам клея. Растворяющая способность растворителя определяется его термодинамической совместимостью с пленкообразователем. Она

Т а б л и ц а 1.3. Общая схема процесса склеивания

Операция	Цель операции	Клей- раствор	Клей- дисперсия	Клей- расплав	Сухой клей
Подготовка склеиваемых поверхностей	Обеспечение контакта между адгезивом и субстратом, увеличение площади контакта	×××	×××	×	×
Нанесение клея	Образование клеевого слоя (пленки)	××××	××××	××××	××××
Сушка клеевой пленки	Повышение когезии при удалении растворителя (дисперсионной среды)	×××	×××	—	—
Активация	Обеспечение аутогезионной способности клеевых пленок	×××	×××	×	××
Соединение склеиваемых поверхностей, прессование	Получение клеевого соединения	××××	××××	××××	××××
Выдержка после прессования	Увеличение прочности клеевого соединения	××	××	×	×

Примечания. 1. В графе второй указаны лишь основные цели проведения каждой из операций.

2. Условные обозначения те же, что и в табл. 1.2.

может быть также оценена по соотношению полярности растворителя и пленкообразователя: сильно полярные растворители (например, низшие спирты) наиболее пригодны для сильно полярных пленкообразователей (например, фенолоформальдегидных смол); неполярные углеводороды, особенно ароматические, хорошо растворяют неполярные или слабо полярные пленкообразователи; хорошими растворителями для пленкообразователей со средней степенью полярности (например, полихлоропрена, нитроцеллюлозы) являются кетоны.

Некоторые органические растворители проявляют свое растворяющее действие только в смесях с другими растворителями или с разбавителями. Благодаря использованию смесей растворителей или смесей растворителей с разбавителем можно регулировать скорость их улетучивания, а также снижать стоимость клеев, совмещать различные пленкообразователи, когда какой-либо из них не растворяется в том растворителе, в котором растворяется другой. Кроме того, применяя разбавители, можно, иногда и существенно, понизить вязкость клеев-растворов (эффект понижения структурной вязкости растворов полимеров).

Дисперсионной средой в клеях-дисперсиях (латексах) для изделий из кожи является вода.

Общая схема процесса склеивания состоит из ряда последовательно выполняемых операций (табл. 1.3). Технология выполнения операций склеивания описана в разделе 1.11.

1.8. ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ПРОЧНОСТЬ КЛЕЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

На прочность клеевых соединений влияют разные факторы, многие из которых взаимозависимы.

В технологии вопрос о прочности клеевых соединений, как правило, рассматривается на феноменологическом уровне. При таком подходе целесообразно выделить ряд наиболее существенных факторов, на которые технолог может влиять непосредственно, например, изменяя состав клея, технологические параметры склеивания, конструктивные параметры клеевого соединения.

Прочность клеевых соединений главным образом определяется прочностью адгезионной связи и прочностью адгезива в клеевом соединении. Основным фактором, позволяющим изменять как адгезионную прочность, так и прочность адгезива в клеевом соединении, очевидно, является рецептурный. Варьируя компоненты в составе адгезива и их количество, можно менять в широких пределах и адгезионную, и когезионную прочность клеевых соединений.

Существенное значение имеет подготовка склеиваемых поверхностей. Другими важными факторами, влияющими на прочность клеевых соединений, являются реологические свой-

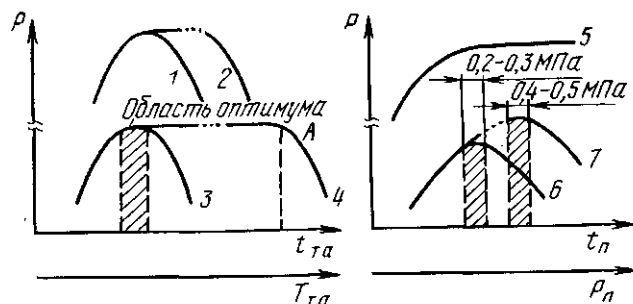


Рис. 1.5. Зависимость прочности P клеевых соединений от времени термоактивации $t_{та}$ (кривые 1 и 2), температуры термоактивации $T_{та}$ (кривые 3 и 4), времени прессования $t_п$ (кривая 5) и давления прессования $p_п$ (кривые 6 и 7) для структурирующегося адгезива (кривые 1 и 3), неструктурирующегося адгезива (кривые 2 и 4), особо мягкого (кривая 6) и жесткого (кривая 7) субстратов. А — начало термодеструкции

ства клея, параметры (режимы) склеивания, механические свойства элементов клеевого соединения, параметры среды и воздействий, конструкция клеевых соединений и размеры элементов, время, прошедшее с момента получения клеевого соединения.

Рассмотрим эти факторы подробнее [7].

Реологические свойства клея. К этим свойствам относится прежде всего вязкость клея, как известно, зависящая от концентрации и температуры и обуславливающая его способность растекаться по поверхности субстрата (при условии смачивания!). Существует оптимум вязкости, который может быть различным в зависимости от вида клея и его смачивающей способности по отношению к данному субстрату. Вообще, при нанесении на склеиваемые поверхности клеев высокой вязкости обычно не обеспечивается достаточно хорошее их растекание, а значит, и достаточный контакт, а в итоге — адгезия. Для очень маловязких клеев вследствие малой их концентрации, как правило, требуется многократное нанесение, что усложняет технологический процесс. Сложности вызывает и получение клея малой вязкости путем нагрева его до высокой температуры.

Параметры (режимы) склеивания. На прочность клеевых соединений может влиять время сушки клея, нанесенного на субстрат (для клеев-растворов и клеев-дисперсий), время и температура его термоактивации, время и давление прессования (рис. 1.5). Для любого из приведенных графиков цифровые значения переменных могут быть различными в зависимости от вида клея, а также от других параметров и условий склеивания.

Параметры склеивания должны выбираться прежде всего с учетом свойств адгезива. Более чувствительны к условиям

склеивания, как правило, структурирующиеся адгезивы. Так, при их использовании структурирование пленки может произойти еще до соединения склеиваемых поверхностей, если время сушки будет слишком длительным. Время и температура термоактивации взаимосвязаны, поскольку для перевода пленки адгезива на субстрате в вязкотекучее состояние требуется затратить определенное количество тепловой энергии. Время термоактивации, например, может составлять 2—3 мин при температуре на 10—20 °C выше температуры перехода адгезива в вязкотекучее состояние и может равняться 2—4 с при температуре на 100—150 °C, превышающей температуру перехода. Характер зависимости, однако, остается таким же, как на рис. 1.5. Зависимость прочности от давления прессования имеет оптимум, расположение которого определяется жесткостью склеиваемых материалов при сжатии (см. рис. 1.5).

Механические свойства элементов клеевого соединения. С увеличением жесткости субстрата или при постоянных размерах склейки — его модуля упругости прочность клеевых соединений увеличивается. Это связано с тем, что с увеличением жесткости субстрата снижается концентрация напряжений в клеевом соединении. Менее отчетливо эта зависимость проявляется при испытании клеевых соединений на расслаивание, поскольку в этом случае напряжения локализованы в зоне разрыва и не распространяются на все клеевое соединение.

Параметры среды и воздействий. На прочность клеевых соединений наибольшее влияние из параметров среды оказывает температура. Зависимость прочности клеевых соединений P от температуры T , когда адгезив находится в высокоэластическом состоянии, носит четко выраженный экспоненциальный характер и описывается уравнением

$$P = A \exp\left(\frac{U}{RT}\right),$$

где A и U — параметры уравнения; R — газовая постоянная; T — температура.

Если в рассматриваемом интервале температур происходят существенные изменения молекулярной либо надмолекулярной структуры адгезива, например при переходе в стеклообразное состояние при плавлении кристаллических образований, переходе в вязкотекучее состояние клея-расплава, структурировании, кривые зависимости прочность — температура могут иметь скачкообразный характер (рис. 1.6). По зависимости $P=f(T)$ в графическом или (что менее наглядно) в цифровом виде можно получить информацию, необходимую для рационального выбора технологических параметров склеивания, таких как температура активации пленок адгезива, температура плавления клея-расплава, а также теплостойкость клеевых соединений.

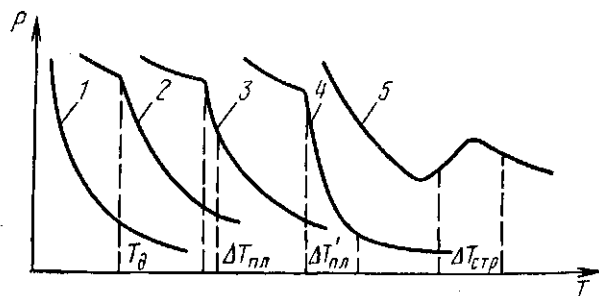


Рис. 1.6. Зависимость прочности P клеевых соединений от температуры T для адгезива в высокоэластическом состоянии (кривая 1); при его переходе из стеклообразного в высокоэластическое состояние (кривая 2); в области плавления кристаллической фазы (кривая 3); в области перехода клея-расплава в вязкотекучее состояние (кривая 4); для структурирующегося агента в высокоэластическом состоянии (кривая 5); T_d — температура стеклования; $\Delta T_{пл}$ — область плавления; $\Delta T'_{пл}$ — область перехода в вязкотекучее состояние; $\Delta T_{стр}$ — область структурирования

С увеличением скорости приложения нагрузки прочность клеевых соединений на основе адгезивов в высокоэластическом состоянии увеличивается не линейно, а по степенному закону [7].

Методы динамического утомления, при которых создаются жесткие условия работы клеевых соединений, например близкие к эксплуатационным для обуви, могут привести к ослаблению и даже разрушению клеевых соединений. Среди таких методов можно назвать цикловые испытания на изгиб с растяжением, цикловое сжатие. Особенно опасны для клеевых соединений ударные воздействия, даже малоцикловые, которые могут возникнуть, например, при ударе торца подошвы обуви о случайные препятствия. Зависимость коэффициента усталости (а следовательно, и прочности) от числа циклов при многоцикловом утомлении приведена на рис. 1.7. Место излома на кривой зависимости коэффициента усталости от числа циклов утомления определяется природой адгезива и условиями опыта. Работы по исследованию напряженного состояния клеевого крепления подошв в обуви с помощью прямых измерений напряжений поляризационно-оптическим методом на модельных образцах и непосредственно в обуви позволили рассчитать истинные напряжения, возникающие в клеевом соединении крепления подошвы, а по ним и усилия разрушения и таким образом определить научно обоснованные нормативные значения прочности этих соединений для различных видов обуви с учетом размера, механических свойств и формы подошвы [7, 8].

Конструкция клеевых соединений и размеры их элементов. Конструкция однотипных клеевых соединений влияет на их

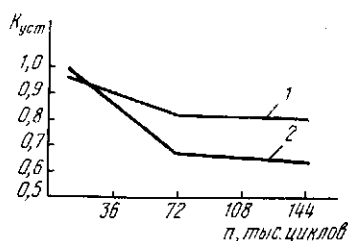


Рис. 1.7. Зависимость коэффициента усталости $K_{уст}$ клеевых соединений кожи с резиной от числа n циклов утомления при сжатии (по Ф. А. Куликову):
1 — модуль 4 МПа; 2 — модуль 2 МПа

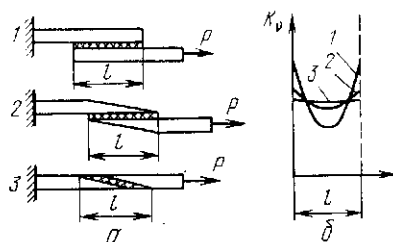


Рис. 1.8. Влияние конструкции клеевых соединений на коэффициент концентрации напряжений K_v . Номера вариантов соединений на схеме (а) соответствуют номерам кривых на графике (б)

прочность, поскольку при прочих равных условиях от нее зависит концентрация напряжений (рис. 1.8).

Существенное влияние на прочность клеевых соединений оказывает толщина слоя адгезива (рис. 1.9). Достаточно общей закономерностью является снижение прочности по гиперболическому закону с увеличением толщины слоя адгезива. Исключение составляет лишь испытание на расслаивание, при котором с увеличением толщины в диапазоне малых толщин (иногда до 50—70 мкм) прочность сначала возрастает, а затем, пройдя максимум, начинает снижаться по общей закономерности.

Повышение прочности с увеличением толщины слоя адгезива в области малых толщин можно объяснить спецификой испытания, при котором с увеличением толщины существенно повышается деформационная и релаксационная способность

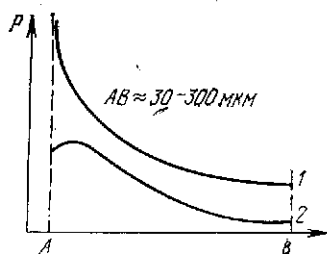


Рис. 1.9. Влияние толщины слоя адгезива B в клеевом соединении на его прочность P :

1 — для всех испытаний, кроме расслаивания; 2 — для испытания на расслаивание

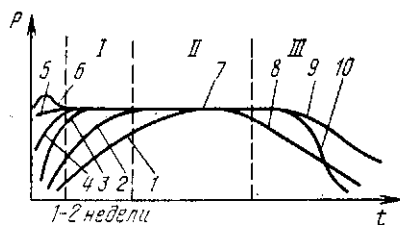


Рис. 1.10. Кинетическая кривая изменения прочности P клеевых соединений во времени t

адгезива, что и оказывает упрочняющий эффект. С некоторых значений толщины, когда адгезив в направлении перпендикулярном плоскости склеивания уже обладает достаточной деформационной способностью, этот фактор перестает доминировать.

Снижение прочности с увеличением толщины слоя адгезива можно объяснять с позиций статистической теории прочности как проявление своего рода масштабного эффекта.

Время. Прочность клеевых соединений изменяется во времени. Кинетическую кривую прочность — время (рис. 1.10) условно можно подразделить на три участка: участок формирования прочности (*I*), участок установившейся прочности (*II*) и участок снижения прочности (*III*). При этом не накладывается никаких ограничений во времени и предполагается, что любой части кривой участка *I* может соответствовать любая из частей кривой участка *III*. Это означает, например, что клеевые соединения, для которых стабильная прочность устанавливается быстро, могут иметь непродолжительный, равно как и весьма продолжительный, период, в течение которого прочность остается неизменной, а также могут возникать различные по времени периоды снижения прочности. Форма кинетической кривой прочность — время, продолжительность каждого ее участка по оси времени зависят от вида адгезива и субстрата, от технологии склеивания и условий работы клеевого соединения. Кривая *1* соответствует соединениям на клеях-растворах (либо клеях-дисперсиях) таких субстратов, через которые улетучивание остаточного растворителя (дисперсионной среды) затруднено (например, подошвенная резина, склеенная полихлоропреновым либо полиуретановым клеем с синтетической кожей). Кривые *2* и *3* соответствуют соединениям из адгезивов того же типа и субстратов, через которые возможно улетучивание остаточного растворителя (например, натуральная кожа, ткань). Кривые *4* и *6* характерны для клеевых соединений на разных клеях-расплавах и сухих клеях, которые в процессе склеивания переводятся в вязкотекучее состояние. Кривая *5* соответствует сухим, чувствительным к давлению клеям, для которых склеивание производится без перевода пленки адгезива в вязкотекучее состояние. Кривые *8*, *9* соответствуют более или менее интенсивному снижению прочности в результате старения (например, при хранении изделий) или старения и механического утомления. Эти процессы обычно усиливают друг друга. Кривая *10* соответствует снижению прочности в результате особо интенсивного старения (в агрессивных средах) либо особо быстрой усталости.

При разработке состава клеев и технологии склеивания, при проектировании клеевых соединений в изделиях из кожи, при определении, какой прочностью должны обладать те или иные клеевые соединения, следует исходить из требований, предъявляемых к ним в соответствии с назначением.

1.9. ПОКАЗАТЕЛИ СВОЙСТВ КЛЕЕВ И КЛЕЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Среди показателей, характеризующих различные свойства клеев для изделий из кожи и клеевых соединений, можно выделить общие (универсальные), определяемые для всех клеев, специфические (для клеев определенного типа), а также показатели, определяемые при испытании непосредственно клеев и клеевых соединений на их основе (табл. 1.4). Определение этих показателей описано в практикуме по технологии изделий из кожи [9].

Т а б л и ц а 1.4. Показатели свойств клеев для изделий из кожи

Показатель	Характеристика применения	Клей-раствор	Клей-дисперсия	Клей-расплав	Сухой клей
Концентрация	СК	×××	×××	×	×
Вязкость	СК	×××	×××	×	×
Агрегативная стабильность	СК	×	×××	×	×
Прочность (клеящая способность)	УШ	×××	×××	×××	×××
Теплостойкость	УШ	×××	×××	××	×××
Скорость схватывания	УШ	×××	×××	×××	×××
Время открытой выдержки	СШ	×	×	×	×
Температура плавления	СК	×	×	×××	×
Термостабильность	СК	×	×	×××	×
Индекс расплава	СК	×	×	×××	×
Хрупкость пленок	СК	×	×	×	×
Стабильность во времени	УКШ	×	×	×	×
Сопротивление утомлению	УШ	×	×	×	×
Сопротивление ползучести (хладотекучесть)	УШ	×	×	×	×

Примечания: 1. Условные обозначения: У — универсальный показатель; С — специфический показатель; К — испытание непосредственно клея; Ш — испытание клеевых соединений; ××× — применяется; ×× — применяется иногда; чаще в исследовательских работах; × — не применяется.

2. Сведения о применимости того или иного показателя даны применительно к клеям для ответственных клеевых соединений. Для менее ответственных клеевых соединений некоторые показатели, в частности даже клеящая способность, могут не контролироваться.

1.10. АССОРТИМЕНТ И ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КЛЕЕВ ДЛЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ КОЖИ

Ассортимент клеев для изделий из кожи широк [10]. Наибольшее применение в обувной промышленности находят клей-растворы на основе полихлоропренового и полиуретанового каучуков. В меньших масштабах применяются перхлорвиниловые и каучуко-перхлорвиниловые клей-растворы, а также клей-растворы на основе натурального каучука. Для менее ответственных клеевых соединений используются также клей-дисперсии

на основе полихлоропрена и бутадиен-стирольного каучука, поливинилацетата. Для клеевой затяжки и загибки краев деталей верха служат клеи-расплавы на основе термопластичных смол.

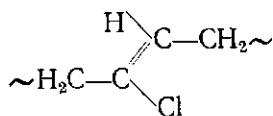
1.10.1. ПОЛИХЛОРОПРЕНОВЫЕ КЛЕИ-РАСТВОРЫ

Характеристика клеев. Полихлоропреновые клеи-растворы особенно распространены в обувном производстве. Основу их составляет хлоропреновый каучук, или полихлоропрен $[C_4H_5Cl]_n$ с различными добавками. Они хорошо склеивают натуральную кожу, текстильные материалы из натуральных волокон, обувные резины, картоны, а в смеси со специальными добавками — и синтетические кожи, но не склеивают материалов на основе поливинилхлорида (например, искусственных кож с ПВХ-покрытием). Эти клеи применяются для ответственных и менее ответственных клеевых соединений.

Полихлоропрены, изготавливаемые в СССР, называются наиритами. В других странах существуют другие технические и торговые названия этого каучука: неопрены (США), байпрены (ФРГ), бутахлоры (Франция), денка хлоропрены (Япония) и т. д. К этим названиям обычно добавляются буквы или цифры, которые, являясь как бы кодом, указывают на какое-то свойство, например наирит НТ (наирит низкотемпературной полимеризации, регулированный серой и тиурамом).

Полихлоропрены получают эмульсионной полимеризацией хлоропрена, протекающей по радикальному механизму. Температура полимеризации оказывает существенное влияние на структуру полимера.

Промышленное значение для изготовления клеев имеют линейные гомополимеры, так называемые α -полихлоропрены*. Полимеризацией при низкой (0—10 °С) температуре получают макромолекулы α -полихлоропрена, содержащего около 95 % звеньев структуры 1,4-транс, около 5 % звеньев структуры 1,4-цис



звенья структуры 1,4-транс

Высокое содержание звеньев структуры 1,4-транс обуславливает способность α -полихлоропрена к кристаллизации. С повышением температуры полимеризации доля этих звеньев уменьшается и вследствие этого снижается склонность к кри-

* В отличие от μ - и ω -полихлоропренов, для которых характерна разветвленная и в определенной степени сшитая структура.

сталлизации. Так, при комнатной температуре содержание кристаллической фазы в полихлоропренах, синтезированных при температуре 0, 10 и 40 °С, составляет соответственно 30, 25 и 15 %. С понижением температуры доля кристаллической фазы в полихлоропренах возрастает.

Со способностью к кристаллизации полихлоропренов и скоростью протекания этого процесса при формировании клеевых соединений прямо связана скорость схватывания и прочность клеевых соединений.

В процессе полимеризации с помощью специальных добавок осуществляется регулирование молекулярной массы и структуры полихлоропренов. Для обувных клеев используются полихлоропрены низкотемпературной полимеризации (0—10 °С), регулированные серой в сочетании с тиурамом (наирит НТ) или регулированные меркаптанами (наирит О-НП, денка хлоропрены А-90, А-100, бутахлор МА-40). В полимеризуемую смесь добавляются стабилизаторы (антиоксиданты, антистарители). Применяемые для регулирования полимеризации и стабилизации системы могут содержать лабильные компоненты, которые уже после образования клеевого соединения в течение времени могут мигрировать из клеевой пленки к поверхности склеиваемых материалов и образовывать пятна. Во избежание этого для склеивания материалов светлых тонов применяются клеи на основе полихлоропренов, регулированных меркаптанами и защищенных специальными нетемнеющими стабилизаторами.

Полихлоропрены, регулированные меркаптанами, обладают большей склонностью к кристаллизации, чем каучуки, регулированные серой. Соответственно когезионная прочность клеевых пленок на основе этих каучуков при нормальной температуре выше. Однако для ряда полихлоропренов такого типа (наирита О-НП, денка хлоропрена А-90, бутахлора МА-40) характерна невысокая теплостойкость.

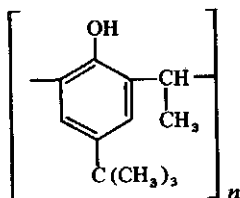
Полихлоропрены низкотемпературной полимеризации, применяемые для обувных клеев, имеют молекулярную массу $(1,5—2,5) \cdot 10^5$, плотность 1,23—1,26 г/см³, температуру стеклования (для чистого полимера) около —40 °С, температуру плавления 60—70 °С или несколько выше. Таким образом кристаллизация каучука может наблюдаться в области температур от —30 °С до 50 °С, а температура максимальной скорости кристаллизации от —10 до 0 °С. Однако уже при температуре около 45 °С наблюдается существенное уменьшение прочности клеевых пленок, что, по-видимому, можно объяснить частично понижением когезии аморфных областей полихлоропрена и частично началом декристаллизации.

Свойства клеевых пленок на основе полихлоропренов, содержащих кроме каучука и другие ингредиенты, могут отличаться от свойств чистых хлоропреновых каучуков. Способность полихлоропрена к кристаллизации могут уменьшать вещества, ока-

зывающие пластифицирующее действие на каучук. В то же время наполнители или структурирующие агенты, не приводящие к образованию очень густой пространственной сетки, оказывают малое влияние или же совсем не влияют на способность его к кристаллизации.

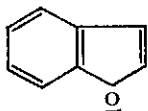
Основным пленкообразователем полихлоропреновых клеев отечественного производства являются наириты НТ и О-НП или их сочетания с другими хлоропреновыми каучуками.

В качестве дополнительных пленкообразователей применяются смолы — алкилфенольные или инден-кумароновые. В отечественных полихлоропреновых клеях из алкилфенольных применяется бутилфенолформальдегидная смола (БФФ-смола) марки 101 К:

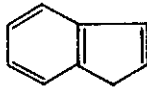


Эта смола, как и ее импортные аналоги (например, супербекаид 1001), является продуктом новолачного типа, невысокой (около 500—900) молекулярной массы. Благодаря этому наряду с улучшением пленкообразования она увеличивает липкость клеевых пленок, а также понижает вязкость клеев-растворов, ускоряет испарение растворителей после нанесения клея на склеиваемую поверхность и таким образом уменьшает продолжительность технологического процесса склеивания. В то же время при формировании клеевых пленок БФФ-смола способна образовывать и трехмерные структуры двух типов, обусловленные интенсивным межмолекулярным взаимодействием (группы —ОН!): благодаря зацеплению концевых групп между цепочечными молекулами полихлоропрена и благодаря образованию сетки из молекул БФФ-смолы. Таким образом, БФФ-смола в некоторой степени увеличивает когезию полихлоропреновых клеевых пленок.

Инден-кумароновые смолы — полимеры невысокой (около 1000—3000) молекулярной массы, образующиеся при полимеризации смесей, содержащих кумарон, инден и некоторые другие



кумарон

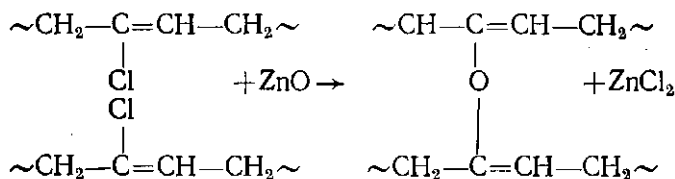


инден

примеси. В полимеризованной молекуле содержание индена выше, чем кумарона. В обувных клеях применяются отечествен-

ные инден-кумароновые смолы марок В, Г, Д, имеющие температуру плавления 105, 90 и 75 °С. Роль этих смол в полихлоропреновых клеях в основном такая же, как и роль БФФ-смолы. Отличие состоит в том, что клеи с инден-кумароновой смолой менее стойки к действию влаги, чем клеи с БФФ-смолой, а клеевые соединения более склонны к старению, в то время как БФФ-смола лишь повышает стойкость клеевых соединений к старению.

В полихлоропреновые клеи обычно добавляют одновременно оксид цинка ZnO и оксид магния MgO или какой-либо один из них. Их роль, как и роль смол, полифункциональна. Во-первых, оксид цинка может вулканизовать полихлоропрены



Образующийся в реакции хлорид цинка является инициатором вулканизации. Подвулканизация (скорчинг) полихлоропреновых каучуков может происходить уже во время приготовления смесей. В таком случае оксид магния наряду с тиурамом Д выполняет роль антискорчинга, связывая атомы хлора. Во-вторых, оксид магния является пептизатором клеевой смеси и таким образом способствует ее гомогенизации, а также увеличивает пластичность и облегчает процесс переработки на вальцах. Кроме того, оксид магния связывает гидрохлорид HCl , образующийся при постепенном отщеплении хлора от молекул полихлоропрена в течение времени и ускоряющий деструкцию каучука. Таким образом, оксид магния является для хлоропренового каучука и антистарителем.

Обе реакции — структурирования и акцептирования гидрохлорида — в течение времени могут происходить с участием как оксида цинка, так и оксида магния. Однако оксид цинка более активен в реакциях структурирования, а в течение длительного времени лучше проявляется роль оксида магния как акцептора.

Оба оксида снижают вязкость полихлоропреновых клеев-рас-творов и одновременно являются наполнителями.

Роль пластификатора в полихлоропреновых клеях обычно играет канифоль.

Тиурам Д (тетраметилтиурамдисульфид) является ингредиентом полифункционального действия. Он предотвращает подвулканизацию клеевой смеси в процессе ее приготовления на вальцах или в смесителе, а затем при формировании клеевой пленки может проявлять свойства ускорителя вулканизации, особенно в присутствии оксида цинка, и также оказывает некото-

рое стабилизирующее действие против термической и окислительной деструкции.

В полихлоропреновых клеях в качестве структурирующих агентов иногда применяют уротропин либо трихлорид железа, однако их структурирующее действие не является особо сильным. Более эффективными структурирующими агентами являются соединения ряда изоцианатов, но их действие проявляется при отсутствии в составе клея вышеупомянутых смол, так как при них изоцианаты реагируют прежде всего с их ОН-груп-

Т а б л и ц а 1.5. Составы полихлоропреновых клеев

Компонент	Состав, мас. ч.					
	а	б	в	г	д	е
Наирит НТ	100	100	70—50	—	100	50
Наирит О-НП	—	—	30—50	100	—	—
Денка хлоропрен А-90, А-100 или бутаклор МА-40	—	—	—	—	—	50
Бутилфенолформальде- гидная смола 101-К	5—20	10—20	10—20	—	10	10—15
Смола инден-кумароно- вая марок В, Г или Д	—	—	—	20—30	—	—
Оксид цинка	10—20	15	15	15	—	10—15
Оксид магния	0—7	0—3	0—7	3	15—20	0—3
Канифоль	0—4	—	2	20	—	0—4
Тиурам Д	1,5	0—1,5	0—1,5	—	1,5	0—1,5
Уротропин	—	5	0—5	0—5	—	0—5
Трихлорид железа	0—1,5	0—1,5	0—1	—	—	0—1,5
Хлорнаирит или алло- прен Р-40	0—10	—	0—10	—	—	—

Примечания: 1. В составах клеев а, б, в, е вместо смолы 101-К возможно применение инден-кумароновой смолы в тех же количествах.

2. Вместо хлоропреновых каучуков указанных марок возможно применение и других с аналогичными или лучшими свойствами.

пами, а не с молекулами каучука и эффект структурирования полихлоропрена не реализуется.

Эффективными с точки зрения повышения адгезии и теплоустойчивости клеевых соединений являются хлорированные полихлоропрены, хлорнаирит или его импортный аналог аллопрен Р-40, содержащие повышенное количество хлора (в хлорнаирите — около 68 %, в обычном наирите — 36—37 %).

Они выпускаются в виде мелкозернистого порошка и хорошо растворяются в тех же растворителях, как и обычные полихлоропрены.

В табл. 1.5 приведены составы полихлоропреновых клеев, наиболее часто применяемых в обувной промышленности СССР.

Растворитель — смесь этилацетата и бензина в соотношении 1:1.

Применение в букете растворителей толуола может несколько повысить клеящую способность и схватываемость полихлоропреновых клеев.

Составы клеев а, б, в, д, е используются при получении ответственных клеевых соединений: для приклеивания резиновых и кожаных подошв к верху обуви из натуральной кожи и текстильных материалов, приклеивания резиновых каблучков, для клеевой затяжки.

Клей состава г обладает повышенной липкостью и рекомендуется для приклеивания обтяжек к каблучкам. Для ответственных клеевых соединений он не рекомендуется вследствие невысокой теплостойкости.

Клей состава д содержит меньше компонентов, чем другие, приведенные в таблице клеи, но обладает исключительно хорошими технологическими свойствами (малой вязкостью, хорошей липкостью) и обеспечивает как достаточно высокую прочность клеевых соединений непосредственно после склеивания (высокая скорость схватывания), так и стабильную прочность в течение длительного времени. Это объясняется повышенным содержанием в клее оксида магния, действие которого, как выше упоминалось, полифункционально: он благоприятно влияет на структурообразование клеевых пленок, увеличивает их когезию как активный наполнитель, действует как стабилизатор, связывая гидроксид, и вступает во взаимодействие с молекулами БФФ-смолы, образуя координационные соединения (хелаты). Образование трехмерных структур такого типа способствует повышению теплостойкости клеевых соединений.

Имеются и другие несложные по составу полихлоропреновые клеи, эффективные с точки зрения технологичности и прочностных свойств клеевых соединений. Примерные составы таких клеев приведены ниже. Растворитель — смесь этилацетата и бензина в соотношении 1:1, для полиизоцианата — этилацетат.

СОСТАВЫ, МАС. Ч., ПОЛИХЛОРОПРЕНОВЫХ КЛЕЕВ

	с	и
Наирит НТ	100	100
Оксид магния	10—20	20—25
Смола 101-К	30—50	—
Полиизоцианат	—	7—10

Клей состава и — двухкомпонентный: раствор смеси полихлоропрена и оксида магния + раствор полиизоцианата (эквивалентной концентрации). Оба компонента смешивают непосредственно перед применением клея. Жизнеспособность двухкомпонентного клея — 4—6 ч.

Оба этих клея отличаются хорошими технологическими свойствами, прежде всего малой вязкостью. Клей с отличается повышенной липкостью и скоростью высыхания клеевых пленок, клей и обеспечивает повышенную теплостойкость клеевых со-

единений и хорошую адгезионную способность к тем видам обувных резин (в частности, высоконаполненных техническим углеродом), по отношению к которым адгезия клеев, приведенных в табл. 1.5, недостаточна.

В полихлоропреновые клеи составов д, с, и не входит оксид цинка. Данные, накопленные в Каунасском политехническом институте, по изучению полихлоропреновых клеев для обуви свидетельствуют о том, что оксид цинка в полихлоропреновых клеях целесообразно заменять оксидом магния, а также, что молотый каустический магнезит, являющийся сырьем для производства оксида магния, а значит, более дешевым материалом, чем оксид магния, может его заменять, не ухудшая технологических свойств полихлоропреновых клеев и прочностных свойств клеевых соединений.

Методы приготовления клеев. Существуют два метода приготовления клеев-растворов на основе полихлоропреновых каучуков. Первый из них предусматривает приготовление клеевой смеси с последующим ее растворением. Процесс приготовления клеевой смеси по существу не отличается от приготовления резиновых смесей (см. раздел 1.4).

Полученная клеевая смесь загружается в клеешалку, заливается частью растворителя (примерно $\frac{1}{3}$ от необходимого объема) и интенсивно перемешивается, в результате чего получается однородная консистенция — концентрированный раствор клеевой смеси, затем добавляется остальная часть растворителя. Если в составе клея предусмотрена смола в качестве дополнительного пленкообразователя, ее вводят вместе со второй порцией растворителя. После этого композиция перемешивается до полного растворения пленкообразователей и получения гомогенной субстанции клея. Перед применением клей доводится до необходимой концентрации.

Примерные технологические режимы приготовления клеевых смесей на вальцах следующие [10]: пластикация каучука 5—7 мин, введение ингредиентов 10—15 мин, т. е. общее время вальцевания 15—20 мин.

Порядок введения ингредиентов на вальцах следующий: каинифоль, тиурам, оксид магния, уротропин и перед концом вальцевания — оксид цинка. Трихлорид железа вводится в готовый клей не более чем за 3 сут до его применения.

Не все хлоропреновые каучуки одинаково хорошо обрабатываются на вальцах. Обычно каучуки, регулированные меркаптанами, обрабатываются труднее. Время их вальцевания меньше.

Созданы хлоропреновые каучуки для клеев, не требующие пластикации на вальцах перед растворением. Таким образом второй метод приготовления полихлоропреновых клеев предусматривает совмещение процесса растворения каучука с введением ингредиентов непосредственно в клеешалке при интенсивном перемешивании.

Особенности применения клеев. Приготовленные полихлоропреновые клеи без активных структурирующих агентов при температуре 5—20 °С могут храниться в течение нескольких недель. При хранении иногда происходит некоторая их гетерогенизация — частичное оседание наполнителей, некоторое расслоение фракций раствора каучука и раствора смолы. Однако при перемешивании гомогенность системы восстанавливается и на качество клея это не оказывает влияния.

Технологические режимы склеивания полихлоропреновыми клеями-растворами могут меняться в широких пределах в зависимости от состава клея и вида склеиваемых материалов. Значение имеет вид хлоропренового каучука. Кроме указанных в табл. 1.5 существует ряд других полихлоропренов, обеспечивающих повышенную липкость либо повышенную адгезионную способность клея к определенным обувным материалам. Липкость в свою очередь влияет на время открытой выдержки. Количество смол в клеях оказывает влияние на его вязкость, оптимальную для применения, а следовательно, и на концентрацию, на скорость сушки, режимы термоактивации клеевых пленок. От концентрации же зависит кратность нанесения клея-раствора. От структурирующих агентов в значительной степени зависит время выдержки после нанесения клея. Таким образом каждый компонент клея оказывает определенное — большее или меньшее — влияние на технологические режимы склеивания.

Полихлоропреновые клеи-растворы наносят на склеиваемые поверхности один либо два раза.

При двухразовом нанесении концентрация клея 12—15 % и 20—22 %, при однократном 25—30 %. Время сушки клеевой пленки для ответственных клеевых соединений обычно до 1,5 ч, а при повышенной температуре и циркуляции воздуха она может быть существенно сокращена (см. раздел 1.11). Однако для клеев с большим содержанием ББФ-смолы при склеивании натуральной кожи или текстильных материалов время подсушки может составлять менее 30 мин. Для клеев, не содержащих активных структурирующих агентов, детали с нанесенным клеевым слоем до склеивания можно выдерживать трое суток и даже больше, а затем, активируя их тепловым потоком либо растворителем, можно полностью восстановить аутогезионную способность.

Режим (температура и время) активации тепловым потоком определяется тем, какое количество тепловой энергии необходимо для разогрева клеевой пленки на субстрате до вязкотекучего состояния. Поэтому время термоактивации может составлять 1—1,5 мин при температуре 80—110 °С или 3—5 с при температуре 200—250 °С (см. раздел 1.11).

Для современных полихлоропреновых клеев время прессования соединяемых деталей 20—40 с, а при повышенной аутогезионной способности клеевых пленок, что достигается прежде

всего применением в составах клеев специальных хлоропреновых каучуков (некоторых неопренов, денка хлоропренов А-90, А-100 и др.), оно может составить 5—10 с. Удельное давление при клеевом соединении 0,2—0,4 МПа. После соединения прочность клеевых соединений еще существенно увеличивается в течение 1—2 сут, а медленное их упрочнение, в особенности при использовании клеев, содержащих БФФ-смолу, может происходить в течение нескольких месяцев.

1.10.2. КЛЕН НА ОСНОВЕ ХЛОРОПРЕНОВОГО ЛАТЕКСА

Клеи на основе хлоропренового латекса представляют собой дисперсию хлоропренового каучука в водной среде. Получают хлоропреновый латекс эмульсионной полимеризацией хлоропрена. Применяются эмульсии с высоким содержанием мономера, анионоактивных эмульгаторов и других добавок, способствующих полимеризации. Процесс регулируется таким образом, чтобы полимеризация проходила до большой глубины и получилась дисперсная система, содержащая глобулы полихлоропрена диаметром от 0,05 до 0,2 мкм. Стабильность системы сохраняется в щелочной среде при рН около 10—12. Однако в течение времени рН может понижаться под воздействием гидрохлорида, образующегося в результате отщепления хлора от полихлоропрена. Стабильность можно поддерживать, подщелачивая латекс, например раствором аммиака.

Хотя хлоропреновые латексы и не содержат органических растворителей, но они могут обладать некоторой токсичностью вследствие присутствия в них остатков мономера хлоропрена, что необходимо учитывать при использовании клея: необходимы хорошая вытяжка и во избежание раздражений кожи применение биологических перчаток.

Хлоропреновые латексы являются высококонцентрированными клеями, содержат 45—50 % сухого вещества и имеют весьма малую вязкость. При склеивании материалов невысокой плотности, например тканей, а иногда и кож хромового дубления, во избежание проваливания латексного клея при нанесении на склеиваемую поверхность его вязкость повышают введением так называемых загустителей, к которым относятся гидрофильные вещества — казеиновый, мездровый клей (5—10 %-й концентрации), карбоксиметилцеллюлоза (20 %-й концентрации), силикат натрия (силикатный клей). Они увеличивают структурную вязкость дисперсной системы вследствие взаимодействия с дисперсионной средой (молекулами воды) и с солевой оболочкой глобул, не нарушая ее. Введением в хлоропреновый латекс растворителей каучука (5—10 мас. ч. в расчете на каучук) можно повысить его липкость.

Технологические режимы склеивания хлоропреновым латексом отечественного производства ЛНТ-1 примерно те же, что и

для клеев-растворов на основе полихлоропренов. Однако при склеивании латексом резин сушку клеевой пленки следует проводить до полного удаления дисперсионной среды (при комнатной температуре, без принудительной циркуляции воздуха в течение 1,5—2 ч), поскольку резина негидрофильный материал и удаление воды из формирующейся клеевой пленки возможно лишь испарением, в то время как при склеивании латексом натуральной кожи вода из клеевой пленки может удалиться не только путем испарения, но и вследствие проникания через склеиваемый материал.

Полихлоропреновые латексы не слишком удобны для транспортировки: при пониженной температуре (ниже $+5^{\circ}\text{C}$), а также при интенсивном взбалтывании они могут терять агрегативную стабильность и становиться непригодными для применения.

1.10.3. ПОЛИУРЕТАНОВЫЕ КЛЕИ

Основа полиуретановых клеев — полиуретаны — представляют собой полимеры, содержащие в главной цепи уретановые

группы $\text{—HN—C}\begin{matrix} \text{O} \\ \parallel \\ \text{O—} \end{matrix}$, отличающиеся сильной полярностью

и реакционной способностью. Этим главным образом и обусловлена хорошая адгезия полиуретановых клеев ко многим материалам и также высокая когезионная прочность клеевых пленок. Полиуретановые клеи хорошо склеивают практически все те материалы, которые склеивают полихлоропреновые клеи (натуральные кожи, ткани, картоны, обувные резины), а также синтетические кожи и материалы на основе поливинилхлорида. К обувным резинам лишь некоторых видов (саженаполненным на основе неполярных каучуков) адгезия полиуретановых клеев ниже, чем полихлоропреновых.

Обычно полиуретаны получают при взаимодействии соединений, содержащих концевые гидроксильные группы (диолов различной молекулярной массы), олигоэфиров (простых и сложных) и изоцианатов (см. раздел 1.3). В зависимости от исходных продуктов, их соотношения и, следовательно, соотношения групп NCO и OH можно получить уретановые эластомеры с разными концевыми группами в макромолекулах — изоцианатными, гидроксильными или теми и другими, а также различной структуры — линейные, разветвленные, сшитые, кристаллизующиеся и некристаллизующиеся, различной молекулярной массы и с разнообразными механическими свойствами [11].

Для обувных клеев применяются уретановые эластомеры молекулярной массы $(1,5\text{—}2) \cdot 10^4$, которые по структуре явля-

ются блочными сополимерами (типа АБ), а по свойствам — термоэластопластиками. Их получают при большом избытке низкомолекулярных диолов, например 1,4-бутандиола, по отношению к гидроксилсодержащему олигомеру при общем соотношении изоцианатных и гидроксильных групп $\text{NCO}/\text{OH} \geq 1$. Таковыми являются уретановые эластомеры марки УК-1 (СССР), а также десмоколлы (ФРГ), эстаны (США) и др. Они содержат концевые гидроксильные группы, легко растворяются в метилэтилкетоне, ацетоне, толуоле в хлорированных углеводородах. В обувной промышленности СССР для получения полиуретановых клеев, в частности, широко применяется уретановый эластомер десмоколл-400, в виде раствора в смеси этилацетата и ацетона (4:1).

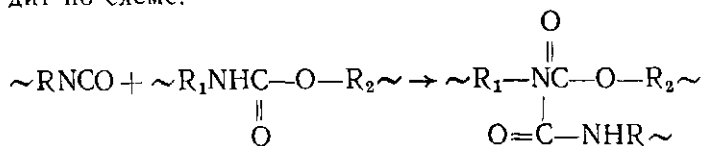
Полиуретаны для склеивания наиболее часто применяются в виде клеев-растворов. Перспективными представляются полиуретановые дисперсии, а также сухие пленочные клеи.

Кроме того, в некоторых областях техники полиуретановые клеи применяются по иной, чем общепринятые, схемы склеивания (см. табл. 1.3), т. е. образование полимера производится непосредственно на склеиваемой поверхности одновременно с образованием клеевого соединения. В таком случае на склеиваемую поверхность наносится смесь исходных компонентов [изоцианатов, гидроксилсодержащих веществ либо уретановых форполимеров (см. раздел 1.3)], из которых в результате реакции полимеризации получается полиуретан.

В обувной промышленности могут применяться одно- и двухкомпонентные полиуретановые клеи-растворы. Простейшим вариантом однокомпонентного клея является раствор уретанового эластомера (обычно 18—20 %-й концентрации).

В случае же двухкомпонентного клея первый состав представляет собой раствор уретанового эластомера (18—20 %-й концентрации), а второй состав — раствор изоцианата (обычно той же концентрации). Оба состава смешиваются непосредственно перед применением, так как жизнеспособность такого клея составляет не более 4—6 ч (в зависимости от вида изоцианата и его количества), а затем в результате структурирования вязкость клея повышается и он становится непригодным.

При использовании двухкомпонентного клея в период его активности интенсивное структурирование клеевой пленки обычно происходит уже после соединения склеиваемых поверхностей, а предшествующая этому термоактивация инициирует процесс. Образование трехмерной (сшитой) структуры проходит по схеме:



В обувной промышленности обычно применяются трифенилметантриизоцианат (десмодур R, лейконат) либо полиизоцианат Б, который менее токсичен (см. табл. 1.2).

В результате реакции структурирования при использовании двухкомпонентных полиуретановых клеев повышается теплоустойчивость клеевых соединений. Изоцианаты, вступая в химическое взаимодействие на границе фаз со склеиваемым материалом и одновременно структурируя клеевую пленку, могут повысить стойкость клеевых соединений к воздействию низкомолекулярных пластификаторов, жиров. Эти вещества при склеивании, например, искусственных кож либо сильно жированных натуральных кож могут мигрировать из субстрата в клеевой слой и понижать как его когезию, оказывая пластифицирующий эффект, так и адгезию, разрушая главным образом те связи адгезионного взаимодействия, которые имеют нехимическую природу.

Таким образом, однокомпонентные полиуретановые клеи могут применяться в тех случаях, когда повышенная теплоустойчивость и стойкость к действию пластификаторов и жиров не является обязательным требованием к клеевым соединениям. При температуре от отрицательной до 30—40 °С прочность клеевых соединений, полученных с применением одно- и двухкомпонентных клеев, практически одинакова, но при температуре выше 30—40 °С для однокомпонентных клеев она начинает стремительно падать.

В полиуретановые клеи помимо основного пленкообразователя — уретанового эластомера — можно вводить различные добавки, улучшающие его адгезионные и технологические свойства. Так, для повышения адгезии к обувным резинам в полиуретановый клей добавляется хлорированный полихлоропрен (хлорнаирит, аллопрен Р-40) в виде раствора, например в ацетоне из расчета до 50 мас. ч. на 100 мас. ч. полиуретана. При этом также сокращается время сушки клеевой пленки после нанесения клея.

Введение наполнителя диоксида кремния (например, аэросил-175) может несколько повысить начальную прочность склеивания, а для однокомпонентного клея и теплоустойчивость. Известны полиуретановые клеи, содержащие в качестве наполнителей оксиды магния и цинка [12, 13]. Введение в клей небольших количеств перхлорвиниловой смолы повышает его начальную липкость.

В качестве модификатора для повышения адгезионной способности в полиуретановый клей можно вводить дихлорамин (2,5—5 мас. ч. на 100 мас. ч. полиуретана). Это эффективно для клеевого крепления подошв из дивинилстирольных термоэластопластов (ТЭП). При этом происходит модифицирование поверхности ТЭП, без чего адгезия как полиуретановых, так и полихлоропреновых клеев к этим материалам недостаточна.

Дихлорамин в этом случае играет роль модификатора ТЭП благодаря отщеплению и присоединению атомарного хлора.

Возможно использование структурирующего агента — изоцианата в микрокапсулированном виде (с диаметром капсул порядка 10^{-6} м). В таком виде изоцианаты в клей могут вводиться заранее, причем жизнеспособность клея не снижается. Микрокапсулы раздавливаются при прессовании в процессе склеивания. Однако процесс следует еще совершенствовать, чтобы обеспечивалось равномерное распределение изоцианата в массе адгезива. Для повышения начальной прочности клеевых соединений путем ускорения процесса кристаллизации уретанового эластомера при формировании клеевой пленки в клей можно вводить искусственные структурообразователи, например индиго или ализарин в количестве 0,01 мас. ч. на 100 мас. ч. эластомера [13].

Обувная промышленность получает уретановые эластомеры в гранулированном виде (гранулы янтарного цвета). Приготовление полиуретанового клея — процесс несложный и заключается в растворении эластомера в обычной клеешалке. В клеешалку загружается эластомер и примерно $\frac{1}{3}$ растворителя от общего количества, а после образования вязкой однородной консистенции добавляется остальная часть растворителя. Время растворения — 7—8 ч при комнатной температуре (для некоторых видов полиуретанов оно может быть 10—12 ч).

Если подогревать клеешалку водой до температуры 35—45 °С, время растворения можно сократить. После завершения растворения получается однокомпонентный полиуретановый клей, готовый к применению. Если технологией предусмотрено применение двухкомпонентного клея, в полученный клей-раствор перед применением добавляют изоцианаты, которые обычно поступают от изготовителя в виде 20 %-го раствора в ацетоне либо в других, совмещающихся с полиуретаном растворителях.

Технологические режимы склеивания полиуретановыми клеями-растворами примерно те же, что и для полихлоропреновых клеев [10].

Применяется одно- и двукратное нанесение клея. Последнее обычно в тех случаях, когда склеиваемые поверхности отличаются невысокой плотностью и поэтому возможно глубокое проникновение клея. Это детали из натуральной кожи, текстильных материалов, пористого полиуретана. Первое нанесение клея (уменьшенной концентрации, до 10 %) обеспечивает в таких случаях хорошее его проникновение в неровности и поры поверхностного слоя склеиваемого материала, а второе нанесение обеспечивает получение на склеиваемом материале клеевой пленки необходимой толщины.

Режимы сушки клеевых пленок обычные: 15—30 мин после первого нанесения клея и 1—1,5 ч — после второго. При повы-

шенной (30—40 °С) температуре и принудительной циркуляции воздуха время может сокращаться. Выдержка деталей после нанесения однокомпонентных клеев в течение 3 сут и более. Для двухкомпонентных клеев, содержащих активные структурирующие агенты, длительная выдержка после нанесения клея не рекомендуется, так как в клеевой пленке могут произойти процессы структурирования, в результате чего она может потерять липкость и аутогезионную способность. Поэтому, если при склеивании двухкомпонентными клеями выдержка длилась около суток, активацию клеевых пленок следует производить малоконцентрированным (5 %-м) раствором того же клея. В других случаях можно применять термоактивацию при обычном режиме (температура 80—90 °С; время 1—2 мин) либо в режиме теплового удара (температура 200—250 °С, время 2—3 с). На нижние пределы температуры и времени при том и другом методе следует ориентироваться, если склеиваются материалы, склонные к изменениям свойств под воздействием тепла.

Режимы прессования: время 40—60 с, удельное давление 0,25—0,45 МПа. На нижний предел давления следует ориентироваться при склеивании мягких материалов (например, при приклеивании пористых полиуретановых подошв).

Некоторые обувные материалы можно склеивать полиуретановыми клеями без взъерошивания. К таким материалам относятся синтетические кожи на основе полиуретанов и полиэфиров, полиуретановые подошвы (если они не покрыты слоем краски), материалы на основе поливинилхлорида. Склеиваемая поверхность перед нанесением клея промывается органическими растворителями. Адгезия полиуретановых клеев к лицевому слою или покрытиям натуральной кожи высокая и необходимость взъерошивания перед нанесением клея объясняется лишь тем, что связь лицевого слоя с остальной частью дермы недостаточна.

1.10.4. КЛЕИ-РАСПЛАВЫ

Клеи-расплавы для обувной промышленности изготавливаются на основе термопластичных полимеров с добавками, регулирующими их свойства (см. табл. 1.1). Эти клеи поступают в готовом к применению виде, и их состав, как правило, на обувных предприятиях не корректируется. Клеи-расплавы изготавливают в виде гранул, крошки, блоков, жгутов в зависимости от их назначения и применяемого оборудования. Клеи, склонные к хладотекучести, во избежание слипания целесообразно выпускать в виде блоков.

Клеи-расплавы на основе полиамидов. Полиамиды — сильно полярные полимеры. Они обладают хорошей адгезией к коже и к другим полярным материалам благодаря наличию в моле-

куле амидных групп — CONH —. Для обувных клеев-расплавов находят применение полиамиды олигомерного типа (молекулярная масса 2000—6000), получаемые в результате реакции поликонденсации димеризованных кислот растительных масел с диаминами*.

Температура плавления полиамидных клеев-расплавов в основном зависит от исходных компонентов, участвующих в реакции получения полиамида. При использовании алифатических диаминов (например, этилендиамина) получают клеи-расплавы с температурой плавления 100—120 °С. Их применяют для загибки краев деталей верха и также для затяжки геленочной части обуви, для окантовки стелек, для изготовления подносков (нанесением клея на ткань либо непосредственно на бахтармянную сторону носочной части заготовки), для изготовления подкладочных тканей с термопластичным клеевым слоем (для дублирования с наружными деталями). Известны полиамидные клеи-расплавы с более высокой (150—160 °С) температурой плавления, которые можно использовать для клеевой затяжки носочно-пучковой части обуви.

Положительными качествами полиамидных клеев-расплавов для обуви являются сравнительно эластичная клеевая пленка и невысокая вязкость в расплавленном состоянии, а в ряде случаев, за исключением клеев для затяжки носочно-пучковой части заготовок, и невысокая температура плавления.

Клеи-расплавы на основе полиэфиров. Для производства этих клеев-расплавов используют сложные полиэфиры. Их получают поликонденсацией с участием дикарбоновых кислот и многоатомных спиртов. Применяют тере-, орто-, изофталевые, адипиновую, себациновую и другие дикарбоновые кислоты и их смеси в различных соотношениях, а также этиленгликоль, 1,4-бутандиол и другие гликоли. Молекулярная масса полиэфиров, применяемых для получения клеев, может быть 15—20 тыс. (и даже несколько десятков тысяч), температура плавления 190—200 °С (соответственно рабочая температура 220—240 °С) и выше.

Полиэфирные клеи-расплавы в основном применяются для клеевой затяжки обуви. По сравнению с полиамидными полиэфирные клеи-расплавы дают несколько более жесткую клеевую пленку, имеют более высокую температуру плавления и вязкость, однако образуют достаточно прочные и стойкие к ползучести клеевые соединения. Это важно для соединений клеевой затяжки, которые при влажно-тепловой фиксации формы обуви в напряженном состоянии претерпевают воздействие влаги и высокой температуры.

* Известны названия таких полиамидных клеев-расплавов: версамиды, версалопы.

Клеи-расплавы на основе сополимеров этилена и винилацетата*. Сополимеры этилена и винилацетата получают их совместной полимеризацией по свободнорадикальному механизму. Сополимеры могут быть получены практически при любом соотношении исходных мономеров. При наличии в сополимере 25—30 % винилацетата получают эластичные термопласты с хорошей адгезионной способностью к полярным материалам, которая обеспечивается за счет винилацетатной части макромолекул (связь С—О—С винилового эфира уксусной кислоты). С увеличением содержания винилацетата, однако, уменьшается когезионная прочность клеевых пленок.

Винилацетатные клеи-расплавы могут иметь значительное количество (до 50 %) различных добавок, которые вводятся для модифицирования адгезионных и механических свойств клеевых пленок, вязкости клеев. Это терпеновые, инден-кумароновые, полиэфирные смолы, а также эфиры канифоли, парафин, воск, различные порошкообразные наполнители. Благодаря таким широким возможностям модифицирования этилен-винилацетатные клеи-расплавы могут иметь температуру плавления от 50 °С до значительно превышающей 100 °С и сохранять эластичность при температуре до минус 40—50 °С. Удлинения клеевых пленок могут достигать сотен процентов.

Технологические и конструкционные свойства этих клеев можно варьировать в широком диапазоне, поэтому они применимы для различных технологических операций: загибки краев деталей верха, клеевой затяжки, приклеивания подошв и установки каблучков (с последующим закреплением винтом). Особенно перспективны эти клеи для получения различных обувных материалов с предварительно нанесенным клеевым слоем (в виде точек, полос, сетки).

Особенности клеев-расплавов. Ассортимент клеев-расплавов и соответственно диапазон их свойств широк. Важнейшими характеристиками, имеющими значение при выборе клея-расплава и разработке технологических режимов склеивания, являются следующие**: температура плавления клея и интервал между его температурой плавления и температурой размягчения; термостабильность клея; текучесть расплава (индекс расплава); прочность клеевых соединений; скорость схватывания; хрупкость пленок.

Эти характеристики (см. табл. 1.4) зависят прежде всего от природы и физических свойств (структуры, молекулярной массы) основного пленкообразователя. В процессе изготовления клеи-расплавы можно модифицировать соответствующим

* В зарубежной литературе можно встретить такие названия этих клеев, как эльвакс, EVA.

** Подробнее об основных характеристиках клеев-расплавов и методах их определения см. в Практикуме по технологии изделий из кожи [9].

подбором и дозированием других компонентов — дополнительного пленкообразователя, пластификаторов, наполнителей, стабилизаторов.

Технолог должен правильно определить требования к клею-расплаву в зависимости от его назначения.

В литературе по обувным клеям [12, 13 и др.] для характеристики начала процесса плавления клея вместо термина «температура плавления» встречается термин «температура размягчения», что неверно. Следует различать температуру размягчения T_m — как некоторую технологическую характеристику перехода клея-расплава в размягченное состояние и температуру плавления $T_{пл}$ — как некоторую технологическую характеристику перехода в вязкотекучее состояние. Таким образом, эти характеристики не являются термодинамическими характеристиками данного материала, но близки к таковым по своему цифровому значению: температура размягчения — к температуре стеклования и температура плавления — к температуре текучести.

Значение разницы температур $\Delta T_1 = T_{пл} - T_m$ для технологии применения клеев-расплавов объясняется тем, что в интервале температур ΔT_1 несущая способность клеевых соединений невелика вследствие малого сопротивления ползучести клеевого слоя (как известно, модуль упругости полимеров ниже и выше температуры стеклования отличается на 1—2 десятичных порядка). Таким образом, с точки зрения конструкционных свойств клеев-расплавов интервал ΔT_1 не должен быть широким. В то же время узкий интервал ΔT_1 , характерен для высококристаллических, а также обладающих небольшой молекулярной массой аморфных полимеров. Таким образом малые значения этого интервала могут быть связаны с большой твердостью, хрупкостью и соответственно малой эластичностью пленок клея-расплава, что также нежелательно.

Следовательно, существуют оптимальные значения интервала ΔT_1 , приемлемые с точки зрения как технологии изготовления изделий, так и эксплуатационных свойств клеевых соединений.

Температура плавления, с одной стороны, и термостабильность, выраженная критической температурой начала термодеструкции $T_{стб}$, с другой стороны, определяют интервал, внутри которого могут устанавливаться рабочие температуры $T_{раб}$ клеев-расплавов: $T_{раб} \in [T_{пл}, T_{стб}]$.

Обычно, если $[T_{стб}, T_{пл}] \geq 50-60^\circ\text{C}$, то $T_{раб} \approx T_{пл} + (20-30)^\circ\text{C}$.

Улучшить текучесть клея-расплава (понижая вязкость) и таким образом облегчить его течение и подачу на склеиваемую поверхность можно, повышая его рабочую температуру, однако такие возможности также ограничены, во-первых, термостойкостью склеиваемых материалов, а во-вторых, рассмотре-

ниями удобства работы (чрезмерный нагрев рабочих органов оборудования затрудняет работу). Кроме того, с повышением рабочей температуры клея-расплава снижается скорость схватывания (увеличивается время) и увеличивается время открытой выдержки, оптимальное значение которого для клеев-расплавов на операциях клеевой затяжки 3—5 с, на загибке краев — около 2 с.

Температурный предел термостабильности можно повысить, сокращая время разогрева клея в нагревательном резервуаре соответствующего оборудования, что можно осуществить, уменьшая объем нагревательного резервуара, однако это связано с конструкционными особенностями применяемого оборудования. Определенные возможности повышения $T_{\text{стб}}$ кроются в эффективном выборе стабилизаторов для клея-расплава при его создании.

Важное значение для изделий из мягкой кожи, в частности обуви, имеет эластичность клеевых пленок и соответственно соединений на их основе. Тем не менее больше принято говорить о хрупкости пленок и оценивать их твердость. Это в известной мере оправдано, так как твердость коррелирует с хрупкостью и эластичностью.

Эластичность клеевых пленок клеев-расплавов или полимеров-пленкообразователей можно увеличить, повышая молекулярную массу полимера. При этом, как правило, должны улучшаться прочностные свойства клеевых пленок и повышаться температура плавления; интервал ΔT_1 и вязкость расплава могут при этом также увеличиваться. Таким образом возникают противоположные тенденции: положительная — увеличение эластичности и отрицательная — чрезмерное повышение температуры плавления и вязкости клея-расплава. Поэтому иногда при изготовлении клеев-расплавов температуру плавления понижают введением в композицию пластификаторов. При этом, однако, может понижаться прочность клеевых пленок и сопротивление их ползучести.

Таким образом, разработка оптимальных с точки зрения технологии изделий из кожи клеев-расплавов является многофакторной задачей.

1.11. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС СКЛЕИВАНИЯ

1.11.1. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ ПРОЦЕССА

С разработкой технологического процесса, или просто технологии склеивания, сталкиваемся при проектировании изделий новых конструкций, в которых предусмотрены клеевые соединения, при разработке новых технологий изготовления изделий, при внедрении в производство новых материалов, клеев, а иногда и нового оборудования.

Технология склеивания строится в соответствии с общей схемой процесса (см. раздел 1.6), включает определение последовательности операций, разработку способов и режимов их выполнения и представляет собой итерационный процесс, что отражено в блок-схеме (см. схему 1.3). Исходная информация представляется в техническом задании и включает сведения об объектах и условиях склеивания, о требованиях к клеевым соединениям и к технологическому процессу склеивания, об имеющемся ассортименте клеев, их свойствах и возможностях применения (в техническом, эргономическом, экономическом аспектах).

На основе имеющейся априорной информации выбирается клей и составляется предварительный вариант технологии склеивания, в котором указывается последовательность операций, способы и средства их исполнения, также их технологические параметры. Приводится предварительный (разведывательный) эксперимент, выявляющий принципиальные возможности склеивания данным клеем данного материала, достижения прочности склеивания или получения каких-либо специфических свойств клеевого соединения в соответствии с требованиями. При положительном результате проводится основной эксперимент, как правило, по плану, составленному с применением математических методов в условиях, соответствующих реальному производственному. На его основе определяются оптимальные технологические параметры склеивания. Пример решения такой задачи приведен в Практикуме по технологии изделий из кожи [9, с. 255].

Ассортимент клеев, которые можно применить в технологии изделий из кожи, в настоящее время достаточно широк. Однако постоянно появляются новые материалы для изделий из кожи, которые при многих положительных качествах иногда все же плохо склеиваются (например, термоэластопласты). Практика применения клеев в различных областях техники и других сферах человеческой деятельности убеждает в том, что материалов, которых вообще нельзя склеить, не существует. Поэтому всегда нужно помнить, что при отсутствии нужного клея в существующем ассортименте, предназначенном для данного типа материалов, его нужно искать в других областях или же, если необходимо, разрабатывать, синтезируя новые адгезионно-активные полимеры, модифицируя имеющиеся.

Технология склеивания наиболее сложна для ответственных клеевых соединений, и прежде всего для крепления подошв в обуви клеевого метода крепления низа, где она зачастую включает все операции процесса, характерные для применяемого клея.

В то же время для менее ответственных и тем более для вспомогательных клеевых соединений технология склеивания несложна. Главным является правильный выбор клея,

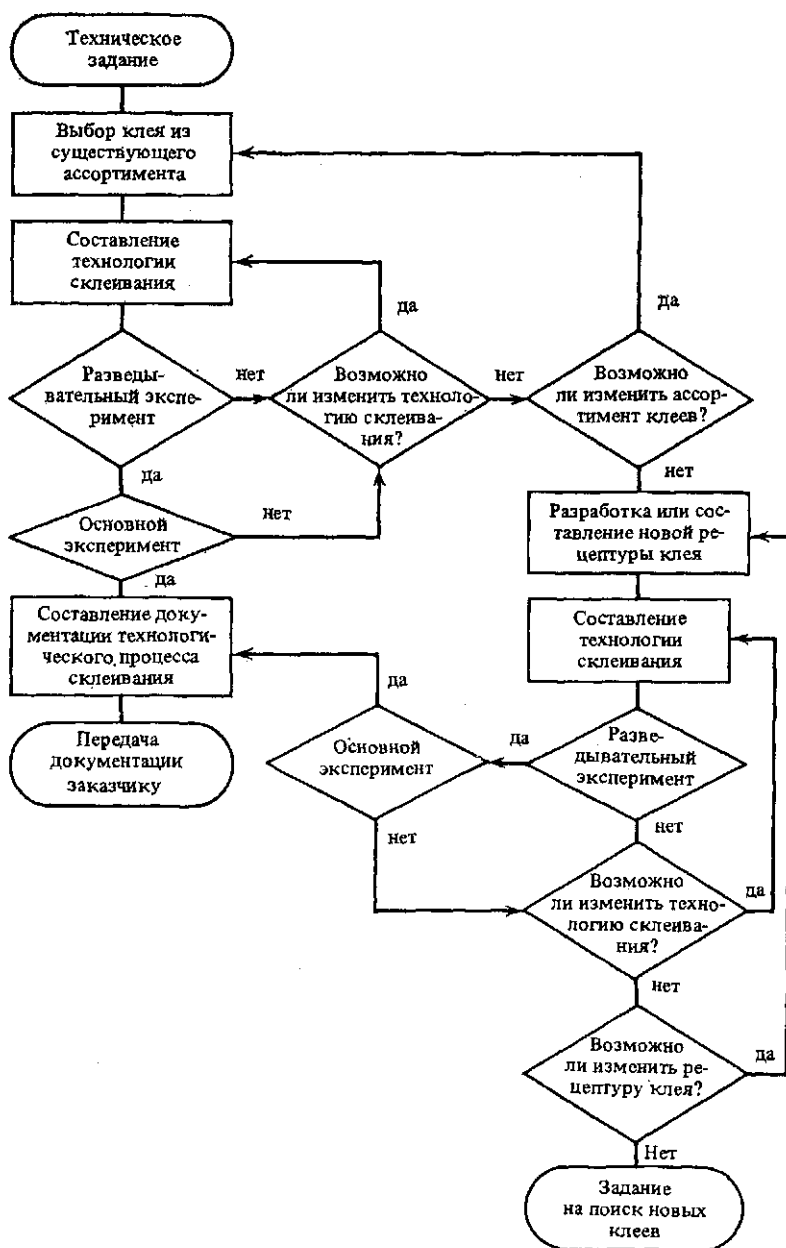


Схема 1.3. Блок-схема построения технологического процесса склеивания

а режимы операций склеивания обычно не являются строго регламентированными.

Рассмотрим теперь операции процесса склеивания и возможные способы их исполнения.

1.11.2. ПОДГОТОВКА СКЛЕИВАЕМЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Формование следа обуви. Эта операция проводится для обеспечения возможно большего контакта между следом обуви (затяжной кромкой) и подошвой при ее клеевом креплении. Она не является необходимой, если соединяемые детали верха и низа обуви выравнены по толщине, т. е. если одноименные детали в паре и в партии обуви имеют одинаковую толщину (колебания в пределах $\pm 0,1$ мм), а формование верха производится методом клеевой затяжки так, что горячие формующие пластины затяжной машины формируют затяжную кромку ровной по всему следу, без складок и бугров. Задача, очевидно, облегчается, если материал верха не слишком толстый (обычно менее 1,2 мм), достаточно мягкий и пластичный. Значение также имеют колебания в размерах колодок (не более $\pm 0,2$ мм по ширине и $\pm 0,3$ мм по длине) и правильное построение конструкции верха. Например, излишне большая затяжная кромка влечет за собой складкообразование и, следовательно, необходимость формования следа.

Формование следа может производиться подпрессовкой в обычном прессе для клеевого крепления низа обуви со специальной обогреваемой пресс-секцией. Рабочая поверхность пресс-секции по форме должна соответствовать следу затянутой обуви либо быть в виде гибкой металлической мембраны. Формование следа может осуществляться также движущимся инструментом по принципу околачивания (на машине типа «Анклепф») либо вращающимся обогреваемым валиком.

Взъерошивание. Эта операция применяется главным образом при приклеивании подошв. Обрабатываться может затяжная кромка и подошва в месте их соединения через клеевую прослойку или какая-либо из этих поверхностей в зависимости от того, какие материалы верха и низа склеиваются.

При взъерошивании поверхностный слой материала снимается режущим инструментом (рис. 1.11). Чаще всего применяется инструмент в виде вращающегося диска, в котором металлические проволоки, зажатые между шайбами меньшего, чем диск, диаметра, образуют своего рода проволочную щетку (рис. 1.11, а).

Рационально иметь комплект щеток различной жесткости с различной проволокой. Например, хорошее качество обработки тяжелых материалов может быть получено применением щеток с проволокой витой конструкции наподобие кабеля (3×7) из элементов диаметром 0,3 мм, а более легких материа-

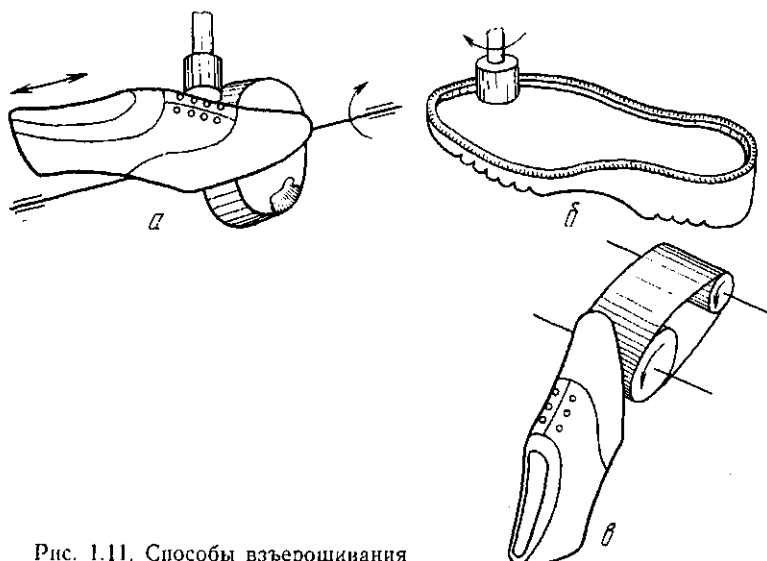


Рис. 1.11. Способы взерошивания

лов — щетками с проволокой диаметром 0,22—0,25 мм. Могут применяться щетки из одинарной проволоки, в особенности для натуральных кож с мягким лицевым слоем.

Проволочные щетки следует периодически затачивать. Для этого в простейшем случае применяется их наждачная обработка при обратном направлении вращения.

Возможно также применение обрезиненных проволочных щеток. Известны инструменты в виде шарошек, состоящие из набора дисков из твердосплавной стали, с пилообразной насечкой, вращающихся вокруг горизонтальной оси. Диски могут быть толщиной 2 мм, диаметром 30 мм, с высотой зуба 2 мм и шагом 1 мм [13].

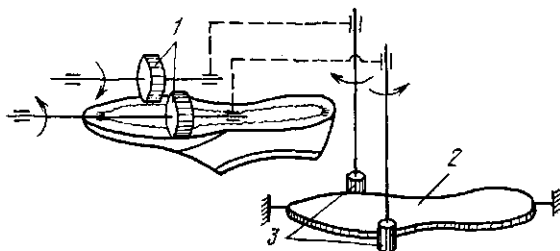
Для взерошивания склеиваемой поверхности подошв, в особенности формованных с профилированной внутренней поверхностью, применяют шарошки, вращающиеся вокруг вертикальной оси (рис. 1.11, б). Они представляют собой пучок проволоки, зажатый у основания кольцом, или головку из абразивного камня, содержащую корундовые, а лучше алмазные зерна. Применяются шарошки такого типа и из твердосплавной стали.

Возможно применение для взерошивания абразивного полотна, например в виде бесконечной ленты (рис. 1.11, в), однако оно быстро забивается измельченным при резании материалом; в этом главный недостаток такого способа.

Современная технология производства предусматривает применение полуавтоматического или автоматического оборудования, которое выпускается многими фирмами и предприя-

Рис. 1.12. Схема работы полуавтомата для взъерошивания:

1 — вращающиеся проволочные щетки; 2 — шаблон; 3 — следящие ролики



тиями. Полуавтоматы для взъерошивания затяжной кромки (например, итальянской фирмы «Cegim» марки К-70 или английской фирмы BUSMC марки BUAR-3) имеют две вращающиеся проволочные щетки, которые одновременно обрабатывают обе стороны следа полупары обуви. Траектория движения проволочных щеток определяется с помощью шаблона, представляющего собой металлическую копию следа затянутой обуви (имеется набор шаблонов, соответствующих серии размеров обрабатываемой обуви), и следящих роликов, кинематически соединенных с вращающимися щетками (рис. 1.12) и скользящих по контуру шаблона. Таким образом щетки повторяют траекторию движения роликов. Давление прижатия регулируется пневмосистемой. Смена шаблонов и закрепление обуви в суппорте для обработки — весьма простые. Один шаблон используется для обеих полупар: при смене полупары обуви он автоматически поворачивается на 180°. Производительность таких полуавтоматов достигает 1000—1500 пар за 8 ч. Существенные преимущества полуавтоматического способа взъерошивания заключаются в высокой производительности, в возможности рационального выбора обрабатывающего инструмента (имеется их комплект) и установке оптимальной глубины резания, что обеспечивает высокое качество обработки. При этом обслуживание полуавтомата не требует от рабочего большого опыта и навыков.

В автомате для взъерошивания затяжной кромки верха RA-2 (рис. 1.13, а) фирмы «Fortuna Werke» (Австрия) предусмотрено микропроцессорное управление выполнением операции. Интересным является совмещение в автомате операции формирования следа и взъерошивания.

Рабочий инструмент (рис. 1.13, б) представляет собой чашеобразную щетку, по контуру которой имеется кольцо с запрессованными шариками из твердосплавного металла для околачивания затяжной кромки и выравнивания таким образом складок и неровностей. Движение рабочего инструмента осуществляется вращением вокруг вертикальной оси и перемещением от наружной стороны следа обуви к внутренней по заданной программе. Автомат может иметь 12 программ соответственно для 12 фасонов колодок. При замене фасона

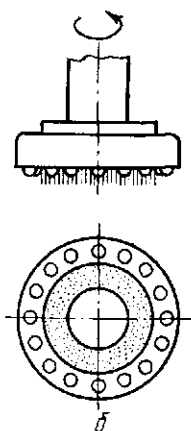
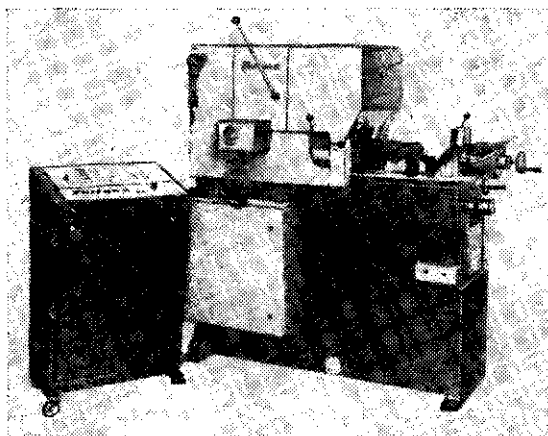


Рис. 1.13. Автомат для взъерошивания верха обуви:
а — общий вид; б — рабочий инструмент

колотки происходит запоминание предыдущей программы, что дает возможность при необходимости снова ею воспользоваться. При замене размера колодки требуется произвести только его установку, а программа обработки корректируется автоматически.

Имеется набор рабочих инструментов соответственно обрабатываемому материалу верха. Рабочие скорости и усилие прижатия можно изменять в зависимости от обрабатываемого материала.

Предусмотрено, как обычно в полуавтоматах и автоматах для взъерошивания, удаление пыли с обработанной затяжной кромки, а также заточка рабочего инструмента, которая производится во время холостого хода при смене полупары обуви.

В процессе взъерошивания независимо от способа его выполнения должен быть снят поверхностный слой материала и образована новая поверхность, существенно большая по истинной площади благодаря более развитому рельефу, чем площадь поверхности материала до обработки. Но после взъерошивания поверхность не должна быть разрыхленной. На это обстоятельство следует обращать особое внимание при обработке волокнистых материалов: на их поверхности не должны оставаться слабо связанные волокна или их агрегаты, ворс должен быть низким и ровным. Это достигается оптимальным подбором режущего инструмента и параметров обработки — степени прижатия, скорости резания. Кроме того, очень важно с обработанной поверхности удалить пыль и мелкие частицы материала, отделяющиеся в процессе обработки.

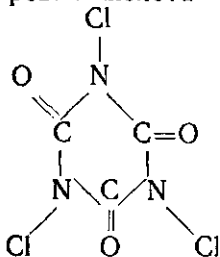
Оптимальная высота неровностей поверхности подошвенных

резин 60—70 мкм, а кожаных деталей 80—100 мкм. Методика оценки неровностей поверхности описана в Практикуме [9, с. 43].

Химическое модифицирование склеиваемых поверхностей. Этой обработке подвергают в основном подошвы из термоэластопластов, а иногда и из резин, если адгезия обувных клеев к ним недостаточна.

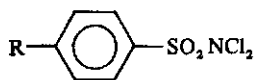
Для химического модифицирования поверхностей при клеевом соединении трудносклеиваемых материалов применяются различные реакционноспособные вещества. При этом на производстве проводятся специальные мероприятия по охране окружающей среды (нейтрализация агрессивных агентов, выделяющихся в атмосферу, сливаемых отработанных жидкостей, содержащих химически агрессивные вещества и др.). В проектах обувных фабрик, как правило, такие сооружения не предусмотрены. Поэтому в обувной промышленности могут применяться лишь такого рода модифицирующие агенты, которые не загрязняют среду (выше допустимых норм).

Эффективным модификатором является трихлоризоциануровая кислота



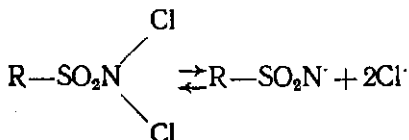
которая применяется в виде 0,5—5 %-го раствора в органических растворителях, например ацетоне, этилацетате. Торговое название этой кислоты фанаклор (ФРГ).

В отечественной обувной промышленности широкое применение в качестве модификатора получили N-галогенсульфамиды (дихлорамины) [15] общей формулы

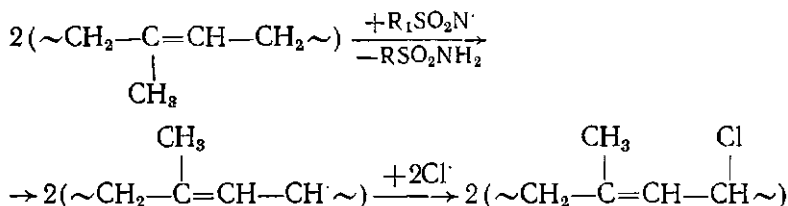


где R означает H (дихлорамин Б) или CH₃ (дихлорамин Т). Этот модификатор применяется в виде 2—3 %-го раствора в ацетоне.

Дихлорамины при их нанесении на поверхность резин или термоэластопластов расщепляются по схеме



Образующиеся радикалы реагируют с молекулами каучука или термоэластопласта. Например, для полиизопрена реакция может проходить так



На поверхности резины образуются хлорированные продукты каучука. Таким образом полярность поверхностного слоя материала, а следовательно, и адгезионная способность увеличиваются. Для дивинилстирольных термоэластопластов присоединение хлора происходит по двойным связям бутадиеновых звеньев.

Возможно также модифицирование поверхности термоэластопластов и резин с помощью 7—10 %-го раствора в ацетоне бромсукцинимиды [16].

Технологическая операция модифицирования выполняется несложным способом. Перед нанесением клея на склеиваемую поверхность наносится модификатор требуемой концентрации. Это делается вручную (кистью или тампоном), а также с помощью специального оборудования. Затем следует подсушка при комнатной температуре в течение 20—40 мин и нанесение клея. Как правило, химическое модифицирование поверхностей подошв позволяет приклеивать их без взъерошивания.

1.11.3. НАНЕСЕНИЕ КЛЕЯ

Клей может быть нанесен на одну или на обе склеиваемые поверхности. При одностороннем способе обычно расходуется несколько больше клея, чтобы частично компенсировать его отсутствие на второй из склеиваемых поверхностей.

Способы нанесения клея, применяемые в обувной и кожгалантерейной промышленности, приведены в табл. 1.6 и на рис. 1.14—1.18.

Способ нанесения клея не накладывает ограничений на возможность механизации и автоматизации процесса: любые из них можно механизировать и автоматизировать.

При проектировании технологического процесса склеивания способ нанесения клея следует выбирать в зависимости от типа применяемого клея и требований к клеевому соединению. Значение также имеют технические и организационные возможности производства (возможности применения того или иного оборудования, ограничения продолжительности производственного цикла).

Т а б л и ц а 1.6. Способы нанесения клея

Способ нанесения	Рабочий инструмент	Тип клея, для которого способ нанесения эффективен
Механическое втирание	Кисть, щетка	Раствор, дисперсия
С помощью вращающегося валика	Валик или система валиков Валик (колесико) с нагревом	» » Расплав в виде прутка или шнура; сухой
Инжекционный	Аппликатор или система аппликаторов Шприц-пистолет	Расплав в виде блоков или в сыпучем виде Расплав в сыпучем виде
Печатающим	Пуансон или система пуансонов (подпружиненные клавишные пуансоны, погружаемые в клей) Нагреваемый пуансон	Раствор Сухой, нанесенный на бумагу (фольгу) Расплав, дисперсия
Пульверизацией Наложением	Пульверизатор Вручную, с помощью механического приспособления для ориентирования по контуру	Сухой в виде пленки, липкой ленты или порошка

Для клеев-растворов применимо большинство способов нанесения, но эффект их, однако, может быть различным. Так, механическим втиранием с помощью кисти можно достичь лучшего заполнения клеем микрорельефа склеиваемой поверхности, но производительность при этом ниже, чем при других способах.

При нанесении клея с помощью вращающегося валика производительность может быть высокой, но вероятность образования достаточно полного контакта между адгезивом и поверхностью детали несколько меньше, чем при механическом втирании, особенно для высококонцентрированных клеев-растворов, которые, как правило, обладают повышенной вязкостью. Метод удобен, когда необходимо покрывать клеем всю поверхность детали, например при дублировании наружных деталей верха с межподкладкой или подкладкой.

Применение рифленых и профилированных валиков дает возможность наносить клей не сплошным слоем, а прерывисто (полосами, точечно), и кроме того, на детали переменной толщины.

Нанесение клея-раствора методом печатания с помощью клавишных пуансонов может обеспечить высокую производительность, но вероятность образования достаточно полного контакта примерно та же, что и при нанесении клея валиком.

Особенности нанесения дисперсных клеев главным образом связаны с предупреждением их коагуляции в каналах и испол-

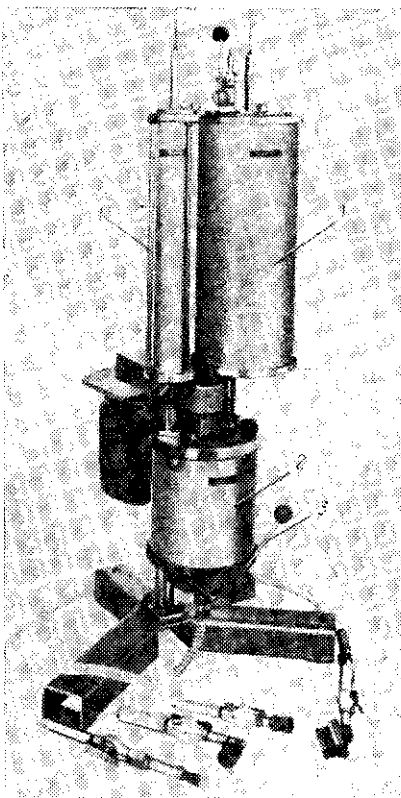


Рис. 1.14. Машина для нанесения клея кистью («механическая кисть») с набором кистей:

1 — резервуары для частей клея (при применении двухкомпонентного клея); 2 — смешивательный резервуар; 3 — рычаг для дозирования клея

нительных инструментах клее-намазочных машин (на волосяной части кисти, на валике, в форсунке пульверизатора). Для этой цели предусматривается подача клея без принудительного давления, самотеком или же, наоборот, распылением под большим давлением, когда струя воздуха принудительно уносит с собой дисперсную систему к форсунке распылителя и проталкивает через нее с большой скоростью.

Специфика нанесения клеев-расплавов заключается прежде всего в том, что перед нанесением их нужно перевести в вязкотекучее состояние. Для этого их нагревают до температуры, превышающей на 20—30 °С температуру их плавления, и наносят в таком нагретом виде. Однако длительный нагрев даже при указанной температуре, незначительно превышающей температуру плавления, может привести к нежелательным явлениям — к термоокислительным процессам (результат — дымление) и к термодеструкции другого вида. Следовательно, нагревать клеи-расплавы лучше всего в небольших количествах. Это решается конструктивно несложно, если клей-расплав применяется в виде жгута или прутка: он нагревается непосредственно у аппликатора, например обогреваемым валиком (колесом).

Для разогрева клеев-расплавов в виде порошка или блоков применяются обогреваемые резервуары, а иногда система из двух резервуаров. Тогда в первом, большем из них, производится предварительный подогрев до температуры ниже рабочей (но до расплавления), а во втором — разогрев до рабочей температуры.

Из резервуара разогретый клей по каналам подается к аппликатору в виде сопла, а через него — на склеиваемую по-

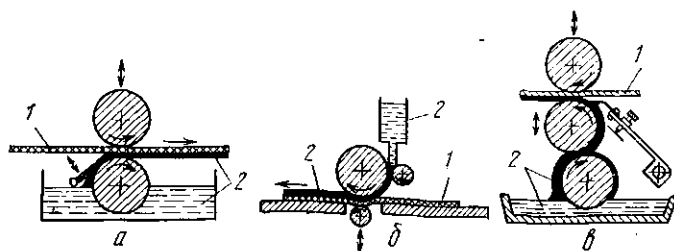


Рис. 1.15. Схемы нанесения клея с помощью нижнего (а), верхнего (б) валиков и системы трех валиков (в):

1 — субстрат; 2 — адгезив

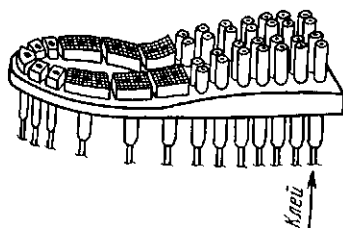


Рис. 1.16. Схема аппликаторов для нанесения клея при клеевой затяжке носочно-пучковой и геленочной частей

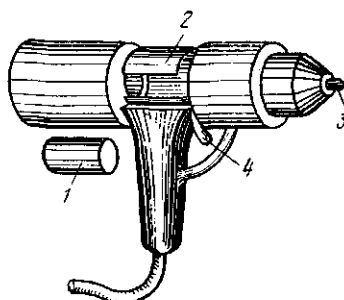
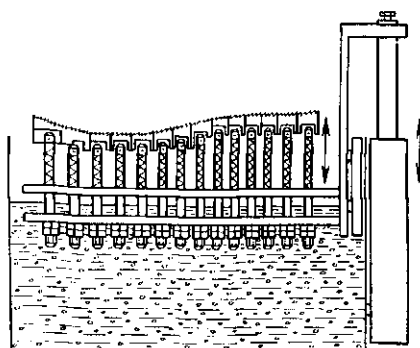


Рис. 1.17. Шприц-пистолет для нанесения клея-расплава:

1 — клей; 2 — крышка приемника; 3 — сопло; 4 — рычаг для дозирования подачи клея

Рис. 1.18. Система пуансонов для нанесения клея методом печатания



верхность. В современных машинах для клеевой затяжки передней части обуви с помощью механизма клещей и пластин обычно имеется система аппликаторов (см. рис. 1.16), расположенных по контуру образуемого клеевого соединения, а также предусмотрено автоматическое дозирование клея-расплава.

В процессе сушки из нанесенного на субстрат клея улетучивается растворитель (или дисперсионная среда) и формируется клеевая пленка.

Сушку можно проводить в естественных условиях и интенсифицированно. Для интенсификации сушки применяются конвекция воздуха, чаще всего подогретого, нагревание инфракрасными (ИК) лучами, вакуумирование, а также комбинирование этих воздействий. Возможно применение высокочастотного нагрева.

Улетучивание растворителя в процессе сушки условно можно разделить на три стадии. В начальной стадии происходит быстрое его испарение с поверхностных слоев формирующейся клеевой пленки. В результате этого повышается концентрация, а следовательно, и вязкость адгезива и на поверхности образуется более плотный его слой (как бы корочка) с меньшим содержанием растворителя, чем в остальной массе. Затем наступает вторая стадия, в которой преобладает диффузия растворителя из нижних слоев формирующейся пленки к поверхности. При этом толщина более плотного слоя постепенно растет в глубину, к субстрату. Таким способом через более или менее продолжительное время улетучивается основная часть, но не весь растворитель: в клеевой пленке его может остаться даже до 10 % от начального количества. Этот остаточный растворитель улетучивается обычно уже после образования клеевого соединения в течение длительного времени (третья стадия). Прочность клеевых соединений при этом увеличивается (см. рис. 1.10).

Определенная часть растворителя может удалиться из клеевой пленки и через субстрат, что зависит от способности субстрата набухать в растворителе либо его пропускать.

Все сказанное относится и к дисперсионной среде. При склеивании гидрофильных материалов, например кожи, латексным клеем значительную часть воды, являющейся дисперсионной средой в латексе, впитывает склеиваемый материал. Это существенно сокращает время формирования клеевых пленок. И наоборот. Если латексным клеем склеивается резина, которая негидрофильна и в которую вода таким образом не проникает, требуется продолжительная сушка клеевой пленки.

Продолжительность сушки клеевых пленок на субстрате существенно зависит от внешних условий, которые, очевидно, можно задавать при проектировании или проведении операции сушки. Можно задавать температуру воздуха, скорость и направление теплового потока. Интенсивность улетучивания растворителей при этом должна быть такой, чтобы происходящее охлаждение поверхности не вызывало бы конденсации влаги на ней, так как это снижает адгезионную и аутогезион-

ную способность клеевой пленки. В летнее время для предупреждения такого явления в букет растворителей иногда добавляется менее летучий компонент (например, бутилацетат или этилацетат). Далее, при выборе технологических режимов сушки клеевых пленок следует учесть требования к клеевому соединению. Если оно сразу же после образования должно обладать высокой прочностью, тогда следует сушить клеевую пленку до полного удаления растворителя (некоторое количество остаточного растворителя при этом во внимание не принимается). Это, например, необходимо в клеевом креплении подошвы при изготовлении обуви по интенсивной технологии, когда отсутствует пролежка после прессования. Напротив, для менее ответственных клеевых соединений (например, при наклеивании задника в заготовку, склеивании наружных деталей верха с подкладкой) не требуется высокой начальной прочности и, следовательно, время сушки минимально, либо она вообще отсутствует — склеиваемые поверхности соединяются сразу же после нанесения клея.

На рис. 1.19 показаны кривые сушки 20 %-го полиуретанового клея-раствора на поверхности синтетической кожи в естественных условиях, а также при повышенной температуре и принудительной конвекции воздуха [17]. Из рисунка видно, что при повышенной температуре и принудительной конвекции клеевую пленку полиуретанового клея высушить можно за 3—4 мин, в то время как в естественных условиях для этого требуется около полутора часов. Аналогично ведут себя и другие клеи-растворы и клеи-дисперсии.

Длительность сушки, очевидно, зависит от количества клея, нанесенного на склеиваемую поверхность (от толщины пленки), а это в свою очередь зависит от вида склеиваемого материала, особенностей его поверхности.

Сушка клеевых пленок при высокой температуре (60—80 °С) не всегда рациональна. Иногда охлаждение может потребовать большего времени, чем это необходимо для самой сушки, особенно если клеевая пленка находится на массивной детали, такой, например, как формованная подошва. В то же время интенсификация процесса охлаждения имеет ограниченные возможности, так как может вызвать конденсацию влаги на поверхности клеевой пленки.

Сушка клеевых пленок с использованием конвекции воздуха (комнатной температуры или подогретого) проводится в сушилках шахтного либо туннельного (проходного) типа, например ПРКС-О, и иногда может совмещаться с основной сушкой обуви. Эффективным также является совмещение основной сушки обуви с сушкой клеевой пленки в вакуум-радиационной сушилке.

Таким образом, нагрев инфракрасным излучением в сочетании с принудительной конвекцией воздуха, с вакуумом,

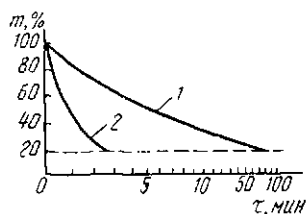


Рис. 1.19. Кривые сушки полиуретанового клея (20 %-го, 200 г/м²) на поверхности синтетической кожи:

1 — при комнатной температуре без конвекции воздуха; 2 — при температуре 60 °С и скорости воздуха 50 см/с

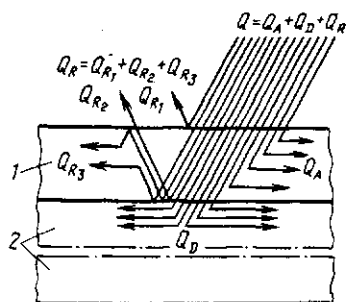


Рис. 1.20. Схема механизма нагрева клеевых пленок инфракрасным излучением:

1 — адгезив; 2 — субстрат

а также и при естественной конвекции ускоряет сушку клеевых пленок. Он широко применяется и для термоактивации клеевых пленок.

При нагреве клеевых пленок инфракрасным излучением (рис. 1.20) поток лучистой энергии Q частично отражается Q_{R1} , частично поглощается клеевым слоем Q_A , Q_{R3} , а частично — субстратом Q_D , нагревая их [18].

$$Q = Q_A + Q_D + Q_{R1} + Q_{R2} + Q_{R3}.$$

Эффект сушки, по существу, зависит от составляющих лучистого потока Q_A , Q_D и Q_{R3} , которые различаются длиной волны.

Если клеевая пленка обладает большой поглощающей способностью ($Q_A/Q \rightarrow 1$), то большая доля лучистой энергии определенного диапазона длины волны, характерного для данного материала, поглотится клеевой пленкой. Это вызовет ее интенсивный нагрев и, вследствие этого, интенсивное улетучивание растворителя, прежде всего с поверхностных слоев. На поверхности пленки в результате такого нагрева образуется «корочка», которая будет затруднять дальнейшее улетучивание растворителя с поверхности пленки.

Если же клеевая пленка обладает большой пропускающей способностью ($Q_D/Q \rightarrow 1$), то поток лучистой энергии Q_D , составляя существенную долю от общей ее величины Q , будет интенсивно нагревать субстрат. Часть поглощенного тепла от субстрата будет передаваться в клеевую пленку. Таким образом, клеевая пленка будет нагреваться как бы изнутри, и направление теплового потока от субстрата будет инициировать движение растворителя также по направлению к поверхности пленки. Учитывая сказанное, для сушки клеевых пленок на субстратах следует применять ИК-излучатели с максимумом

энергии излучения в диапазоне длин волн, которые пропускает клеевой слой, а поглощает субстрат.

Требования к ИК-излучателям для термоактивации противоположны, что соответствует сущности этого процесса, которая состоит в том, чтобы временно (всего на несколько секунд!) вернуть клеевой пленке на субстрате липкость и аутогезионную способность, которую она потеряла в процессе формирования при удалении растворителя (или дисперсионной среды), т. е. нагревом кратковременно перевести клеевую пленку в вязкотекучее или же высокопластическое состояние. Следовательно, при термоактивации важно нагреть клеевую пленку и прежде всего ее поверхностный слой (который затем и вступает в аутогезионный или при одностороннем нанесении клея в адгезионный контакт) и как можно меньше тепла передать субстрату.

Таким образом, для сушки клеевых пленок следует применять ИК-излучатели с максимумом энергии излучения в области диапазона длин волн, для которых клеевая пленка прозрачна, а для термоактивации — с максимумом энергии излучения в области длин волн, поглощаемых клеевой пленкой. Например, было установлено, что пленка наиритового клея в диапазонах длин волн 3,3—3,5 и 2,8—2,5 мкм поглощает ИК-лучи, а в диапазонах 1,2—2,3 и 3,8—5,4 мкм пропускает их. Максимальная спектральная интенсивность ламповых ИК-излучателей ЗС-3 (мощностью 500 Вт) лежит в диапазоне длин волн 1,3—1,5 мкм, а темных трубчатых электронагревателей (ТЭНов мощностью 600 Вт) — в диапазоне 3—4 мкм. Следовательно, те и другие могут эффективно применяться для сушки клеевых пленок в радиационных и радиационно-конвективных сушилках.

Термоактивацию клеевых пленок можно проводить различными способами: с применением мягких режимов воздействия, при совмещении с сушкой клеевых пленок, с применением интенсивных режимов — методом теплового удара.

В технологии клеевого крепления подошв возможны различные режимы термоактивации для клеевых пленок на затяжной кромке и на подошвах. Иногда, для клеев, обладающих повышенной липкостью, активируется только клеевая пленка на подошве.

Термоактивация клеевых пленок с применением мягких режимов обычно проводится в установках типа обычных термощкафов с вмонтированными нагревателями и отражателями ИК-лучей (рефлектором). В конвейерном производстве на автоматизированных линиях иногда применяются термоактиваторы проходного типа, установленные непосредственно над конвейером.

Продолжительная тепловая обработка и в результате этого нагрев склеиваемых объектов (например, подошв) являются

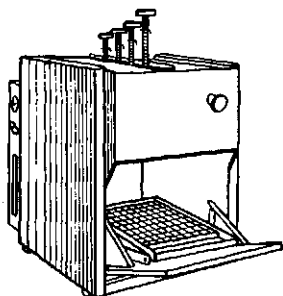


Рис. 1.21. Термоактиватор с регулируемой высотой нагревательных элементов

главными недостатками описанных методов термоактивации. В современном высокоинтенсивном производстве они могут иметь лишь ограниченное применение. Требованиям современного высокоинтенсивного обувного производства соответствует термоактивация клеевых пленок с применением интенсифицированных режимов воздействия — температуры 200—250 °С в течение 2—5 с. За это время клеевая пленка нагревается до температуры 60—70 °С, как и при мягком режиме, а склеиваемые объекты (обувь, затянута на колодке, подошва), масса которых значительно больше, чем масса клеевой пленки, за столь корот-

кое время нагреваются совсем незначительно. Вследствие этого при прессовании они лишь способствуют отводу тепла из клеевой пленки, а значит, и более быстрому повышению ее когезии.

По рациональному выбору конструктивных параметров термоактиваторов и оценке эффективности их конструкций были проведены подробные исследования [19, 20]. Было показано, что в обувной промышленности для термоактивации клеевых пленок по принципу теплового удара необходима мощность источников излучения в 5—7 кВт. Зависимость углового коэффициента облучения φ (характеризующего долю лучистой энергии во всем тепловом потоке, падающем на нагреваемый материал) от соотношения между рабочим объемом камеры термоактиватора V и площадью нагреваемой детали $F_{\text{дет}}$ описывается уравнением гиперболического вида

$$\varphi = 0,06 \left(\frac{V}{F_{\text{дет}}} \right)^{-0,6}.$$

Условием эффективного использования теплового потока является $V/F_{\text{дет}} \leq 0,4$. Рабочий объем камеры следует определять также исходя из мощности излучателей с тем, чтобы удельная мощность $G = N_0/V$ была оптимальной (N_0 — общая мощность излучателей). Существенное влияние на эффективность нагрева оказывает расстояние от излучателя до нагреваемой поверхности. Увеличение этого расстояния приводит к снижению эффективности использования теплового потока и, следовательно, к необходимости увеличения времени термоактивации. В то же время уменьшение расстояния может привести к увеличению неравномерности распределения теплового потока по площади. Поэтому необходимо определение оптимального расстояния, что обычно делается опытным путем (оно обычно составляет 5—10 см).

В некоторых современных термоактиваторах предусмотрена возможность регулирования расстояния от теплоизлучателей до облучаемой поверхности соответственно ее форме. В термоактиваторе фирмы BUSMC (рис. 1.21) деталь, например формованная подошва обуви на высоком каблучке, устанавливается на верхней крышке. Перемещением по вертикали стержней-фиксаторов, которые жестко соединены с держателями теплоизлучателей, фиксируется форма активируемой поверхности и соответственно ей положение теплоизлучателей внутри термошкафа. Таким образом можно создать тепловой поток одинаковой интенсивности по всей площади деталей сложной формы. Продолжительность термоактивации регулируется автоматически.

Если возникает вынужденная пауза перед соединением деталей и прессованием или соединением требует большего времени, активируемая деталь, например от второй полупары, может остаться в термоактиваторе, при этом теплоизлучатели автоматически переключаются на низкий уровень нагрева (50—70 °C) для поддержания активированного состояния.

1.11.5. СОЕДИНЕНИЕ СКЛЕИВАЕМЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ И ПРЕССОВАНИЕ

Соединение склеиваемых поверхностей начинается с наложения их друг на друга.

При клеевом креплении подошв наложение их на след обуви зачастую проводится вручную. Операция ответственная, так как ее нужно выполнить быстро, пока не остыла клеевая пленка, а допускаемые смещения для плоских подошв, обрабатываемых после приклеивания по контуру, могут быть не более 1 мм, для формованных либо предварительно отделанных подошв — еще меньше. Поэтому очевидна целесообразность роботизации этой операции, что может обеспечить фиксированное положение обуви и накладываемых подошв с высокой точностью. Трудности, связанные при этом с обработкой обуви различных размеров в соответствии с размерным ассортиментом, преодолимы.

При склеивании плоских деталей, например, в процессе клеевой сборки заготовок, возможно ориентирование по шаблонам и с помощью приспособлений для фиксации положения соединяемых деталей (игл, стержней и др.) с последующим прессованием на прессах с плоскопараллельными плитами.

Для клеевого крепления подошв применяются специальные прессы. Наибольшее распространение имеют прессы секционного типа, в которых склеивание производится с помощью пресс-подушек различных конструкций (рис. 1.22, 1.23). Прессы этого типа подробно рассмотрены в книге Я. Ш. Розенблюма [21]. В последнее время все большее распространение получают также прессы камерного типа (рис. 1.24).

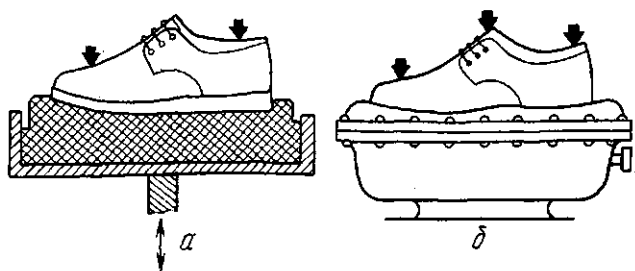


Рис. 1.22. Пресс-подушки прессов для приклеивания подошв:
а — монолитная (клавишного типа); б — диафрагменного типа

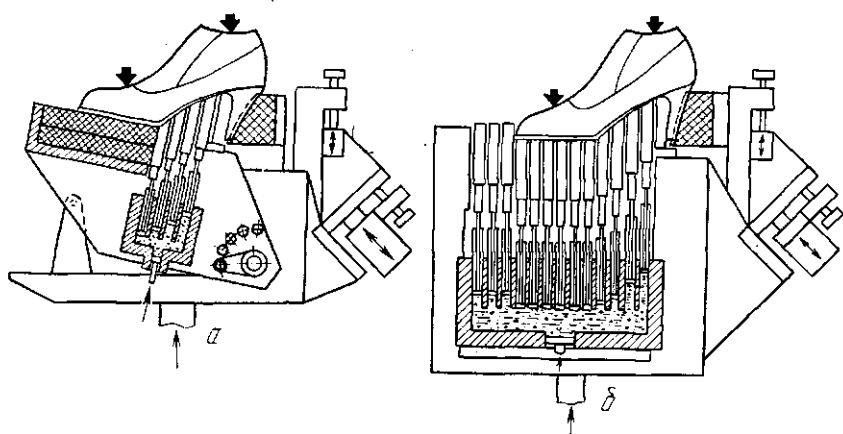


Рис. 1.23. Две конструкции пресс-подушек прессов для приклеивания подошв сложной формы

Ранее, когда при клеевом креплении подошв необходимо было длительное время прессования (20—30 мин), применялись многосекционные прессы карусельного типа (до 32 секций), а также конвейерного либо элеваторного типа, в которых пресс-секции крепились на специальном конвейере. С появлением быстросхватывающих клеев (время прессования 5—40 с) необходимость в них отпала.

Современные прессы для приклеивания подошв быстросхватывающими клеями являются в основном двухсекционными стационарными с полуавтоматическим циклом работы и автономным приводом. Различаются прессы некоторыми особенностями компоновки, конструкцией пресс-секций, режимом работы и т. д. [21]. Каждая секция прессы (рис. 1.25) имеет пресс-подушку, на которую устанавливается следом полупара обуви, и систему консольно расположенных верхних колодочных упоров, к которым прижимается колодка при подъеме.

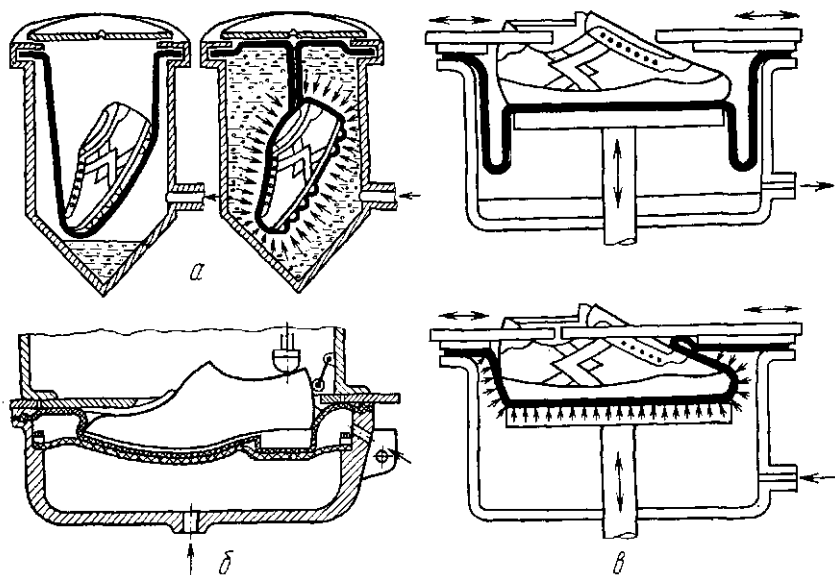


Рис. 1.24. Три конструкции пресс-секций прессов камерного типа для приклеивания подошв

Пресс-подушка закрепляется непосредственно на штоке силового гидроцилиндра. Прессующее воздействие пресс-подушка осуществляет со стороны ходовой поверхности подошвы. При переходе с обработки обуви одного размерного ассортимента на другой изменяют положение упоров по его среднему размеру и устанавливают требуемое давление в гидросистеме, которое контролируется по манометру. Выдержка обуви в прессе регулируется автоматически, специальными таймерами.

Пресс-подушки во многих прессах современных конструкций выполняются шарнирными, что дает возможность регулировать угол наклона прижимных элементов. В основном применяются прижимные элементы в виде камер или набора горизонтальных и вертикальных профилированных резиновых пластинообразных вставок (см. рис. 1.23). Каблучный прижим у пресс-подушек некоторых конструкций имеет самостоятельный привод от гидро- или пневмоцилиндров. В прессах для приклеивания подошв к легкой обуви, имеющей незначительную кривизну следа (например домашних туфель), применяются пресс-подушки совсем простой конструкции — в виде резиновой монолитной вставки с плоской поверхностью (см. рис. 1.22, а).

В некоторых моделях прессов применяется двухпериодный цикл подъема пресс-подушки, что исключает возможность сме-

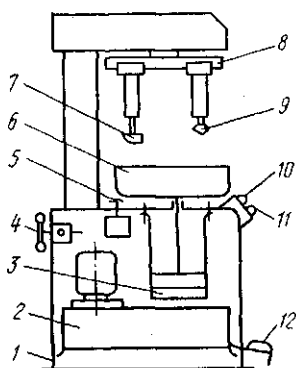


Рис. 1.25. Схема секционного пресса для приклеивания подошв:

1 — станина; 2 — гидронасосная станция; 3 — гидроцилиндр; 4 — таймер; 5 — регулятор давления; 6 — пресс-подушка; 7 — носочный упор; 8 — штанга упоров; 9 — пяточный упор; 10 — кнопки включения пресса; 11 — кнопки аварийного выключения; 12 — педаль включения секции

шения подошв и обеспечивает безопасные условия работы. Имеются также технические решения по созданию комплекса — пресс и термоактиватор с синхронным циклом работы.

Для приклеивания утолщенных подошв, где необходима большая продолжительность прессования без снижения производительности потока, применяются четырехсекционные прессы или комплект установок, состоящий из двух парных прессов и термоактиватора.

Для приклеивания корытообразных подошв, а также подошв с защитным бортиком, со сложным и глубоким рельефом ходовой части применяются прессы камерного типа.

Одним из важнейших факторов, обеспечивающих высокое качество прессования, является равномерное распределение давления на всей прессуемой поверхности. Это достигается при склеивании между собой плоских деталей в прессах с плоскопараллельными прес-

сующими плитами. При этом некоторая неровность по толщине создаваемой клеевой конструкции обычно компенсируется за счет слоя мягкой прокладки на одной или на обеих прессующих плитах.

Равномерность распределения давления обеспечивается и в камерных прессах, в особенности в прессе системы «Анвер» (см. рис. 1.24, а), где создается гидростатическое давление. В прессах, в которых склеивание производится с помощью пресс-подушек, это достигается не всегда.

Равномерность распределения давления главным образом зависит от степени соответствия формы следа обуви и прессующей поверхности пресс-подушки, а также от расположения упоров по отношению к колодке во время прессования и их формы. Для обуви со сложной формой следа, главным образом обуви на среднем и высоком каблуке, следует применять пресс-подушки, форму прессующей поверхности которых можно менять соответственно форме следа обуви, но не путем создания чрезмерно больших давлений, а за счет конструктивных особенностей, например наличия подвижных пластинообразных вставок (см. рис. 1.23).

Для увеличения равномерности распределения давления иногда целесообразно применять три упора вместо двух, что в некоторых прессах предусмотрено.

Вследствие неравномерности распределения давления,

когда на определенных участках склеиваемой поверхности оно недостаточно, в то время как на других оно может превышать допустимое, иногда стремятся повышать общее давление. Следствием этого могут быть такие нежелательные явления:

перенапряжение и появление трещин или поломка колодок, в особенности пластмассовых;

большие деформации подошвы по площади и связанные с ними напряжения сдвига, которые после снятия давления стремятся сократить размеры подошвы и ослабляют клеевое соединение;

выдавливание клея на края соединения.

Существуют оптимальные значения удельного давления (см. рис. 1.5) для приклеивания подошв к обуви, которые находятся в пределах 0,2—0,5 МПа. Очевидно, для подошв из особо мягких материалов следует ориентироваться на нижний предел, а для жестких (например, кожаных), а также для утолщенных подошв с повышенной жесткостью при изгибе — на верхний предел.

При технологическом регулировании пресса необходимо знать, какое общее давление в гидросистеме необходимо задать (по показанию манометра), чтобы обеспечить оптимальное удельное давление на прессуемую поверхность.

Общее давление в гидроцилиндре секционного пресса P_{Σ} , необходимое для приклеивания низа обуви, можно представить как сумму трех давлений [21]:

$$P_{\Sigma} = P_{\text{пр}} + P_{\text{дв}} + P_{\text{к}}, \quad (1.5)$$

где $P_{\text{пр}}$ — технологически требуемое давление приклеивания; $P_{\text{дв}}$ — давление, необходимое для поднятия пресс-подушки; $P_{\text{к}}$ — давление, затрачиваемое на приформовывание элементов пресс-подушки и образование полного контакта с низом обуви.

Давление приклеивания определяется как

$$P_{\text{пр}} = q_{\text{опт}} \frac{F_{\text{н}}}{F_{\text{ц}}}, \quad (1.6)$$

где $q_{\text{опт}}$ — оптимальное удельное давление приклеивания (разное для разных склеиваемых материалов и видов обуви); $F_{\text{н}}$ — эффективная площадь низа обуви (участок подошвы, подвергаемый непосредственно прессованию); $F_{\text{ц}}$ — эффективная рабочая площадь поршня цилиндра.

Давление $P_{\text{дв}}$ зависит от конструктивных параметров гидроцилиндра пресса, вида и размеров уплотнительных устройств, массы подвижных узлов и деталей пресс-секции, от величины противодавления масла в штоковой полости гидроцилиндра и т. д. Величина $P_{\text{дв}}$ может быть подсчитана аналитически, однако технолог должен ее знать как характеристику конкретного пресса. Для отечественных прессов типа ПКБ-О она составляет 0,32—0,4 МПа, а для прессов — ППГ-4-О — 0,64—0,7 МПа.

Величина P_k зависит от конструкции пресс-подушки, жесткости ее элементов. Большинство параметров, влияющих на величину P_k , не имеет постоянных значений и не может быть точно установлено аналитически. Фактическое значение P_k можно определить непосредственно на прессе по манометру, при прижатии обуви среднего размера данного вида и группы с минимальным усилием, необходимым для получения контакта по всему следу. Равномерность прижатия по всей поверхности проверяют путем подкладывания под след прессуемой обуви полосок бумаги (шириной 10—15 мм), предварительно обмеленных. После прижатия подошвы по всему периметру должен быть получен четкий отпечаток.

1.12. ОПЕРАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ КЛЕЕВОГО КРЕПЛЕНИЯ НИЗА ОБУВИ

Ассортимент обуви клеевого метода крепления низа или комбинированных методов (ранто-клеевого, допдельно-клеевого и др.), в которых подошва прикрепляется клеем, весьма разнообразен. Кроме того, в обуви литьевого метода крепления низа и метода прессовой вулканизации (см. разделы 1.3 и 1.4) низ обычно также прикрепляется к следу обуви с помощью клея.

Об особенностях технологического процесса склеивания в зависимости от склеиваемых материалов можно получить представление по данным табл. 1.7, где применены следующие условные обозначения: 1 — подготовка поверхностей: а — формование следа; б — смывание склеиваемых поверхностей; в — взбирошивание затяжной кромки; г — взбирошивание подошвы; д — химическое модифицирование; 2 — нанесение клея: а — на затяжную кромку; б — на подошву; 3 — сушка клеевой пленки; 4 — активация; 5 — соединение и прессование; 6 — выдержка после склеивания. Звездочкой помечены операции, которые выполняются не всегда.

В обуви литьевого метода крепления и метода прессовой вулканизации низ в процессе формования его на обуви также прикрепляется с помощью клея*. Технология клеевого крепления при этом более проста, так как отпадают операции, связанные с подготовкой к приклеиванию низа обуви.

Каждая операция склеивания может выполняться различными способами и с применением различных технических средств. Технологические режимы определяются в соответствии со свойствами склеиваемых материалов и клея, а если это необходимо, и с учетом организационных соображений (наличие

* Исключение составляют легкая обувь с верхом из текстильных материалов, велюра либо синтетической кожи на основе полиуретана и полиуретанового низа при литевом методе крепления, где высокая адгезия обеспечивается и без клеевой прослойки.

Т а б л и ц а 1.7. Технологическая последовательность операций для различных сочетаний верха обуви с подошвой

Соединяемые элементы		Клей	Технологи- ческая последова- тельность операций	Примечание
Верх	Подошва			
Из натураль- ной кожи	Из натураль- ной кожи	Полихлоро- преповый, на- пример на ос- нове наирита НТ или О-НП	1а*, 1в, 1г, 2а, 2б, 3, 4, 5, 6*	—
	Резиновая плоская или формованная	То же	1а*, 1в, 1г*, 2а, 2б, 3, 4, 5, 6*	—
	Резиновая формуемая на следе обуви из массы	»	1а, 1в, 2а, 3, 5, 6	Обувь литье- вого метода крепления или прессовой вул- канизации
	Полиуретано- вая формован- ная	Полиуретано- вый двухком- понентный	1а*, 1в, 1г*, 2а, 2б, 3, 4, 5, 6*	—
	Полиуретано- вая формуе- мая на следе обуви из мас- сы	То же	1а, 1в, 2а, 3*, 5, 6*	Обувь литье- вого метода крепления
Из натураль- ной кожи-ве- люр	Из термоэла- стопласта, формованная	Полиуретано- вый двухком- понентный	1а*, 1в, 1д, 2а, 2б, 3, 4, 5, 6*	—
	Резиновая плоская	Полихлоро- преповый, на- пример на ос- нове наирита НТ или О-НП	1г, 2а, 2б, 3, 4, 5, 6	—
	Полиуретано- вая формован- ная	Полиуретано- вый двухком- понентный	1г*, 2а, 2б, 3, 4, 5, 6*	—
Текстильный на основе на- туральных во- локон	Резиновая плоская	Полихлоро- преповый, на- пример на ос- нове наирита НТ или О-НП	1г*, 2а, 2б, 3, 4, 5, 6*	—
	Резиновая формуемая на следе обуви из массы	То же	1а*, 2а*, 3, 5, 6	Обувь литье- вого метода крепления или прессовой вул- канизации
	Поливинил- хлоридная, формуемая на следе обуви из массы	Каучукопер- хлорвинило- вый или поли- уретановый двухкомпо- нентный	1а*, 2а, 3, 5, 6	Обувь литье- вого метода крепления

Соединяемые элементы		Клей	Технологическая последовательность операций	Примечание
Верх	Подощва			
Из синтетической кожи с покрытием на основе полярных полимеров	Резиновая плоская или формованная	Полиуретановый двухкомпонентный	1а*, 1б*, 1в, 1г, 2а, 2б, 3, 4, 5, 6*	—

производственных площадей, ограничение во времени) и технических возможностей имеющегося оборудования.

Указанные в табл. 1.7 клеи в большинстве случаев не являются единственно возможными. Кроме растворов возможно применение клеев других типов. Также вместо хлоропренового можно применять полиуретановый клей, за исключением лишь приклеивания резиновых подошв на основе неполярных каучуков.

Соответственно последовательность технологических операций в таких случаях может быть иной.

1.13. КЛЕЕВАЯ СБОРКА ЗАГОТОВОК

При сборке заготовок верха обуви клеи используются широко. Для соединения наружных деталей с подкладкой и межподкладкой (дублирования) применяются клеи-дисперсии и клеи-расплавы, а также сухие клеи в виде пленок или порошков. Для временных скреплений наружных деталей между собой перед ниточными соединениями (с целью повышения точности сборки) служат клее-растворы на основе натурального каучука, для загибки краев деталей — клеи-расплавы. Технология склеивания при этом предельно проста.

Интерес представляют поиски возможностей клеевой сборки заготовок взамен традиционной технологии сборки с помощью ниточных швов. Такие работы ведутся. Была разработана технология клеевой сборки туфель-лодочек с применением клеев-растворов в обувной промышленности Англии (Дуо-процесс), а также на каунасской обувной фабрике «Раудонасис Спалис». Известны попытки применения клеевой сборки для летней обуви ремешкового типа. Все эти разработки пока не получили широкого промышленного применения. Перспективным представляется использование для этих целей сухих клеев в виде пленок.

1.14. КЛЕЕВАЯ ЗАТЯЖКА ОБУВИ

При клеевой затяжке, в отличие от других методов формования верха обуви, край заготовки по контуру скрепляется со стелькой с помощью клея. В основном для этих целей применяются клеи-расплавы, хотя для легкой обуви ограниченное применение находят и клеи-растворы, клеи-дисперсии.

Клеевая затяжка может проводиться для обуви различных методов крепления низа, прежде всего — клеевого, но и других, где применяется внешнее формование, в частности рантового, допдельного. Клеевой затяжке предшествуют подготовительные операции: вклеивание задника и подноски или формование их из массы полимерных композиций, формование пяточной части на специальном оборудовании.

Клеевая затяжка может проводиться одно-, двух- и трехмашинным способом (соответственно в один, два или три этапа). При трехмашинном способе сперва затягивается носочно-пучковая часть, затем последовательно геленочная и пяточная (возможен и обратный порядок). При затяжке пяточной части иногда вместо клея применяют гвозди. Для обуви на особо высоком каблуке, в которой геленочная часть имеет большую кривизну, затяжка может проводиться при помощи клея с последующим дополнительным креплением скобками.

Для затяжки носочно-пучковой части обычно применяют механизм клещей и пластин, которые иногда обогриваются, что создает дополнительный эффект формования следа обуви. Для затяжки геленочной части используют машины с роликовым механизмом, для затяжки пяточной части — механизм пластин.

Наиболее перспективной является двухмашинная система затяжки, в которой существуют различные варианты: затяжка носочно-пучковой и затем пяточно-геленочной части (пяточная часть — гвоздями или клеем); носочно-пучковой и геленочной части до половины и затем пяточной и другой половины геленочной части. В современных машинах для затяжки носочно-пучковой и частично геленочной части в последнем случае может применяться механизм из эластичных лент, с помощью которых происходит частичное вытягивание, загибание и прижатие затяжной кромки к стельке (например, машина 63DHLG фирмы «Schön»).

Имеются технические решения по круговой затяжке в один этап, которые, однако, широкого промышленного применения пока не получили.

Применяется клеевая затяжка носочно-пучковой части юфтовой обуви. При этом во избежание образования крупных складок на следе обуви края наружных деталей верха спускают на ширину 10—12 мм, а подкладку проектируют короче наружных деталей на 6—8 мм.

1.15. ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКИЕ ЛИНИИ И ГИБКИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ КОМПЛЕКСЫ

Известен ряд автоматизированных линий, на которых производится весь процесс сборки обуви клеевого метода крепления низа или определенная его часть, например затяжка и крепление подошв, затяжка и подготовка следа к креплению подошв [13]. Это прежде всего полуавтоматические линии серии ПЛК-О, изготавливаемые в нашей стране, на которых выполняются технологические операции от затяжки до крепления подошв и съёмки обуви с колодок. На модификации этой линии ПЛК-3-О можно изготавливать обувь всех родов, восьми смежных размеров при производительности до 120 пар в час. Три технологические операции на линии выполняются рабочими (3 человека), а остальные семь — автоматически.

Во Франции разными фирмами созданы полуавтоматические линии «Лиффак», «Юмак», «Анвер». На линии «Лиффак» выполняется 16 операций от прикрепления стелек к колодкам до крепления подошв и автоматического сброса колодок с линии на конвейер. Изготавливается мужская обувь шести размеров. Линию обслуживают пять рабочих. Производительность ее 110 пар в час. Подобные технические возможности у линии «Юмак», в которой применены роботы-манипуляторы на операциях прикрепления стелек к следу колодок, снятия обуви с колодки и др. На линии «Анвер» производится автоматический выбор стельки и крепление ее к следу колодки, затяжка и подготовка следа обуви к клеевому креплению подошв.

Как правило, на полуавтоматических линиях предусмотрена клеевая затяжка клеями-расплавами и клеевое крепление подошв клеями-растворами. Перспективными для крепления подошв представляются клеи без растворителей — расплавы, также сухие, в виде пленок.

Изготовление обуви на полуавтоматических линиях является важным научно-техническим достижением. Однако еще предстоит их совершенствовать с целью увеличения возможностей изготовления обуви более широкого размерного и родового ассортимента, назначения.

Другим перспективным направлением является создание гибких автоматизированных комплексов-модулей. Такие модули состоят из ограниченного числа машин и автоматов, которые между собой связаны автоматизированными транспортными средствами, а с предыдущими и последующими технологическими участками — манипуляторами. Такие модули создаются для затяжных участков, для участков подготовки следа перед креплением подошв клеевыми или литьевыми методами.

Для производств, выпускающих изящную обувь в широком ассортименте видов и моделей, гибкие автоматизированные комплексы в настоящее время представляются более перспек-

тивными, чем полуавтоматические линии, для которых смена ассортимента обуви может производиться в ограниченном диапазоне и требует иногда существенных затрат времени на переналадку.

1.16. КЛЕЕВЫЕ МЕТОДЫ ПРИ СБОРКЕ КОЖГАЛАНТЕРЕЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ

В кожгалантерейной промышленности для ответственных соединений в качестве основного крепителя клеи применяются в меньших масштабах, чем в обувной, однако широко используются для менее ответственных и вспомогательных соединений.

При изготовлении ремней для часов, портфелей, сумок детали их иногда соединяются только при помощи клея. Для этого применяются клеи-растворы на основе метилполлиамида, модифицированного фенолформальдегидной смолой (марки МПФ-1), дающие клеевой шов, по прочности и долговечности не уступающий ниточному.

Для менее ответственных и вспомогательных соединений, как, например, склеивания различных внутренних и промежуточных деталей изделий, для предварительного соединения наружных и внутренних деталей перед соединением механическими методами широко применяются клеи-дисперсии в загущенном виде — бутадиен-стирольный латекс СКС-50ГПС, поливинилацетатная эмульсия. Технология склеивания при этом весьма простая: нанесение клея и соединение в большинстве случаев без сушки клеевой пленки. Применяются также клеи-растворы из натурального каучука (резиновые клеи).

Для загибки краев деталей используются клеи-расплавы, которые являются перспективными и находят все большее применение и для дублирования наружных деталей с внутренними, соединяя их не по всей поверхности, а точечным способом. Для нанесения клея-расплава применяют шприц-пистолет (см. рис. 1.18).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Басин В. Е. Адгезионная прочность. М., 1981.
2. Белый В. А., Егоренков Н. И., Плискачевский Ю. М. Адгезия полимеров к металлам. Минск, 1971.
3. Воюцкий С. С. Адгезия//В кн.: Энциклопедия полимеров. 1972. Т. 1. С. 22—29.
4. Бикерман Я. О. Новые представления о прочности адгезионных связей полимеров//Успехи химии, 1972. Вып. 8. С. 1431—1464.
5. Поверхностно-активные вещества//В кн.: Энциклопедия полимеров. 1974. Т. 2. С. 663—678.
6. Жанлавын Т., Барамбойм Н. К., Фукин В. А. Реологические аномалии полихлоропреновых обувных клеев при введении растворов ПАВ//Изв. вузов. Технология легкой пром-сти. 1984. № 4. с. 45—47.

7. Раяцкас В. Л. Механическая прочность клеевых соединений кожевенно-обувных материалов. М., 1976.
8. Раднагаров В. Ц., Люкайтис И. И., Раяцкас В. Л. Влияние конструктивных факторов на величину напряжений в клеевых соединениях обуви// Изв. вузов. Технология легкой пром-сти, 1985, № 3, с. 65--69.
9. Практикум по технологии изделий из кожи. Под ред. В. Л. Раяцкаса. М., 1981.
10. Технология производства обуви. Ч. VII. М., 1978.
11. Апухтина Н. П. Уретановые каучуки//В кн.: Энциклопедия полимеров. 1977. Т. 3. С. 679.
12. Морозова Л. П. Обувные клеи. М., 1983.
13. Шварц А. С., Гвоздев Ю. М. Химическая технология изделий из кожи. М., 1986.
14. Гуменный Н. А., Рыбальченко В. В. Материалы для обуви и кожгалантерейных изделий. Киев, 1982.
15. Пятравичюс А. В. Способ приклеивания подошв. Авт. свид. СССР № 883133. Б. № 43. 1981.
16. Пятравичюс А. В., Раяцкас В. Л. Способ приклеивания подошв к верху обуви. Авт. свид. СССР № 981334. Бюллетень № 46. 1982.
17. W. Werner. Ledertechnik. VEB Fachbuch verlag, Leipzig, 1979.
18. Технология изделий из кожи. Под редакцией проф. Ю. П. Зыбина. М., 1975.
19. Петрова Т. В., Раяцкас В. Л. Рациональный выбор конструктивных параметров термоактиваторов//Кожевенно-обувная пром-сть. 1984. № 6, с. 47--49.
20. Петрова Т. В., Раяцкас В. Л. Оценка эффективности конструкций устройств для термоактивации клеевых пленок//Кожевенно-обувная пром-сть. 1984, № 8, с. 50--52.
21. Розенблюм Я. Ш. Электрогидравлические прессы-полуавтоматы для клеевого крепления низа обуви. М., 1979.

2. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ И УЗЛОВ ИЗДЕЛИЙ ИЗ КОЖИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТОКОВ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ

Токи высокой частоты (ТВЧ) применяются в обувной и особенно широко в кожгалантерейной промышленности для нагрева материалов в различных целях:

соединения, последовательного или параллельного, деталей методом сварки, т. е. образования сварных швов (иногда сваривание может совмещаться с вырубанием деталей из листовых материалов);

крепления (приваривания) аппликаций к деталям;

тиснения рельефа поверхности с помощью металлического пуансона (плиты);

изготовления деталей и узлов изделий в специальных формах из силиконовой резины (силиконовых матрицах) с одновременным формованием рельефа их поверхности.

Во всех случаях материал разогревается в поле ТВЧ до вязкотекучего состояния и затем обрабатывается.

Возможен также высокочастотный нагрев готовых изделий или деталей без доведения до вязкотекучего состояния с целью их сушки или фиксации формы (этот вопрос в настоящей главе не рассматривается).

При высокочастотном нагреве полимерный материал (диэлектрик) помещается между электродами, включенными в колебательный контур высокочастотного генератора. Такую систему можно рассматривать как конденсатор определенной емкости, в котором роль обкладок выполняют электроды, а роль среды — полимерный материал.

Изготовление деталей и узлов изделий из кожи с применением высокочастотного нагрева осуществляется на специальном оборудовании. Существуют его различные модификации в зависимости от вида обработки, но обязательными составными частями являются высокочастотный генератор и соединенная с ним установка для передачи энергии высокочастотного электромагнитного поля на обрабатываемый объект и осуществления обработки, чаще всего пресс (рис. 2.1). Энергия высокочастотных электромагнитных колебаний передается непосредственно в электроды, между которыми находится обрабатываемый материал.

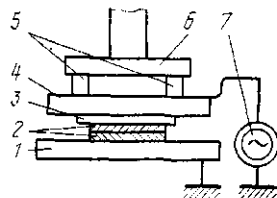


Рис. 2.1. Схема высокочастотной установки:

1 — нижняя плита прессы (электрод); 2 — обрабатываемый материал; 3 — электрод; 4 — электрододержатель; 5 — изоляторы; 6 — верхняя плита прессы; 7 — генератор

2.1. ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВЫСОКОЧАСТОТНОГО НАГРЕВА

Многие полимерные материалы, применяемые для изделий из кожи, способны нагреваться под действием электрического тока высокой частоты (диэлектрический нагрев). Объясняется это тем, что постоянные либо индуцированные диполи в макромолекулах ориентируются под действием переменного электрического тока соответственно изменению его направления (знака). Поворот диполей по направлению поля требует преодоления некоторого сопротивления, связанного с меж- и внутримолекулярным взаимодействием в материале. При этом часть энергии электромагнитных колебаний рассеивается, превращаясь в тепло, и материал нагревается*.

Степень поляризации диэлектрика оценивается приращением емкости конденсатора при замене вакуума (или воздуха) между его пластинами (электродами) каким-либо материалом. Эту величину называют диэлектрической проницаемостью (см. раздел 1.3.4):

$$\varepsilon = \frac{C_d}{C_0},$$

* Здесь дано весьма упрощенное объяснение диэлектрического нагрева. Более подробно этот вопрос освещен в специальной литературе [1, 2].

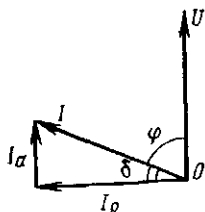


Рис. 2.2. Векторная диаграмма токов и напряжений в конденсаторе

где C_d — емкость конденсатора с диэлектриком; C_0 — то же с вакуумом или воздухом между пластинами.

Диэлектрическая проницаемость ϵ — безразмерный параметр, характеризующий данный диэлектрик.

Диэлектрическими потерями называют часть энергии внешнего электромагнитного поля, которая в единицу времени необратимо рассеивается в диэлектрике. Для характеристики способности диэлектрика рассеивать энергию в электромагнитном поле используют показатель — **угол диэлектрических потерь**, а чаще **тангенс угла диэлектрических потерь**.

Угол диэлектрических потерь называют угол δ , дополняющий до 90° угол сдвига фаз φ между током и напряжением в емкостной цепи. На рис. 2.2 показана векторная диаграмма токов и напряжений в конденсаторе, включенном в цепь переменного тока.

Для идеального диэлектрика вектор тока I в такой цепи будет опережать вектор напряжения U на 90° , при этом угол δ будет равен 0, рассеивания энергии не будет, материал не будет разогреваться. Фактически же угол сдвига фаз φ меньше 90° . Полный ток I , как известно, может быть разложен на два компонента — активный ток I_a и реактивный ток I_p . Чем больше рассеиваемая в диэлектрике мощность, переходящая в тепло, тем меньше угол сдвига фаз φ и тем больше угол диэлектрических потерь δ и его функция $\operatorname{tg} \delta$.

Для оценки способности материала нагреваться в поле ТВЧ обычно используют характеристику, называемую коэффициентом диэлектрических потерь*, который определяется как произведение диэлектрической проницаемости на тангенс угла диэлектрических потерь:

$$K = \epsilon \operatorname{tg} \delta.$$

Величины ϵ и $\operatorname{tg} \delta$ зависят от частоты электрического тока и температуры. При повышении частоты оба эти параметра имеют склонность к некоторому уменьшению, что существенно проявляется лишь в широком диапазоне частот, охватывающем 1—2 десятичных порядка. При повышении температуры, наоборот, эти параметры увеличиваются и в области температур, соответствующих изменениям физического состояния, имеют экстремальные значения [2].

Промышленные высокочастотные установки для диэлектри-

* В литературе, например в справочнике по кожгалантерейной промышленности [4], иногда употребляется термин «фактор диэлектрических потерь».

ческого нагрева могут работать на трех частотах*: 13,56; 27,12 и 40,68 МГц.

В поле ТВЧ разогреваются полимерные материалы, для которых коэффициент диэлектрических потерь $K > 2 \cdot 10^{-2}$. При меньших значениях K сколько-нибудь существенного разогрева в поле ТВЧ не происходит. Как видно из табл. 2.1, не разогреваются в поле ТВЧ неполярные полимеры (полиэтилен, пропилен, полистирол). Следовательно, их нельзя сваривать или формовать в поле ТВЧ. Но поскольку они термопластичны и могут при соответствующей повышенной температуре размягчаться и переходить в вязкотекучее состояние, их можно сваривать, а также и формовать, применяя другие способы для разогрева (например, контактный нагрев). Натуральная кожа хорошо разогревается в поле ТВЧ, но для нее температура перехода в вязкотекучее состояние T_T выше, чем температура термодеструкции $T_{дестр}$ (при нагреве она не переходит в вязкотекучее состояние, и, следовательно, ее также нельзя сваривать в поле ТВЧ). Диэлектрический нагрев может способствовать некоторому увеличению пластичности натуральной кожи и, следовательно, облегчать возможности ее формования механическими способами.

Таким образом с применением высокочастотного нагрева возможно изготовление деталей и узлов из материалов, которые разогреваются в поле ТВЧ и способны переходить в вязкотекучее состояние ($T_T < T_{дестр}$). Таковыми являются полярные термопласты, среди которых наибольшее распространение в производстве изделий из кожи получил пластифицированный поливинилхлорид.

Количество теплоты Q_{Σ} , Дж, необходимое для нагрева материала в процессе обработки, определяется из уравнения [3]:

$$Q_{\Sigma} = Q_s + Q_k + Q_{пл}; \quad (2.1)$$

$$Q_s = c_p m \Delta \theta;$$

$$Q_k = \frac{8\lambda A_E \Delta T \tau}{h_M};$$

$$Q_{пл} = C_{пл} m;$$

$$m = A_E h_0 \rho,$$

где Q_s — количество теплоты, необходимое для разогрева материала до температуры плавления (перехода в вязкотекучее состояние), без учета потерь, Дж; Q_k — количество теплоты, которое во время обработки отводится через электроды, Дж; $Q_{пл}$ — теплота плавления, Дж; c_p — удельная теплоемкость обрабатываемого материала, Дж/(К·кг); m — масса обрабатываемого материала, кг; $\Delta \theta$ — разность температуры обработки (внутри материала в расплавленной зоне) и начальной, К; λ — коэффициент теплопроводности обра-

* Другие частоты из диапазона мегагерц используются для радиосвязи и радиовещания. Частота 13,56 МГц практически не применяется.

батываемого материала, Вт/(м·К); A_E — площадь материала, разогреваемая электродами (при сварке электродом небольшой ширины эта площадь может быть больше площади контакта материала с электродом), м²; ΔT — разность температур внутри материала и на его поверхности (в контакте с электродами) — величина, изменяющаяся в процессе нагрева от нуля до температуры, соответствующей температуре обработки (внутри материала) за вычетом температуры среды. В среднем $\Delta T \approx 0,6\Delta\theta$; τ — время обработки, с; h_m — толщина материала при обработке ($h_m \approx 0,8h_0$), м; $C_{пл}$ — удельная теплота плавления, Дж/кг; h_0 — толщина материала до обработки, м; ρ — плотность материала, кг/м³.

В табл. 2.1 приведены характеристики диэлектрических свойств некоторых полимерных материалов.

Уравнение (2.1) дает представление о связи между физическими свойствами обрабатываемого материала, его геометрическими параметрами и количеством теплоты, необходимом для проведения процесса обработки. Видно, что количество теплоты прямо зависит от массы и обрабатываемой площади материала, а также от его теплофизических характеристик.

Мощность, Вт, расходуемую на нагревание материала до температуры обработки и в процессе обработки (диэлектрические потери) P_Σ , можно выразить так:

$$P_\Sigma = \frac{Q_s + Q_k + Q_{пл}}{\tau}. \quad (2.2)$$

С учетом значений Q_s , Q_k и $Q_{пл}$ уравнение (2.1) принимает вид

$$P_\Sigma = \frac{c_p m \Delta\theta}{\tau} + \frac{8\lambda A_E \Delta T}{h_m} + \frac{C_{пл} m}{\tau}. \quad (2.3)$$

В уравнениях (2.2) и (2.3) обозначения те же, что и в уравнении (2.1).

Таким образом, мощность, расходуемую на нагрев в поле ТВЧ, можно определить, зная массу, теплофизические характеристики материала (c_p , $C_{пл}$, λ), обрабатываемую площадь, температуру и время обработки. Из указанных параметров лишь время обработки при расчете мощности определяется опытным путем или на основе накопленного опыта, а остальные — путем прямых измерений и расчета (m , A_E , h_m) либо из справочной литературы (λ , c_p , $C_{пл}$).

Мощность, потребляемая для обработки материалов с помощью диэлектрического нагрева P_n , вследствие потерь отличается от мощности, расходуемой непосредственно на нагрев (выходной мощности) P_Σ , так как обычно КПД высокочастотных генераторов находится в пределах $\eta_r \approx (0,55—0,65)$, а КПД высокочастотного контура при оптимальной настройке $\eta_k \approx (0,9—0,95)$. Следовательно,

$$P_n = \frac{P_\Sigma}{\eta_r \eta_k}. \quad (2.4)$$

Таблица 2.1. Диэлектрическая проницаемость и тангенс угла диэлектрических потерь для некоторых материалов [3]

№ варианта	Материал	Интервал тем-ператур для обработки, °С	Диэлектрическая проницаемость ϵ	$\operatorname{tg} \delta$	Возможности обработки
1	Поливинилхлорид мягкий (40 мас. ч. пластификатора)	155—180	3—5	$8 \cdot 10^{-2}$ — $3 \cdot 10^{-1}$	Исключительно хорошие
2	Полиуретановые термоэластопласты	150—210	3—5	$4 \cdot 10^{-3}$ — $8 \cdot 10^{-2}$	От удовлетворительных до хороших
3	Полиамиды	170—250	3,5—3,6	$2 \cdot 10^{-2}$ — $2 \cdot 10^{-1}$	От удовлетворительных до хороших
4	Поливинилацетат	60—150	3—6	$2 \cdot 10^{-2}$ — $1 \cdot 10^{-1}$	Хорошие
5	Сополимеры этилена и винилацетата	100—170	3—6	$9 \cdot 10^{-3}$ — $2 \cdot 10^{-1}$	»
6	Кожа хромового дубления при влажности 15 %	—	2,5—4	$2 \cdot 10^{-2}$ — $8 \cdot 10^{-2}$	Хорошо разогревается, не обрабатывается
	30 %	—	4—10	$8 \cdot 10^{-2}$ — $2 \cdot 10^{-1}$	Очень хорошо разогревается, не обрабатывается
7	Полиэтилен	150—200	2—3	$2 \cdot 10^{-4}$ — $2 \cdot 10^{-3}$	В поле ТВЧ не разогревается
8	Полипропилен	140—180	2—3	$4 \cdot 10^{-4}$ — $2 \cdot 10^{-3}$	То же
9	Полистирол	180—220	2,5	$1 \cdot 10^{-4}$ — $3 \cdot 10^{-4}$	»

Примечания: 1. Интервал температур для обработки ориентировочно соответствует вязкотекучему состоянию материала, верхний предел — началу термодеструкции.

2. Для вариантов 1—5 параметры ϵ и $\operatorname{tg} \delta$ указаны в интервале температур от комнатных до приведенных в таблице; для вариантов 4—9 — при температуре 25 °С. Частота во всех случаях 27,12 МГц.

Количество электроэнергии, расходуемой при нагреве материала в поле ТВЧ, определяется по мощности P_n с учетом ее теплового эквивалента, т. е. из расчета, что 1 Вт за секунду дает количество теплоты, равное 1 Дж (1 кВт·ч $\approx$ 3,6 МДж).

Если известно количество теплоты, необходимое для нагрева, и потребляемая мощность высокочастотного генератора, время, с, необходимое для нагрева, можно определить по формуле

$$\tau = \frac{Q_{\Sigma}}{P_n \eta_r \eta_k} \quad (2.4a)$$

Здесь обозначения те же, что и в формулах (2.1—2.4).

Мощность, расходуемую для нагрева материала под действием приложенного напряжения, можно выразить через параметры электрического тока и диэлектрические характеристики материала [1]. Из рис. 2.2 следует

$$P_3 = UI_a = UI_p \operatorname{tg} \delta. \quad (2.5)$$

Подставляя в это уравнение значение силы емкостного тока через участок диэлектрика с емкостью C , находим

$$I_p = \omega UC,$$

где $\omega = 2\pi f$ — угловая частота; f — частота тока, Гц.

Отсюда имеем

$$P_3 = \omega U^2 C \operatorname{tg} \delta. \quad (2.6)$$

Емкость, Φ , можно выразить так:

$$C = \epsilon_0 \epsilon \frac{A}{h_m}, \quad (2.7)$$

где ϵ_0 — диэлектрическая постоянная (диэлектрическая проницаемость вакуума); $\epsilon_0 = 8,85$ пФ/м; ϵ — диэлектрическая проницаемость данного диэлектрика; A и h_m — площадь электрода и толщина диэлектрика соответственно.

Подставляя в уравнение (2.6) значение C из уравнения (2.7), получаем

$$P_3 = \omega U^2 \epsilon_0 \epsilon \frac{A}{h_m} \operatorname{tg} \delta. \quad (2.8)$$

С учетом значения ϵ_0 и заменив ω на $2\pi f$, имеем

$$P_3 = 55,6 \cdot 10^{-12} f U^2 \frac{A}{h_m} \epsilon \operatorname{tg} \delta. \quad (2.9)$$

Все величины, входящие в уравнение (2.9), выражаются в единицах СИ: P — в ваттах, U — в вольтах, f — в герцах, A и h_m — в метрах квадратных и метрах соответственно.

Из уравнения (2.9) видно, что при решении технологических задач, связанных с обработкой конкретных материалов, т. е. с заданными диэлектрическими и геометрическими параметрами (ϵ , $\operatorname{tg} \delta$, A , h_0 либо h_m), мощность, расходуемую при диэлектрическом нагреве, можно менять, изменяя частоту либо напряжение. При этом увеличение напряжения в n раз увеличивает мощность в n^2 раз. Изменение эффективного напряжения $U_{эф}$ соответственно влечет за собой изменение напряженности поля E , В/м, так как

$$E = \frac{U_{эф}}{h_m}. \quad (2.10)$$

Существуют, однако, определенные ограничения для повышения напряжения. Во-первых, это связано с допустимой на-

пряженностью поля с точки зрения охраны труда и, во-вторых, с допустимым напряжением $U_{\text{доп}}$, определяемым напряжением пробоя $U_{\text{пр}}$, которое зависит от диэлектрических характеристик и толщины материала. Обычно принимается

$$U_{\text{доп}} \leq 0,7U_{\text{пр}}. \quad (2.11)$$

В практике применения высокочастотных генераторов для диэлектрического нагрева обычно заданы частота и напряжение. Для достижения заданной мощности регулируется сила анодного тока I_a , что соответствует формуле (2.5).

Определим напряженность электромагнитного поля E_0 , возникающую при диэлектрическом нагреве, в зависимости от параметров обрабатываемых материалов и технологического процесса. Для этого воспользуемся выражением напряженности (2.10). Поскольку эффективное напряжение с сопротивлением R и мощностью $P_{\text{эф}}$ связано зависимостью $U_{\text{эф}} = (RP_{\text{эф}})^{1/2}$, подставив это значение в уравнение (2.10), получим:

$$E_0 = \frac{(RP_{\text{эф}})^{1/2}}{h_m}, \quad (2.12)$$

$$R = x_p \operatorname{tg} \delta; \quad x_p = \frac{1}{\omega C},$$

где x_p — реактивное сопротивление.

После подстановки в уравнение (2.12) значений R имеем

$$E_0 = \left[\frac{P_{\text{эф}}}{2\pi f C \operatorname{tg} \delta h_m^2} \right]^{1/2}. \quad (2.13)$$

Подставив в уравнение (2.13) значения C по (2.7) и $P_{\text{эф}}$ по (2.3), а также с учетом числового значения диэлектрической постоянной и замены ω на $2\pi f$, определяем напряженность электромагнитного поля, В/м,

$$E_0 = \left[\frac{1}{55,6 f \operatorname{tg} \delta} \left(\frac{C m \Delta \phi}{\tau} + \frac{8 \lambda A_E \Delta T}{h_m} \right) \right]^{1/2} 10^6. \quad (2.14)$$

В технологии изделий из кожи с помощью высокочастотного нагрева обрабатываются не только однородные материалы, но и системы из разных по диэлектрическим характеристикам материалов, например наружная деталь верха обуви и подкладка под нее. Искусственные и синтетические кожи также представляют собой неоднородные системы, имеющие слой полимерного покрытия и основу одного либо нескольких слоев. В таких случаях в формулах (2.1), (2.3) массу m и удельную теплоемкость c_p материала следует понимать как средневзвешенные величины (вместо средневзвешенного значения массы можно подставить произведение кажущегося объема v на средневзвешенную плотность, так как $m = \nu \rho$), а ϵ и $\operatorname{tg} \delta$ — как

некоторые усредненные величины для данного диэлектрического материала.

Отдельные слои диэлектрика в системе конденсатора в зависимости от их диэлектрических характеристик будут нагреваться неодинаково. Напряженность поля E_i в каждом слое n -слойного материала обратно пропорциональна диэлектрической проницаемости ϵ_i материала, из которого состоит данный слой:

$$E_1 : E_2 : \dots : E_n = \frac{1}{\epsilon_1} : \frac{1}{\epsilon_2} : \dots : \frac{1}{\epsilon_n}. \quad (2.15)$$

Распределение мощностей, расходуемых на нагрев каждого слоя, будет соответственно

$$P_1 : P_2 : \dots : P_n = \frac{h_1 \operatorname{tg} \delta_1}{\epsilon_1} : \frac{h_2 \operatorname{tg} \delta_2}{\epsilon_2} : \dots : \frac{h_n \operatorname{tg} \delta_n}{\epsilon_n}, \quad (2.16)$$

где h_i , ϵ_i , δ_i — соответственно толщина, диэлектрическая проницаемость и угол диэлектрических потерь отдельных слоев ($i=1, 2, \dots, n$).

Иногда при диэлектрическом нагреве материалов, однородных или состоящих из нескольких слоев, применяются изолирующие прокладки, которые могут помещаться между электродами в положении крайнего слоя системы (нижнего, верхнего, того и другого). При этом могут преследоваться разные цели: увеличение сопротивления системы пробоя; уменьшение интенсивности передачи тепла из обрабатываемого материала в электроды, если оно слишком интенсивно или же материал недостаточно интенсивно нагревается в поле ТВЧ; предупреждение прилипания нагреваемого материала в вязкотекучем состоянии к электродам. Наиболее подходящими для этой цели материалами являются политетрафторэтилен (фторопласт, тефлон), а также силиконовая резина. Их диэлектрические и теплофизические характеристики даны в табл. 2.9.

Кроме того, политетрафторэтилен и силиконовая резина являются типичными антиадгезионными материалами и, следова-

Т а б л и ц а 2.9. Диэлектрические и теплофизические характеристики материалов, применяемых в качестве изоляторов

Материал	Максимальная температура длительного нагрева, °C	Диэлектрическая проницаемость ϵ	$\operatorname{tg} \delta$	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м·К)	Напряженность пробоя $E_{пр}$, МВ/м
Политетрафторэтилен	350	1,5—2,5	$(1-3) \cdot 10^{-4}$	0,3—0,5	30
Силиконовая резина	230	2,5—3,5	$5 \cdot 10^{-3}$	0,25—0,35	25

П р и м е ч а н и е: ϵ , $\operatorname{tg} \delta$ и $E_{пр}$ определены при $t = 250^\circ \text{C}$ и $f = 27,12 \text{ МГц}$.

тельно, хорошо предохраняют обрабатываемые материалы от прилипания. Если же это не актуально, в качестве изолирующих прокладок могут применяться картоны, бумага. Они хотя и нагреваются в поле ТВЧ в той или иной степени, но являются нетермопластичными и теплопроводность их низка.

Наиболее важные общие требования к термопластичным материалам, обрабатываемым с применением высокочастотного нагрева в технологии изделий из кожи, приведены ниже.

ТРЕБОВАНИЯ К МАТЕРИАЛАМ ДЛЯ ВЫСОКОЧАСТОТНОГО НАГРЕВА

Коэффициент диэлектрических потерь, K (при $f = 27,12$ МГц)	Более $2 \cdot 10^{-2}$	При меньших значениях материал сколько-нибудь значительно не нагревается
Напряженность пробоя электрического поля $E_{пр}$, МВ/м	Более 5	При меньших значениях возможен пробой (для воздуха при температуре 20°C и относительной влажности 65 % $E_{пр} \approx 3,2$ МВ/м)
Температура обработки, $^\circ\text{C}$	Не более 210	При большей температуре выше потребление высокочастотной энергии и вследствие этого — увеличение опасности пробоя
Температурный интервал для обработки, $^\circ\text{C}$	15	При более узком интервале возможны повреждения материала вследствие термодеструкции или плохое качество обработки из-за невозможности достижения необходимой оптимальной вязкости
Рабочая вязкость, Па·с	15—20	При большем значении недостаточна диффузионная и адгезионная способность (в сварке) или плохое формование рельефа поверхности.
Теплопроводность, кВт/(м·К)	0,1—0,5	При меньшем значении плохое качество формования швов (в сварке) вследствие увеличенной текучести материала
		При меньших значениях недостаточный отвод тепла в электроды и перегрев материала; при больших значениях — большой отвод тепла в электроды, а в связи с этим большой расход электроэнергии и увеличение вероятности пробоя

2.2. ВЫСОКОЧАСТОТНАЯ СВАРКА ТЕРМОПЛАСТИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

При высокочастотной сварке соединяемые материалы нагреваются, переходят в зоне их контакта в вязкотекучее состояние, после чего на межфазной границе происходит процесс взаимодиффузии. В результате этого граница раздела со временем

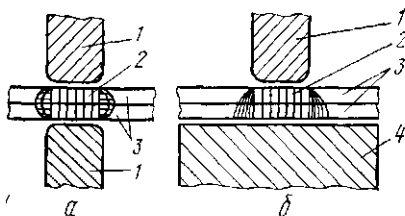


Рис. 2.3. Схема симметричной (а) и асимметричной (б) сварки:

1, 4 — электроды; 2 — разогреваемая область под электродами; 3 — свариваемый материал

образной формы. Различают симметричную сварку, когда оба электрода имеют одинаковую форму, и асимметричную, когда форма электродов неодинакова (рис. 2.3).

По технике исполнения различают три способа высокочастотной сварки: прессовый, роликовый и точечный [4].

При прессовом способе сварки материал помещают между электродами и сваривание проводится одновременно по всему обрабатываемому контуру.

При роликовом способе сварки материалы соединяются двумя вращающимися электродами, выполненными в виде дисков, из которых нижний (ведущий) изолирован от корпуса сварочного агрегата, а верхний (ведомый) заземлен. Сваривание происходит по линии, расположенной непосредственно под электродами.

Точечный способ сварки применяется для соединения деталей в отдельных местах и осуществляется с помощью электрода малой рабочей площади (типа стержня).

В технологии изделий из кожи роликовый и точечный способы сварки практически не применяются, а чаще всего используется асимметричная прессовая сварка. При этом роль нижнего электрода может выполнять стол (нижняя плита) пресса, на котором помещается свариваемый материал, а верхний электрод, соответствующий форме сварного шва, может крепиться стационарно к электрододержателю, который через изолятор соединен с верхней плитой пресса, или же быть свободным и при каждом новом цикле сварки накладываться на материал.

Из рис. 2.3 видно, что область, в которой происходит разогрев, по длине и ширине больше электрода. Она зависит от толщины свариваемого объекта h_0 и приблизительно может быть определена как сумма линейного размера электрода (длины, ширины) и двойной толщины свариваемого объекта ($l_{эф} \approx l_{эл} + 2h_0$). На рис. 2.4 схематически показаны стадии сварки: обработка под током и давлением, отвод тепла через электрод, поднятие электрода. Таким образом, электроды при

исчезает, превращаясь в размытый переходный слой. Температура материала в зоне контакта, продолжительность процесса (время) и давление контакта являются факторами, определяющими интенсивность и глубину прохождения диффузионных процессов, т. е. определяют образование сварного шва.

Сваривание осуществляется между металлическими электродами, которые могут быть разно-

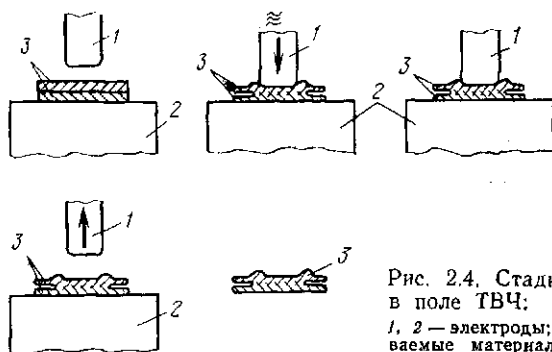


Рис. 2.4. Стадии сварки в поле ТВЧ:
1, 2 — электроды; 3 — свариваемые материалы

сварке служат для подвода энергии, передачи давления на материал и охлаждения поверхности.

Иногда при диэлектрическом нагреве образуются соединения материалов, неспособных свариваться в поле ТВЧ. При этом применяется промежуточный слой из термопластичного материала, который при нагреве переходит в вязкотекучее состояние и образует адгезионное клеесварное соединение.

Полученные таким способом соединения можно рассматривать как клеевые.

На рис. 2.5 показано изменение параметров процесса сварки и диэлектрических свойств материала для пленки из пластифицированного ПВХ, а на рис. 2.6 — распределение температур в материале в процессе нагрева. Из рис. 2.6 видно, что максимальная температура, соответствующая вязкотекучему состоянию, достигается не по всей толщине свариваемых материалов, а лишь в некоторой области вблизи межфазной границы. Эта область должна занимать не более 50 % толщины материала, так как только в таком случае он обладает способностью к текучести лишь в ограниченной области, что не искажает формы шва под давлением в процессе сварки. Часть

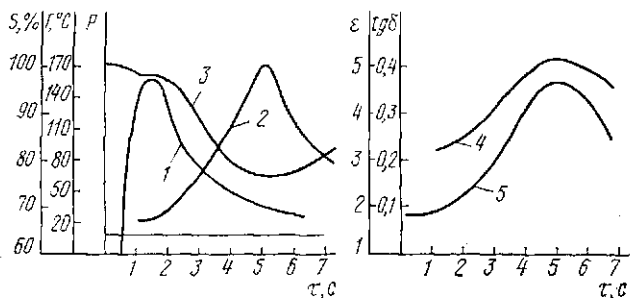


Рис. 2.5. Изменение во времени τ относительной толщины S свариваемого участка, температуры T в шве, давления p , диэлектрической проницаемости ϵ , тангенса угла диэлектрических потерь $\operatorname{tg} \delta$:

1 — $p(\tau)$; 2 — $T(\tau)$; 3 — $S(\tau)$; 4 — $\epsilon(\tau)$; 5 — $\operatorname{tg} \delta(\tau)$

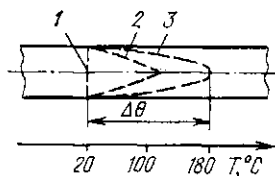


Рис. 2.6. Распределение температур по толщине материала при диэлектрическом нагреве:

1 — перед нагревом; 2 — в середине нагрева; 3 — в конце нагрева

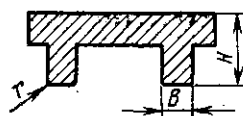


Рис. 2.7. Сварочный электрод

толщины материала, где он переходит в вязкотекучее состояние, тем больше, чем больше его начальная толщина. Это объясняется тем, что с увеличением массы материала затрудняется отвод тепла через электроды. Поэтому при сваривании более толстых (более 2 мм) материалов иногда целесообразно предусмотреть дополнительное охлаждение электродов.

Электроды для высокочастотной сварки могут иметь различную конфигурацию в соответствии с конфигурацией свариваемого шва, который может быть в виде закрытого контура, в виде прямой либо кривой сплошной или прерывистой линии. Электроды также могут иметь поверхность гладкую либо с выгравированным рисунком. Ниже приведены оптимальные с точки зрения прочности клеевого соединения размеры электродов в соответствии с рис. 2.7.

РАЗМЕРЫ ЭЛЕКТРОДОВ (ПРИ ТОЛЩИНЕ СВАРИВАЕМОГО ОБЪЕКТА h_0)

Высота электрода H , мм	25—30
Ширина электрода, B , мм	
для шва, работающего на расслаивание	$B = 2h_0 + 0,5$
для накладного шва, работающего на сдвиг	$B = (3-4) h_0$
Радиус закругления углов рабочей поверхности r	$r = (0,12-0,15) B$

Максимально возможная длина электрода l_3 определяется исходя из возможностей поддержания постоянного напряжения по всей его длине. Колебания напряжений по длине электрода не должны превышать 10 %, так как иначе разогрев может происходить неравномерно, а это в свою очередь может стать причиной неравномерной сварки, дефектности сварного шва.

Зона, в которой возможно поддержание постоянных напряжений (в пределах вариации до 10 %), зависит от длины волны электромагнитных колебаний λ и составляет примерно $\lambda/6$ для асимметричного способа сварки и $\lambda/3$ — для симметричного (рис. 2.8). Длина этой зоны, а следовательно, и максимально

возможная длина электрода l_0 могут быть рассчитаны по известной зависимости между длиной волны, скоростью ее распространения c_0 и частотой колебаний f : $\lambda = c_0/f$. Например, для несимметричной сварки электродом из латуни, для которой $c_0 = 2 \cdot 10^8$ м/с, при частоте $f = 27,12 \cdot 10^6$ Гц имеем

$$\lambda = \frac{2 \cdot 10^8}{27,12 \cdot 10^6} = 7,37 \text{ м и } l_0 = \frac{\lambda}{6} = 1,23 \text{ м.}$$

При $f = 40,68 \cdot 10^6$ Гц соответственно $\lambda = 4,92$ м и $l_0 = 0,82$ м.

Таким образом с помощью ТВЧ можно сваривать детали и изделия сравнительно больших размеров, что, в частности, и происходит в кожгалантерейной промышленности.

Общее давление в гидроцилиндре пресса (определяемое по показанию манометра), необходимое для проведения сварки, может быть выражено так же, как и при склеивании [см. формулы (1.5), (1.6)].

Для установления необходимого давления пресса сварочного агрегата нужно знать требуемое удельное давление на свариваемый шов $P_{ш}$ и площадь шва $S_{ш}$.

В паспорте к оборудованию иногда указывают максимальное давление $|p|$, развиваемое прессом, которое характеризует механическую мощность пресса и определяется как произведение максимального удельного давления в гидросистеме пресса и площади поршня гидроцилиндра. Зная максимальное давление пресса, можно найти максимальную площадь шва, которую можно сварить за один цикл:

$$S_{\max} = \frac{|p|}{P_{ш}} \quad (2.17)$$

и соответственно при заданной ширине b шва можно найти его максимальную длину

$$l_{\max} = \frac{S_{\max}}{b} \quad (2.18)$$

Очевидно, приемлемыми являются лишь значения $l_{\max} \leq l_0$. В противном случае максимально возможной длиной шва следует считать величину l_0 .

Существенное влияние на качество сварных швов оказывает глубина внедрения электрода в материал, которая обычно регулируется путем установления оптимального давления пресса либо с помощью специально предусмотренных ограничителей

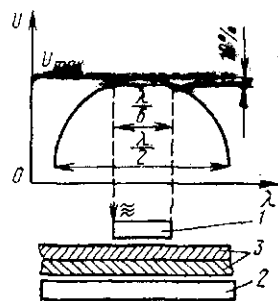


Рис. 2.8. Область поддержания постоянных напряжений U при диэлектрическом нагреве в зависимости от длины волны λ :

1, 2 — электроды; 3 — свариваемый материал

движения плиты пресса. Относительная глубина внедрения электрода (глубина сваривания) $\Delta h_{св}$ определяется по формуле

$$\Delta h_{св} = \frac{h_2}{h_1} 100, \quad (2.19)$$

где h_2 — глубина проникновения электрода в материал, мм; h_1 — толщина свариваемого материала до начала процесса, мм.

Оптимальная прочность сварного шва достигается при $\Delta h_{св} \approx 20-40\%$, а при $\Delta h_{св} \approx 60\%$ обычно происходит сквозное «проваривание» и повышается вероятность пробоя.

Прочность сварного шва является важнейшим показателем его качества. Она зависит от режимов сваривания. У большинства видов установок для высокочастотной сварки регулируются лишь сила анодного тока и время (на основании их определяются мощность и количество тепла, генерируемое в свариваемых материалах). Время сваривания зависит от вида материала, его структуры и толщины. Обычно для тонких (до 1 мм) пленок время сваривания составляет 3—4 с, а иногда и менее, для искусственных кож на тканевой либо трикотажной основе — 10—12 с. После завершения сваривания и отключения тока еще несколько секунд продолжается охлаждение под давлением для фиксации формы шва (см. рис. 2.4). При отсутствии охлаждения возможно искажение формы, которое наряду с ухудшением эстетических качеств, как правило, вле-

Таблица 2.3. Оптимальные режимы обработки деталей из искусственных материалов на различных установках ТВЧ

Свариваемые материалы	Общая толщина свариваемых деталей, мм	Установка ТВЧ	Площадь сварного шва, см ²	Параметры сварки		Оптимальная прочность сварного шва, Н/см
				Продолжительность t , с	Сила анодного тока I_a , А	
Два слоя пористомонолитной либо монолитной галантерейной винилискожи — Т	2,4—2,8	УЗП-6000 (НРБ)	30—40	3	1	35—40
			60—70	4	0,9	
			150—160	10	1,2	
Два слоя пористомонолитной галантерейной винилискожи — Т	2,7—3,0	УЗП-6000	60—70	20	1,3	25
+ слой галантерейной или подкладочной ПВХ-пленки						
Слой галантерейной лаковой винилискожи — Т + слой ПВХ-пленки	1,6—1,8	ЛГЕ-ЗБ	9—13	5	0,8	25

чет за собой и уменьшение прочности (напряжения в шве при нагружении распределяются неравномерно).

Прочность сварных швов искусственных кож должна быть близкой к прочности ниточных швов, а при сваривании пленок — близкой к прочности самих исходных материалов.

Оптимизация процесса сваривания в производстве кожгалантерейных изделий была проведена с помощью математических методов планирования эксперимента при использовании в качестве критерия оптимизации прочности сварного шва.

Некоторые примеры оптимальных режимов сваривания деталей из искусственных материалов на различных установках ТВЧ даны в табл. 2.3. Более подробные данные по этому вопросу можно найти в специальной литературе [4].

2.3. РАЗНОВИДНОСТИ ВЫСОКОЧАСТОТНОЙ СВАРКИ

В обувной и кожгалантерейной промышленности применяются сварка деталей с декорированием по свариваемому контуру; сварка с отделением (вырубанием) свариваемых деталей; приваривание аппликаций; тиснение декоративных эффектов небольшой площади на деталях и изделиях с помощью металлических электродов.

Достоинством высокочастотной сварки по сравнению с другими способами соединения является то, что она помимо соединения позволяет получать и формоустойчивые декоративные эффекты в области шва. Это возможно благодаря тому, что материал в зоне сварки переводится в вязкотекучее состояние и легко формуется, а полученный в результате этого рисунок определяется формой той части электрода, которая контактирует со свариваемым материалом. Таким образом сваривать можно не только плоские, но и пространственные детали (объемная сварка). Для сварки необходимы электроды и устройства специальной конструкции (рис. 2.9), обеспечивающие давление.

Сварка с отделением сваренных деталей производится способом сквозного продавливания (проваривания) расплавленного материала кромкой электрода, если все свариваемые слои термопластичны*, или же продавливания верхнего слоя и затем механического прорезания (вырубания) нижнего слоя, если последний нетермопластичен. Электроды для таких целей имеют форму резака, а иногда кроме сваривающей еще и режущую кромку (рис. 2.10). На рис. 2.11 показан электрод для сваривания с одновременным вырубанием, а на рис. 2.12 —

* Иногда при сваривании пленок не проводится сквозное продавливание электродом, а оставляется тонкий (около 50 мкм) слой пленки непродавленным, который затем разрывается вручную. Это делается для уменьшения вероятности пробоя.

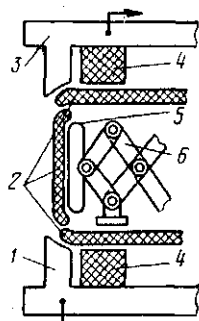


Рис. 2.9. Сваривание изделия пространственной формы (объемная сварка):

1, 3, 5 — электроды; 2 — свариваемые (или формуемые) детали; 4 — прижимные упоры; 6 — механизм создания давления и горизонтального перемещения электрода 5

электрод со сменной сваривающей кромкой, которая может иметь различную ширину и различный рельеф поверхности, контактирующей со свариваемым материалом.

Электроды, имеющие сложную форму рабочих поверхностей, обычно применяются для сваривания или сваривания с вырубанием прямолинейных швов или швов закрытого контура небольшой кривизны.

При помощи электрода-резака (рис. 2.13, а) можно получить декоративные эффекты, имитирующие загибку краев (рис. 2.13, б). При этом верхний слой как бы наплавляется на нижние слои и они свариваются по контуру, но сварные швы при этом не обладают высокой прочностью. Такой метод применяется для получения различных декоративных элементов выпуклой формы, прикрепляемых затем к верху обуви или кожантатерейных изделий. Процесс происходит в две стадии. На первой электрод-резака приводится в соприкосновение с материалом, включается ток и материал в области контакта с электродом нагревается до вязкотекучего состояния. На второй стадии давление увеличивается и материал электродом-резака продавливается (прорубается).

Метод также нашел применение и для изготовления верха летней бесподкладочной обуви из искусственной кожи (например, типа пантолет). На рис. 2.14 показан электрод-резака для изготовления такой обуви, который крепится к верхней плите прессы. Процесс проводится так: после подведения электрода и включения тока материал нагревается, затем давление увеличивается и по контуру проводится тиснение и оплавление краев; ток отключается и после короткого (около 2 с) промежутка времени для охлаждения верхняя плита прессы с резаком ударным усилием прорубает материал.

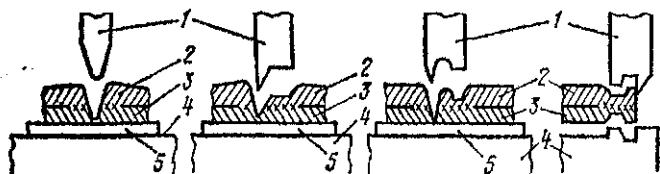


Рис. 2.10. Различные формы электродов для сваривания с одновременным вырубанием:

1 — электроды; 2, 3 — свариваемые материалы (слои); 4 — плита (нижний электрод); 5 — прокладка

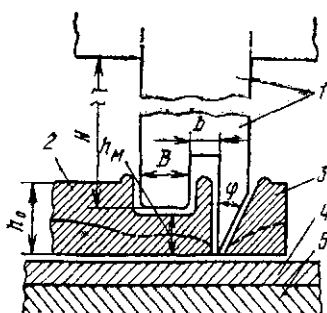


Рис. 2.11. Электрод для сваривания с одновременным вырубанием:

$H=25-30$ мм; $B \approx 1-1,5$ мм; $b \approx (0,2-0,6)H_0$; $\varphi \approx 35^\circ$; $h_m \approx 0,6H_0$;
1 — электрод; 2, 3 — свариваемые материалы; 4 — прокладка; 5 — плита

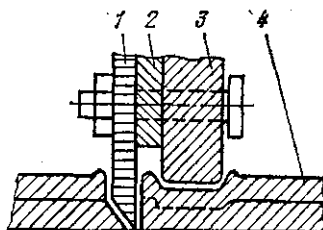


Рис. 2.12. Электрод-резак со сменной сваривающей кромкой:

1 — резак; 2 — прокладка (шайба); 3 — сменная сваривающая кромка; 4 — свариваемые материалы

Метод сваривания с вырубанием может применяться и для соединения термопластичных материалов с нетермопластичными, например, синтетической кожи однослойной структуры в качестве наружной детали верха и хлопчатобумажной ткани в качестве подкладки. В таких случаях между соединяемыми слоями кладется термопластичная пленка или одна из поверхностей покрывается слоем термопластичного клея; при этом

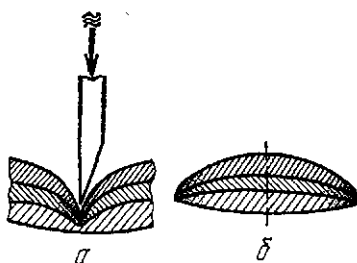


Рис. 2.13. Получение с помощью электрода-резака декоративных элементов с имитацией загибки краев:

а — схема сваривания по краю; б — разрез декоративного элемента

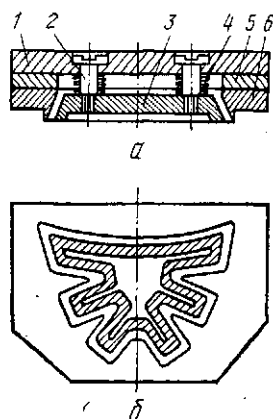


Рис. 2.14. Разрез (а) и вид снизу (б) электрода-резака для сваривания с вырубанием верха летней обуви:

1 — верхняя пластина; 2 — направляющий штифт; 3 — сваривающая часть; 4 — пружина; 5 — прокладка; 6 — резак

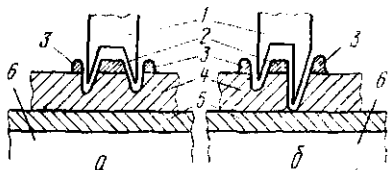


Рис. 2.15. Приваривание аппликации:

1 — электрод-резак; 2, 3 — участки привариваемого материала; 4 — материал, к которому приваривается другой материал; 5 — прокладка; 6 — плита (электрод)

каждый из них играет роль соединительного звена. В процессе сваривания с вырубанием получается клеесварной шов. Процесс происходит в две стадии: на первой — разогрев термопластичных материалов и сваривание, на второй (после отключения тока) — механическое вырубание.

В современном оборудовании для сваривания с вырубанием предусмотрено автоматическое

регулирование включения и отключения электрического тока и давления в прессе. Электроды обычно делаются из более твердого металла — инструментальной стали, в то время как для обычной сварки они чаще всего делаются из латуни, меди или алюминия.

Для предупреждения пробоя во время сварки, что может привести к порче плиты пресса, могут применяться изолирующие прокладки, а при сваривании с вырубанием это является практически необходимым.

Наиболее доступным материалом для этих целей является электрокартон.

Применение находит декорирование верха обуви и кожгалантерейных изделий привариванием аппликаций из термопластичных пленок с помощью высокочастотного нагрева. Для этих целей применяются пленки различных расцветок, гармонирующих с цветом деталей, к которым они прикрепляются.

Приваривание аппликаций представляет собой процесс, подобный сварке с отделением свариваемых деталей (рис. 2.15). Аппликации могут привариваться в любом месте детали или же по ее контуру. В первом случае процесс строится таким образом, чтобы электрод-резак полностью продавил (прорезал) привариваемую пленку и внедрил бы в основу (в пленку, к которой приваривается аппликация) примерно на 30 % (рис. 2.15, а). Во втором случае одновременно происходит и отделение детали от листа материала (рис. 2.15, б).

С целью смещения температурного максимума в сторону привариваемой пленки при высокочастотном нагреве можно применять подогрев электрода.

Для аппликаций из ПВХ-пленок электрод нагревают до температуры 100—150 °С.

Декорирование путем тиснения деталей и изделий из термопластичных пленок либо искусственных и синтетических кож с помощью металлических электродов является процессом, по технологической схеме аналогичным свариванию. Весь материал или только его верхний слой разогревается до вязкотекуче-

чего состояния и под некоторым давлением электрода производится декорирование (создается декоративный эффект).

Применяются электроды, на формующей поверхности которых имеется негативное изображение имитируемых швов, плетений, различных орнаментов и других декоративных элементов. Их получают способом гравирования либо травления. Удобно также для тиснения применять цинковые клише. Глубина тиснений может быть различной. Она зависит от размеров рабочей части электрода и толщины материала (или термопластичного верхнего слоя) и колеблется от 0,02 до 0,8 мм [3].

Возможен подогрев электродов для материалов с высокой температурой текучести до 100—140 °С. Этим можно сократить время формования, однако четкость тиснения снижается, так как холодные электроды после декорирования можно использовать для фиксации формы (ток при этом отключается), а нагретые электроды, очевидно, эффекта фиксации формы не дают. В то же время нагретые электроды можно использовать для тиснения рисунка через фольгу: они способствуют переносу краски с фольги на декорируемую поверхность и повышению ее адгезии к материалу.

Декоративные эффекты большой площади или сложного рельефа, такие, как имитация естественной мерели или ворса натуральной кожи, получают не с помощью металлических электродов, а формованием поверхности в силиконовых матрицах (см. раздел 2.4).

Промышленные установки для высокочастотной сварки состоят из высокочастотного генератора и пресса. Применяются генераторы с фиксированной рабочей частотой 27,12 МГц и выходной мощностью от 1,5 до 10 кВт.

Прессы в установках разных фирм и изготовителей имеют различную конструкцию. Применяются прессы с одним рабочим столом, который может быть стационарным либо подвижным (выдвижным). Существуют конструкции прессов с двумя подвижными столами, что повышает эффективность использования генератора, а также производительность установки за счет совмещения операций сварки и подготовки к сварке.

Во избежание повреждения электродов и рабочего стола в некоторых установках предусмотрена электронная быстродействующая защита, которая обеспечивает отключение анодного тока при электрическом пробое. Установки обеспечены элементами автоматики, рабочая зона при включенном токе экранирована.

В табл. 2.4 приведены данные о некоторых сварочных установках, используемых в кожгалантерейной промышленности нашей страны [4].

Эти же установки используются и для декорирования тиснением.

Таблица 2.4. Технологическая характеристика установок для сварки в поле ТВЧ

Установка	Максимальное усилие P , кН	Рабочий ход плиты, мм	Мощность генератора, кВт		Сила анодного тока, А	Размеры рабочего стола, мм	Габарит установки, мм	Примечание
			потребляемая	выходная				
ЛСП 1-4 (СССР)	20	200	9	4	1,1	600×900	1200×1070×2510	Применяется для сварки малогабаритных изделий, имеет неподвижный стол
УЗП-2,5 (Болгария)	4	60	5,9	2,5	0,8	450×560	1300×1100×1340	Применяется для сварки крупногабаритных деталей, имеет выдвижной стол
УЗП-6000 (Болгария)	12	120	10	6	1,15—1,4	1100×800	2780×2400×1600	
Фолипресс-5000 (ГДР)	50	300	24	10	1,2—1,6	1500×900	5400×3475×2345	Имеет два подвижных стола, подаваемые в рабочую зону попеременно
ФИАБ-7002 (Швеция)	12	150	15	7	0—15	750×550	2790×2180×2000	
ПСК-4-1 (СССР)	40	50	9	4	—	850×850	2500×2870×2190	Применяется для сварки деталей плоской и объемной формы, имеет два стола, перемещающиеся автоматически
ПСВ-2/15-1 (СССР)	20	40	9	4	—	550×550	1810×2090×1810	Применяется для сварки с вырубанием; усилие вырубания 150 кН

2.4. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ И УЗЛОВ ИЗДЕЛИЙ ИЗ КОЖИ В СИЛИКОНОВЫХ МАТРИЦАХ

Сущность метода состоит в том, что в форму из силиконовой резины, обычно называемую силиконовой матрицей, закладывается термопластичный материал, форма с материалом помещается между плитами пресса высокочастотной установки, материал нагревается в поле ТВЧ и под некоторым давлением формируется. Если внутренняя поверхность силиконовой матрицы имеет рисунок (рельеф), перенесенный в процессе ее изготовления с какой-либо другой поверхности (негативное изображение), то этот рисунок переносится на поверхность формируемого материала (позитивное отображение). Схема процесса показана на рис. 2.16.

Этим методом можно получать декоративные эффекты на большой площади. Формование с помощью силиконовых матриц применяется в кожгалантерейной промышленности для декорирования путем тиснения поверхности деталей, а в обувной промышленности — для изготовления целиком заготовок, а также профилированных ортопедических стелек и различных декоративных элементов верха обуви.

В кожгалантерейной и обувной промышленности способом формования в силиконовых матрицах обрабатываются главным образом поливинилхлоридные материалы в виде пленок, порошка, пасты (пластизоля), а также искусственные кожи с ПВХ-покрытием. Могут обрабатываться и другие термопластичные полимерные материалы или материалы, имеющие такого рода покрытия (синтетические кожи с полиуретановым покрытием и др.). Технологический процесс имеет свои особенности в зависимости от того, в каком виде применяется материал (лист, порошок, паста). Кроме того, отличительной особенностью метода является возможность получения на формируемой поверхности тончайшего рисунка с поверхности какого-либо другого материала, например отображение мерей кожи, ворса путем переноса этого рисунка с имитируемого материала через

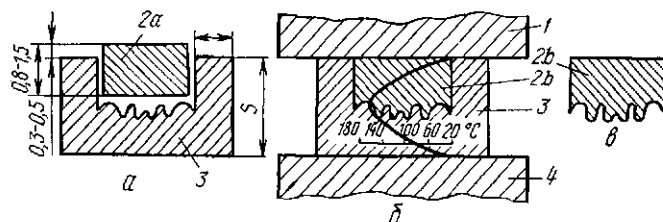


Рис. 2.16. Формование изделия из термопластического материала в силиконовой матрице:

a — загрузка материала в форму; *б* — процесс формования; *в* — готовое изделие; 1, 4 — верхняя и нижняя плиты пресса — электроды; 2 — материал (ПВХ) до формования (*a*), во время формования (*б*) и после формования (*в*); 3 — силиконовая матрица



Изготовление заготовок из разных материалов в силиконовых матрицах

силиконовую матрицу на имитирующий материал. Возможность точного переноса рисунка обусловлена упругоэластическими свойствами силиконового каучука и технологией получения из него матрицы.

Наиболее сложна технология изготовления в силиконовых матрицах заготовок верха обуви (см. схему). Для других изделий она более проста, хотя в общем строится по той же схеме.

Рассмотрим подробнее особенности технологии изготовления заготовок [5].

Изготовление исходной модели и силиконовых матриц для формования заготовок верха обуви. Исходная модель представляет собой заготовку верха обуви в плоском виде, имитацию которой предполагается изготавливать из синтетических материалов в силиконовых матрицах. Силиконовые матрицы изготавливают заливкой в форму, в раме которой помещена исходная модель, компаундов на основе жидких силиконовых каучуков с последующим их структурированием (отверждением).

Для изготовления исходной модели обычно применяют натуральную кожу с хорошо выраженной, рельефной фактурой (например шевро, нубук и т. п.). Конструкцию моделей разра-

батируют таким образом, чтобы после изготовления заготовок в силиконовой матрице их объемную форму можно было получить при минимальном числе швейных операций, например сострачиванием лишь по пяточному контуру. Сборка наружных деталей заготовок исходной модели выполняется с большой точностью квалифицированными рабочими. От качества сборки деталей, от выполнения декоративных строчек зависит четкость их оттиска на силиконовой матрице. Для сборки используются синтетические нитки.

Промежуточные детали — подносок и задник (из двух частей) — могут быть подклеены к исходной модели, если это предусмотрено технологией.

Исходную модель наклеивают (клеем НК) на лист картона, края наклеенной заготовки промазывают расплавленным воском либо пластилином, чтобы не исказить контура заготовки при изготовлении матрицы. Таким образом подготовленную заготовку наклеивают на алюминиевую плиту, установленную строго горизонтально. На расстоянии 10—15 мм от края наклеивают поролоновый бортик высотой около 12 мм. Затем для облегчения последующего снятия силиконовой матрицы заготовку, картон по ее краям и бортик покрывают тонким слоем вазелина, расплавив его горячим воздухом (с помощью фена). При этом вазелин заполняет поры кожи, проколы иглы, образовавшиеся при строчке, и таким образом предотвращается механическое заклинивание силиконового каучука в неровностях поверхности исходной модели в процессе изготовления матрицы. Этим завершается процесс изготовления формы-макета для получения силиконовой матрицы. Формы-макеты необходимо иметь для всего размерного ассортимента.

Для отливки силиконовых матриц используются компаунды, в состав которых входят жидкие низкомолекулярные силиконовые каучуки; катализаторы (около 5 % в расчете на массу каучука), обеспечивающие полимеризацию каучуков и структурирование; наполнители, например измельченное стекловолокно (10—12 %), которые увеличивают твердость и уменьшают усадку композиции при ее структурировании в процессе формирования матрицы.

Смесь компонентов готовят в специальном смесителе с последующим вакуумированием для удаления пузырей воздуха, захваченного при перемешивании вязкой жидкости. После вакуумирования готовый компаунд заливают в форму-макет.

Количество силиконового компаунда, необходимого для заполнения формы-макета, определяют по формуле

$$B = Ah\rho, \quad (2.20)$$

где B — количество компаунда, г; A — площадь исходной модели, см²; h — глубина гнезда матрицы, см; ρ — плотность компаунда, г/см³.

Благодаря невысокой вязкости и хорошей смачивающей способности силиконового компаунда в начальный период* при заливке в форму-макет жидкость хорошо заполняет мельчайшие неровности поверхности исходной модели.

Отверждение смеси и формирование матрицы происходит в течение 12—20 ч. После этого матрица извлекается из формы-макета и выравнивается по толщине — шлифуется. Иногда в углубленных местах матриц просверливают тонкие отверстия для удаления воздуха при формировании или делают желобки по краям для удаления излишков материала.

Силиконовые матрицы обладают высокой теплоемкостью, прочностью и упругоэластичностью, а также антиадгезионными свойствами (готовые изделия не прилипают к их поверхности).

Матрицы в зависимости от качества исходных материалов и технологии изготовления пригодны для использования 8 000 — 15 000 раз.

Изготовление заготовок. Существуют различные варианты оборудования для формирования в силиконовых матрицах. Наиболее совершенными следует считать агрегаты, в которых предусмотрены возможности работы с материалом как листовым (искусственные кожи, пленка), так и в виде порошка либо пасты. Таковыми являются, например, агрегаты фирмы «Анвер» модели 1004, 1006. Агрегат 1006 (рис. 2.17) состоит из автоматического шестипозиционного поворотного стола, генератора с выходной мощностью 30 кВт и частотой 27,12 МГц, прессы для формирования (рабочего конденсатора) и прессы для охлаждения. В агрегат также может входить установка для заполнения силиконовых матриц порошком и его предварительного формирования (спекания порошка) и (или) установка для заполнения силиконовых матриц пастой. Агрегат имеет пульт управления, систему автоматического контроля и может работать как в автоматическом, так и в ручном режиме.

Продолжительность обработки ТВЧ зависит от вида материала, из которого формируется заготовка, а также от площади матрицы и составляет от 10 до 35 с, а продолжительность охлаждения 6—8 с. Давление при прессовании 0,5—0,8 МПа.

Заготовки верха обуви, как, впрочем, и другие детали и узлы изделий из кожи, могут изготавливаться из термопластичного материала, применяемого для этих целей в различном виде (см. схему). Хорошего эффекта тиснения можно достичь, применяя искусственные кожи с утолщенным пористо-монокристаллическим ПВХ-покрытием (толщина наружного монокристаллического слоя 0,3—0,4 мм и внутреннего пористого слоя 1,2—1,4 мм).

Известна технология изготовления заготовок с покрытием из ПВХ-пленки и нижним слоем из натуральной кожи. При этом

* В жидком состоянии до отверждения компаунд обладает небольшой поверхностной энергией.

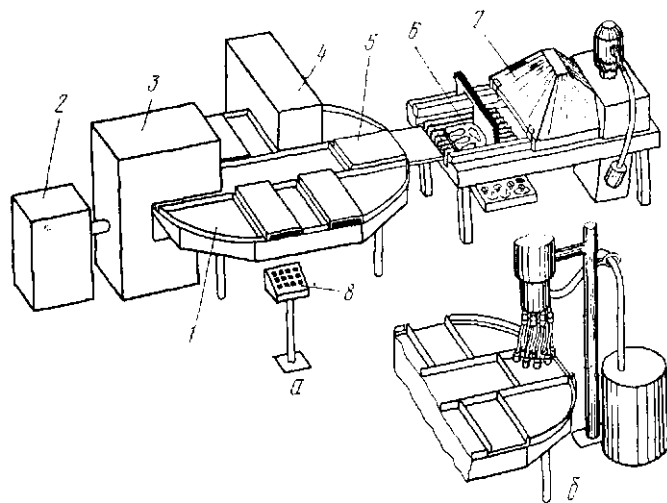


Рис. 2.17. Общий вид агрегата 1006 фирмы «Анвер» для формования изделий в силиконовых матрицах с помощью диэлектрического нагрева (а) и установка для дозирования пасты с фрагментом поворотного стола (б):

1 — поворотный стол; 2 — генератор ТВЧ; 3 — формующий пресс; 4 — охлаждающий пресс; 5 — формодержатель; 6 — силиконовая матрица; 7 — установка для дозирования порошкового материала; 8 — пульт управления

в матрицу укладываются сначала пористо-монокристаллическая ПВХ-пленка (толщиной 1—1,2 мм), выкроенная по контуру углубления матрицы, затем подносик и задник. Далее накладывается кожаная деталь, предварительно высушенная (до относительной влажности 10—12 %) и промазанная полиуретановым клеем. Дополнительное высушивание кожаных деталей необходимо для предупреждения их усадки при высокочастотном нагреве и уменьшения вероятности пробоя.

Из ПВХ-порошка заготовки обычно также изготавливают с кожаной подкладкой (толщиной 1—1,2 мм), предварительно высушенной и покрытой слоем полиуретанового клея. Заполнение силиконовых матриц ПВХ-порошком производится на специальной установке (см. рис. 2.17, а). Силиконовая матрица, помещенная на подвижную каретку установки, подается под дозатор и заполняется порошком. Далее она проходит под ножом-раклеем, который снимает излишки порошка, и подается под инфракрасные лампы для спекания порошка с целью придания ему более устойчивой формы. Это необходимо для последующего присоединения промежуточных деталей и подкладки. Затем матрица перемещается на поворотный стол и подается под пресс для высокочастотного нагрева.

При изготовлении заготовок из ПВХ-пасты (пластизоля) матрица заполняется с помощью специального дозатора (см.

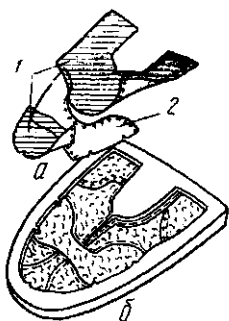


Рис. 2.18. Детали заготовки с гидрофильными вставками (а) и силиконовая матрица (б):

1 — деталь из ПВХ;
2 — деталь из кожи

рис. 2.17, б), который снабжен комплектом эластичных трубок с регуляторами подаваемой дозы материала. Это позволяет равномерно заполнять любые формы. Процесс изготовления заготовок происходит в такой последовательности. Матрица заполняется пастой, затем на нее кладутся нетканая основа (ватка из ПВХ-волокон), детали подноски и задника и подкладка из натуральной или синтетической кожи, промазанная клеем.

Применение для верхнего слоя ПВХ-паст позволяет получить детали заготовок с большим перепадом толщин и четким воспроизведением рисунка. Продолжительность обработки 25—35 с (при силе тока около 2,5 А), давление прессования 0,6—0,8 МПа.

При использовании для изготовления заготовок ПВХ-порошков или ПВХ-паст энергозатраты несколько больше, чем при использовании листовых материалов, но и возможности получения сложных декоративных эффектов при этом больше. В целом наименьшую себестоимость имеют заготовки, изготовленные с применением порошка [5].

Заготовки из поливинилхлоридной пленки, порошка или пасты с нижним слоем из натуральной кожи иногда рассматривают как кожаные с ПВХ-покрытием. Однако ввиду негидрофильности верхнего ПВХ-слоя они не отличаются достаточно хорошими гигиеническими свойствами.

Одним из возможных путей улучшения гигиенических свойств заготовок, изготавливаемых с помощью силиконовых матриц, является применение гидрофильных вставок, например из натуральной кожи, в области пучковой либо носочно-пучковой части (рис. 2.18), т. е. в той части, через которую и должна происходить наиболее интенсивная влагоотдача [6]. Такие заготовки удобно изготовлять из ПВХ-пленки, которая в процессе высокочастотной обработки в местах соединения с деталями из гидрофильного материала (кожи) образует клеесварные соединения. Если при этом площадь детали из гидрофильного материала составляет 20—25 % от общей площади заготовки, то по комплексу гигиенических свойств такие заготовки практически не отличаются от заготовок, имеющих наружные детали только из натуральной кожи. Очевидно, производительность при изготовлении таких заготовок меньше, чем производительность при изготовлении заготовок со сплошным верхним слоем из ПВХ. Некоторые ограничения при эстетическом решении моделей связаны с комбинированием разнородных материалов. И тем не менее этот метод является перспективным.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тареев Б. М. Физика диэлектрических материалов. М., 1973.
2. Диэлектрическая проницаемость. Диэлектрические свойства полимеров//В кн.: Энциклопедия полимеров. 1972. Т. I. С. 740—763.
3. Werner W. Ledertechnik. Leipzig VEB. Fachbuchverlag 1979.
4. Кожгалантерейная промышленность. Справочник. М., 1985.
5. Обувная промышленность. Экспресс-информация, 1976, № 13.
6. Жемайтис В. Ю., Раяцкас В. Л.//Изв. вузов. Технология легкой пром-сти, 1977, № 5.

3. ЛИТЬЕВЫЕ МЕТОДЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ ИЗДЕЛИЙ ИЗ КОЖИ

Литьевыми называют такие методы, при которых материал или вещество в вязкотекучем или жидком маловязком состоянии заполняет форму и затем при повышении вязкости формуется, принимая геометрический образ внутреннего пространства формы. Таким образом, литье — это, по существу, своеобразный вид формования.

Литьевыми методами в обувной промышленности изготовляют различные компоненты обуви из материалов на основе синтетических полимеров — подошвы, профилированные стельки и стелечные узлы (стелька с геленком и полустелькой, задником и т. п.), защитные и каркасные детали для специальной обуви (спортивной, рабочей), каблуки, набойки, геленки и др., а также цельноформованную обувь. Иногда компоненты обуви изготовляются не на обувных фабриках, а на специализированных предприятиях.

Специфическим применением литьевых методов в обувном производстве является литье низа непосредственно на обуви с одновременным его креплением к следу. Это так называемый литьевой метод крепления низа обуви.

Расширяется применение литьевых методов и в кожгалантерейной промышленности.

По особенностям технического исполнения литьевые методы, применяемые в производстве изделий из кожи, можно классифицировать следующим образом*:

литье под давлением — форма заполняется и формование изделий происходит при повышенном давлении, существенно отличающемся от нормального;

литье пластизолой — заполнение формы происходит без давления (заливкой) или под небольшим внешним давлением, а формование изделия — при внешнем давлении, существенно не отличающемся от нормального;

* Методы литья, которые не применяются в производстве изделий из кожи (литье с раздувом, литьевое прессование и др.), здесь не приводятся. См. специальную литературу [1].

литье с образованием полимерного материала в форме, называемое еще жидким формованием,— форма заполняется жидкой маловязкой смесью исходных компонентов, а образование полимерного материала происходит в форме одновременно с формованием изделия.

Литьем под давлением изготавливаются изделия из термопластов, термоэластопластов, резиновых смесей и реактопластов. Литье пластизолей применяется для получения изделий из желатинизирующихся суспензий полимера в пластификаторе. Литьем с образованием материала в форме получают изделия из полиуретана. Поэтому и метод иногда называют просто литьем полиуретанов, хотя изделия из них можно отливать и другими способами, например из полиуретановых термоэластопластов — под давлением, а из дисперсий — без внешнего давления.

3.1. ЛИТЬЕ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

Метод литья под давлением был предложен еще в XIX веке, когда был выдан первый патент на машину для литья под давлением термопластов. Однако лишь в 1922 г. в Германии появились первые литьевые машины. Затем, вплоть до конца сороковых годов, техника для литья под давлением хотя и совершенствовалась, но давала возможность отливать изделия, масса которых не более 100 г. Лишь в 1948 г. в Англии и США были созданы литьевые машины для изготовления изделий, масса которых 1,2—2 кг. С этого времени метод стал стремительно распространяться во всех индустриально развитых странах, область его применения расширилась. В обувной промышленности начало освоения метода литья под давлением относится к середине пятидесятих годов. В это время на машине фирмы «Фостер» (Англия) было начато производство цельноформованной пляжной обуви типа пантолет из пластифицированного ПВХ, а затем и отдельно подошв из того же материала. Начиная с середины шестидесятых годов, метод литья под давлением получил быстрое развитие в обувной промышленности, стал применяться, хотя и ограниченно, в кожгалантерейной промышленности. В настоящее время появились тенденции еще более широкого его использования.

Для литья под давлением в обувной промышленности в настоящее время уже применяется широкий ассортимент материалов — термопластов, резиновых смесей и пока в ограниченных масштабах реактопластов (табл. 3.1).

В кожгалантерейной промышленности метод литья под давлением пока находит ограниченное применение: изготавливаются футляры для фотоаппаратов и объективов из полиамидов, сополимеров АБС, полиуретановых термоэластопластов. Кроме того, преимущественно из жестких пластиков — полиэтилена, полипропилена, сополимеров АБС, ударопрочного полистирола —

Т а б л и ц а 3.1. Применение и свойства материалов для литья под давлением при изготовлении обуви

Отливаемая деталь, узел, изделие	Материал	Свойства и особенности
Низ обуви и подошвы, отливаемые отдельно	ПВХ-пластикат	При монолитной структуре (плотность около 1,1—1,4 г/см ³), при пористой структуре (0,8—1 г/см ³); применяется для обуви всех видов
	Резиновые смеси на основе полиизопренового и других каучуков	При монолитной и пористой структуре (плотность до 0,5 г/см ³); применяется для обуви всех видов
	Полиуретановые термоэластопласты (ТЭП)	Повышенная износостойкость
	Сополимеры этилена и винилацетата (ЭВА)	При пористой облегченной структуре (плотность около 0,2—0,5 г/см ³); применяется для легкой обуви (в том числе детской), не подвергающейся интенсивным эксплуатационным нагрузкам
Каблуки	Смеси из ПВХ и бутадиен-нитрильного каучука (СКН)	Подошва для масло- и бензостойкой специальной обуви
	Дивинилстирольные ТЭП	При монолитной структуре (плотность 1 г/см ³) и при пористой (0,7—0,8 г/см ³); применяются для легкой уличной, детской, спортивной обуви; возможно расширение области применения
	Полиэтилен, полипропилен, полиамиды, бутадиен-акрилонитрильные сополимеры (АБС), полистирол ударопрочный, резиновые смеси	Каблуки из материала АБС хорошо окрашиваются и могут применяться без обтяжек
	Полиуретановые ТЭП	Хорошая износостойкость
Набойки	Смеси полиуретановых ТЭП и ПВХ	
Геленки	Резиновые смеси	
	Полиэтилен, полипропилен, полиамиды	Отливаются отдельно, для крепления к стельке на следе обуви или вместе со стелькой (между раздвоенными ее слоями)
Пластмассовые колодки	Стеклопластики на основе полиэфирных смол	Для геленков, формусных в разогретом состоянии непосредственно на следе обуви
	Полиэтилен высокой плотности, полипропилен	Могут отливаться болванки для колодок, которые затем обрабатываются на копировальных станках
Верх обуви, цельноформованная обувь	ПВХ-пластикат, полиуретановые ТЭП, резиновые смеси	Обувь для носки в ненастную погоду, некоторые виды спортивной и рабочей обуви

отливаются корпусные детали и ручки чемоданов бытового назначения, а также футляров-чемоданов специального назначения (для различного рода инструмента и т. д.).

3.1.1. ОСНОВЫ МЕТОДА

Технологический процесс литья под давлением проводится с помощью литьевых машин. Он заключается в том, что материал, из которого изготавливается изделие, загружается в литьевую машину, размягчается до вязкотекучего состояния, впрыскивается под давлением в пресс-форму*, заполняет ее и формируется.

В простейшем варианте общая схема литьевой машины показана на рис. 3.1 [1]. В ней имеются следующие основные части:

пластикационный цилиндр 6, в котором происходит размягчение (пластикация) материала. Эту часть называют еще инжекционным цилиндром, или материальным цилиндром;

электронагреватели 7 для обогрева пластикационного цилиндра;

бункер 8, через который материал, в виде гранул или порошка, а резиновые смеси и в виде непрерывной ленты, загружается в пластикационный цилиндр;

шнек (винт) 10 для пластикации и транспортировки материала с приводом 9, совершающий вращательное или вращательное и поступательное движение.

В переднем конце пластикационный цилиндр имеет конусообразную головку, заканчивающуюся соплом 4, через которое

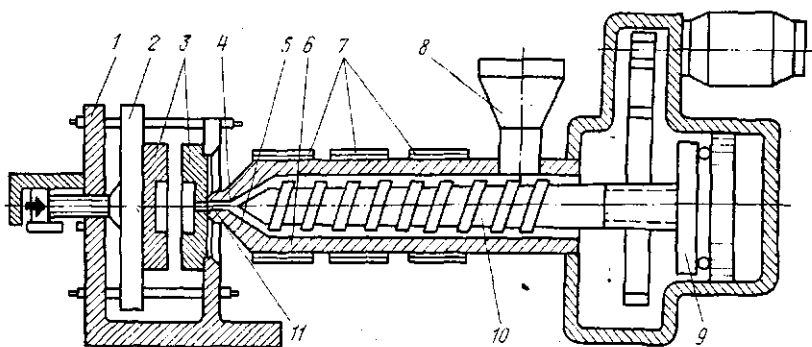


Рис. 3.1. Общая схема литьевой машины:

1 — станина пресса; 2 — формодержатель; 3 — пресс-форма; 4 — сопло; 5 — литьевая головка; 6 — пластикационный цилиндр; 7 — электронагреватели; 8 — питательный бункер; 9 — привод; 10 — шнек (винт); 11 — литниковый канал

* **Формы**, в которых изделие из материала формируется под давлением, принято называть пресс-формами. Таким образом, для литья под давлением, а также для прессовой вулканизации (см. раздел 1.4) применяются пресс-формы.

пластицированный материал попадает в литниковый канал 11 и затем в пресс-форму 3.

Для закрепления пресс-формы имеется механизм формодержателя 2, а смыкание частей пресс-формы при ее закрытии и поддержание давления во время впрыска (инжекции) материала и во время формования обеспечивается прессом 1. Могут также быть предусмотрены устройства только для охлаждения, только для нагрева пресс-форм либо для обоих процессов (на рис. 3.1 они не показаны).

Часть литьевой машины, с помощью которой происходит пластикация и инъекция материала, принято называть **инжекционным узлом**, а часть, в которой помещаются пресс-форма и силовой механизм для ее замыкания и создания давления, — **прессовым узлом**.

Как уже упоминалось, способом литья под давлением перерабатываются разнообразные полимерные материалы, различающиеся реологическими свойствами* и термостабильностью.

Процесс пластикации в литьевых машинах со шнековым инжекционным узлом осуществляется в результате как теплопередачи от внешних источников тепла, так и выделения тепла трения перерабатываемого материала в витке винта за счет сдвиговых усилий. Интенсивное перемешивание материала позволяет значительно выравнивать температуру в объеме материала, подготовленного для впрыска в пресс-форму.

Температурный режим обработки в пластикационном цилиндре выбирается таким образом, чтобы перерабатываемый материал при подходе к зоне впрыска имел по возможности меньшую вязкость при условии отсутствия термодеструкции. В связи с этим температурный режим обработки термопластов, резиновых смесей или реактопластов принципиально различен (рис. 3.2).

В пластикационном цилиндре термопласты нагреваются до температуры 170—200 °С: (особотермостабильные даже выше); затем в пресс-форме после ее заполнения охлаждаются до температуры 20—40 °С для фиксации приданной формы. Резиновые смеси и реактопласты наоборот: во избежание преждевременного структурирования и вследствие этого повышения вязкости и потери текучести в пластикационном цилиндре они нагреваются лишь до температуры 80—100 °С, а в пресс-формах производится их дополнительное нагревание до температуры структурирования, выдержка при этой температуре до полного завершения процесса и затем охлаждение. Например, при литье под давлением резиновых смесей на основе полиизопрена пресс-форма нагревается до температуры 147—150 °С (температура вулканизации!).

* Важнейшей характеристикой реологических свойств материалов с точки зрения их переработки методом литья под давлением является температурная зависимость вязкости.

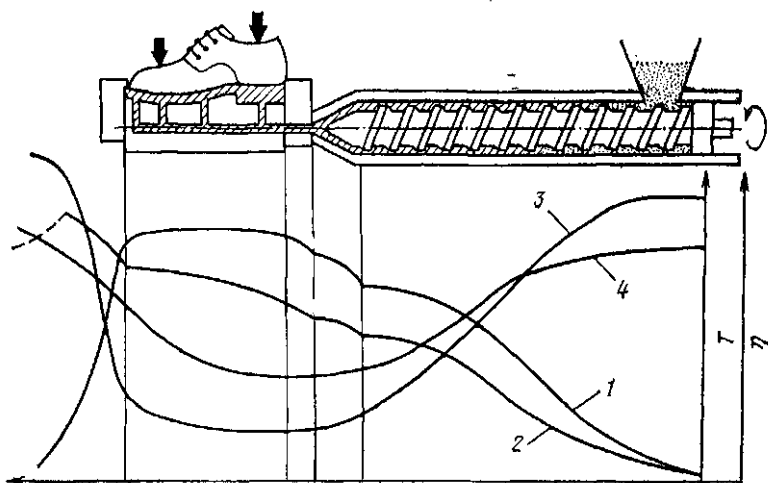


Рис. 3.2. Изменение во времени τ температуры T (кривые 1 и 2) и вязкости η (кривые 3 и 4) термопластов (кривые 1 и 3), резиновых смесей (кривые 2 и 4)

На современных машинах для литья под давлением можно изготавливать изделия различными способами: литьевым, интрузионным, инжекционно-прессовым. Все эти способы представляют собой разновидности литья под давлением.

Литьевой способ заключается в впрыске материала в пресс-форму поступательно перемещающимся шнеком или поршнем, если он предусмотрен наряду со шнеком, и выдержке материала в пресс-форме под давлением.

При интрузионном способе пресс-форма заполняется материалом с помощью шнека, совершающего только непрерывное вращательное или одновременно вращательное и поступательное движение. Выдержка материала под давлением в пресс-форме осуществляется под действием осевого усилия, передаваемого шнеком.

Суть инжекционно-прессового способа в том, что не полностью замкнутая пресс-форма заполняется материалом литьевым или интрузионным способом, а дальнейшее формование (дожатие) происходит усилием, создаваемым прессовым механизмом.

По особенностям подготовки материала в пластикационном цилиндре для формования схожим с литьем под давлением является экструзионный способ. Суть экструзионного способа заключается в выдавливании пластицированного материала из пластикационного цилиндра через щель определенной конфигурации. Прессовый узел в таком случае отсутствует, а сама машина называется **экструдером**.

При литье низа обуви и изготовлении деталей изделий из кожи чаще всего применяется литьевой способ.

Возможно, в частности для изготовления отдельных деталей, применение и других видов литья под давлением.

Литьевые машины можно классифицировать по различным признакам:

- по объему отливки;

- по конструкции и принципу действия инжекционного узла — поршневые, червячно-поршневые, червячные, с предварительной пластикацией и без нее;

- по перерабатываемому материалу — для термопластов, реактопластов, резиновых смесей (эластомеров);

- по назначению — универсальные и специализированные;

- по виду привода инжекционного и прессового узлов — механические, гидромеханические, гидравлические и т. д.;

- по взаимному расположению инжекционной и прессовой частей — горизонтальные, вертикальные, комбинированные;

- по числу инжекционных и прессовых узлов — одно- и многопозиционные.

На интенсивность процесса переработки материала и его реологические характеристики в момент впрыска оказывают влияние способ и условия (режимы) пластикации. Это главным образом определяется техническими возможностями инжекционного узла.

3.1.2. ИНЖЕКЦИОННЫЙ УЗЕЛ ЛИТЬЕВОЙ МАШИНЫ

Существуют различные конструкции инжекционных узлов, различающиеся принципом действия, интенсивностью обработки, максимальной дозой впрыска, возможностями обработки материалов различной вязкости. Некоторые из них схематически показаны на рис. 3.3. Более подробно об этом написано в литературе [1—3].

Варианты инжекционного узла типов А и Б применяются в одноцилиндровых литьевых машинах, в которых стадии пластикации и инъекции совмещены. Следовательно, они работают по принципу экструзии с непрерывной подачей массы в форму при вращении шнека или ее продавливания через щель при выходе из пластикационного цилиндра, если необходимо формовать массу в виде ленты какого-либо профиля или шнура, разрезаемых затем на изделия требуемых размеров. Например, таким способом изготавливают геленки из стеклопластиков, формируемые затем в разогретом состоянии по профилю следа обуви.

Если конструктивно предусмотрено осевое перемещение шнека инжекционного узла А, то возможна его работа по принципу интрузии или инжекционно-прессового литьевого формования.

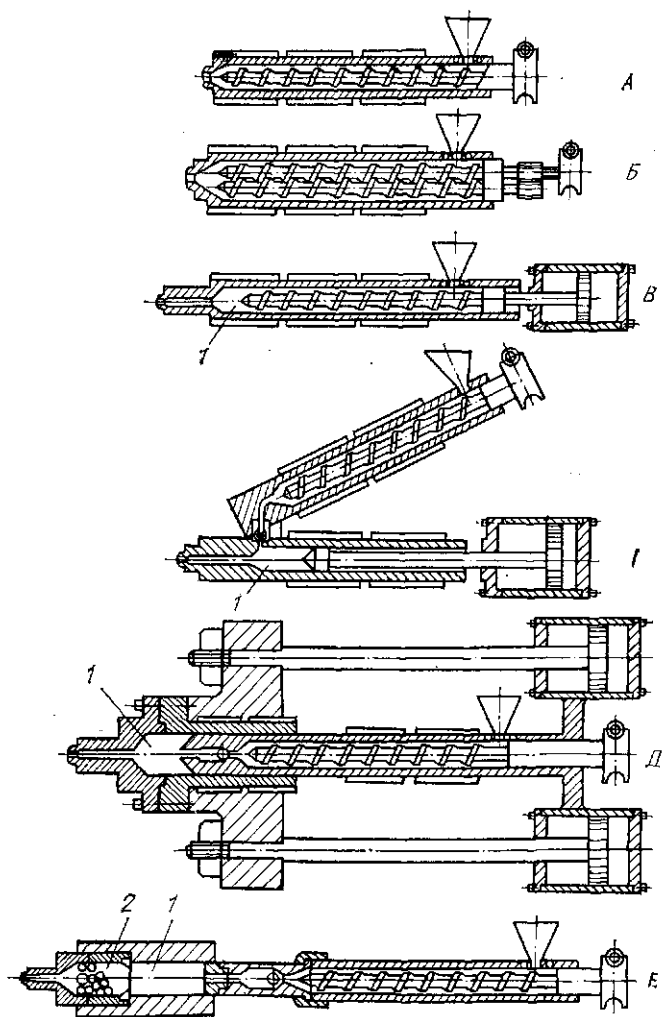


Рис. 3.3. Инжекционные узлы шнековых литейных машин:
1 — накопитель; 2 — шаровая торпеда

Конструкция узла типа В может применяться для увеличения производительности при переработке порошкового материала.

Более универсальными являются литейные машины, в инжекционном узле которых процессы пластикации и инъекции разделены (В—Е). В конструкциях этих машин предусмотрены отсеки — накопители 1 для накопления порции материала в процессе его пластикации и транспортировки с помощью вра-

шающегося шнека, а также возможности быстрой инъекции при поступательном движении шнека (В), поршня, либо плунжера (Г) или их обоих (Д, Е).

Наиболее распространенной является одноцилиндровая конструкция узла типа В. Она проста, компактна, обеспечивает возможности регулирования основных параметров процесса литья в широких пределах. Инжекционный узел типа Г состоит из двух цилиндров — пластикационного со шнеком и инъекционного с поршнем. Пластицированный материал по мере достижения передней части пластикационного цилиндра попадает через соединительный канал в накопитель инъекционного цилиндра и по мере накопления периодически с помощью поршня впрыскивается в пресс-форму. Инжекционный узел типа Д конструктивно решен иначе: шнек соосно совмещен с поршнем и по мере накопления материала в накопителе поршень со шнеком совершает поступательное движение вперед и происходит впрыск*.

В конструкции инъекционного узла типа Е предусмотрены три рабочих отсека: шнековый пластикатор, накопитель в виде инъекционного цилиндра и так называемая шаровая торпеда 2, представляющая собой цилиндрическую камеру с металлическими шарами. Пластицируемый материал транспортируется с помощью шнека и попадает в инъекционный цилиндр, откуда по мере накопления при поступательном движении плунжера (соосно со шнеком) продавливается через шаровую торпеду и впрыскивается в пресс-форму. При прохождении через торпеду масса материала интенсивно прогревается вследствие трения. Такая конструкция инъекционного узла удобна для переработки резиновых смесей. При этом в пластикационном цилиндре поддерживается невысокая (70—80 °С) температура, что совершенно исключает возможности преждевременной вулканизации (скорчинга), а перед самым впрыском в пресс-форму в камере шаровой торпеды резиновая смесь нагревается до температуры, близкой к такой, при которой происходит вулканизация. Таким образом в пресс-форме быстрее можно осуществить вулканизацию. Такой инъекционный узел имеют литьевые машины из типового ряда SPA (ФРГ).

Существуют и другие конструкции инъекционных узлов, в частности с тремя цилиндрами. В одном из них происходит пластикация, в другом — накопление, в третьем — инъекция.

В пластикационном цилиндре шнековой конструкции можно условно выделить три зоны: питания (загрузки), пластикации (сжатия) и дозирования. В первой из них перерабатываемый материал находится в твердом состоянии (гранулы, порошок,

* Конструкции узлов типов В, Г, Д разработаны фирмой «Desma» (ФРГ), которая является ведущей в мире в области создания литьевых машин для полимеров (с 1982 г. «Klöckner Ferromatik Desma»).

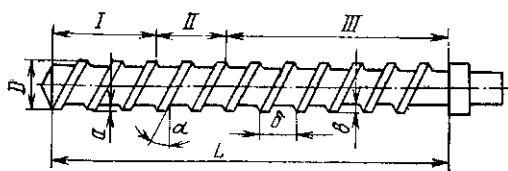


Рис. 3.4. Геометрические параметры шнека: $a < b$

лента и т. п.); во второй зоне наряду с твердыми нерасплавленными частицами имеется материал, перешедший в вязкотекучее состояние; в третьей зоне материал полностью переведен в вязкотекучее состояние. В соответствии с этим в общем случае шнек также имеет три зоны (III—I на рис. 3.4).

Геометрические параметры шнека неодинаковы в разных зонах, что связано с особенностями переработки материалов. Продвигаясь по каналу шнека, материал разогревается и пластифицируется, постепенно переходя в вязкотекучее состояние. Вследствие уплотнения из материала удаляется захваченный при его загрузке воздух (особенно, если материал в виде гранул или порошка). Удельный объем материала при этом уменьшается. Для компенсации уменьшения удельного объема канал шнека выполняется с уменьшающимся объемом витка, поэтому глубина канала шнека на выходе всегда меньше, чем на входе (рис. 3.4).

Одной из важнейших характеристик инжекционного узла литьевых машин является отношение длины шнека к диаметру L/D (см. рис. 3.4). В литьевых машинах для переработки термопластов и ТЭП это отношение может быть в пределах 11—18 и даже больше (в современных литьевых машинах для низа обуви чаще всего оно составляет 16—18), для реактопластов и резиновых смесей оно обычно не выше 15.

Наконечники шнеков также имеют различную конструкцию (рис. 3.5) в зависимости от реологических свойств перерабатываемого материала. Для материалов с невысокой вязкостью применяют цилиндрические наконечники с коническим хвостовиком или обратным клапаном (рис. 3.5, а), предназначенным для предотвращения утечки материала во время впрыска, и в виде торпеды (рис. 3.5, б).

В наконечнике с обратным клапаном при вращении шнека материал проходит через кольцевой канал и попадает в перед-

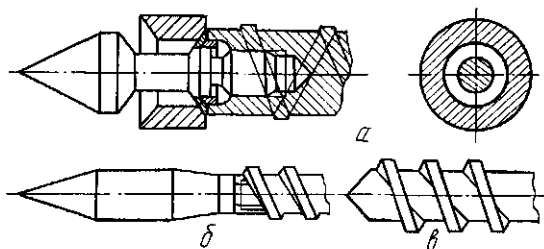


Рис. 3.5. Наконечники шнека различной конструкции

нюю часть цилиндра. При поступательном движении шнека вперед во время впрыска клапан закрывает проходное отверстие. Наконечники шнеков с клапанами (которые могут быть и других конструкций) обеспечивают наиболее стабильный объем порций расплавленного материала, поэтому применяются чаще, чем наконечники в виде торпеды.

Для материалов с высокой вязкостью, например резиновых смесей, используют наконечники в форме червяка без клапана (рис. 3.5, *в*) чаще всего гладкой конической формы. Такая конструкция позволяет обеспечить оптимальные условия переработки высоковязких материалов, так как не способствует накоплению материала от предшествующего цикла.

Угол конической части наконечника червяка для термопластов составляет $20-30^\circ$, а для реактопластов и резиновых смесей $40-60^\circ$.

Инжекционные сопла и пластикационные цилиндры должны предотвращать деструкцию материала в застойных зонах. Инжекционный цилиндр выполняется гладким, без втулок. Внутренняя полость передней части цилиндра должна иметь обтекаемую форму и соответствовать конфигурации наконечника шнека.

При переработке материалов с низкой вязкостью применяют сопла как открытого типа (рис. 3.6, *а*, *б*), так и самозапирающиеся (рис. 3.6, *в*) при соприкосновении с пресс-формой. Для материалов с высокой вязкостью применяются сопла открытого типа (рис. 3.6, *г*), допускающие свободное течение материала.

Для создания оптимальных условий нагревания материала по длине шнека в пластикационном цилиндре предусматривается не менее 3—4 зон обогрева, а в сопле — самостоятельный регулируемый обогрев. Температура по зонам обогрева тщательно контролируется и регулируется с точностью, обеспечивающей колебание в пределах $\pm (1-2)^\circ\text{C}$, что особо важно для материалов, имеющих узкую температурную область переработки. Для предупреждения перегрева материала с низкой термостабильностью целесообразно контролировать его температуру термопарой, введенной во внутреннюю полость сопла.

Объем материала, выдавливаемого за один ход шнека, зависит от диаметра шнека. Поэтому он является основным

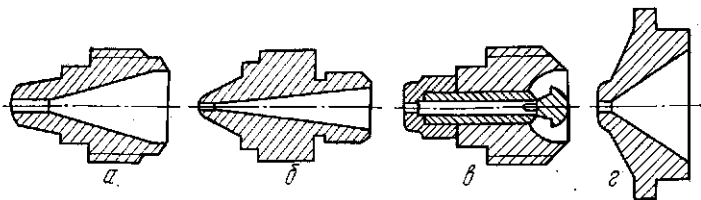


Рис. 3.6. Сопла инжекционных цилиндров различной формы

размером шнекового пластикатора (пластикационного цилиндра со шнеком). Шнек проектируется с учетом условий обеспечения необходимого объема отливки (дозы впрыска), пластикационной производительности, давления литья, что достигается выбором его оптимальной геометрии.

Основными параметрами инжекционного узла литейной машины являются: объем, давление, время (или скорость) впрыска и пластикационная производительность.

Объем впрыска (или отливки) определяется массой изделия, которое необходимо получить с помощью данной литейной машины.

Время впрыска обеспечивает скорость заполнения пресс-формы материалом. При недостаточной скорости заполняющий пресс-форму материал может преждевременно охлаждаться и затвердевать, а при чрезмерной скорости возможна его механическая и тепловая деструкция. Высокие скорости впрыска вызывают большие сдвиговые напряжения и требуют больших давлений. При медленном движении материала по холодной (для термопластов) и нагретой (для реактопластов и резиновых смесей) форме увеличивается его вязкость, что также приводит к увеличению необходимого давления литья. В современных литейных машинах время впрыска (время заполнения формы) составляет от долей секунды до нескольких секунд.

Пластикационная производительность — это количество пластицированного материала, которое можно подготовить в пластикационном цилиндре за один час. Она должна быть увязана с объемом впрыска и рассчитывается по формуле

$$Q = \frac{3,6V\rho}{\tau_{пл}}, \quad (3.1)$$

где Q — пластикационная производительность, кг/ч; V — объем впрыска, см³; ρ — плотность перерабатываемого материала, г/см³; $\tau_{пл}$ — время пластикации, с.

3.1.3. ПРЕССОВЫЙ УЗЕЛ ЛИТЕЙНОЙ МАШИНЫ

Прессовый узел литейной машины предназначен для закрытия (запирания) и открытия литейной формы (пресс-формы) и создания усилия, необходимого для ее удержания в замкнутом состоянии при впрыске и формовании материала.

В простейшем случае прессовый узел состоит из следующих основных частей: пресса (чаще всего гидравлического), формодержателя, на котором закрепляется пресс-форма или ее части, и механизма запирания (закрытия и открытия формы).

По назначению прессовые узлы можно подразделить на универсальные и специальные. Универсальные предназначены для установки различных литейных форм, специальные созда-

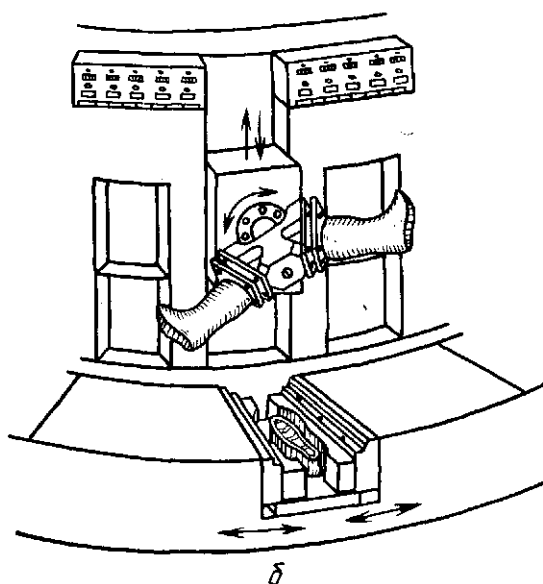
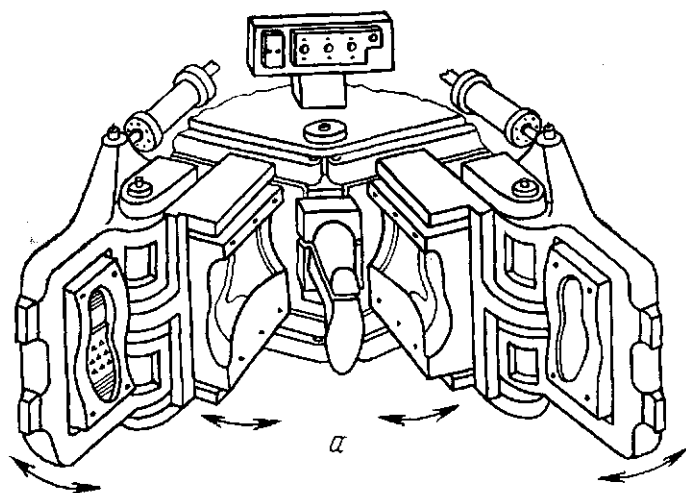


Рис. 3.7. Прессовые узлы для литья цельноформованной обуви к машине D611S (а) и для литья низа на обуви к машине D731S (б) (фирма «Desma»)

ются для машин, на которых изготавливаются изделия только одного назначения. В универсальных конструкциях роль формодержателя обычно выполняют плиты, одна из которых (а в некоторых конструкциях и обе) подвижна. Специальные прессовые узлы отличаются друг от друга главным образом конструкцией формодержателя.

Для изготовления обуви литьевого метода крепления низа, а также цельноформованной обуви из полимеров используют прессовые узлы специальной конструкции (рис. 3.7).

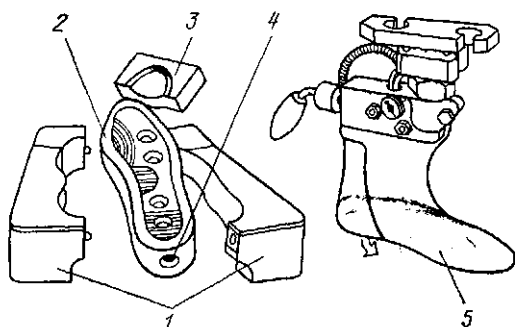


Рис. 3.8. Пресс-форма для литья под давлением:

1 — полуматрицы; 2 — пуансон; 3 — форма для носка; 4 — литниковый канал; 5 — колодка

Универсальные конструкции в производстве изделий из кожи могут также использоваться, но лишь для литья отдельных деталей (см. табл. 2.4).

Пресс-формы для литья под давлением обычно разнообразны [4]. Их конструкция зависит от назначения: для литья низа на обуви, литья цельноформованной обуви, литья отдельных деталей (например, подошв). Кроме того, конструкция пресс-форм зависит от вида перерабатываемых материалов, так как этим определяются давление и температура, возникающие при их переработке, и от конструктивных особенностей отливаемых изделий (различных декоративных и имеющих функциональное назначение элементов).

Пресс-форма состоит из следующих основных частей: двух полуматриц, пуансона и крышки (рис. 3.8). Роль крышки в пресс-формах для литья низа обуви выполняет след колодки с затянутой (или надетой) обувью. Колодки применяются металлические или реже деревянные, пластмассовые. Металлические колодки являются частью прессового узла. На них надеваются заготовки перед литьем низа, а после завершения процесса литья обувь с них снимается. Деревянные (или пластмассовые) — это обычные затяжные колодки, которые с затянутой на них обувью устанавливаются в формодержателе прессовой части литьевой машины, а после литья вместе с обувью снимаются и передаются на дальнейшие технологические операции, где обувь с них снимается.

Для изготовления пористого низа на обуви или формованных подошв пористой структуры применяются пресс-формы, в которых предусмотрена возможность перемещения вниз пуансона после заполнения пресс-форм и начала порообразования. Этим создаются условия для роста объема массы материала и уменьшения его плотности.

Более сложные законы движения пуансона после заполнения пресс-формы (опускание и затем подъем, контролируемые создаваемым при этом давлением) позволяют создать литые изделия с переменной пористостью по толщине (интегральные структуры).

При литье цельноформованной обуви металлическая колодка (обычная или же с удлиненной верхней частью для формования голенища сапог) оформляет внутреннее пространство пресс-формы, а полуматрицы — наружную поверхность отливаемой обуви (см. рис. 3.7, а).

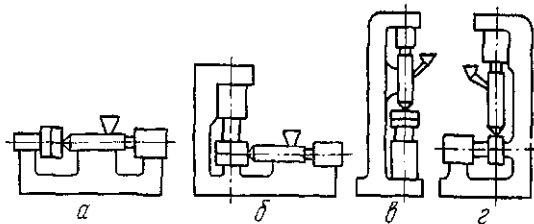
В пресс-формах для литья подошв пуансон обычно оформляет их ходовую поверхность, а крышка — внутреннюю.

Для образования литого носка или наружного задника применяются дополнительные части пресс-формы (см. рис. 3.8). Большое значение для оптимального хода процесса литья имеет расположение литниковых каналов в пресс-форме. Для отвода образующихся при литье газов и воздуха в пресс-формах делаются специальные отверстия и каналы малого диаметра (долей миллиметра), чтобы в них не могла попасть расплавленная масса. Аналогичны по конструкции пресс-формы для кожгалантерейных изделий.

3.1.4. ТИПЫ ЛИТЬЕВЫХ МАШИН И СХЕМЫ ЛИТЬЯ

По взаиморасположению инжекционного и прессового узлов литьевые машины могут быть горизонтальными (рис. 3.9, а), вертикальными (рис. 3.9, в) и угловыми (рис. 3.9, б, г). Кроме того, литьевые машины могут быть однопозиционными и многопозиционными. В однопозиционных литье производится с помощью одной пресс-формы, которая в свою очередь может иметь не только одно, но и несколько гнезд для одновременного литья нескольких изделий (многогнездные пресс-формы обычно применяются для изделий небольшой массы). Таким образом, прессовая часть однопозиционных литьевых машин имеет один механизм формодержателя. Многопозиционные литьевые машины имеют большее число формодержателей (например, 4, 6, 10, 32 ...), и литье соответственно производится с помощью не одной, а нескольких пресс-форм, которые заполняются формуемым материалом поочередно. Формодержатели монтируются на поворотном столе карусельного типа — роторе, вращающемся в горизонтальной (реже в вертикальной) плоскости. Таким образом многопозиционные литьевые машины, называемые еще роторными, или карусельными, кроме инжекционного и прессового узлов имеют поворотный

Рис. 3.9. Горизонтальная (а), угловые (б, г), литьевые машины и вертикальная (в)



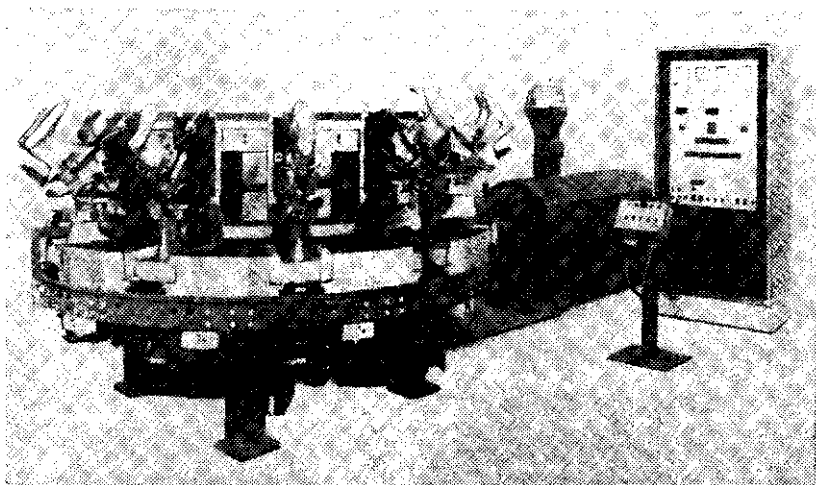


Рис. 3.10. Роторная 12-позиционная литейная машина D721S (фирма «Desma»)

стол-ротор и механизм с приводом для его вращения (рис. 3.10).

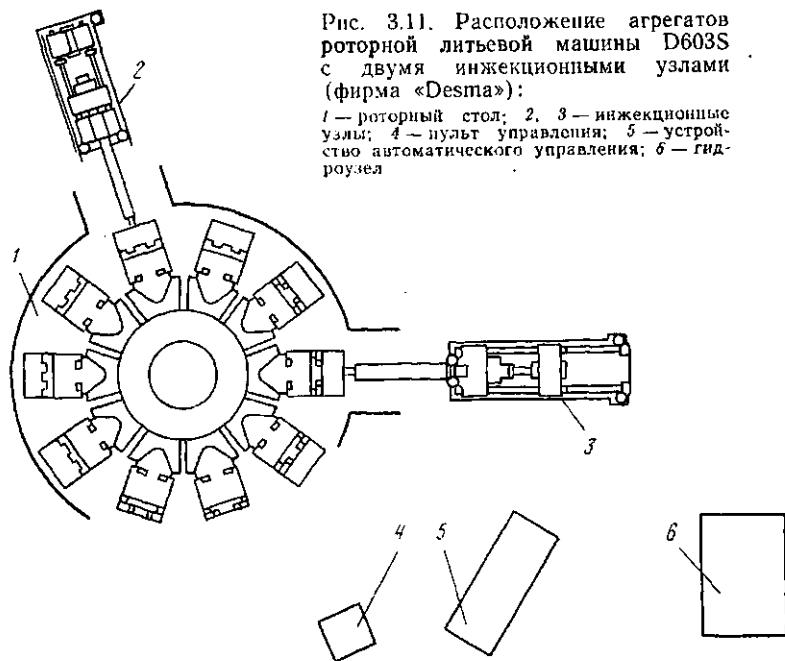
В многопозиционных роторных литейных машинах можно более равномерно загрузить и более производительнее использовать инжекционный узел, чем в однопозиционных. Одновременно с этим есть условия для более продолжительной выдержки формуемого материала в закрытой пресс-форме (а если необходимо и под давлением), так как впрыск производится поочередно во все пресс-формы, находящиеся на роторном столе, и раскрытие каждой из них может быть осуществлено в любое предусмотренное технологией время, вплоть до полного оборота стола и прихода пресс-формы в положение, предшествующее положению впрыска. Это возможно благодаря тому, что каждая пресс-форма на роторном столе имеет свой индивидуальный механизм запирания.

Иногда в литейных машинах роторного типа имеется два (рис. 3.11) и даже три инжекционных узла, которые могут устанавливаться в разных местах по отношению к роторному столу в соответствии с требованиями технологического процесса. Литейные машины с двумя инжекционными узлами используются для двухцветного, с тремя — для трехцветного литья при изготовлении цельноформованной обуви из полимеров с верхом и низом разных цветов, а также для литья двухцветного низа на обуви, двухцветных формованных подошв и других деталей изделий из кожи.

В настоящее время двухцветное литье в производстве из-

Рис. 3.11. Расположение агрегатов роторной литьевой машины D603S с двумя инъекционными узлами (фирма «Desma»):

1 — роторный стол; 2, 3 — инъекционные узлы; 4 — пульт управления; 5 — устройство автоматического управления; 6 — гидрорулея



делий из кожи, ПВХ, резины и других материалов находит широкое применение.

В литьевой машине фирмы «Desma» (модель D 866 S) для двухцветного литья термопластов и ТЭП оригинально решена конструкция формодержателя с возможностью поворота пресс-форм (на роторном столе 10 формодержателей). Сопла инъекционных узлов 2 находятся на разных уровнях, но в одной плоскости по вертикали (рис. 3.12). Схема процесса литья показана на рис. 3.13. Пресс-форма состоит из двух частей, одна из которых поворачиваемая, а другая стационарная и закреплена на верхней плите формодержателя. В начале работы производится впрыск массы первого цвета из второго сопла (ситуация, соответствующая такту III, но работает только нижний инъекционный узел). Затем части пресс-формы замыкаются и она поворачивается на 180° (такт I). Происходит смыкание (такт II). Сопла инъекционных цилиндров подвдятся к форме и производится впрыск материалов обоих цветов (такт III). Части пресс-формы размыкаются, одна деталь извлекается из формы (такт IV). Затем снова повторяется такт I и т. д.

Несколько иначе построен процесс литья двухцветных формованных подошв из резины на машинах фирмы «Desma» другой конструкции (D 962 G 2 F), в которой два инъекционных узла расположены также на разной высоте, но под углом 90°

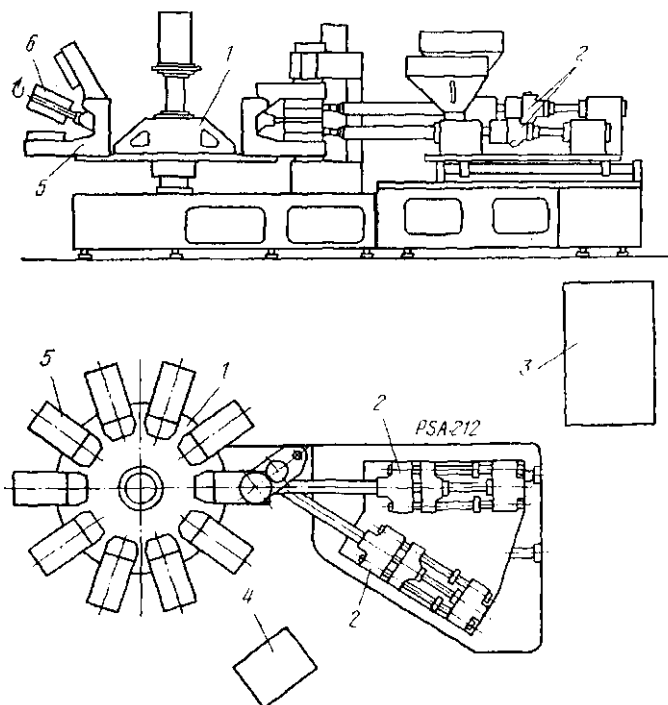


Рис. 3.12. Расположение агрегатов роторной литейной машины D866S с двумя инъекционными узлами (фирма «Desma»):

1 — роторный стол; 2 — инъекционные узлы; 3 — гидроузел; 4 — пульт автоматического управления; 5 — формодержатель; 6 — пресс-форма

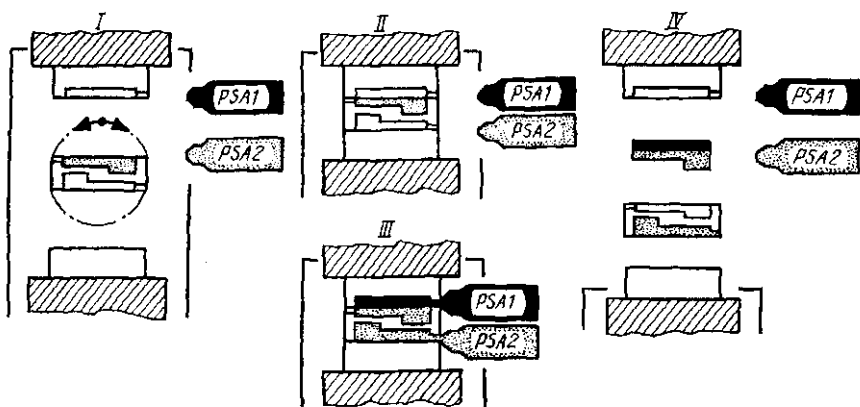


Рис. 3.13. Схема процесса двухцветного литья на машине D866S (фирма «Desma»)

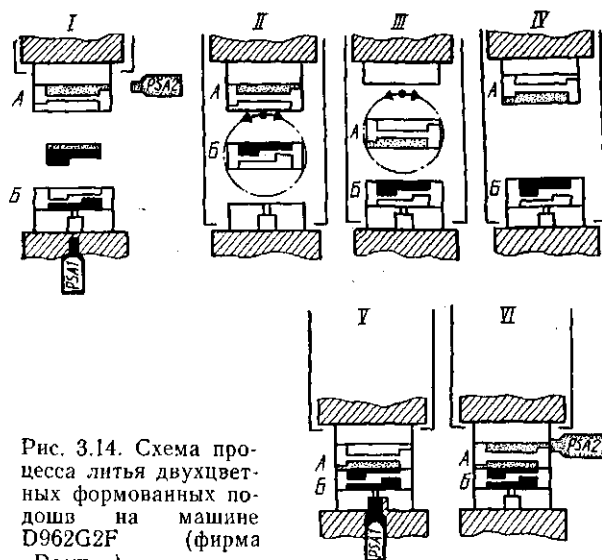


Рис. 3.14. Схема процесса литья двухцветных формованных подошв на машине D962G2F (фирма «Desma»)

относительно друг друга (рис. 3.14). Пресс-форма состоит из двух поворачиваемых частей А и Б. В начале работы поочередно производится впрыск массы одного и другого цвета (ситуация, соответствующая тактам V и VI при незаполненной серединной части пресс-формы). Затем происходит размыкание частей формы (такт I). Поочередно поворачиваются на 180° части А и Б (такты II и III). Производится смыкание частей А и Б (такт IV) и поочередно впрыск первого и второго материалов (такты V и VI). В это же время нагревается форма с отформованной двухцветной деталью для прохождения процесса вулканизации и возникает (главным образом за счет взаимодиффузии) адгезионная связь между разноцветными частями подошвы.

Существуют также и различные схемы литья двухцветного низа на обуви. Одна из них (рис. 3.15), реализованная в литье-

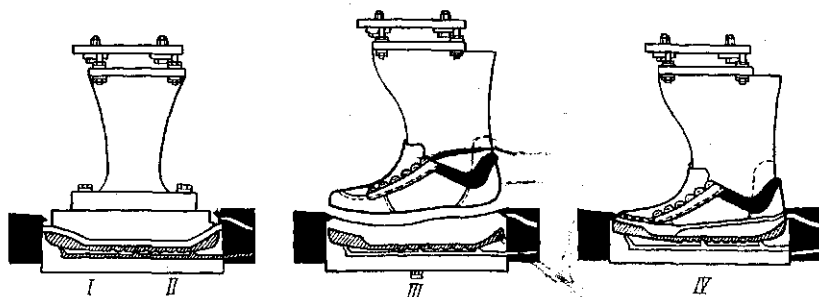


Рис. 3.15. Схема процесса литья двухцветного низа на обуви

вой машине фирмы «Desma» модели D 723 S, заключается в следующем. При такте *I* пресс-форму сверху закрывает специальный пуансон, ограничивающий в ней пространство для литья материала одного цвета, составляющего ходовую часть подошвы. На такте *II* производится впрыск этого материала. Затем пуансон поднимается и его место занимает металлическая колодка с надетой заготовкой (такт *III*), закрывая пресс-форму таким образом, что остается пространство для литья второго материала. Производится впрыск второго материала (такт *IV*). Второй материал обычно пористой структуры (плотностью $\approx 0,7$ г/см³) занимает промежуточное положение между верхом обуви и нижним слоем подошвы.

Другая схема реализована на литьевой машине «D 725 S» фирмы «Desma». В ней нет специального пуансона для закрытия пресс-формы при литье первого материала, а имеется сдвоенная колодка (см. рис. 3.7, б). Последовательность литья материалов разных цветов здесь другая: сначала промежуточный (обычно пористой структуры), а затем наружный слой.

В обоих случаях применяются пресс-формы, конструкция которых позволяет производить литье подошв постадийно (сначала одного цвета, затем другого), также литье подошв с бортиком, закрывающим часть боковой поверхности заготовки. Специальные элементы оснастки предусмотрены для формования из той же массы носочной части обуви или наружного задника.

В табл. 3.2 приведены технические данные инжекционных узлов литьевых машин фирмы «Desma» для обувной промышленности [5].

Благодаря высокой степени унификации приведенные в табл. 3.2 инжекционные узлы PSA 210—221 применяются в литьевых машинах различных моделей для изготовления деталей различного ассортимента из термопластов и ТЭП. Все они имеют шнек, движущийся поступательно, и могут применяться в сочетании с прессовыми узлами различных конструкций и назначения. Этим обеспечивается разнообразие моделей литьевых машин, различающихся техническими возможностями, а также гибкость при разработке ассортимента обуви и технологии производства.

Так, машины, предназначенные для литья на обуви одноцветного (D 721 S, D 722 S) и двухцветного (D 723 S—D 726 S) низа, имеют унифицированный прессовый узел (за исключением механизма формодержателя), который может компоноваться с одним или двумя инжекционными узлами из ряда PSA 210—212. (На рис. 3.10 показан общий вид литьевой машины этого ряда с одним инжекционным узлом.)

Роторная десятисекционная литьевая машина D 611 S, предназначенная для литья сапог из термопластичных материалов (например ПВХ), имеет два инжекционных узла — один

Т а б л и ц а 3.2. Технические данные инжекционных узлов литьевых машин фирмы «Desma»

Элемент характеристики	Для термопластов		
	PSA 210	PSA 211	PSA 212
Отношение длины шнека к диаметру L/D	18	18	18
Диаметр шнека, мм	55	65	65
Частота вращения шнека (регулируемая), c^{-1}	25—260	20—265	20—265
Ход шнека, мм	210	150	230
Диаметр поршня, мм	—	—	—
Ход поршня, мм	—	—	—
Максимальный объем впрыска, cm^3	495	490	760
Пластиковая производительность, cm^3/c	30	55	55
Максимальное давление впрыска, МПа	70	95	95
Общая мощность нагревателей, кВт	9	10	10

Продолжение табл. 3.2

Элемент характеристики	Для термопластов	Для резиновых смесей	
	PSA 221	140-45-10	PSA 112
Отношение длины шнека к диаметру C/D	18	10	12
Диаметр шнека, мм	90	45	65
Частота вращения шнека (регулируемая), c^{-1}	15—190	20—180	20—135
Ход шнека, мм	300	Нет данных	230
Диаметр поршня, мм	—	65	—
Ход поршня, мм	—	230	—
Максимальный объем впрыска, cm^3	1900	760	760
Пластиковая производительность, cm^3/c	105	15	26
Максимальное давление впрыска, МПа	89,5	200	200
Общая мощность нагревателей, кВт	25	16	6

Примечание. Пластиковая производительность дана в единицах объема. Для перевода в единицы массы необходимо знать плотность конкретного перерабатываемого материала.

для верха (PSA 221), другой для низа (PSA 212). Они расположены, как показано на рис. 3.11. В машине аналогичного типа D603 S для литья из термопластичных материалов обуви меньшего габарита — ботинок, сандалий — применены инжекционные узлы PSA 210 и PSA 212.

Инжекционный узел 140-45-10 применяется для литья под давлением резиновых смесей. Он работает по схеме поршневой

инъекции со шнековой пластикацией (см. рис. 3.3, Г). В сочетании с другим аналогичной конструкции, но большей производительности инъекционным узлом он применяется в литьевой машине D 962 G 2 F для литья двухцветных резиновых подошв по схеме, показанной на рис. 3.13.

3.1.5. СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЛИТЬЕВЫМИ МАШИНАМИ

Современные литьевые машины имеют высокую степень автоматизации. Они могут работать на выбор — в автоматическом либо полуавтоматическом режиме, а также от ручного управления. Разработаны различные системы программного управления [5]. Литьевые машины для обувной промышленности фирмы «Desma», например, могут обеспечиваться устройством числового программного управления DPS или системой микропроцессорного управления DMT с цветным дисплеем.

Устройство DPS осуществляет программное управление от запоминающего устройства (ЗУ) со свободно программируемыми функциями. Электронная система управления DPS построена по модульной схеме. Система состоит из следующих блоков: программного ЗУ, логического блока, шагового счетчика и модулей времени, входов и выходов. Все элементы связаны с устройством управления посредством шины передачи данных.

Программное ЗУ управляется шаговым счетчиком, установленным в специальном устройстве. Запрограммированная информация выдается из ЗУ пошагово. Задаваемые величины технологических параметров — скорости, давления, времени, пути и температуры — устанавливаются на панели шкафа управления в цифровой форме. Специальные функции, связанные с работой пресс-форм, свободно программируются.

Каждый шаг управления может быть проконтролирован с помощью сервисного модуля. Цифровое представление прохождения программы позволяет немедленно обнаружить возникновение неисправностей в машине. Зоны настройки и показывающие приборы скомпонованы на передней панели шкафа управления.

Устройство DMT представляет собой мультимикропроцессорную систему (рис. 3.16), в которой поставленные задачи решаются с помощью микропроцессоров, соответствующих отдельным функциям и связанных с центральным вычислительным устройством, имеющим 16 бит, что соответствует высокой скорости обработки информации.

Все параметры хранятся в абсолютных величинах своих физических значений и при необходимости могут быть вызваны на экран дисплея. Каждая строка дисплея содержит 48 символов. Специальные символы, например зоны нагрева пластикационного цилиндра, изображаются графоаналитическим мето-

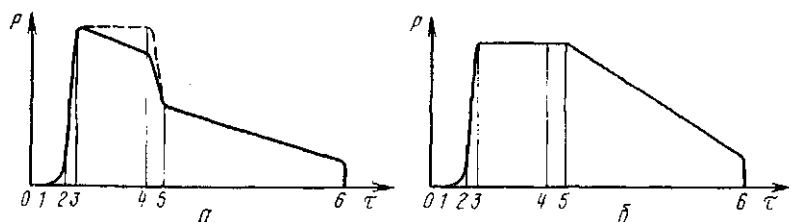


Рис. 3.17. Кривые изменения во времени t давления P при переработке термопластов при литье под давлением

Рассмотрим диаграммы, изображающие изменение давления во времени при переработке термопластов литьем под давлением (рис. 3.17). Начальный участок нулевого давления (от точки 0 до точки 1)—это время, предшествующее началу впрыска, в течение которого происходит замыкание пресс-формы и подвод сопла к ее литниковому каналу. Участок 1—2—3—период впрыска. В начальной стадии (1—2), пока пресс-форма не заполнена, давление в ней невелико. Но как только она оказывается заполненной, давление в ней стремительно возрастает до максимального значения (2—3). Затем следует стадия уплотнения (3—4), на которой поступление расплава в пресс-форму почти полностью прекращается. Из пластикационного цилиндра в форму поступает только небольшое количество перерабатываемого материала, компенсирующее сжимаемость полимера под воздействием повышенного давления, а для термопластов — и уменьшение удельного объема в результате охлаждения и температурной усадки (для реактопластов и резиновых смесей эта стадия наступает позднее, так как сначала пресс-форма нагревается).

Возможны различные варианты этой стадии цикла формирования, соответствующие особенностям конструкции инжекционного узла литьевой машины. Если шнек (или плунжер) может перемещаться вперед после завершения стадии впрыска, он будет нагнетать дополнительные порции материала в пресс-форму и давление в ней будет оставаться постоянным (пунктирная кривая на рис. 3.17, а). Если же шнек не имеет возможности осевого перемещения вообще или же после впрыска занял крайнее переднее положение, то во время стадии уплотнения может происходить некоторое уменьшение давления. Небольшой приток материала из цилиндра в пресс-форму возможен лишь в результате разности давлений в них.

Следующая стадия цикла — обратное движение шнека (или поршня). Так как в это время давление в пластикационном цилиндре оказывается меньшим, чем давление в пресс-форме, часть материала из нее вытекает. Давление в форме заметно снижается (4—5). Существуют однако самозапирающиеся со-

пла (с обратным клапаном), которые предотвращают обратное течение материала. В таких случаях диаграмма давление — время имеет вид, изображенный на рис. 3.17, б.

Дальнейшее охлаждение приводит к затвердеванию материала в литниковом канале, что предотвращает обратное его течение. Последующее охлаждение (5—6) материала в пресс-форме сопровождается температурной усадкой и постепенным уменьшением давления в пресс-форме до момента ее открытия и извлечения отформованного изделия (точка б).

Такова общая схема цикла формования. Возможны и другие ее варианты, соответствующие другим технологическим схемам заполнения пресс-формы и формования. Давление в разные периоды цикла формования может быть различным и зависит главным образом от вязкости перерабатываемого материала в момент начала впрыска и в течение заполнения пресс-формы. Обычно на входе в пресс-форму развивается высокое давление, которое затем при заполнении пресс-формы достигает высокого значения по всей ее длине. Это в свою очередь требует больших усилий запирания пресс-формы и удержания ее в замкнутом состоянии в начальной стадии цикла формования. Для термопластов оно обычно достигает 70—100 МПа, а для резиновых смесей, вязкость которых существенно больше (до 200 МПа). Некоторый подогрев пресс-формы во время ее заполнения при литье термопластов может уменьшить давление запирания пресс-формы.

Для изделий монолитной структуры оптимальное среднее давление в пресс-форме $P_{ср}$ после ее заполнения до начала охлаждения можно ориентировочно определить по формуле

$$P_{ср} = P_0 k_{\phi}, \quad (3.2)$$

где P_0 — давление впрыска (на входе в пресс-форму); k_{ϕ} — коэффициент для термопластов 0,5—0,8, для резиновых смесей и реактопластов 0,8—1.

Если не ставятся особо высокие требования к качеству изделия (к механическим свойствам, формостойкости), иногда выдержку в пресс-форме после ее заполнения можно проводить при уменьшенном давлении. В таких случаях можно применять формование со сбросом давления. При этом после заполнения пресс-формы давление в ней искусственно снижается (на рис. 3.17 не показано).

Иначе протекает цикл формования при работе литьевой машины в режиме интрузии, где расплавленный материал заполняет пресс-форму при сравнительно невысоком (до 25 МПа) давлении и медленно. Поэтому способ может применяться для отливки массивных (толстостенных) изделий, когда масса изделия существенно превышает дозу впрыска, а также для материалов с низкой термостабильностью.

Особенность цикла формования при инжекционно-прессовом методе заключается в том, что формование осуществляется

за счет работы не только инжекционного, но и прессового узла. Так, если в режиме литья назначение прессовой части сводится только к плотному заплиранию пресс-формы и созданию замкнутого объема, то в режиме инжекционного прессования перемещение механизма заплирания используется для компенсации усадки материала и для придания необходимой ему конфигурации при формировании его в изделие.

Обычно при инжекционно-прессовом методе пресс-форма в период ее заполнения материалом закрыта не полностью и заполнение завершается при давлении меньшем, чем давление формования, которое возникает при заплирании пресс-формы после ее заполнения.

Возможен, однако, и другой вариант инжекционного прессования [3]. В начале цикла пресс-форма смыкается полностью. Заданная порция материала впрыскивается в форму. Под действием развивающегося в форме давления пуансон несколько отходит, увеличивая объем полости пресс-формы. Далее к пуансону пресс-формы прикладывается полное давление, пресс-форма закрывается и происходит окончательное формование изделия.

3.1.7. ФОРМОСТОЙКОСТЬ ЛИТЫХ ИЗДЕЛИЙ

Кроме придания формы и размеров изделию, изготавливаемому литьем под давлением, необходимо обеспечить сохранность этой формы и размеров в течение времени. Проблема обеспечения формостойкости возникает главным образом в связи с тем, что процесс формования в пресс-форме протекает при переменном давлении в нестационарных температурных условиях и сопровождается значительными изменениями плотности перерабатываемого полимера в зависимости от температуры и давления. При повышенной температуре плотность полимера значительно ниже, чем при комнатной. Поэтому, если заполнить пресс-форму материалом и охлаждать его при атмосферном давлении, размеры готового изделия вследствие температурной усадки будут существенно отличаться от размеров внутреннего пространства пресс-формы.

Для компенсации температурной усадки пресс-форму заполняют под высоким давлением. Поэтому в начале процесса охлаждения формируемый материал находится в состоянии объемного сжатия, которое по мере охлаждения уменьшается, но в конце процесса остается отличным от нуля.

Применяемое в процессе литья высокое давление существенно снижает величину усадки и улучшает таким образом качество литых изделий.

Величину усадки определяют по изменению линейных и объемных параметров в сравнении с заданными. Линейная усадка S_L определяется выражением

$$S_L = \frac{l^* - l}{l^*}, \quad (3.3)$$

где l^* — любой линейный размер полости пресс-формы; l — соответствующий линейный размер извлеченного из формы изделия, охлажденного до комнатной температуры.

Для изделий сложной геометрической формы более удобной является оценка среднего значения объемной усадки S_V :

$$S_V = \frac{V^* - V}{V^*}, \quad (3.4)$$

где V^* — объем полости пресс-формы; V — объем изделия при комнатной температуре.

Принимая в качестве среднего линейного размера изделия величину $\bar{l} = \sqrt[3]{V}$, а пресс-формы соответственно $\bar{l}^* = \sqrt[3]{V^*}$, среднюю линейную усадку можно оценить по формуле

$$\bar{S}_L = 1 - (V/V^*)^{\frac{1}{3}}. \quad (3.5)$$

Если бы усадка была одинаковой по всем направлениям, то изделие и пресс-форма были бы геометрически подобны, а усадку можно было бы полностью компенсировать соответствующим увеличением размеров пресс-формы. В действительности этот способ на практике неприменим, за исключением лишь формования изделий самой простой формы, поскольку почти всегда усадка неоднородна. Неоднородность усадки возникает из-за неравномерного охлаждения изделия: толстые части охлаждаются медленнее тонких. Если полимер склонен к кристаллизации, в тонких его частях этот процесс происходит быстрее, следовательно, и плотность материала здесь увеличивается быстрее, чем в толстых частях. В пресс-форме создается перепад гидростатических давлений, вызывающий перетекание некоторого количества полимера из толстой части изделия в тонкую. Это внутреннее течение и различия в степени кристалличности являются основными причинами неоднородности усадки.

Средняя усадка при литье под давлением полимерных материалов может составлять 2—3 %, а иногда и более, а для полиэтилена высокого давления при средних давлениях в пресс-форме она может достигать 5—6 %.

Для оценки средней усадки изделий можно воспользоваться известным уравнением состояния:

$$(v - b)(P + \pi_i) = RT/M, \quad (3.6)$$

где v — удельный объем полимера, см³/г; b — константа, учитывающая собственно объем молекул (определяется экспериментально); P — давление, Па; π_i — константа, учитывающая внутреннее давление, обусловленное силами межмолекулярного взаимодействия (определяется экспериментально); R — универсальная газовая постоянная; T — температура, К; M — молекулярная

масса «структурной единицы», обуславливающей межмолекулярное взаимодействие.

Среднюю усадку можно определить через начальное состояние, постоянные уравнения (3.6) и параметры режима:

$$\bar{S}_L = 1 - \sqrt[3]{Y}, \quad (3.7)$$

где $Y = \frac{MV_0(P + \pi_i)}{RT + Mb(P + \pi_i)}$; V_0 — удельный объем полимера в нормальных условиях (комнатная температура и атмосферное давление).

С помощью уравнения (3.7) в принципе возможно так подобрать давление формования, чтобы скомпенсировать большую часть усадки.

3.1.8. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ПО ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОБУВИ ЛИТЬЕВОГО МЕТОДА КРЕПЛЕНИЯ НИЗА

Весь процесс изготовления обуви литьевого метода крепления низа можно условно подразделить на две стадии. Первая включает в себя изготовление деталей, сборку верха, формование на колодке и заканчивается подготовкой следа к литью низа. Вторая стадия — формование и крепление низа методом литья и заключительные операции получения готовой обуви. Технологический процесс на первой стадии такой же, как и при изготовлении обуви других методов крепления низа. Отличительной особенностью являются лишь повышенные требования к соблюдению точности размеров деталей, особенно по толщине, размеров колодок, а также точности сборки. С этой целью предусматриваются меры по стабилизации размеров обуви.

Обувь литьевого метода крепления изготавливается с применением для низа термопластичных материалов, включая ТЭП, а также резиновых смесей. Из термопластичных материалов наиболее широкое применение находит пластифицированный ПВХ. Расширяется применение дивинилстирольных и полиуретановых ТЭП. Перспективными являются материалы на основе сополимеров этилена и винилацетата, особенно для низа обуви облегченных конструкций, в частности детской. Резиновые смеси применяются главным образом на основе полиизопренов (СКИ) и бутадиен-стирольных каучуков (СКС).

Общие схемы технологического процесса литья под давлением для термопластичных материалов и для резиновых смесей отличаются лишь тем, что после заполнения пресс-формы термопластичными материалами сразу же происходит охлаждение с целью фиксации приданной формы, а после заполнения резиновыми смесями — сначала нагрев для прохождения процесса вулканизации, а затем охлаждение для фиксации формы (см. рис. 3.2). Технологические режимы — температура, время, давление — на отдельных операциях и этапах могут для термопластов и резиновых смесей различаться существенно, что опреде-

Таблица 3.3. Этапы технологического процесса литья под давлением низа на обуви из различных материалов (для литьевой машины со щнековой пластикацией; колодки металлические, сдвоенные) и их продолжительность, с

Этап	Содержание работ	ПВХ-пластикат		Дивинилсти- рольный ТЭП		Полуретано- вый ТЭП	Резиновые смеси (СКИ + СКС)
		непо- ры- стый	пористый	непо- ры- стый	пористый		
I	Надевание заго- товки на метал- лическую колод- ку			5—15			
II	Замыкание пресс- формы, прикреп- ление простилки, поворот колодки, ее опускание и закрытие пресс- формы			3—5			
III	Подвод сопла пластикационно- го цилиндра к литниковому ка- налу и стыковка			2—4			
IV	Открытие сопла, впрыск (заполне- ние пресс-формы)	1—2	1—2	10—15	10—15	5—10	10—20
V,а	Пребывание от- крытого сопла у литникового канала (для со- здания дополни- тельного давле- ния); закрытие сопла	—	—	2—5	—	2—5	2—5
V,б	Пребывание за- крытого сопла у литникового канала (сопло с обратным клапа- ном)	1—2	1—2	—	1—5	—	—
VI	Отвод пластика- ционного цилин- дра			2—4			
VII	Охлаждение низа обуви при закры- той форме	30—60	100—180	30—70	60—90	30—80	—
VIII	Вулканизация в пресс-форме	—	—	—	—	—	180—250

Этап	Содержание работ	ПВХ-пластикат		Дивинилсти- рольный ТЭП		Полуретано- вый ТЭП	Резиновые смеси (СКН + СКВ)
		непористый	пористый	непористый	пористый		
IX	Открытие пресс-формы, подъем колодки с обувью и прикрепленным к ней пизом; поворот колодки; удаление выпрессовок			5—7			
X	Дальнейшее охлаждение низа обуви на колодке			30—60			10—40
XI	Снятие обуви с колодки			5—15			
XII	Отход шнека назад; пластикация следующей порции материала (во время этапов VI и VII)	5—15	5—15	10—20	10—20	10—25	15—25
XIII	Перемещение формодержателя с пресс-формой на один такт (для многопозиционной установки)			2—5			

Примечание. На этапах III — VI сопло пластикационного цилиндра должно быть состыковано с литниковым каналом пресс-формы.

ляется различием вязкости перерабатываемых материалов при заполнении пресс-формы.

Этапы технологического процесса литья под давлением низа на обуви из различных материалов и ориентировочная их продолжительность для случая применения металлических колодок, являющихся частью прессового узла литьевой машины, приведены в табл. 3.3 [6]. Литье низа с применением деревянных (или пластмассовых) колодок также применяется, но лишь для термопластичных материалов. При литье резиновых смесей деревянные и пластмассовые колодки не применяются из-за необходимости обогрева колодки для процесса вулканизации в пресс-форме, а также вследствие высокой температуры вулканизации.

При литье низа из термопластичных материалов на деревянных (или пластмассовых) колодках технологический процесс

несколько отличается от приведенного в табл. 3.3, что связано главным образом с тем, что эти колодки в формодержателе закрепляются временно и затем снимаются. Так, на этапе I (вместо этапов I и II по табл. 3.3) к следу затянутой на колодку обуви прикрепляется простилка и колодка закрепляется в формодержателе. Затем этапы III—VII проводятся так же, как и в случае металлических колодок. Этапу IX соответствует снятие колодок с обувью с формодержателя и удаление выпрессовок. Этап X, соответствующий дальнейшему охлаждению низа, и последующие могут проходить уже не в цикле работы литьевой машины.

Основным преимуществом металлических колодок является то, что они не меняют размеров при циклическом нагревании и охлаждении и, являясь частью прессового узла, обеспечивают точное позиционирование при закрытии пресс-формы.

Положительным качеством деревянных (или пластмассовых) колодок является то, что литье низа происходит непосредственно на затяжных колодках. Следовательно, обувь после формования не нужно снимать с колодки и надевать на другую (металлическую). Это способствует лучшему сохранению ее формы, а также позволяет сразу же после литья низа и открытия пресс-формы колодку с обувью снять с литьевой машины.

При изготовлении обуви литьевого метода крепления низа высокой категории качества с верхом из натуральной кожи рационально применять деревянные или пластмассовые колодки. Для обуви спортивного стиля, легкой, комнатной, с верхом из текстильных и синтетических материалов, а также тяжелой, рабочей целесообразно применение металлических, предпочтительно сдвоенных колодок.

3.1.9. ЛИТЬЕ ТЕРМОПЛАСТИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Из термопластичных материалов методом литья под давлением получают низ обуви одного, двух и даже трех цветов. Отличие литья многоцветного низа от одноцветного главным образом заключается в оснастке и организации проведения технологического процесса: в одну, две, три стадии соответственно. Например, для литья двухцветного низа применяются литьевые машины с двумя инжекционными узлами (см. рис. 3.11 и 3.12) и специальные пресс-формы, позволяющие формовать отливку в две стадии (см. рис. 3.13—3.15). В то же время собственно процесс литья под давлением, включая пластикацию и цикл формования, в обоих случаях одинаков. Ориентировочные технологические параметры литья под давлением термопластичных материалов, применяемых в производстве обуви, даны в табл. 3.4.

В пластикационном цилиндре температура в разных зонах неодинакова: с переходом от зоны загрузки к зоне дозирования

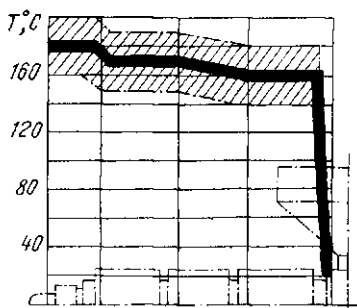


Рис. 3.18. Температурная область переработки ПВХ-пластиката

они повышаются, достигая максимума в головке цилиндра у сопла (см. табл. 3.4). На рис. 3.18 показана температурная область переработки ПВХ-пластиката (заштрихованная часть), а кривая изображает оптимальный температурный режим.

ПВХ-пластикат не отличается высокой термостабильностью, но при повышенной температуре вязкость его невысокая. Поэтому впрыск производится с большой скоростью через сопла открытого типа. Вязкость термоэластопластов выше, чем вязкость ПВХ. В связи

с этим диаметр отверстия сопла и литниковых каналов пресс-формы в первом случае больше, чем во втором.

Частота вращения шнека устанавливается из расчета подготовки очередной дозы материала во время впрыска предшествующей дозы; она обычно составляет 150—180 мин⁻¹.

Таблица 3.4. Температура и давление при литье термопластичных материалов

Перерабатываемый материал	Температура, °C		Давление впрыска, МПа
	пластификации	пресс-формы	
ПВХ-пластикат			
непористый	170—200	20—50	20—70
пористый	170—200	15—20*	20—70
Бутадиен-стирольный ТЭП			
непористый	180—200	20—35	40—80
пористый	180—200	20—35*	40—80
Полиуретановый ТЭП	165—215	20—35	40—80

* Практикуется охлаждение пресс-формы циркуляционной водой.

3.1.10. ЛИТЬЕ ПВХ-ПЛАСТИКАТА

При литье низа на обуви и также при литье формованных подошв из термопластов используется в основном ПВХ-пластикат. Этот материал, применяемый в виде гранул (реже в виде порошка), представляет собой композицию ПВХ с большим (60—80 мас. ч.) содержанием пластификаторов и других ингредиентов (см. с. 148). Для получения ПВХ-пластиката используют ПВХ (мол. массы порядка $7 \cdot 10^4$) суспензионной (С) либо

эмульсионной (Е) полимеризации. Суспензионный ПВХ обладает некоторыми лучшими свойствами, чем эмульсионный (выше водо- и термостойкость, лучше стабилизируется).

Вязкость ПВХ (соответственно и его молекулярную массу) иногда характеризуют константой Фикенчера: $K_{\Phi} = 1000 k$. Значение k находят по уравнению

$$\lg \eta_{\text{отн}} = \left(\frac{75k^2}{1 + 1,5kc} + k \right) c, \quad (3.8)$$

где $\eta_{\text{отн}}$ — относительная вязкость при температуре 25 °С (вязкость 1 %-го раствора полимера в циклогексаноне по отношению к вязкости чистого циклогексанона); c — концентрация полимера, г на 100 см³ растворителя.

Для определения константы Фикенчера по относительной вязкости можно пользоваться специальными таблицами:

$\eta_{\text{отн}}$	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0
K_{Φ}	54	59,2	63,7	67,7	71,2	74,3	77,1

Чем меньше значения K_{Φ} и соответственно меньше молекулярная масса и вязкость ПВХ, тем он легче перерабатывается, но тем хуже его механические свойства, а следовательно, и механические свойства изделий.

Для изготовления ПВХ-пластиката применяют главным образом суспензионный ПВХ с $K_{\Phi} = 60-70$ (смолы С-70, С-65, С-60). К нему добавляются различные ингредиенты: пластификаторы, стабилизаторы, иногда наполнители, красители, порообразователи.

Пластификаторы вводят для получения материалов, мягких при обычной и умеренно низкой температуре, и для облегчения их переработки (пластификация снижает вязкость!).

В качестве пластификаторов применяются сложные эфиры фталевой, себациновой, адипиновой кислот (диоктилфталат и др.), а также ряд сложных эфиров фосфорной кислоты (трикрезилфосфат и др.). Они должны обладать хорошей совместимостью с полимером, а также достаточно высокой молекулярной массой. Несоблюдение этих условий приводит со временем к депластификации, проявляющейся в миграции пластификатора из массы полимера на поверхность («выпотевание»), и потере в результате этого заданных свойств материала.

Стабилизаторы (соединения свинца, оловоорганические соединения, а также эпоксисоединения и др.) вводят в полимеры с целью снижения интенсивности деструкции и повышения таким образом стойкости в процессе переработки при повышенной температуре, для повышения стойкости к атмосферным воздействиям.

Введение наполнителей в композиции главным образом обусловлено стремлением к снижению стоимости. В ПВХ-композициях для низа обуви в качестве наполнителя иногда применяется мел (табл. 3.5).

При литье низа пористой структуры используют порообразователи — твердые вещества порофоры на основе органических азосоединений. Известны различные торговые марки порофоров. Например ЧХЗ-57 и его зарубежные аналоги — порофор-N и

Т а б л и ц а 3.5. Примеры составов, мас. ч., ПВХ-пластиката для литья низа на обуви

Компонент	Назначение компонента	Легкая обувь уличной носки		Комнатная текстильная обувь	
		I	II	III	IV
Суспензионная ПВХ-смола $K_{\Phi} = 70$	Основной полимер	100	100	—	—
$K_{\Phi} = 60-65$	То же	—	—	100	100
Диоктилфталат	Пластификатор	52—58	85—90	100	60—65
Диоктилсебагинат	»	20	—	—	—
Мел	Наполнитель	—	20—25	60	—
Полиосновные сульфаты и стеараты свинца	Стабилизатор	2,2	5—6	3—4	2—3
Эпоксидная смола (ЭД-6, ЭД-8)	»	2	5—6	2	2
Красители	Окрашивание	0,1—0,5			

Примечание. Красители вводят соответственно цвету. Для получения пористого низа добавляются порофоры в количестве от 2 до 10 мас. ч. в зависимости от свойств порообразователя.

женитрон AZDN — имеют газовое число 130—150 см³/г и температуру разложения 90—100 °С, ЧХЗ-23 и женитрон АО соответственно 130—200 см³/г и 125—148 °С.

В состав ПВХ-пластиката входят также красители*.

Рассмотрим в качестве примера схему процесса литья одноцветного низа из ПВХ-пластиката на роторной 12-секционной литьевой машине с металлическими сдвоенными колодками (рис. 3.19).

Сборка заготовок (А) производится по обычной технологии. Более жесткие требования предъявляются лишь к соответствию толщины деталей и их линейных размеров заданным значениям (принятым при проектировании пресс-форм), а также равномерности толщины по площади. С этой целью кожаные детали верха выравниваются по толщине.

* Красители, минеральные и органические, те же, что и для резин. Ассортимент их широк.

Этим впоследствии, при закрытии пресс-формы для литья, обеспечивается наличие плотного контакта верха обуви с гранями матрицы, что в свою очередь предупреждает возникновение выпрессовок отливаемого материала.

При формировании верха обуви на колодке (Б) применяются три метода: внутреннее формование с помощью раздвижных колодок, обычный затяжной метод и затяжка с помощью шнура (шнуровая затяжка).

При первом используется втачная текстильная стелька. Такой метод пригоден для комнатной, а также легкой обуви спортивного стиля с верхом из материалов, не требующих взъерошивания перед креплением низа в процессе литья (текстильные материалы, велюр, иногда нубук).

При затяжном методе формования особое внимание должно уделяться точности соответствия стельки следу колодки и заданной ее толщине. Как правило, применяется предварительное формование стельки для обеспечения точного ее соответствия следу колодки по кривизне. Затяжная кромка должна плотно по всему контуру прилегать к стельке. Для клеевой затяжки рекомендуется использовать клеи-расплавы с высокой температурой плавления. В некоторых случаях целесообразно дополнительное механическое крепление затяжной кромки к стельке скобами, а также формование следа сжатием при повышенной температуре.

Затяжка с помощью шнура, так же как и внутреннее формование, обычно производится для обуви легких видов с верхом из материалов, не требующих взъерошивания. Эффективность метода заключается в том, что затяжка осуществляется непосредственно на металлических колодках литьевой машины и таким образом отпадает необходимость в затяжных колодках.

Подготовка следа затянутой на колодку обуви к креплению низа в процессе литья (В) зависит от метода формования верха обуви на колодке и от материала верха. Для обуви внутреннего формования или шнурковой затяжки с текстильным верхом подготовки следа не проводится. Для обуви из натуральной кожи типа велюра, нубука на край верха в местах последующего крепления низа, который может быть с бортиком различной высоты, наносится клей по обычной технологии (см. раздел 1).

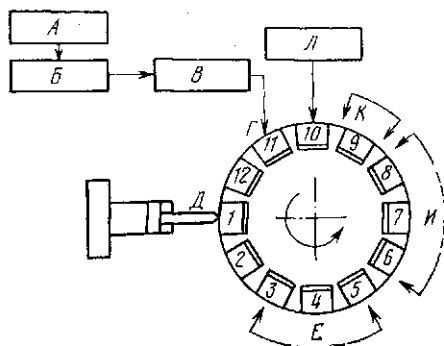


Рис. 3.19. Схема технологического процесса изготовления низа на обуви из ПВХ-пластиката

Для затяжного метода формования подготовка следа также зависит от материала верха. Для обуви из кож с естественной лицевой поверхностью применяется взъерошивание и затем двух- или однократное нанесение клея (лучше всего полиуретанового), с подсушкой клеевой пленки (см. раздел 1). Для верха обуви из велюра (иногда и пубука) и текстильных материалов взъерошивание затяжной кромки не проводится и лишь наносится клей. Для некоторых искусственных и синтетических кож в зависимости от степени их сродства с материалом литьевого низа взъерошивание иногда также может не проводиться. В этом случае однократно наносится тонкий слой клея.

При снятии обуви с затяжных колодок и надевании на металлические колодки литьевой машины (Г) одновременно прикрепляются промежуточные детали — простилка, если необходимо и геленок, вкладыш каблука.

В позиции 12 происходит смыкание полуматрицы пресс-формы. Колодка с надетой заготовкой поворачивается и закрывает пресс-форму сверху; снизу ее закрывает пуансон. На позиции 1 сопло пластикационного цилиндра стыкуется с отверстием литникового канала пресс-формы и происходит впрыск (Д). Прессовым узлом одновременно создается давление, необходимое для поддержания пресс-формы в закрытом состоянии. Затем через некоторое время (см. табл. 3.3) пластикационный цилиндр отводится и обувь с закрытой пресс-формой перемещается в следующую позицию на карусельном столе. Размыкание пресс-формы может происходить в любом месте (Е) в соответствии с необходимым временем для фиксации формы низа. Однако открытие пресс-формы, пока обувь не полностью остыла, облегчает удаление выпрессовок. Поэтому существует оптимальное время до открытия пресс-формы, зависящий от вида отливаемого материала и массы отливки.

После открытия пресс-формы колодка с обувью поворачивается и освобождает ее для последующего формования, которое происходит на второй из сдвоенных колодок. Следовательно, при необходимости обувь на колодке может пребывать в течение времени, превышающего время полного оборота карусельного стола. После открытия пресс-формы и поворота колодки с обувью в верхнее положение проводится чистка пресс-формы и контроль качества литья (И). Затем обувь снимается с колодки (К) и дальнейшая обработка (отделка, упаковка) производится традиционными методами вне литьевой машины (Л).

3.1.11. ЛИТЬЕ РЕЗИНОВЫХ СМЕСЕЙ

Из резиновых смесей, так же как и из термопластов, получают низ обуви одного или двух-трех цветов. В литьевую машину резиновые смеси загружают в виде гранул или непрерывной ленты. Пластикация производится при температуре 80—100 °С, т. е. меньшей, чем температура вулканизации, при этом не тре-

буется столь высокой точности контроля и регулирования температуры по зонам пластикационного цилиндра, как при литье термопластов. Резиновая смесь впрыскивается в обогреваемую пресс-форму (температура 140—200 °C), где проходит вулканизация.

Резиновые смеси в пластицированном состоянии обладают значительно большей вязкостью, чем термопласты, поэтому давление впрыска для них существенно больше (50—150 МПа). Хотя внутреннее давление в пресс-формах меньше, чем давление впрыска, усилие смыкания пресс-форм существенно больше, и прессовый узел в литьевых машинах для резиновых смесей мощнее, чем в машинах для термопластов. Диаметр инжекционного отверстия сопла 4—4,5 мм, т. е. больше, чем для термопластов (около 3 мм).

Резиновые смеси для литья должны обладать следующими свойствами [2]*: 1) небольшой склонностью к подвулканизации при повышенной температуре (время начала подвулканизации по Муни не менее 10 мин при температуре 120 °C; 2) способностью к быстрой вулканизации (не более 3—4 мин) после впрыска материала в пресс-форму; 3) способностью к стремительному разогреванию вследствие внутреннего трения в материале и трения о стенки сопла.

Для литья лучше всего подходят резиновые смеси с вязкостью по Муни 30—60 ед. (при температуре 100 °C). Смесей меньшей вязкости (ниже 20—30 ед.) плохо прогреваются в пластикационном цилиндре и в сопле литьевой машины. Вязкость смесей можно регулировать соответствующим подбором ингредиентов. При этом необходимо стремиться к тому, чтобы оптимальной вязкостью резиновая смесь обладала в диапазоне температур пластикации (в зоне дозирования пластикационного цилиндра) и впрыска.

На рис. 3.20 показана характерная для резиновых смесей зависимость вязкости от времени прогрева (обычно при температуре 100 или 120 °C). Этой зависимостью, определяя вязкость по Муни M , можно воспользоваться для нахождения оптимального времени переработки резиновых смесей. Началу подвулканизации соответствует время (при заданных условиях прогрева), в течение которого вязкость по Муни повысилась на 5 ед. Оптимальное же время впрыска находится в интервале τ_0 — τ_5 .

Применяя предварительный подогрев резиновых смесей (что очень удобно при использовании их в виде ленты), технологический процесс переработки можно построить таким образом,

* Здесь описаны лишь некоторые специфические свойства резиновых смесей и их ингредиентов применительно к их переработке литьевым методом. Более общие свойства резиновых смесей, а также методика их приготовления даны в п.4.

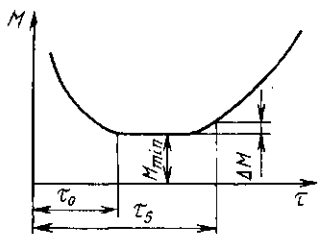


Рис. 3.20. Зависимость вязкости резиновых смесей M от времени прогресса τ ($\Delta M < 5$)

чтобы большая его часть от начала пластикации до заполнения пресс-формы проходила при вязкости, близкой к $M_{\min}$, в интервале времени τ_0 — τ_5 . Это выгодно с точки зрения энергозатрат на проведение технологического процесса.

Основным компонентом резиновых смесей является каучук. Иногда в их состав входит не один, а два-три совмещающихся каучука. Из экономических соображений вводится регенерат резины. Для модифицирования свойств

в небольших количествах используются другие полимеры, например полиэтилен, олигомерные смолы. Наполнители, пластификаторы, вулканизующие агенты, стабилизаторы различного действия, красители, порообразователи вводятся в смеси также с целью придания им комплекса необходимых технологических и эксплуатационных свойств. Некоторые из них способны оказывать полифункциональное воздействие: например, наполнители, красители могут одновременно быть и дополнительными стабилизаторами или структурирующими агентами. Наполнитель — технический углерод (черная сажа) одновременно служит и красителем. Эти воздействия, хотя и являются побочными, при удачном составлении рецептур могут быть эффективно использованы.

Ассортимент всех компонентов резиновых смесей, их свойства, область применения, торговые названия подробно описаны в литературе [8, 9].

В литьевых резиновых смесях можно применять лишь каучуки, обладающие хорошей текучестью. Это свойство определяется по объему массы, прошедшей через отверстие определенного диаметра, при заданной температуре (обычно соответствующей температуре впрыска при литье) и заданном давлении (по аналогии с определением индекса расплава для клеев). В производстве обуви используются натуральный каучук, а также синтетические — полиизопрен марки СКИ-3, бутадиен-стирольный марки СКС-ЗОАРКМ-15*, их зарубежные аналоги [9]. Могут применяться мягкие полихлоропреновые и бутадиен-нитрильные каучуки. В смесях с другими используется и бу-

* В обозначениях марок каучуков буквы и цифры имеют определенное значение. Например, СКС обозначает синтетический бутадиен-стирольный каучук. Цифра после этих букв обозначает процентное содержание стирола (30 %). Далее: А — низкотемпературная, Р — регулируемая полимеризация, К — канифольный эмульгатор, М — маслonaполненный каучук, 15 — процентное содержание масла. Информация о каучуках других видов и марок, отечественных и зарубежных, содержится в Справочнике резинщика [9].

тадиеновый каучук (в частности, для литья каблук). Наилучшими литьевыми свойствами обладают резиновые смеси на основе изопреновых каучуков — натурального и синтетического (СКИ).

Наполнители применяются активные и инертные. Первые из них улучшают механические свойства резин за счет интенсивного межмолекулярного взаимодействия между молекулами каучука и наполнителя (эффект повышения когезии), но в то же время понижают текучесть резиновых смесей. Инертные наполнители лишь уменьшают расход каучука. Однако в отношении активности наполнителей иногда трудно сделать четкие разграничения. У наполнителей той же природы, но с различной удельной поверхностью ($\text{м}^2/\text{г}$), например у технического углерода, белой сажи, активность может варьировать в широких пределах. Она зависит от удельной поверхности и от того, с каким полимером взаимодействует конкретный наполнитель: для одного он может быть более активным, чем для другого. Наполнитель с большой активностью может оказать чрезмерно большое отрицательное влияние на реологические свойства резиновых смесей и потерю их текучести.

ХАРАКТЕР ДЕЙСТВИЯ НАПОЛНИТЕЛЕЙ РЕЗИНОВЫХ СМЕСЕЙ ДЛЯ ЛИТЬЯ

Технический углерод (черная сажа)	Активный наполнитель; окрашивает смесь в черный цвет
Диоксид кремния SiO_2 (белая сажа)	Активный наполнитель
Каолин	Относится к полунинертным; в больших (до 80 мас. ч. от массы каучука) количествах увеличивает жесткость и твердость резин; удешевляет резину
Мел	Инертный; влияние на механические свойства аналогично влиянию каолина, но выражено меньше; удешевляет резину
Оксид цинка ZnO и оксид магния MgO	Активные наполнители; с полихлоропреновыми каучуками действуют как вулканизаторы
Диоксид титана TiO_2	Полунинертный наполнитель; окрашивает смесь в белый цвет
Молотые отходы резин	Инертный наполнитель; удешевляет резину

Примечание. Каждый из указанных наполнителей может обладать различной удельной поверхностью. Наполнители имеют разные торговые названия [8, 9].

Вязкость резиновых смесей можно уменьшить, снижая количество в них наполнителей (если это допустимо с точки зрения эксплуатационных требований к получаемому изделию и экономических соображений) или вводя пластификаторы, совмещающиеся с каучуком. Даже небольшое (5—10 мас. ч.) количество пластификатора заметно улучшает литевые свойства резиновых смесей. Вместе с тем введение пластификаторов

в больших количествах может значительно ухудшить механические свойства отливаемых изделий.

Хорошим пластификатором для резиновых смесей на основе большинства неполярных каучуков (СКИ, СКС и др.) является низкомолекулярный полиэтилен, для смесей на основе бутадиен-стирольных каучуков — полистирол. Применяются также технический вазелин, парафины, инден-кумароновая смола, каанифоль, рубракс, стеариновая и олеиновая кислоты, минеральные масла и др. [8].

Подбор вулканизирующих систем для резиновых смесей, перерабатываемых литьем под давлением, должен быть особо тщательным, так как температура в пластикационном цилиндре достигает 100 °С, что вызывает опасность подвулканизации (скорчинга). Основным вулканизирующим агентом является сера. Рекомендуются, однако, вулканизирующие системы, обладающие замедленным действием в начальной стадии процесса и обеспечивающие высокую скорость вулканизации в пресс-форме. Эффективны системы, содержащие сульфенамиды, например сера — сантокур — тиурам. В то же время резиновые смеси, содержащие только серу и тиурам в качестве ускорителя вулканизации, склонны к подвулканизации при высокой температуре.

В резиновые смеси для литья под давлением иногда вводят замедлители подвулканизации и другие стабилизаторы — противостарители, противоутомители, антизонанты. В качестве замедлителей подвулканизации применяют салициловую кислоту, фталевый ангидрид, фталевую кислоту, малеиновый ангидрид, малеиновую кислоту и др.

Стабилизаторами, замедляющими процесс старения от действия озона, других атмосферных факторов, механического утомления, являются ароматические амины, аминифенолы и другие соединения, ассортимент которых весьма широк [9] (см. также раздел 4).

При изготовлении цветных резин применяют минеральные и органические красители. Преимуществами органических красителей перед минеральными являются более высокая красящая способность и меньшая плотность. Те и другие красители могут оказывать влияние на скорость вулканизации резиновых смесей, а также стабилизирующее воздействие. В качестве минеральных красителей (пигментов) применяются те же соли и оксиды металлов, которые служат для окрашивания других материалов. Например, белый пигмент — диоксид титана TiO_2 , зеленый — оксид хрома Cr_2O_3 и др. Из органических красителей для окрашивания в черный цвет в основном используются технический углерод и нигрозин.

Порообразователи, применяемые для получения обувных резин, должны отвечать следующим требованиям:

температура максимального разложения должна быть бли-

зка к температуре вулканизации резиновой смеси (для большинства смесей 140—160 °С);

разложение должно проходить постепенно с выделением газа в количестве, близком к теоретическому, и не должно сопровождаться чрезмерным повышением температуры резиновой смеси;

хорошо диспергироваться в каучуках и быть стабильными при температуре обработки смеси;

быть инертными к ингредиентам резиновой смеси или участвовать в процессе вулканизации.

В качестве порообразователей, как и для термопластов, применяются главным образом порофоры на основе органических азосоединений [8, 9].

Существует множество составов литевых резиновых смесей, с использованием которых методом литья под давлением получают низ на обуви, детали обуви (формованные подошвы, каблуки, набойки), а также цельноформованную обувь разного назначения, различных физико-механических свойств и структуры (монолитной и пористой), разнообразных цветов.

Специфические свойства изделий достигаются соответствующим подбором ингредиентов и варьированием их количества. Например, в резиновых смесях для каблуков применяются каучуки, способные давать более жесткие резины, чем подошвенные (в частности, бутадиен-метилстирольный каучук вместо бутадиен-стирольного).

ПРИМЕРНЫЙ СОСТАВ, МАС. Ч., РЕЗИНОВЫХ СМЕСЕЙ
ДЛЯ ЛИТЬЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

Компонент	Низ на обуви, формованные подошвы	Каблуки
Каучуки		
мягкие	100	—
жесткие	—	100
Регенерат резины	40—50	—
Наполнители	70—75	90—105
Пластификаторы	25—50	25—30
Вулканизирующие вещества	2,5—4	4—4,5
Активаторы вулканизации	2—4	2—3
Ускорители вулканизации	2—4	1—2
Стабилизаторы	1—2	1—2
Красители	1—5,0	1—5,0
Порообразователи	2—15	2—5

Примечания: 1. Для черных резин роль красителя выполняет наполнитель — технический углерод.

2. Порообразователи добавляются лишь для получения пористых резин.

Изготовление обуви с резиновым низом литьевого метода крепления в известной мере аналогично изготовлению обуви с низом из термопластов (см. с. 146). Различие заключается

в том, что после заполнения пресс-формы в ней происходит вулканизация резины. Литевой метод широко применяется при изготовлении текстильной обуви для различных видов спорта, — баскетбольных ботинок, теннисных туфель, а также туфель спортивного стиля для отдыха.

Рассмотрим особенности технологии изготовления текстильной спортивной обуви*, которая обычно состоит из следующих частей:

текстильный верх, дублированный с подкладкой и окантованный по верхнему краю и язычку;

промежуточные (внутренние) детали — задник, втачная стелька, подблочники;

подошва с обсоюзкой, а часто и литым носком, изготовленные из резины;

пористая профилированная вкладная стелька с верхним слоем из текстильных материалов.

Обувь такого типа может иметь низ одного, двух и даже трех цветов (см. рис. 3.15). В зависимости от этого литье производится в одну, две или три стадии. Следовательно, применяются литьевые машины обычно роторного типа, с одним, двумя или тремя инжекционными узлами (см. рис. 3.10—3.12).

Технологическая схема изготовления обуви с низом одного цвета аналогична показанной на рис. 3.19. На первом этапе (А) производится подготовка материалов: дублирование тканей, прорезинивание материалов (для задника, подблочников), раскрой. Следующий этап (Б) — сборка заготовок с втачной стелькой. Затем следует сборка обуви, которая производится на стационарных металлических колодках литьевой машины (Г). На современном литьевом оборудовании обычно применяются сдвоенные колодки. На колодку, находящуюся в верхнем положении, надевают заготовку: сначала носочную, затем пяточную часть (позиция 11). После надевания и закрепления заготовки на колодке последняя поворачивается следом вниз. Происходит поворот карусельного стола. В это время (позиции 12, 1) последовательно выполняются следующие операции: опускание колодки, закрытие пресс-формы (смыкание полу-матриц, опускание матрицы формования носка) и впрыск (позиция 1). В конце заполнения пресс-формы пуансон несколько поднимается вверх и оформляет ходовую поверхность низа обуви (для пористого низа возможно и движение пуансона вниз-вверх). Следующие этапы (Е) — вулканизация изделия и охлаждение (И). Затем пресс-форма открывается и обувь снимается с колодки (К). Последующая обработка и комплектование производятся вне литьевой машины (Л).

* Подробно технологический процесс изготовления текстильной спортивной обуви рассмотрен в книге Л. А. Алешуниной и Н. З. Давиденко [8].

РЕЖИМ ВУЛКАНИЗАЦИИ В ПРЕСС-ФОРМЕ

Температура, °C	
полуматриц	175±10
пуансона	170±10
матрицы подноски	170±10
колодки	175±10
Время вулканизации, мин	4—4,5
Время такта, с	22±2

3.1.12. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЦЕЛЬНОФОРМОВАННОЙ ОБУВИ ИЗ ПВХ-ПЛАСТИКАТА

Цельноформованная обувь состоит из внутреннего текстильного каркаса и наружного слоя ПВХ. Текстильный каркас изготавливается в виде чулка. При этом следует стремиться к улучшению его гигиенических свойств, которые зависят от вида волокон и степени их гидрофильности, а также от структуры материала. Она должна обеспечивать его влагоаккумуляционную способность, паровлагообмен во внутриобувном пространстве, так как наружный слой обуви из ПВХ не обладает гидрофильностью и, следовательно, паровлагообмена через него не происходит. Для каркаса обычно применяется трикотажное полотно.

Верх и подошва изготавливаются из гранулированного ПВХ-пластиката различного состава: для верха применяется смола несколько худших механических свойств (С-60), чем для низа (С-70), совмещенная с диоктилфталатом (100:100), с добавкой стабилизирующих веществ (до 3,5 мас. ч.) и красителей (до 0,5 мас. ч.).

Литье рационально производить на роторных десятисекционных литьевых машинах типа «Desma 609S» либо «Desma 611 S» с двумя инжекционными узлами. Машина модели 611 S имеет микропроцессорное управление с цветным дисплеем (см. рис. 3.16). Пресс-форма (см. рис. 3.7) состоит из колодки, двух полуматриц и двух пуансонов. Полуматрицы при литье оформляют верх обуви; один пуансон закрывает пресс-форму при литье верха, другой — при литье низа; он же оформляет ходовую поверхность низа обуви. При литье верха обуви типа сапог расплавленный материал по внутреннему пространству пресс-формы должен пройти длинный путь. Чтобы предотвратить его остывание и повышение вязкости в результате этого до завершения процесса заполне-

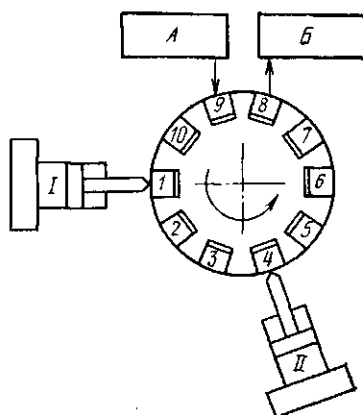


Рис. 3.21. Схема технологического процесса изготовления сапога из ПВХ-пластиката (I и II — инжекционные узлы)

ния пресс-формы, в полуматрицах имеются нагревательные элементы. Для прекращения впрыска сразу же после заполнения пресс-формы в полуматрицах и в пуансоне для литья низа имеются микровыключатели.

Технологическая схема производства сапог из ПВХ-пластика методом литья под давлением показана на рис. 3.21.

В качестве каркаса применяется чулок из трикотажа, который натягивается на металлическую разъемную колодку сапога (называемую иногда сердечником).

Рабочий цикл включает в себя следующие операции: изготовление каркаса — чулка *А*; надевание чулка на металлическую колодку и ее затяжку (позиция *9*); в позиции *10* происходит закрытие пресс-формы (смыкание полуматриц и пуансона); далее следует впрыск композиции для верха обуви *1*; перемещение внутреннего пуансона в положение впрыска материала подошвы *3*; впрыск композиции для подошвы *4*; фиксация формы обуви при закрытой пресс-форме *5—7*; открытие пресс-формы *8*, снятие обуви с колодки, удаление выпрессовок и надевание на штыри специальной тележки для дальнейшего охлаждения (около 40 мин) и последующих операций. Здесь же проводится чистка пресс-формы, удаление литников. На следующем этапе (*Б*) происходит дальнейшая обработка обуви: обрезка голенища с излишками каркасного слоя (подкладки) по верхнему краю, проверка качества, вкладывание стелек, спаривание обуви, маркировка, упаковка.

Температура ПВХ-пластика при впрыске 180 ± 10 °С, время цикла 20 ± 2 с, температура полуматриц 50—60 °С; может быть предусмотрен подогрев колодки до температуры 40 °С.

3.2. ЛИТЬЕ ПВХ-ПЛАСТИЗОЛЕЙ (ПВХ-ПАСТ)

3.2.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Суть метода заключается в том, что жидкие ПВХ-пластизоли заливаются в форму, где под воздействием повышенной температуры желатинизируются, в результате чего формируется изделие.

Существуют различные варианты технологии литья пластизолой, которые различаются способом заполнения формы и условиями формования изделия. В производстве изделий из кожи применяются:

литье с опрокидыванием — для изготовления цельноформованной обуви из ПВХ, корпусов сумок;

заливка пластизоля в закрытую форму — для литья на обуви низа из ПВХ или комбинированного;

ротационное формование — для изготовления велосипедных сидел, различных полых изделий.

Преимуществом литья ПВХ-пластизолой по сравнению с литьем ПВХ-пластиката под давлением является значительное упрощение технологии изготовления оснастки. Формы для литья пластизолой в процессе формования изделий не претерпевают столь значительных давлений, как формы для литья под давлением. Поэтому их изготовление проще и, следовательно, дешевле. Их можно получать, например, методом гальванопластики или же отливать из алюминия основу, а методом гальванопластики изготавливать лишь съемные оболочки, образующие внутренние поверхности формы. Эти оболочки могут иметь негативное изображение сложнейшего рельефа, имитирующего мерею кожи, плетение и др., что, в частности, дает возможность изготавливать обувь и кожгалантерейные изделия под натуральную кожу аналогично технологии формования в силиконовых матрицах (см. раздел 2).

К недостаткам метода литья ПВХ-пластизолой следует отнести то, что микроструктура материалов получается менее однородной и, следовательно, показатели их механических свойств несколько ниже, чем при литье под давлением. Однако для многих изделий из кожи качество материалов, полу-

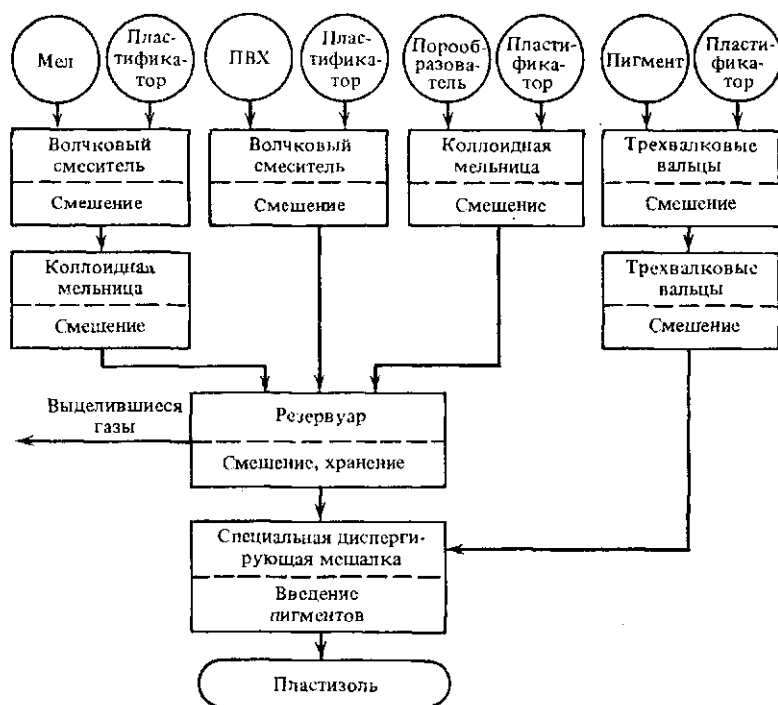


Схема 3.1. Схема изготовления пластизоля с наполнителем для получения пористого материала

ченных литьем пластизолой, вполне достаточно, поэтому метод весьма перспективен.

ПВХ-пластизоли [10] представляют собой дисперсии пастообразующего ПВХ в пластификаторах. В качестве пластификаторов применяются диалкилфталаты, трикрезилфосфат, которые хорошо совмещаются с ПВХ. Могут добавляться пластификаторы, ограниченно совмещающиеся с поливинилхлоридом,—себацинаты, адипинаты, повышающие морозостойкость пластика. Добавляются также хлорированные парафины (до 10—20 %), которые придают материалу негорючесть, повышают его стойкость к щелочам и кислотам. Для регулирования вязкости применяются некоторые углеводороды в качестве летучих разбавителей, в которых полимер не растворяется и даже не набухает при нагреве.

В пластизоли, кроме того, можно вводить наполнители, пигменты для придания желаемого цвета, а для получения материала пористой структуры — порообразователи (порофоры).

Пластизоли изготавливают последовательным диспергированием смешением компонентов в несколько стадий (схема 1.5). Выбор оптимальных параметров смешения имеет важное значение для последующей стабильности пластизоля. Стабильность готового пластизоля составляет от 1,5 до 6 мес.

ПРИМЕРНЫЙ СОСТАВ, МАС. Ч., ПЛАСТИЗОЛЯ
ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПВХ-ПЛАСТИКАТА НЕПОРИСТОЙ
СТРУКТУРЫ

ПВХ-смола, пастообразующая	100
Пластификаторы (например, типа диалкилфталатов)	50—150
Хлорированный парафин	10—20
Пигменты	10—15
Наполнитель (например, мел)	5
Разбавитель	1—5

Вязкость пластизолой 1 Па·с и менее. Твердость после желатинизации < 65 ед. по Шору.

Механизм желатинизации пластизоля в форме состоит в следующем. При повышении температуры пластификатор медленно проникает в частицы полимера. Частицы начинают набухать и увеличиваться в размерах. Агломераты распадаются на первичные частицы. По мере повышения температуры этот процесс интенсифицируется, а при температуре 80—100 °С свободный пластификатор полностью исчезает. Набухшие частицы полимера соприкасаются, вследствие чего между ними увеличивается межмолекулярное взаимодействие и вязкость системы сильно растет. Желатинизация завершается, когда пластификатор равномерно распределяется в поливинилхлориде. Тогда происходит сплавление поверхностей набухших частиц и пластизоль превращается в однородное тело — пластифицированный поливинилхлорид (ПВХ-пластикат).

3.2.2. ЛИТЬЕ С ОПРОКИДЫВАНИЕМ

Суть метода состоит в том, что в нагреваемую форму наливается пластизоль, который от соприкосновения с теплой поверхностью формы начинает желатинизироваться. Этот процесс начинается не сразу по всему внутреннему объему формы, а сначала у ее стенок, где температура выше. Затем, когда у стенок образовался тонкий слой геля, пластизоль, который еще не подвергся желатинизации, выливается при поворачивании формы, в которой остается слой желатинизированного пластизоля; из него при дальнейшем нагреве и формируется корпус изделия. Обычно операция заполнения формы — выливания повторяется неоднократно. Таким образом достигается требуемая толщина изделия. Кроме того, заливая поочередно пластизоль без порофоров и с ними, можно получить наружный слой изделия монолитной структуры, а внутренний — пористой. После завершения процесса форма охлаждается и из нее извлекается корпус изделия.

Принципиальная технологическая схема литья с опрокидыванием для изготовления изделия, например корпуса сумки, с внутренним слоем пористой структуры, показана на рис. 3.22. Технологический процесс литья включает следующие этапы:

I — форма нагревается до температуры 105—115 °С;

II — в форму подается дозированная порция пластизоля первого рецепта (без порофоров) и происходит желатинизирование его пристенного слоя;

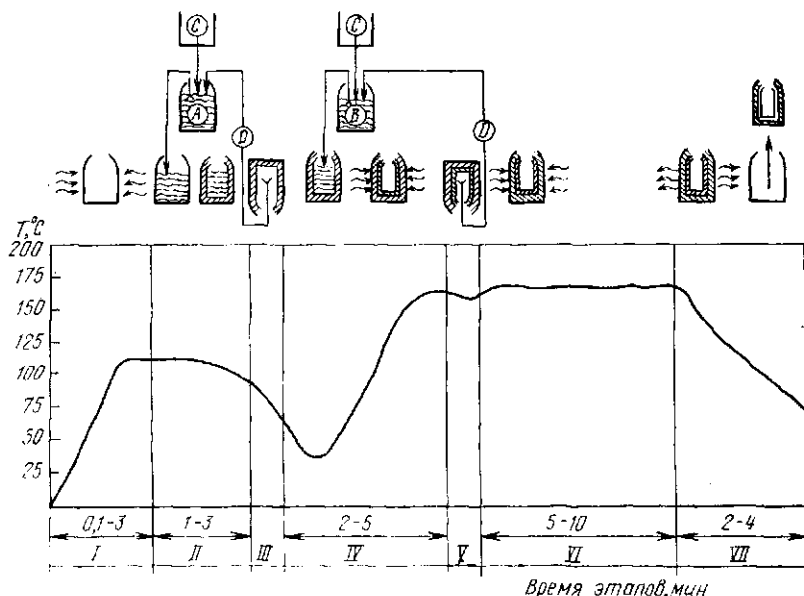


Рис. 3.22. Схема литья с опрокидыванием (изготовление корпуса сумки)

III — форма переворачивается и нежелатинизировавшийся пластизол вытекает в специальный сборник, откуда, профильтрованный, опять подается в резервуар для повторного использования;

IV — в форму заливается дозированная порция пластизола второго рецепта (с порофором), повторяется цикл этапа *II*;

V — форма переворачивается и повторяется цикл этапа *III*;

VI — форма в перевернутом состоянии поступает в печь, происходит окончательное желатинизирование и формование двухслойного материала;

VII — охлаждение и извлечение изделия из формы.

Современное оборудование для литья с опрокидыванием включает горизонтально замкнутый, циклически или непрерывно движущийся конвейер, на котором закреплены съемные формы (на расстоянии друг от друга 0,5—1,5 м в зависимости от размеров). Их движение, поворачивание вниз (опрокидывание), слив пластизола, а также заполнение пластизолом происходят в автоматическом режиме. Формы заполняются обычно на 10—30 мм ниже верхнего края.

Желатинизация проходит при продвижении форм через проходные обогреваемые камеры туннельного типа. Возможен нагрев по различным законам изменения температуры поверхности формы, а также путем подачи теплого воздуха внутрь формы. Достижение различной температуры на локальных участках внутренних поверхностей формы позволяет получать изделия с различной толщиной в разных местах.

На толщину наружного (видимого) слоя изделия существенно влияет температура и время этапов *I* и *II*. На толщину внутреннего слоя влияют режимы этапа *IV*.

Толщина изделий или отдельных слоев может быть различной. Например, для сумок, стремясь уменьшить их массу, толщину наружного слоя можно делать 0,5 мм и менее, а внутреннего пористого слоя (плотность не более 0,7 г/см³) несколько больше. При литье цельноформованной обуви, например сапог, толщина одного непористого слоя может достигать 1,5—2 мм [6, 7].

Методом литья с опрокидыванием обувь можно изготавливать, отливая в одной форме всю обувь (верх и низ) или только верх в виде чулка, к которому затем прикрепляется низ. Отливая в одной форме за один процесс верх и низ обуви, необходимо обеспечить дифференцированный режим нагрева различных частей формы, так как толщина низа обуви значительно больше, чем верха, и для его формования из пластизола требуется большее количество тепла и больше времени. Может быть предусмотрено и заполнение форм в несколько приемов (верх, подошва, каблучная часть) с соответствующей неоднократной тепловой обработкой в проходных обогреваемых камерах.

Если отливается только верх обуви, а затем прикрепляется клеем формованная подошва, необходимо применять двухкомпонентные полиуретановые клеи вследствие большого количества пластификатора в материале верха и вероятности его миграции к поверхности (см. раздел 1).

Дальнейшая обработка изделий после извлечения из формы не отличается от обычной. Например, для сумок порядок операций такой: окантовываются края, зачастую формованием с помощью ТВЧ, затем прикрепляются ручки, ремни, вкладываются внутренние каркасные детали.

Цельноформованная обувь из ПВХ-пластизолов не обладает необходимыми гигиеническими, главным образом влагообменными, свойствами, поэтому в нее вкладывается тканевая или трикотажная подкладка (в виде чулка), обладающая повышенной сорбционной способностью, а также утолщенная вкладная стелька из натурального войлока, которую можно вынимать и просушивать.

3.2.3. ЛИТЬЕ НИЗА НА ОБУВИ

Литье низа на обуви из ПВХ-пластизолов производится в закрытую форму и применяется главным образом для обуви легких видов, например текстильной комнатной. Процесс литья и конструкция формы имеют некоторое сходство с литьем ПВХ-пластиката под давлением, но технологические параметры литья, главным образом давление, — другие. Форма для литья (рис. 3.23) имеет две полуматрицы 1, пуансон 2, который сверху закрывается следом обуви, надетой на металлическую колодку 3. Для удаления воздуха из формы при ее заполнении, а также излишков пластизола предусмотрено специальное отверстие 5; также имеется приспособление для отделения от подошвы выпрессовок, образующихся от желатинизировавшегося пластизола 4. Дозированный впрыск пластизола производится при давлении, не превышающем 0,1 МПа, из резервуара с помощью сжатого воздуха либо поршневого насоса.

ВРЕМЯ ЭТАПОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ЛИТЬЯ
НИЗА ИЗ ПВХ-ПЛАСТИЗОЛЫ

Этап	Содержание работ	Ориентировочное время
I	Надевание заготовки на подогретую металлическую колодку	5—20 с
II	Замыкание формы. Прикрепление к следу обуви простилки, заполнителя в месте каблука. Поворот колодки с обувью следом вниз, опускание и закрытие верхнего пространства формы	3—5 с
III	Заполнение формы пластизолом	2—10 с
IV	Формование низа в процессе желатинизирования пластизола (время в зависимости от толщины низа)	5—20 мин
V	Открытие формы, поднятие колодки, охлаждение, снятие обуви	5—20 с

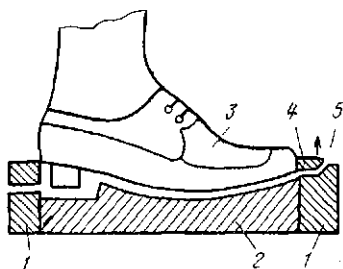


Рис. 3.23. Форма для литья низа на обуви из пластизолой

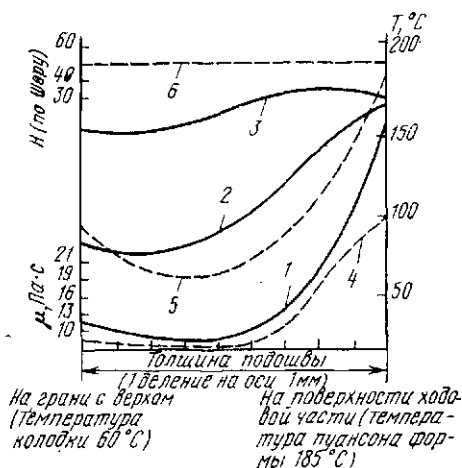


Рис. 3.24. Кривые распределения в процессе формования низа обуви из пластизолой температур T по толщине подошвы: через 0,5 мин после заполнения формы (кривая 1); через 2 мин (кривая 2) и через 4 мин (кривая 3), а также изменение вязкости μ массы (определено по твердости низа): через 5 мин после заполнения формы (кривая 4); через 10 мин (кривая 5) и через 15 мин + 20 мин охлаждения при температуре 20°C (кривая 6)

В современном оборудовании для литья низа из ПВХ-пластизолой, как и для литья под давлением, применяются сдвоенные металлические колодки. Они нагреваются до температуры $50\text{--}90^\circ\text{C}$ в зависимости от теплостойкости материала верха. Пресс-форма нагревается до температуры $140\text{--}200^\circ\text{C}$.

Кинетика процесса формования низа на обуви путем желатинизации пластизоля показана на рис. 3.24 [6]. На рисунке видно, что процесс желатинизации начинается с наружного слоя, где выше температура теплоносителя (пуансона), и степень равномерности свойств по толщине увеличивается во времени.

Литье пластизолой применяется также и для получения комбинированного низа комнатной утепленной обуви (рис. 3.25)

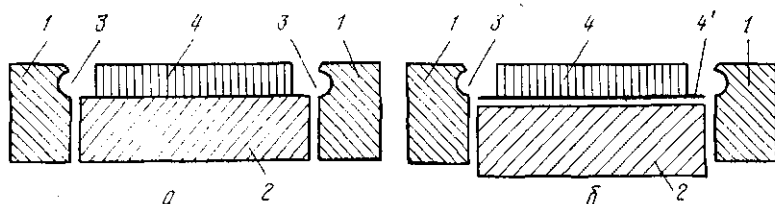


Рис. 3.25. Формы для получения комбинированного низа обуви, состоящего из одного (а) и двух (б) слоев:

1 — полуматрицы; 2 — пуансон; 3 — пространство для заливки пластизоля; 4, 4' — материалы подошвы

[6]. Подошва в такой обуви состоит из какого-либо материала малой плотности и с хорошими теплозащитными свойствами, например войлока. Этот материал вкладывается в форму до литья и при закрытой форме его положение фиксируется следом обуви. Из пластизоля отливается периферийная часть подошвы шириной 5—10 мм. Ее край может быть декоративно оформлен соответствующей поверхностью полуматриц формы. Формирующийся при желатинизации ПВХ-пластикат одновременно скрепляет низ с верхом.

3.2.4. РОТАЦИОННОЕ ФОРМОВАНИЕ

Ротационное формование осуществляется следующим образом. ПВХ-пластизол заливают в закрытую форму, которая затем подвергается вращению и одновременному нагреванию в ротационной печи (до температуры около 180 °С внутри формы). При этом пластизол сначала распределяется по внутренней поверхности формы в результате действия эксцентрической силы, а затем желатинизируется под воздействием тепла. После завершения желатинизации пластизоля и фиксации таким способом формы изделия литьевая форма охлаждается до температуры 50—60 °С, открывается и отформованное изделие извлекается из нее.

Известны попытки применения этого метода для изготовления заготовок верха обуви [7].

3.3. ЛИТЬЕ С ОБРАЗОВАНИЕМ ПОЛИМЕРНОГО МАТЕРИАЛА В ФОРМЕ (ЖИДКОЕ ФОРМОВАНИЕ)

3.3.1. ОСНОВЫ МЕТОДА

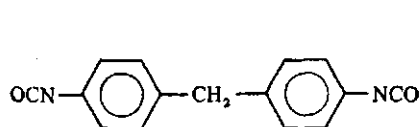
Жидкое формование применяется для получения изделий из полиуретана. Этим методом отливается низ на обуви, цельноформованная обувь, отдельно подошвы, профилированные стельки (для медицинской, спортивной обуви), каблуки, эластичные вкладыши в обувь, а также кожгалантерейные изделия и детали (футляры для фотоаппаратов, других предметов и т. п.). При этом исходные компоненты с помощью специального оборудования смешиваются, дозируются и подаются в литьевую форму, где в результате химических реакций образуется полимерный материал — полиуретан, который, под воздействием давления, создавшегося в закрытом пространстве формы, формируется по ее внутреннему объему.

Существует множество видов полиуретанов [11, 12]. Диапазон их физических свойств весьма широк — от жестких плотных до мягких пористых эластомеров и пенных материалов весьма малой плотности (менее 0,1 г/см³). Это достигается соответствующим подбором исходных компонентов, участвующих

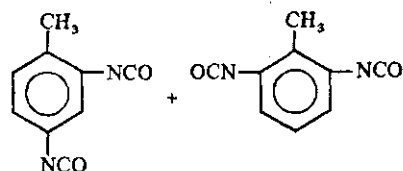
в реакциях получения полимера, и условиями проведения самих реакций.

Полиуретаны получают главным образом в результате реакции (полиприсоединения) диизоцианатов с соединениями, содержащими не менее двух гидроксильных групп в молекуле.

При получении технических продуктов в реакционную смесь добавляются следующие компоненты: удлинители цепи — для получения продукта необходимой молекулярной массы (обеспечивающей требуемые физико-механические свойства, в частности эластичность); катализаторы — для регулирования скоростей и хода реакций; порообразователи и порорегуляторы — для образования изделий пористой структуры; красители — для окрашивания изделий в массу. Ассортимент этих материалов достаточно широк. Приведем примеры исходных компонентов для получения полиуретанов, применяемых в изделиях из кожи: изоцианаты

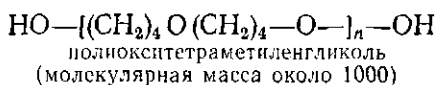
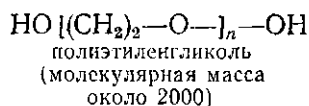


4,4'-дифенилметандиизоцианат (MDI)

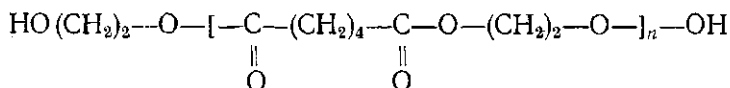


смесь 2,4-толуилендиизоцианата и 2,6-толуилендиизоцианата (TDI)

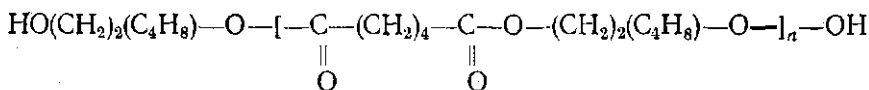
простые олигоэфиры



сложные олигоэфиры



полиэтиленгликольадипинат (молекулярная масса около 2000)



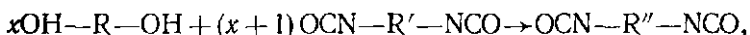
полиэтиленбутиленгликольадипинат (молекулярная масса около 2000—3000)

удлинитель цепи — 1,4-бутандиол $\text{HO}(\text{CH}_2)_4\text{OH}$;
катализаторы — триэтилендиамин $(\text{C}_2\text{H}_4)_3\text{N}_2$;
порообразователь — вода;

красители — пигменты в соответствии с цветом, диспергированные в пластификаторах, совмещающихся с компонентами полиуретана.

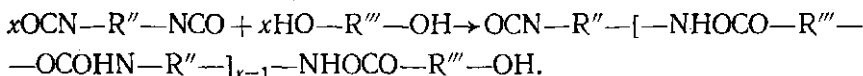
Кроме указанных для получения полиуретанов могут использоваться и другие изоцианаты, а также другие соединения, содержащие концевые гидроксильные группы, другие катализаторы. Могут применяться стабилизаторы (соединения олова и др.).

Основные реакции, протекающие при получении уретановых эластомеров, схематически можно представить так. На первом этапе происходит синтез полиуретана малой молекулярной массы, так называемого форполимера (предполимера). Это происходит при взаимодействии соединений олигомерного типа, содержащих концевые гидроксильные группы (простых или сложных олигоэфиров, олигодиендиолов), с избытком диизоцианата:

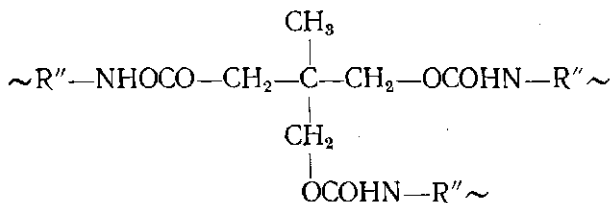


где $\text{R}'' = -[\text{R}'-\text{NHOCO}-\text{RO}-\text{COHN}-]_x-\text{R}'-$.

Образовавшийся форполимер находится в жидком состоянии (жидкий каучук). Он реагирует с удлинителем цепи, роль которого играет какой-либо низкомолекулярный алифатический диол (например, 1,4-бутандиол), и таким образом путем присоединения происходит рост цепи и образование высокомолекулярного полиуретана:

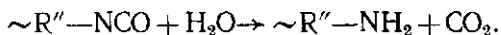


Литьевые уретановые эластомеры невысокой твердости (менее 65 ед. по Шору) получают и с использованием низкомолекулярных триолов (например, глицерина), в результате чего образуются трехмерные полимеры.



Реакцию получения полиуретанов проводят при избытке диизоцианата, поэтому по высокореакционноспособным изоциановым группам $\text{O}=\text{C}=\text{N}-$ образуются и другого типа поперечные связи (аллофанатные, биуретовые, см. [11]).

При взаимодействии форполимера с водой выделяется CO_2 , что приводит к порообразованию:



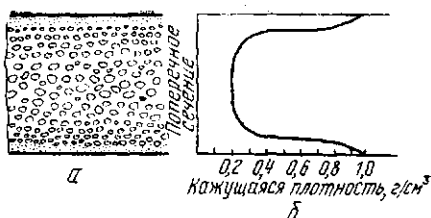


Рис. 3.26. Интегральная структура пор, образующаяся при литье низа обуви из полиуретанов:

а — поперечный разрез материала; б — распределение кажущейся плотности по поперечному сечению материала с интегральной структурой пор

Образующийся амин, так же как и низкомолекулярные диолы, может играть роль удлинителя цепи.

Для регулирования порообразования с целью получения материала с мелкими закрытыми порами применяются поверхностно-активные вещества (ПАВ). При оптимальном количестве порообразователя и регуляторов порообразования можно получить материалы с интегральной структурой пор (рис.

3.26). Следовательно, изделие может быть совершенно легким, имея при этом плотный поверхностный слой. Это улучшает его эстетические свойства, а для низа обуви также повышает и износостойкость.

Возможны два метода получения полиуретана по технологии жидкого формования — одно- и двухстадийный (схемы 3.2, 3.3). При одностадийном методе оба этапа реакций синтеза полиуретана — образование уретанового олигомера (форполимера) и затем образование полимера по механизму присоединения и роста цепи — совмещены и технологически проводятся в одну стадию, в один прием.

В зарубежной специальной литературе такой метод иногда называется One-Shot-System (уан-шот-систем).

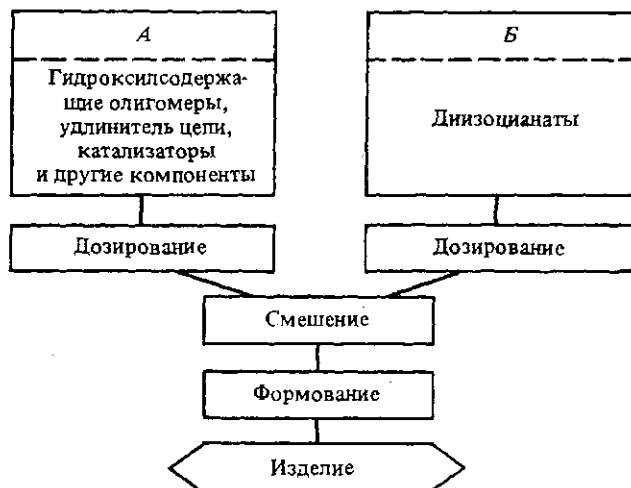


Схема 3.2. Схема получения полиуретана одностадийным методом

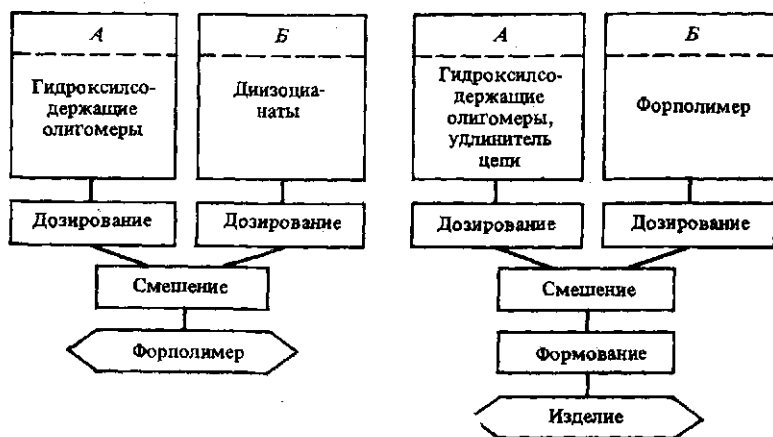


Схема 3.3. Схема получения полиуретана двухстадийным методом

При двухстадийном методе процесс образования полиуретана технологически разделен на две стадии: на первой с использованием отдельного оборудования проводится образование форполимера, а затем, на второй стадии, форполимер как самостоятельный компонент взаимодействует с удлинителем цепи, частично также с гидроксилсодержащими олигосоединениями и получается конечный продукт — высокомолекулярный полиуретан. В зависимости от особенностей реакций и получаемого продукта в первой стадии, а также соотношений взаимодействующих компонентов — во второй разновидности двухстадийного метода называют форполимерным, или псевдофорполимерным, методом [12].

Первая и вторая стадии — получение форполимера и изделия из полимерного материала — могут проводиться не непосредственно одна за другой, а предприятию-изготовителю изделий из полиуретана форполимер может поставляться как сырье наряду с другими компонентами.

В производстве изделий из кожи применяется главным образом двухстадийный метод, хотя одностадийный, казалось бы, проще. Это объясняется следующими соображениями. Реакция между изоцианатным и гидроксилсодержащим компонентами протекает экзотермично, с большим количеством выделяющегося тепла. При одностадийном методе это тепло выделяется главным образом в смесителе, который из-за этого необходимо интенсивно охлаждать. При двухстадийном методе первая стадия образования полиуретана проходит при получении форполимера, где выделяется часть тепла, а при получении конечного продукта (на второй стадии) выделение тепла соответственно не столь интенсивно. В этом преимущество двухстадийного метода.

При одностадийном методе сложнее применять гидроксилсодержащие компоненты типа сложных олигоэфиров, поскольку их вязкость существенно больше, чем вязкость изоцианатов, и это усложняет процесс смешения в быстроходном смесителе. В то же время вязкость форполимера соизмерима с вязкостью упомянутых олигоэфиров, и условия смешения таким образом при двухстадийном способе более благоприятны.

При одностадийном методе необходимо очень точное дозирование изоцианатного компонента (соотношение групп —NCO к —OH). В то же время при двухстадийном методе с применением форполимера допускаются несколько большие отклонения от расчетных значений (до 1 % в расчете на число групп —NCO). Условия дозирования лучше, если вязкость потоков гидроксилсодержащего и изоцианатного (потоков A и B) примерно одинаковая, массовое соотношение потоков $A/B=1$ и мольное соотношение групп $\text{NCO/OH}=1$. Подробнее с технологическими особенностями проведения синтеза полиуретанов можно познакомиться в литературе [13—14].

Технология подготовки исходных компонентов (растворение, расплавление, сушка — обезвоживание и т. п.), их смешение и в итоге приготовление двух смешиваемых впоследствии частей — потоков A и B — более подробно описаны также в [13—14].

3.3.2. ТЕХНОЛОГИЯ ЖИДКОГО ФОРМОВАНИЯ. ОБОРУДОВАНИЕ

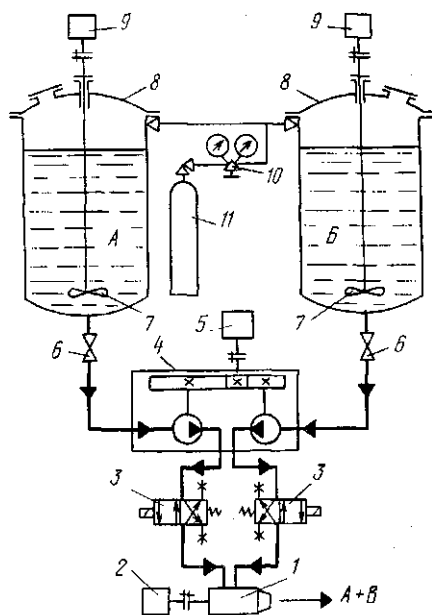
Технологический процесс жидкого формования изделий из полиуретанов проводится на специальном оборудовании (рис. 3.27). Оно имеет два резервуара-реактора A и B , в которых находятся исходные компоненты: в резервуаре A — гидроксилсодержащие соединения и все технологические добавки (катализаторы, порообразователи и др.), в резервуаре B — изоцианатсодержащие компоненты. Из этих резервуаров формируются два потока (A и B), которые затем смешиваются и химически реагируют. Резервуары с помощью гибких трубопроводов соединены с дозирующими устройствами, а те в свою очередь через систему трубопроводов с вентилями, со смешительной камерой, в которой происходит смешение компонентов и затем через сопло подача в форму, находящуюся на формодержателе.

Дозирующее устройство чаще всего представляет собой шестеренчатый насос, обеспечивающий точно регулируемое дозирование. Для смешения маловязких компонентов (при одностадийном методе) эффективными могут быть поршневые насосы высокого давления.

Наибольшее распространение среди конструкций смесителей имеет смеситель типа скоростного экструдера с конусообразным шнеком диаметром 25—30 мм, имеющим осевое пере-

Рис. 3.27. Схема технологического процесса жидкого формования изделий из полиуретанов:

1 — смесительная камера; 2 — привод камеры; 3 — клапаны; 4 — дозатор; 5 — привод дозатора; 6 — краны; 7 — мешалки; 8 — резервуары-реакторы для компонентов; 9 — привод мешалки; 10 — редуктор; 11 — баллон со сжатым азотом для охлаждения



мещение до 20 мм и частоту вращения 150—300 с⁻¹. В оборудовании обеспечивается точное регулирование температуры: в резервуарах, а также в трубопроводах предусмотрена возможность подогрева — термостатирования, в смесительном устройстве и формах — подогрева и охлаждения.

В процессе литья реакционную смесь можно подавать в открытую или закрытую форму. Первый способ чаще применяется при литье отдельных деталей, например подошв. После подачи дозированного количества смеси форма тотчас же закрывается. При литье низа на обуви чаще применяется метод подачи реакционной смеси в закрытую форму. Используются алюминиевые формы или изготовленные гальваническим способом из легких сплавов.

Конструкция форм для жидкого формования может быть различной. Но поскольку в отличие от литья под давлением не развивается больших давлений при формировании изделия, литьевые формы, механизм их замыкания и формодержатели имеют более простую конструкцию. Тем не менее для литья низа на обуви обычно применяются формы из тех же частей, что и для литья под давлением: из двух полуматриц, пуансона, оформляющего ходовую поверхность подошвы, и крышки (см. рис. 3.8). Роль крышки при литье одноцветного низа играет след затянутой на колодку обуви, а при литье двухцветного низа — поочередно ограничивающая крышка (для литья первого материала) и след обуви (для литья второго материала), аналогично схеме, показанной на рис. 3.15. Такие формы заполняются в закрытом виде. Конструкция форм, заполняемых в открытом виде, проще. Они могут состоять лишь из корпуса с выемкой, поверхность которой является негативным отображением формируемого предмета, и крышки с несложным, например рычажным, механизмом запирания.

Форма заполняется в соответствии с желаемой кажущейся плотностью изготавливаемого изделия. Например, для получения плотности 0,4—0,7 г/см³ форма заполняется на 35—60 % объема. В процессе прохождения реакции образования полимера выделяются газы (СО₂), увеличивается объем смеси, занимая весь объем формы (способ роста массы).

В закрытых формах для жидкого формования предусмотрены микроканалы для отвода воздуха при ее заполнении. Кроме того, конструкция закрытых форм может быть устроена так, что после заполнения пуансон несколько поднимается и закрывает литниковый канал для предотвращения вытекания реакционной смеси.

Важной операцией при жидком формовании полиуретанов является антиадгезионная обработка внутренних поверхностей формы для предотвращения прилипания полиуретана, который является весьма адгезионноспособным по отношению к металлам (изоциановые группы!).

Внутренняя поверхность формы и литниковые каналы (в формах закрытого типа) после литья тщательно очищаются сжатым воздухом и покрываются антиадгезионными составами — силиконовым маслом, парафином, тонким слоем расплавленного политетрафторэтилена (фторопласта, тефлона) и др. Этот процесс может быть автоматизирован.

Существуют различные типы оборудования для жидкого формования. С точки зрения организации технологического процесса они различаются главным образом по двум признакам: по конструкции формоносителя и конструкции механизма заполнения форм. По первому признаку следует различать:

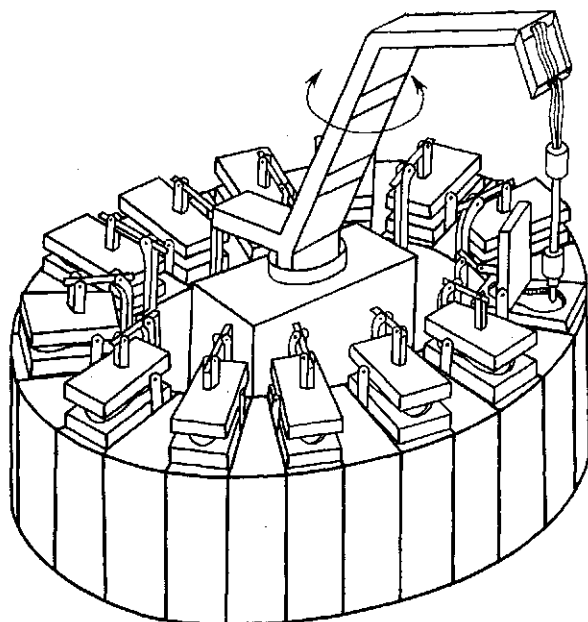
роторные литьевые машины, в которых формы установлены на карусельном столе (например, «Desma» серии 1511—1516 или более новые — серии 521S—526S, установки австрийской фирмы «Polyerg»;

литьевые установки, в которых формы расположены на транспортном устройстве горизонтального замкнутого конвейера (разработки фирм «Desma» и «Elastogran» ФРГ); заполнение при этом, как правило, производится в открытые формы;

литьевые установки с формами не перемещающимися, а находящимися в стационарном положении, например расположенными на неподвижном круглом столе (разработка фирмы «Elastogran»).

Механизмы заполнения форм могут быть стационарными, представляющими собой головку смесителя с соплом, и подвижными, в которых разливочная головка соединена со смесителем гибким трубопроводом и с помощью манипулятора может перемещаться от формы к форме (рис. 3.28), что удобно при заполнении открытых стационарных форм. Кроме того, для заполнения открытых транспортируемых форм применя-

Рис. 3.28. Установка для подачи реакционной смеси в открытые формы с помощью манипулятора



ются стационарные разливочные головки, соединенные со смесителем гибким трубопроводом.

При двухцветном литье в литьевом оборудовании предусматривается два узла смешения и впрыска реакционной смеси в форму (аналогично, как при литье под давлением — два инжекционных узла). Установки роторного типа фирмы «Desma», моделей 523S—526S, предназначенные для двухцветного литья (карусельный стол с 4, 12, 18, 24 формами на выбор), могут иметь металлические одинарные или двойные колодки или же затяжные съемные колодки. В них предусмотрена автоматическая очистка головки впрыска смесителя без применения моющих средств. Имеется система программированного управления от запоминающего устройства с цифровым вводом всех параметров процесса. Схема двухцветного литья в данном случае аналогична показанной на рис. 3.15. В зависимости от конструкции формы возможно литье подошвы одновременно с носком или наружным задником.

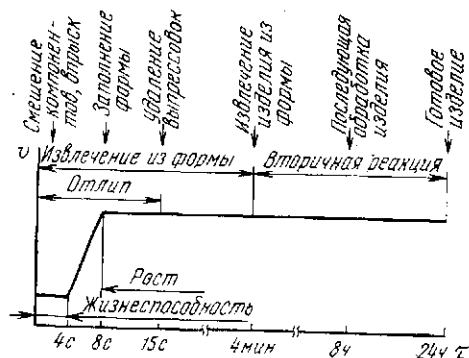


Рис. 3.29. Образование полиуретана в форме (этапы и изменение объема v во времени t)

Образование полиуретана при получении его методом жидкого формования происходит в несколько этапов и не заканчивается открытием формы и извлечением отливки из нее. После этого химические реакции в массе изделия еще продолжаются и показатели механических свойств материала повышаются еще около суток (рис. 3.29).

3.3.3. ЛИТЬЕ НИЗА НА ОБУВИ

В табл. 3.6 показаны этапы технологического процесса литья низа на обуви при заполнении реакционной смесью закрытых форм, а на рис. 3.30 дана схема процесса литья на роторной 24-секционной литьевой машине со спаренными металлическими колодками (см. рис. 3.7, б). Заготовки верха обуви надеваются на металлические (подогретые до температуры 30—40 °С) колодки обычно в интервале между позициями 14—21. Смыкание частей формы и опускание на нее колодки с обувью происходит непосредственно перед заполнением (II). Затем следует заполнение формы (III). При этом смеситель совершает поступательное движение (до 200 мм) вперед и сопло соединяется с отверстием литникового канала формы. Далее следует образование полиуретана и формирование низа обуви (IV—VI), открытие формы (VII), после чего обувь с колодкой поворачивается в верхнее положение и происходит дальнейшее формирование и упрочнение материала низа (VIII). Затем обувь снимается с колодок (IX) и последующее продолжение технологического процесса происходит уже вне литьевой машины.

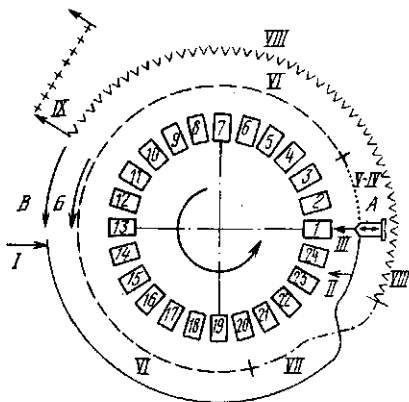


Рис. 3.30. Схема технологического процесса литья полиуретанового низа обуви на роторной 24-секционной литьевой машине со спаренными металлическими колодками (номера этапов I—IV соответствуют табл. 3.6).

В технологии производства обуви с применением метода жидкого формования для образования низа из полиуретана изготовление заготовок верха, формование на колодке, подготовка следа для крепления низа, а также надевание заготовок на литьевые колодки — такие же, как при других литьевых методах. Для верха обуви из велюра, текстильных материалов, некоторых синтетических кож не требуется взъерошивания затяжной кромки и можно не применять клеев. Для обуви из натуральных кож с естественной либо с искусственной лицевой поверхностью

Т а б л и ц а 3.6. Этапы и технологические параметры литья низа на обуви

Этап (см. рис. 3.30)	Этапы	Время, с	Температура, °С	
			смеси	формы
I	Надевание заготовки на колодку, закрепление	5—10	—	—
II	Закрытие формы и опускание на нее колодки с обувью	3—5	—	20—30 (при необходимости — охлаждение)
III	Подвод смесителя к форме, открытие сопла, впрыск. Закрытие сопла, отвод смесителя. Одновременно поднятие пуансона для закрытия литникового канала	10—20	100—200 (в зависимости от метода получения полиуретана)	—
IV	Реакция компонентов, образование пористой структуры (рост смеси до заполнения объема формы)	7—8	До 200 (при одностадийном методе); до 100 (при двухстадийном методе)	20—40 (охлаждение формы водой)
V	Продолжение химических реакций и формирования материала до потери липкости (до отлипа). Удаление больших выпрессовок	10—20	100—200	30—60 (охлаждение формы водой)
VI	Продолжение химических реакций в форме до упрочнения материала и приобретения формоустойчивости	100—250	Снижение до 60—100	30—60 (охлаждение формы водой)
VII	Открытие формы, поднятие и поворот колодки с обувью. Устранение выпрессовок. Чистка формы	5—15	—	—
VIII	Открытое время формирования материала (продолжение химических реакций — вторая стадия)	120—240	Охлаждение при комнатной температуре	—
IX	Снятие обуви с колодки	3—5	—	—
X	Выстой в покое (продолжение химических реакций и формирования материала)	До 8 ч	—	—
XI	Дальнейшая обработка			

требуется взъерошивание затяжной кромки и применение полиуретановых клеев, как правило, двухкомпонентных (см. 1.10.3). Удаление выпрессовок при жидком формовании в отличие от других методов литья должно выполняться вскоре после заполнения формы (через 15—30 с) на стадии формирования полиуретана, пока материал еще не приобрел достаточно высокой когезионной прочности и выпрессовки легко отделимы от изделия.

Очень важно, чтобы после открытия формы и снятия с колодок полиуретановый низ имел возможность выстоя в покое до последующих операций в течение около 8 ч, чего не требуется при других методах литья. При проектировании технологического процесса это следует учесть.

Параллельно с подготовкой обуви к литью низа готовятся компоненты реакционной смеси А и Б. При этом необходимо определить технологические параметры их подготовки, смешения, заполнения формы смесью и образования материала. Компоненты А и Б перед смешением термостатируются (подогреваются) и затем вплоть до заполнения формы температурный режим смеси автоматически регулируется.

Установить ориентировочные временные режимы для конкретного состава реакционной смеси можно несложным лабораторным методом. Для этого в обычном лабораторном стакане смешиваются компоненты А и Б и фиксируется время начала химической реакции, роста массы (порообразование) и формирования материала. Эти временные параметры могут быть близкими к таковым в форме, если в лабораторном стакане создать режим терморегулирования (охлаждение) как и для формы в промышленной установке.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Калинин Э. Л., Марам Е. Н. Литье под давлением//В кн.: Энциклопедия полимеров. 1974. Т. 2. С. 71—75.
2. Жданов И. М. Литье под давлением резиновых смесей//В кн.: Энциклопедия полимеров. 1974. Т. 2. С. 77—79.
3. Загородний В. К. Литье под давлением термопластов//В кн.: Энциклопедия полимеров. 1974. Т. 2. С. 79—83.
4. Видгоф Н. Ф. Литьевые формы//В кн.: Энциклопедия полимеров. 1974. Т. 2. С. 91—98.
5. Техника литья под давлением, ориентированная на успех. Информационный обзор фирмы Klöckner Ferromatik Desma GmbH, 1983.
6. Werner W. Ledertechnik. Leipzig, 1979.
7. Ренно Д. Формование деталей и изделий в обувной и кожгалантерейной промышленности. М., 1979.
8. Алешунина Л. А., Давиденко Н. З. Технология резиновой обуви. Л., 1978.
9. Справочник резинщика. Материалы резинового производства. М., 1971.
10. Балакирская В. Л. Пасты полимерные//В кн.: Энциклопедия полимеров. 1974. Т. 2. С. 541—546.
11. Липатов Ю. С. Полуретаны//В кн.: Энциклопедия полимеров. 1977. Т. 3. С. 63—70.

12. Апухтина Н. П. Уретановые каучуки//В кн.: Энциклопедия полимеров. 1977. Т. 3. С. 679—689.

13. Лосев Л. М. Новое в производстве полиуретанового низа для обуви// В кн.: Обувная промышленность. М., 1979. Вып. 3. С. 38—48.

14. Химия и технология жидкого формования обуви/Морозов Ю. Л., Альтер Ю. М., Панкратов В. В., Федюкин Д. Л. Тематический обзор ЦНИИ-ТЭИнефтехим. М., 1975.

15. Вейнберг И. А. Новое в производстве обуви высокого качества методом жидкого формования. М., 1980.

16. Шварц А. С., Гвоздев Ю. М. Химическая технология изделий из кожи. М., 1986.

17. Практикум по технологии изделий из кожи. Под ред. В. Л. Раяцкаса. М., 1981.

4. МЕТОД ПРЕССОВОЙ ВУЛКАНИЗАЦИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ОБУВИ

4.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Вулканизация — это технологический процесс, при котором каучук превращается в резину вследствие соединения его макромолекул поперечными связями в пространственную вулканизационную сетку. Если процесс проводится при повышенной температуре (140—200 °С), его называют **горячей вулканизацией** *.

Говоря о методе горячей вулканизации в производстве обуви, обычно имеют в виду технологический процесс изготовления обуви определенного метода крепления низа. Сущность метода заключается в следующем. Материал для низа обуви в виде сырой (невулканизированной) резиновой смеси загружается в обогреваемую пресс-форму, крышкой которой служит след обуви, надетой на металлическую колодку. В пресс-форме резиновая смесь нагревается и в ней создается давление. Под действием тепла резиновая смесь переходит в вязкотекучее (или высокопластическое) состояние, а под действием давления формуется и прикрепляется к следу обуви. Одновременно с повышением температуры начинается вулканизация, которая достигает максимальной интенсивности при некоторой, оптимальной для данного состава смеси, температуре (для обувных резин обычно 135—145 °С).

После завершения вулканизации и некоторого охлаждения пресс-форма открывается (ее части размыкаются) и обувь с отформованным низом снимается с колодки [1].

Технологический процесс изготовления обуви, названный методом горячей вулканизации, был разработан в СССР в 1934—1938 гг. на ленинградской обувной фабрике «Скорострой», за что группе его создателей — И. А. Вейнбергу,

* Энциклопедия полимеров. Т. 1, статьи «Вулканизация», «Вулканизационная сетка», 1972.

В. Т. Зуеву, М. О. Магиду и Ф. В. Хомякову — была присуждена Государственная премия СССР. После второй мировой войны этот метод получил широкое распространение в производстве кожаной обуви не только в нашей стране, но и за рубежом.

В начале 50-х годов метод стал применяться в промышленности при изготовлении резиновой и резинок текстильной обуви, цельноформованных резиновых сапог, галош, а также при креплении резинового низа в текстильной утепленной и спортивной обуви (для тенниса, баскетбола и т. п.). Метод был назван формовым, и это название в промышленности резиновой обуви сохранилось до настоящего времени. Под ним подразумевается изготовление всего ассортимента обуви — цельноформованной из резины и текстильной или кожаной с резиновым низом, при производстве которой применяется метод прессовой вулканизации для формования изделия целиком или его частей (в отличие от котлового метода вулканизации). Так, например, при изготовлении цельноформованных сапог используются специальная колодка* с удлиненной частью, оформляющей голенище, и пресс-форма, с помощью которой формуется обувь целиком, а при изготовлении спортивной или утепленной резинок текстильной обуви типа полуботинок или ботинок — обычные металлические колодки и пресс-формы, с помощью которых формуется резиновый низ и в зависимости от модели бортик по периметру следа, носок, наружный задник.

В дальнейшем были созданы другие разновидности метода прессовой вулканизации, в частности технология формования обуви типа сапог с использованием вместо цельнометаллической колодки эластичных камер из резины, позволяющих при формовании изделия использовать внутреннее давление [2].

При изготовлении цельноформованной обуви или резиновых формованных деталей обуви методом прессовой вулканизации** сам процесс превращения резиновой смеси в изделие (или деталь) в принципе такой же, как и при формовании только низа на обуви. Формующая оснастка (пресс-форма) в каждом случае изготавливается в соответствии с формуемым изделием, а рецептуры резиновых смесей составляются в соответствии с требованиями к формуемому изделию: для каблучков, например, резина должна быть более жесткой и твердой, чем для подошв, и тем более для верха обуви, и т. п.

* Металлическую колодку прессы, в котором происходит формование и горячая вулканизация обуви, в производстве резиновой обуви по традиции называют «сердечником» [2].

** «Метод прессовой вулканизации», по-видимому, более точный термин, чем общепринятый в обувной промышленности системы Минлепрома термин «метод горячей вулканизации», поскольку горячая вулканизация может проводиться и в котлах (котловая вулканизация), а вулканизация в прессах практически всегда проводится только при повышенной температуре, т. е. является горячей вулканизацией.

Рассмотрим технологию формования и крепления низа обуви методом прессовой вулканизации.

Технологический процесс формования и крепления резинового низа обуви методом прессовой вулканизации имеет определенное сходство с процессом формования и крепления низа методом литья под давлением (см. раздел 3). Различие заключается главным образом в способе заполнения пресс-формы: при литье резиновая смесь подается в закрытую пресс-форму после пластикации, т. е. в вязкотекучем или же высокопластическом состоянии, подготовленной к формованию, при методе прессовой вулканизации резиновая смесь загружается в открытую пресс-форму неподготовленной или лишь частично подготовленной (при смещении) к формованию. Основная подготовка (термопластикация) осуществляется непосредственно в пресс-форме.

Метод литья под давлением имеет некоторые преимущества перед методом прессовой вулканизации: лучше условия пластикации резиновых смесей; короче цикл изготовления изделий, так как одновременно с формованием одной порции следующая пластицируется; автоматизированы дозирование и впрыск массы материала в пресс-форму, в то время как при методе прессовой вулканизации пресс-формы обычно загружаются вручную. Тем не менее метод прессовой вулканизации не потерял своего значения, по его использованию накоплен многолетний опыт. Метод позволяет на менее сложном оборудовании с меньшими энергозатратами, чем при литье, изготавливать обувь широкого ассортимента с резиновым низом различной формы и различного декоративного оформления, с применением общедоступного сырья, в частности, на основе синтетических каучуков отечественного производства.

4.2. ОСОБЕННОСТИ ФОРМОВАНИЯ И КРЕПЛЕНИЯ НИЗА ОБУВИ. ОБОРУДОВАНИЕ

Формование и крепление низа обуви методом прессовой вулканизации осуществляется на специальных прессах, в пресс-формах. Пресс-форму, как и при литьевых методах, составляют две полуматрицы, пуансон и металлическая колодка (рис. 4.1). Все части пресс-формы обогреваемые, с автономным регулированием температуры в каждой из них. Литниковых каналов в отличие от пресс-форм для литья нет.

В вулканизационном прессе полуматрицы и пуансон могут занимать верхнее (колодка следом вверх) или нижнее положение (колодка следом вниз). В первом случае заготовка из резиновой смеси кладется на след колодки (с предварительно прикрепленной простилкой, иногда и вкладышем каблука для облегчения конструкции). Применяются пресс-формы с подвижным и неподвижным пуансоном, закрытые или с зазором

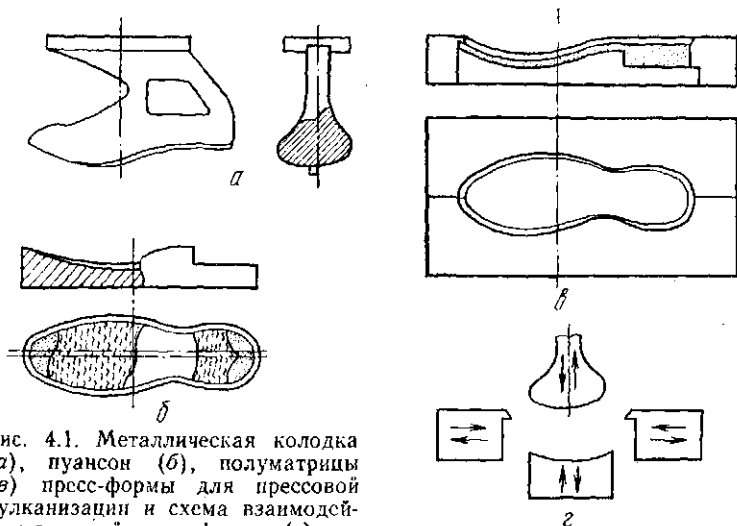


Рис. 4.1. Металлическая колодка (а), пуансон (б), полуматрицы (в) пресс-формы для прессовой вулканизации и схема взаимодействия частей пресс-формы (г)

между пуансоном и полуматрицами для удаления излишков массы в виде выпрессовок [1—4].

По способу сопряжения губок полуматриц с верхом различают три вида соединения верха с низом обуви (рис. 4.2).

Способ обжима по следу (рис. 4.2, а) — полуматрицы соприкасаются с затяжной кромкой на расстоянии 1—2 мм от грани следа и скрепление верха с низом происходит по затяжной кромке.

Способ бокового обжима (рис. 4.2, б) — губки полуматриц обжимают верх обуви выше грани следа, образуя таким образом резиновый бортик (обычно высотой 15—20 мм). Для обеспечения герметичности закрывания пресс-формы колодка при

методе бокового обжима по всей боковой поверхности снабжена амортизатором из фторопласта или резины (в виде шнура, вмонтированного в желоб, отфрезерованный на боковой поверхности колодки).

Обувь, имеющая резиновый низ с бортиком, отличается повышенной водостойкостью, что важно для носки в осенне-зимний период.

Способ полубокового обжима (рис. 4.2, в) — губки полуматриц обжимают верх

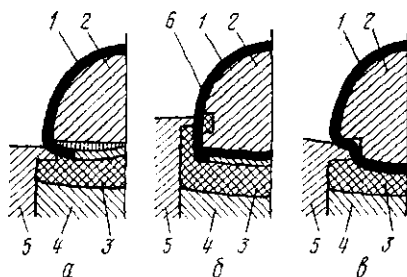


Рис. 4.2. Виды совмещения частей пресс-формы по следу (а), с боковым обжимом (б) и с полубоковым обжимом (в):

1 — верх обуви; 2 — колодка; 3 — подошва; 4 — пуансон; 5 — полуматрица; 6 — амортизатор

обуви по торцу стельки (при беззатыжном способе формования — по торцу вкладной стельки) выше грани следа на 2—3 мм.

Применяется и разновидность этого способа, при котором колодка по грани следа имеет отфрезерованный уступ и при формировании колодка этим уступом опускается на сомкнутые полуматрицы (см. рис. 4.2, в).

Полубоковой обжим обеспечивает хорошее сопряжение низа с верхом по затыжной кромке и частично по боковой поверхности заготовки, исключает нависание верха обуви над низом. Способ, в частности, эффективно применяется при изготовлении домашней обуви беззатыжного метода формования (с втачной стелькой).

Существуют разновидности метода прессовой вулканизации, различающиеся способом формования резинового низа на обуви.

Способ внешнего давления применяется для получения низа обуви монолитной структуры (плотность более 1 г/см³). При этом способе могут применяться пресс-формы с подвижным пуансоном ограниченного хода или плунжерной конструкции. Давление создается пуансоном (в сети пресса оно составляет 1,5—2,5 МПа).

В соответствии с конструкцией пресс-формы смесь может в нее закладываться с избытком, удаляемым при формировании в виде выпрессовок, или же без избытка, точно по внутреннему объему пресс-формы.

В первом случае из-за выпрессовок обувь получается менее высокого качества, во втором случае возможно некоторое колебание низа по толщине между отдельными единицами готовой обуви, которые, однако, при достаточно точном дозировании резиновой смеси в пресс-форму практически не оказывают влияния на внешний вид и качество обуви.

Способ внутреннего давления, называемый еще способом роста, применяется для получения резинового низа пористой структуры (плотность менее 1). Сущность способа заключается в том, что объем резиновой смеси, закладываемый в пресс-форму, меньше ее объема. Под воздействием нагрева в закрытой пресс-форме происходят порообразование и рост объема резиновой смеси. При точном расчете количества закладываемой в пресс-форму резиновой смеси с учетом ее роста при порообразовании она заполняет внутренний объем пресс-формы и под воздействием возникающего давления формируется. Степень увеличения объема смеси в процессе порообразования можно выразить с помощью коэффициента приращения:

$$K = \frac{\gamma_c}{\gamma_p},$$

где γ_c и γ_p — плотность резиновой смеси и кажущаяся плотность пористой резины соответственно.

Основным недостатком способа внутреннего давления является то, что процесс вулканизации резиновой смеси в пресс-форме начинается параллельно с процессом порообразования. Давление в пресс-форме, необходимое для формирования поверхностей низа обуви, возникает только после полного заполнения пресс-формы. Но в это время резиновая смесь уже подвулканизованна, ее пластичность частично утеряна и внутреннее давление (0,2—0,3 МПа), достаточное для порообразования, оказывается недостаточным для четкой фиксации рельефа внутренних поверхностей пресс-формы на видимых поверхностях низа обуви.

Метод применяется в основном при изготовлении комнатной обуви средней категории качества.

Способ комбинированного давления, называемый еще способом запрессовки, представляет собой сочетание способов внешнего и внутреннего давлений. Применяется он для получения резинового низа пористой структуры (плотность < 1 г/см³) в пресс-формах с подвижным пуансоном.

В начале процесса, после закрытия пресс-формы, пуансоном создается внешнее давление (1,4—1,5 МПа) и смесь нагревается. Затем, примерно через минуту, пуансон отходит, внешнее давление таким образом снимается и происходит рост объема смеси за счет порообразования. Перед завершением вулканизации пуансоном снова создается внешнее давление для фиксации рельефа внутренних поверхностей пресс-формы на видимых поверхностях низа обуви.

Способ комбинированного давления позволяет получить хорошее качество формования и пористый низ с равномерным распределением пор и с наружным ходовым слоем монолитной структуры. Метод дает возможность изготавливать обувь высокого качества.

Для формования и крепления низа методом прессовой вулканизации применяется оборудование двух типов — многопозиционные роторные пресс-агрегаты и двухпозиционные стационарные прессы [2, 3].

К роторным относятся пресс-агрегаты серии АГВ с 6, 12, 16 пресс-секциями, которые закреплены на барабане, вращающемся относительно горизонтальной оси. При длительном формовании (около 6 мин), как в случае пористого низа, пресс-агрегаты можно эффективно использовать.

Более перспективными, однако, являются стационарные двухпозиционные прессы, например прессы-полуавтоматы серии ПГВ (ПГВ-1, ПГВ-3-О и др.), а для производства резиновой обуви, чешские прессы-полуавтоматы 10998/P2 (рис. 4.3). Прессы серии ПГВ и аналогичные им по принципу работы чешские прессы позволяют формовать низ на обуви при различных законах изменения давления. Пресс-полуавтомат 10998/P2 работает следующим образом. Колодка в нем распо-

ложена следом вверх и передвигается по направляющим салазкам из рабочей зоны к месту перезарядки. Рабочий снимает готовую обувь с колодки, надевает на колодку другую отформованную заготовку и кладет на след детали из сырой резины. Затем при нажатии на педаль (или кнопку) колодка автоматически посылается в рабочую зону и начинается цикл формования. Когда колодка останавливается в рабочей зоне, полуматрицы смыкаются и траверса, на которой находятся полуматрицы и пуансон, опускается до соприкосновения полуматриц с верхом обуви. Происходят формование и вулканизация. После их окончания полуматрицы автоматически размыкаются, траверса поднимается и колодка с готовой обувью выходит из рабочей зоны к месту перезарядки. Цикл повторяется.

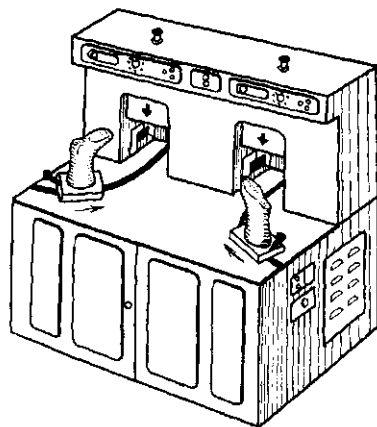


Рис. 4.3. Пресс для формования и вулканизации низа на обуви 10998/Р2 (ЧССР)

4.3. ВУЛКАНИЗАЦИЯ И КРЕПЛЕНИЕ РЕЗИНОВОГО НИЗА ОБУВИ

Особенностью вулканизации резинового низа обуви является то, что она проходит при неравномерном разогреве всей массы из-за неодинаковых температур теплоносителей — пуансона, полуматриц и металлической колодки с обувью. Известно, что с повышением температуры резиновой смеси вулканизация ускоряется. Однако такие возможности при формовании и креплении резинового низа обуви ограничены для колодки и полуматриц вследствие ограниченной термостойкости материалов верха и стелек, а для пуансона — вследствие возможной перевулканизации слоев ходовой поверхности подошвы и каблука. В меньшей степени это проявляется для текстильной обуви, например утепленной, беззатяжного способа формования, не имеющей стельки из кожи или стелечных картонов.

Для такой обуви разница в температурах пуансона, полуматриц и колодки может быть и незначительной. В то же время для кожаной обуви с затяжной стелькой из кожи или стелечных картонов разница в температурах частей пресс-формы и колодки существенна (табл. 4.1).

При значительной разнице температур частей пресс-формы и колодки тепловой поток имеет такой же характер, как при одностороннем подводе тепла. При этом вулканизация рези-

Т а б л и ц а 4.1. Температуры частей пресс-формы для обуви из различных материалов

Материал обуви	Температура, °C		
	пуансона	полуматриц	колодки
Верх и стелька из натуральной кожи	165—170	145—150	45—50
Верх из натуральной кожи, стелька из тексона	165—170	145—150	75—100
Верх из текстильных материалов, стелька из тексона	170—180	145—150	75—100
Верх из текстильных материалов без затяжной стельки	170—180	150—160	135—145

новой смеси происходит постепенно в направлении от слоя, прилегающего к пуансону (теплоносителю), к слою, расположенному у затяжной кромки. Вследствие этого осуществляется неравномерная вулканизация резиновой смеси по слоям: некоторая перевулканизация первого слоя и недовулканизация последнего. Для снижения этого нежелательного эффекта имеется несколько возможностей: подбор вулканизирующей группы резиновой смеси, обеспечивающей интенсивную вулканизацию в достаточно широком интервале температур; подогрев колодок до возможно более высокой температуры; выбор рациональной конструкции обуви — без кожаной или картонной стельки, беззатяжного способа формования.

В процессе вулканизации одновременно происходит и прикрепление резинового низа к верху обуви. Для верха из натуральной и синтетических кож крепление осуществляется через клеевую прослойку (клей наносится на подготовленный след обуви обычным способом). Для кож хромового дубления применяется полихлоропреновый клей, для сильно жированной юфти, а также для синтетических кож — полиуретановый двухкомпонентный клей.

Кроме того, иногда для увеличения прочности связи низа обуви с верхом дополнительно используется ленточка из сырой резины на основе совмещенных каучуков — натурального, полихлоропренового и бутадиен-стирольного или бутадиен-метилстирольного (СКС-30 АРКПН или СКМС-30 АРКПН) с ингридиентами [6].

Температура внутренних слоев подошвы, прилегающих к верху обуви, зависит не только от времени нагрева, но и от толщины подошвы. На рис. 4.4 показано, как меняется температура на границе раздела резина—кожа в зависимости от времени вулканизации и толщины резины [1]. Из рисунка видно, что при толщине резины более 10 мм температура

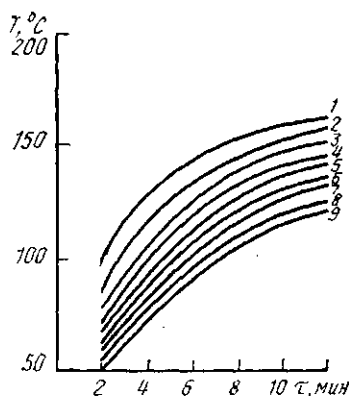


Рис. 4.4. Зависимость температуры T на границе резина — кожа от времени вулканизации t при разной толщине резинового низа обуви, мм:
1 — 2; 2 — 4; 3 — 6; 4 — 8; 5 — 10;
6 — 12; 7 — 14; 8 — 16; 9 — 18

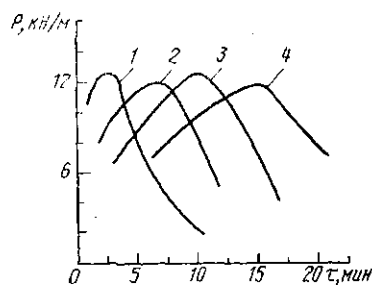


Рис. 4.5. Зависимость прочности крепления P резинового низа к коже от времени вулканизации t и толщины низа обуви, мм:
1 — 3; 2 — 6; 3 — 9; 4 — 12

140 °C на границе раздела не достигается даже за 10—12 мин нагрева. Таким образом, для изготовления обуви с утолщенной подошвой метод прессовой вулканизации может применяться только при интенсивном двустороннем нагреве (пуансона и колодки), что возможно в конструкциях без затяжной стельки (в частности, для текстильной обуви спортивного типа).

И. А. Вейнбергом [1] было установлено, что оптимальная прочность крепления имеет место при некоторой недовулканизации резинового низа вблизи границы подошва — верх обуви. По-видимому, это связано с сохранением определенной пластичности резины у межфазной границы, способствующей образованию лучшего адгезионного контакта и в то же время имеющей уже достаточную когезионную прочность.

Оптимальные режимы вулканизации устанавливают обычно по прочности крепления низа обуви к верху [1]. На рис. 4.5 показаны кривые зависимости прочности крепления от длительности вулканизации и толщины резины.

Результаты проведенного сравнительного эксперимента показывают, что с увеличением толщины слоя резины оптимум вулканизации сдвигается в область большей продолжительности процесса.

К деталям верха и стельке для метода прессовой вулканизации предъявляются повышенные требования в отношении термостойкости.

Термостойкость кожаных деталей можно повысить хорошим высушиванием обуви после формования.

4.4. РЕЗИНОВЫЕ СМЕСИ

Для изготовления обуви, низа на обуви и формованных деталей методом прессовой вулканизации применяются вулканизуемые резиновые смеси из тех же компонентов, что и для литья под давлением (см. раздел 3). В их состав входят каучуки, наполнители, пластификаторы, вулканизирующие агенты, стабилизаторы, красители, порообразователи. Кроме того, применяется регенерат, полученный переработкой резиновых отходов производства и старых резин. При прессовой вулканизации возможности выбора тех или иных компонентов резиновых смесей и их количества значительно больше, чем при литье под давлением. Это объясняется тем, что к резиновым смесям, формируемым в изделии методом прессовой (тем более котловой) вулканизации, предъявляются менее строгие требования в отношении реологических свойств, и прежде всего вязкости, поскольку пресс-формы заполняются в открытом виде до пластикации, а не методом впрыска с продавливанием резиновой смеси через сопло и через узкие литниковые каналы, как при литье под давлением.

4.4.1. КОМПОНЕНТЫ РЕЗИНОВЫХ СМЕСЕЙ

Каучуки. Для изготовления низа или верха обуви, прорезинивания внутренних и промежуточных деталей и т. д. применяется большинство видов промышленных каучуков, в том числе различные сорта натурального каучука (НК) — смокед-шит, светлый креп и др. Натуральный каучук, являющийся природным полиизопреном, характеризуется тем, что ненаполненные резины на его основе обладают высокими прочностными показателями. В течение времени при хранении он кристаллизуется, при этом повышаются его жесткость и твердость. В связи с этим перед приготовлением резиновых смесей на основе натуральных каучуков их предварительно пластицируют: каучук сначала нагревают в специальной камере, а затем пластицируют на вальцах или в резиносмесителе.

Натуральный каучук из-за ограниченности его ресурсов не всегда применяется для изготовления низа обуви методом прессовой вулканизации.

Наряду с натуральным каучуком, а фактически в больших масштабах, чем натуральный, в производстве обуви методом прессовой вулканизации применяются синтетические каучуки: изопреновые, бутадиеновые, бутадиен-стирольные и бутадиен-метилстирольные. Возможно использование и других видов каучуков: бутилкаучука, полиизобутилена — для модифицирования технологических свойств резиновых смесей; бутадиен-нитрильных и полихлоропреновых — для повышения стойкости резин к агрессивным средам; полиуретановых — для повыше-

ния износостойкости резин. Синтетические изопреновые каучуки (СКИ-1, СКИ-3) по прочности незначительно уступают натуральным, но более пластичны и не требуют предварительной пластикации. В смесях для цветной резиновой обуви используют каучук СКИ-3, заправленный на стадии полимеризации неокрашивающими противостарителями. Вообще синтетические изопреновые каучуки чаще всего применяют в комбинации с натуральным и другими синтетическими каучуками.

Из бутадиеновых применение находят каучуки регулярной структуры СКД-1, СКД-11. Они имеют повышенную стойкость к истиранию, но сравнительно плохо обрабатываются. Применяются в смесях с НК и СКИ-3 или бутадиен-стирольными каучуками.

Бутадиен-стирольные (СКС) и бутадиен-метилстирольные (СКМС) каучуки — наиболее широко применяемые эластомеры для резинового низа и в целом для резиновой обуви. Их смеси с активными наполнителями (техническим углеродом, белой сажей) по прочностным свойствам не уступают резинам на основе НК. Они обладают хорошей текучестью (применяются также и для литья, см. раздел 3). Существует много марок этих каучуков, различающихся содержанием стирольных звеньев в цепи, а также особенностями изготовления. С увеличением содержания стирольных звеньев повышается жесткость этих каучуков, уменьшается эластичность и морозостойкость.

В производстве резиновой обуви для подошв и каблуков применяются каучуки марок СКС-30*, СКМС-10 в смесях с каучуками других типов: СКС-30 АРКМ-15, СКМС-30 АРКМ-27 — для черных подошвенных и облицовочных резин; СКС-30 АРКП, СКС-30 АРКПН (П-парафинатный эмульгатор, Н — неокрашивающий противостаритель) — для цветных резин; БС-45, представляющий собой смесь СКС-30 и СКС-85 (содержит стирола 50 %) — для подошвенных резин, в частности, для спортивной обуви, отличающихся повышенной прочностью и сопротивлением истиранию.

Бутадиен-стирольные каучуки чаще всего применяются в комбинациях с СКИ-3, СКД, НК, а также с другими каучуками. Смеси каучуков БС-45 и СКД (1:1) эффективны для получения пористых, а также кожеподобных подошвенных резин. Введением в резиновые смеси карбоксилсодержащего бутадиен-стирольного каучука СКС-30-1 можно повысить адгезию резиновой смеси к коже и таким образом увеличить прочность связи низа обуви с верхом.

Регенерат. Его получают размельчением отходов вулканизированной резины (автопокрышек, их каркасов или протекто-

* Цифры обозначают примерное содержание стирола. Например, СКС-30, СКМС-10 — соответственно 30 и 10 %.

ров, камер и др.) с последующей термической и механической обработкой при добавлении большого количества пластификаторов. Регенерат является пластичным материалом, он легко смешивается с каучуками и другими ингредиентами, облегчает смешение ингредиентов, улучшает некоторые свойства резин (например, стойкость к тепловому и атмосферному старению [5]).

Наполнители. Активные, пассивные наполнители (см. раздел 1.3) являются одними из основных ингредиентов резиновых смесей для любых методов переработки (литья под давлением, прессовой вулканизации и др.) и применяются в количестве 60—70 мас. ч. в расчете на каучук, а в некоторых случаях и более.

Пластификаторы. В состав резиновой смеси обычно входит не один, а несколько пластификаторов. При удачном их подборе (что зачастую делается чисто эмпирически) кроме специфического пластифицирующего действия можно достичь и других положительных эффектов: улучшить диспергирование и распределение наполнителей, активизировать действие ускорителей, повысить адгезионные свойства вулканизуемых резин.

Для обувных резин применяется широкий ассортимент пластификаторов различного происхождения:

1) продукты, получаемые в процессе переработки нефти: мазут, гудрон, вазелиновое масло, петролатум, парафины, церезин, рубракс и др.;

2) вещества растительного и животного происхождения: канифоль, сосновая смола (они улучшают адгезионные свойства резин из синтетических каучуков), растительные масла, олеиновая и стеариновая кислоты, жирные кислоты из рыбьих жиров;

3) синтетические жирные кислоты, получаемые при окислении парафинов фракции C_{17} — C_{26} ;

4) синтетические пластификаторы (сложные эфиры): дибутил- и диоктилфталат, дибутилсебацинат. Их в основном применяют в смесях с бутадиен-нитрильным каучуком (они повышают морозостойкость резин);

5) инден-кумароновые смолы (улучшают адгезионные свойства резин).

Для резин кожеподобных, транспарентных и многих видов микропористых основным пластификатором обычно является вазелиновое масло (18—20 мас. ч. на 100 мас. ч. каучука), применяются также рубракс (5—15 мас. ч.), канифоль (1—3 мас. ч.), органические кислоты.

Вулканизирующие агенты. Для выбора вулканизирующей группы — состава и количества вулканизаторов, ускорителей и активаторов этого процесса — при переработке резиновых смесей методом прессовой вулканизации имеются большие возможности, чем при литевом методе. Это объясняется отсут-

ствием интенсивной тепловой и механической обработки резиновых смесей после введения вулканизирующей группы при методе прессовой вулканизации, как это имеет место при литье под давлением (шнековая пластикация!).

Вулканизатором для основных видов каучуков, применяемых в резиновых смесях для прессовой вулканизации, является сера. В зависимости от вида каучука, ускорителей и активаторов вулканизации, особенностей технологического процесса в смесь вводится от 2 до 5 мас. ч. серы на 100 мас. ч. каучука.

Для каучуков специального назначения в прессовой вулканизации эффективными могут быть другие вулканизирующие агенты: для полихлоропренов — оксиды цинка и магния, для бутадиен-нитрильных каучуков — фенолоальдегидные смолы, пероксиды бензоила и дикумила, для полиуретановых каучуков — ди- и триизоцианаты.

Ускорители вулканизации — это органические вещества, сокращающие время вулканизации. При оптимальном выборе они позволяют уменьшить количество серы, улучшить физико-механические показатели вулканизатов, повысить сопротивление старению. Для обувных резиновых смесей применяют ультраускорители — тиурам, диметилтиокарбамат цинка (цимат); высокоактивные ускорители — тиазолы (каптакс, альтакс); среднеактивные ускорители — дифенилгуанидин (ДФГ), сульфенамиды (Ц, БТ, М, сантокур).

Действие ускорителей, как отмечалось, полифункционально, а активность их повышается при совместном применении ускорителей разной активности, например для прессовой вулканизации тиурам + каптакс, каптакс + ДФГ, тиурам + альтакс, цимат + каптакс.

Активаторы вулканизации — это вещества, в присутствии которых ускорители вулканизации проявляют наибольшую активность. Действие их также может быть полифункциональным. Роль активаторов могут играть наполнители, пластификаторы. Оксиды цинка и магния, свинца, например, способствуют распаду ускорителей вулканизации на активные радикалы, стеариновая, олеиновая кислоты — лучшему распределению ускорителей в резиновой смеси.

Стабилизаторы. Эти вещества замедляют или предотвращают процесс старения резин, стабилизируют их физико-механические свойства при воздействии тепла, холода, света, окисления, многократных деформаций.

В качестве стабилизаторов используют:

неозон Д (фенил-β-нафтиламин) — защищает каучуки и резины от окисления и теплового старения;

диафен ФП (соединение ряда фенилендиаминов) — эффективен при термоокислительном, светоозонном старении, придает резинам стойкость к многократным деформациям;

бисалкофен БП, алкофен БП (соединения ряда алкилфенолов) — защищают от светового старения, используются в цветных и светлых резинах;

хинол ЭД (зарубежный аналог — сантофлекс АW, соединение ряда хинолинов) — предохраняет резины от светоозонного старения и растрескивания при многократных деформациях;

альнафт (альдоль- α нафтиламин) — предохраняет резины от окислительного и светового старения.

Другие ингредиенты резиновых смесей для метода прессовой вулканизации — красители, ПАВ, порообразователи, замедлители подвулканизации (антискорчинги) — такие же, как для литьевых резиновых смесей (см. раздел 3, а также литературу [2, 6]).

4.4.2. ОСОБЕННОСТИ СОСТАВЛЕНИЯ РЕЗИНОВЫХ СМЕСЕЙ

При составлении рецептур резиновых смесей необходимо учитывать ряд факторов, важнейшие из которых следующие:

назначение резин, получаемых в процессе переработки смесей, и предъявляемые к ним требования (износостойкость, эластичность, плотность, эстетические качества, в том числе цвет);

имеющийся ассортимент материалов — компонентов для составления рецептур резиновых смесей;

особенности и возможности проведения технологического процесса изготовления изделия (условия переработки смесей, возможные технологические параметры процесса).

Эти факторы взаимосвязаны и взаимообусловлены, т. е. свойства конечного продукта проектируются путем составления рецептуры смеси и определения значений технологических параметров процесса. Значения технологических параметров в свою очередь могут быть ограничены техническими и организационными возможностями производства, и наоборот, с учетом определенных ограничений в отношении технологических возможностей (например, ограниченное время проведения процесса) ход процесса можно менять (например интенсифицировать) путем изменения состава компонентов, их количества и т. п.

Существуют определенные правила и принципы составления рецептур резиновых смесей. Если к изделиям не предъявляются специальные требования, в резиновых смесях используются каучуки общего назначения. Применение не одного, а нескольких совмещающихся каучуков позволяет расширить гамму свойств изделий — подошв, каблучков, резиновых деталей верха какого-либо вида и назначения. При разработке рецептур исходят из того, что полярные каучуки лучше совмещаются с полярными, а неполярные с неполярными. Совместимость каучуков в смесях для черных резин можно улучшить при введении в смесь технического углерода; определенное влияние может

оказывать состав вулканизирующей группы. При изготовлении смесей для цветных резин используют каучуки, заправленные неокрашивающими стабилизаторами и не темнеющими в процессе вулканизации пластификаторами.

В зависимости от требований к изделию подбираются наполнители и определяется их количество. Для кристаллизующихся каучуков в смесь обычно вводится меньше активных наполнителей, чем для некристаллизующихся. Вулканизирующая группа по составу компонентов и их количеству подбирается особенно тщательно, в соответствии с применяемыми каучуками и режимами вулканизации (время, температура!).

Оптимизация резиновых смесей по составу и числу компонентов является многофакторной задачей, и решать ее целесообразно опытным путем с применением математического планирования эксперимента. При этом необходимо исходить из имеющегося ассортимента материалов — возможных компонентов резиновых смесей. Объем предварительных отсеивающих экспериментов можно существенно уменьшить, если в должной мере учесть накопленный опыт по составлению резиновых смесей не только для обуви, но и для различных других изделий.

В табл. 4.2 приведены некоторые рецептуры резиновых смесей для низа обуви различными методами изготовления.

При сравнении рецептур резиновых смесей по табл. 4.2 можно сделать вывод, что наиболее сильная вулканизирующая группа, в частности и наибольшее количество серы, применяется в смесях для прессовой вулканизации (I, III). В методе котловой вулканизации (II), время которой существенно больше (40—70 мин), чем время прессовой вулканизации (4—10 мин), для проведения процесса требуется значительно меньшее количество вулканизирующих агентов, в частности серы, так как в течение длительного времени лучше используется вулканизирующий эффект: большее количество вулканизатора из присутствующего в смеси способно вступить в реакцию сшивания молекул каучука.

Менее сильная вулканизирующая группа применяется и в литьевых смесях: IV — весьма малое количество серы, но больше ускорителей, а V — больше серы, чем IV, но весьма малое количество ускорителей (1 мас. ч.). При этом можно достичь примерно одинакового эффекта. Менее сильная вулканизирующая группа в смесях для литьевых методов имеется для предупреждения возможностей подвулканизации (скорчинга) во время процесса пластикации. В то же время при литьевом методе создаются лучшие условия для реализации процесса вулканизации в пресс-форме, поскольку в нее резиновая смесь подается уже в разогретом высокопластичном состоянии, что способствует интенсификации этого процесса при наличии даже менее сильной вулканизирующей группы.

Т а б л и ц а 4.2. Рецептуры резиновых смесей, мас. %, для низа обуви различных видов и методов изготовления

Компонент смеси	Цельноформованные сапоги метода прессовой вулканизации (I)	Клееная резиновая обувь метода котловой вулканизации * (II)	Резиноклепанная утепленная или спортивная обувь	литьевого метода ** (IV)	Кожаная обувь литьевого метода ** (V)
			метода прессовой вулканизации (III)		
Каучук	—	50	—	80	20
СКИ-3	100	—	—	—	80
СКС-30 АРКМ-15	—	50	100	—	—
СКС-30 АРКП	—	—	—	20	—
СКС-30 АРКПН	47,16	—	15	—	—
регенерат РКВ или РКТ	—	—	—	—	20
полиэтилен НП	—	—	—	—	—
Вулканизатор (сера)	4	2,5	3	1	2
Ускоритель вулканизации	—	—	—	—	—
тиурам	0,35	—	—	1,2	—
каптакс	3,5	—	2	—	—
альтакс	—	2	—	—	—
ДФТ	—	—	1	0,35	—
сантокор	—	—	—	2,9	—
сульфенамид Ц	—	—	—	—	1
Активатор вулканизации	—	—	—	—	—
оксид цинка	2	2	2	5	5
активаци (активированный каолин)	2	—	2	—	—
Наполнитель	—	—	—	—	—
технический углерод	—	—	—	—	—
ПМ-15	—	70,6	—	—	—
ПМ-75	75	—	1,5	—	—
ПМ-33	—	—	50	—	—
ПМ-30В	—	—	28,5	—	—
аэросил-175	—	—	—	14	—
мел	—	—	—	40	—
титановые белила	—	—	—	14	—
каолин	—	—	—	—	60
Пластификатор	—	—	—	—	—
вазелиновое масло	—	21,20	—	18	—
олеиновая кислота	1,5	—	1,5	—	—
стеариновая кислота	—	1	—	3	—
солнечное масло	—	—	12,5	—	—
мазут	—	20	—	—	—
петролатум	19	—	—	—	—
НМПЗ (твердая фракция)	5	—	—	—	—
парафин	—	—	1	—	—
Противостаритель (неозон Д)	—	—	—	—	—
Красители (смесь по цвету)	—	—	—	2,5	—
Антикоринг (ТХМ-25)	—	—	—	0,3	0,3

* В термокамере под давлением при температуре вулканизации.
 ** Цветной виз.

Для предотвращения скорчинга при пластикации в литьевые резиновые смеси обычно добавляются антискорчинги, а в резиновые смеси для котловой вулканизации (II) — стабилизаторы — противостарители химического действия (неозон Д), так как при длительном нагревании смеси могут начаться процессы теплового старения. В то же время в обувные резиновые смеси для прессовой вулканизации (I, III) и для литья зачастую нет необходимости вводить противостарители химического действия (способные вступать в химическую реакцию с продуктами деструкции, возникающими в результате старения). Иногда, однако, желательно присутствие так называемых физических противостарителей, способных образовать на поверхности резины защитный мономолекулярный слой. Роль их могут выполнять некоторые пластификаторы — петролатум, парафин.

Особенно тщательным должен быть подбор порообразователей в резиновых смесях для низа обуви (см. также п. 3). Это связано с неоднородностью температурного поля вулканизуемой резиновой массы в пресс-форме, следствием чего может быть неодинаковая интенсивность порообразования в массе и в итоге — неравномерная пористость низа обуви. Достичь более равномерного распределения пор можно путем применения смеси из 2—3 порообразователей с различной температурой максимального газообразования.

Показатели физико-механических свойств резин могут варьировать в широких пределах, и это в значительной степени зависит от состава исходных компонентов резиновых смесей и мало зависит от метода формирования смеси в изделие — литьем или прессовой вулканизацией.

ОРИЕНТИРОВОЧНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ
ПОДОШВЕННЫХ РЕЗИН

Предел прочности при растяжении, МПа	3—8
Удлинение, %	
при разрыве	250—500
остаточное	15—30
Плотность, г/см ³	0,5—1,2
Истираемость, см ³ /(кВт·ч)	800—1000
Сопротивление многократному изгибу, килоциклы	70—100

На нижний предел показателей следует ориентироваться при получении подошвенных резин из более дешевых компонентов, когда в резиновой смеси применены пассивные наполнители в большом количестве, отсутствуют высокопрочные каучуки, в частности натуральный, и т. п. Ниже показатели физико-механических свойств также у пористых резин, особенно малой (0,5—0,7 г/см³) плотности.

4.4.3. ПРИГОТОВЛЕНИЕ РЕЗИНОВЫХ СМЕСЕЙ

Обувные предприятия могут получать готовые резиновые смеси, приготовленные на предприятиях резиновой промышленности. Сроки хранения таких смесей с введенными вулканизаторами ограничены. Поэтому иногда удобнее резиновые смеси готовить непосредственно на обувных предприятиях, организовав для этих целей специальное производство (цех, участок) по типу подготовительных цехов резиновых заводов.

Резиновые смеси представляют собой многокомпонентные системы, которые для обеспечения высокого качества вулканизата должны иметь однородную структуру. Это достигается в процессе их приготовления, при смешении компонентов. Приготовление резиновых смесей является чрезвычайно ответственным технологическим процессом, от проведения которого в значительной степени зависят качество резиновых деталей обуви, их эксплуатационные свойства.

Резиновые смеси можно готовить на смесительных вальцах или в резиносмесителях [2, 7, 8].

Приготовление смесей на вальцах. Рабочую часть смесительных вальцов составляют два валка с регулируемым расстоянием между ними и с различной частотой вращения v_1 и v_2 (рис. 4.6). Отношение частот вращения (фрикция) обычно составляет 1:1,1; 1:1,25. Фрикция обеспечивает дополнительное сдвиговое воздействие на массу обрабатываемого материала и таким образом улучшает смешение.

Процесс смешения проводится следующим образом. Сначала на вальцы в зазор между валками подается каучук (или каучуки), который некоторое время обрабатывается между валками — пластицируется. После достижения необходимой пластичности в каучук постепенно вводятся порошкообразные и жидкие ингредиенты. Образующаяся смесь постепенно гомогенизируется вследствие турбулентного характера движения при периодическом прохождении между валками и наличии фрикции. Кроме того, формирующийся на переднем валке слой массы («шкурка») периодически разрезается, снимается с валка и, меняя направление, опять подается в зазор между валками. При интенсивном перемешивании смесь нагревается. Для предотвращения ее перегрева (опасность подвулканизации!) валки делают полыми и охлаждают, пропуская через них воду.

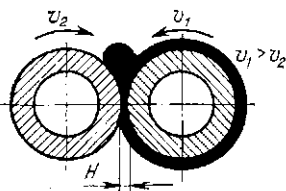


Рис. 4.6. Схема вальцов для пластикации каучуков и приготовления резиновых смесей

Существенное значение имеет порядок введения ингредиентов в каучук. Обычно сначала к каучукам добавляются регенерат и стабилизаторы, затем постепенно остальные ингредиенты, кроме вулкани-

массовых чехлов, снимаемых только в конце технологического процесса.

Расширяющееся применение литьевых методов позволяет получать низ обуви, не требующий отделки, так как все декоративные эффекты создаются в процессе литья изделия в форме, а восстановительная отделка для синтетических материалов зачастую не нужна.

В то же время возможности декоративной отделки постоянно расширяются. Появляются все новые ее методы и технологические приемы. Однако масштабы применения такой отделки целиком зависят от тенденций моды: или декоративные элементы (ажурные строчки, накладные украшения, сочетание цветов и т. п.) насыщают изделие, или, наоборот, применяется весьма малое количество декоративных элементов, а разнообразие ассортимента изделий создается изменением формы самого изделия или его частей, деталей.

Заслуживает внимания идея переноса части отделочных операций на стадию реализации изделия (в магазин), т. е. отделка каждого изделия (например, пары обуви, сумки) по желанию покупателя. Таким образом можно создать различные цветовые решения путем подкрашивания или тонирования, придать изделию блеск или, наоборот, матовость, прикрепить декоративные элементы, например бант, пряжку, небольшие украшения из пластмасс, металла, выбрав их по желанию покупателя.

Принципиальное значение имеет правильный выбор вида и технологии отделки в соответствии с физико-химическими, эксплуатационными и эстетическими свойствами материалов, из которых изготовлено изделие. При отделке изделий из натуральной кожи следует сохранить ее естественный вид, а при отделке изделий из синтетических материалов по возможности создать ощущение кожеподобности. В значительной мере это может обеспечить правильный выбор вида красок, аппретур, лаков.

5.2. МАТЕРИАЛЫ И СОСТАВЫ ДЛЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЙ ОТДЕЛКИ ИЗДЕЛИЙ ИЗ КОЖИ

Физико-химическая отделка обуви осуществляется с применением красок, аппретур, лаков, расплавов восков и воскообразных веществ [1, 3]. Кроме того, для восстановительной отделки применяются смывочные жидкости и специальные высоковязкие составы типа мастик для заделки (шпаклевки) мелких механических дефектов.

Основными компонентами красок, аппретур и лаков являются пленкообразователи (полимеры), растворители и красители. Применяются также краски на основе водных дисперсий

полимеров. В состав красок могут вводиться пластификаторы, стабилизаторы и средства, обеспечивающие коллоидную стабильность системы, ПАВ, воски, структурирующие вещества. Часто в состав красок, а иногда аппретур и лаков, входят не один, а несколько пленкообразователей, несколько растворителей и красителей. Этим главным образом стремятся улучшить технологические свойства отделочных составов (вязкость, укрывистость и др.) и получить желаемый эстетический эффект.

Различие между красками, аппретурами и лаками заключается главным образом в содержании компонентов. Так, в красках обычно имеется большое количество красителей (иногда до 50—60 %), в то время как в аппретурах и лаках они могут вовсе отсутствовать или быть лишь в небольших количествах (1—2 %). В лаках обычно больше (25—30 мас. %) пленкообразующих веществ, чем в аппретурах и красках.

В производстве изделий из кожи краски применяются для окрашивания деталей низа обуви (ходовой и торцевой поверхностей подошв и каблука), для тонирования, нанесения рисунков методом трафаретной печати на детали верха обуви и кожгалантерейных изделий, для окрашивания чемоданов, футляров, для клеймения, ретуширования.

Вид пленкообразователя и растворителя (дисперсионной среды), на основе которых изготовлены краски, является определяющим при выборе технологических параметров крашения: кратности нанесения, продолжительности и температуры сушки, необходимости и вида дальнейшей обработки (полирования, аппретирования или лакирования).

Для крашения ходовой части кожаных подошв с точки зрения качества отделки лучшими являются казеиновосковые краски. Связующим в них является казеин, а блескообразователем — монтан-воск. Краска представляет собой тонкодисперсную систему, в которой полимер растворен в подщелаченной воде, а воск, пластификатор (обычно ализариновое масло), пигменты в виде мелких частиц находятся в системе во взвешенном состоянии.

Казеиновосковые краски по сравнению с другими обеспечивают наиболее высокое качество отделки ходовой части кожаных подошв: благодаря наличию воска в составе краски после полирования создается впечатление естественного блеска натуральной хорошо отделанной кожи.

Тем не менее трудоемкость процесса отделки подошв с применением казеиновосковых красок не всегда приемлема в современном высокопроизводительном производстве. Поэтому технологию отделки обуви, не относящейся к высшей категории качества, иногда стремятся упростить. В таких случаях для отделки ходовой части подошв применяют бесполировочные казеиновые краски, в которые вместо воска вводят шеллак или

синтетические полимеры в виде дисперсий (латексов). Роль их заключается в создании более плотной и монолитной пленки, чем с применением только казеина (из казеина формируется несплошная пленка). Этим создается удовлетворительный внешний вид и несколько повышается водостойкость отделочного слоя на поверхности ходовой части подошвы. Применение находят бутадиен-стирольный (СКС-65-1ГП) или бутадиен-ме-

Таблица 5.2. Рецепты красок для отделки ходовой поверхности подошв

Компонент	Массовая доля, %, компонентов красок			
	казеиновосковых полировочных		шеллачно-казеиновой под цвет натуральной кожи	латексных черных и цветных
	черной	темно-коричневой		
Казеин кислотный	3	7	5,3	—
Бура техническая	0,5	1,12	0,85	—
Едкий натр 100 %-й	0,1	0,1	—	—
Фенол кристаллический	0,5	0,7	0,53	—
Краска казеиновосковая подошвенная	—	—	—	30—50
Масло ализариновое	1	2	6	—
Монтан-воск	5	5	—	—
Мыло хозяйственное 60 %-е	1	1	—	—
Аммиак водный технический	0,1	0,2	0,6	5
Мочевина	—	1	—	—
Шеллак отбеленный	—	—	7	—
Гидрокарбонат натрия	—	—	0,8	—
Латекс СКС-65-1ГП	—	—	—	64,5—30
Пеногаситель	—	—	—	0,5—2
Нигрозин водорастворимый 100 %-й	8,4	—	—	—
Желтый свинцовый крон	—	2,8	7,6	—
Редоксайд	—	10	1,9	—
Технический углерод	—	0,2	0,25	—
Титановые белила	—	—	13,7	—
Вода	80,4	68,88	55,47	0—18

Примечание. В латексных черных и цветных красках применяется готовая казеиновосковая краска соответствующего цвета (например, по указанным в таблице рецептам).

тилметакрилатный (ДММА-65-1ГП) латекс, а также рецептуры красок, в которых упомянутые латексы входят в обычные казеиновосковые краски.

В табл. 5.2 представлены некоторые рецепты красок, применяемых для окрашивания ходовой части кожаных подошв. Кроме указанных существует много других рецептов, различающихся лишь составом пигментов (минеральных либо органических).

Могут быть и весьма простые варианты бесполировочных красок. Например, краска черного цвета, мас. %:

Раствор казеина 16 %-й	42,5
Латекс СКС-65-1ГП	42,5
Раствор нигрозина водорастворимого 7 %-й	15

Для отделки ходовой поверхности подошв при сохранении натурального вида с полированием применяются восковые эмульсии (на основе монтан-воска), без полирования — казеиновые бесцветные краски, %:

Раствор казеина 16 %-й	30
Латекс ДММА-65-1ГП	68
Пеногаситель	2

Для окрашивания кожгалантерейных изделий используются в основном нитроцеллюлозные краски, представляющие собой раствор нитроцеллюлозы (коллоксилина) в органических растворителях (ацетоне, этилацетате, бутилацетате) с добавкой пластификаторов (дибутилфталата и др.) и пигментов по цвету. Гамма цветов и расцветок нитроцеллюлозных красок весьма широкая. При окрашивании поверхностей они дают сплошную пленку высокого колористического качества, которая, однако, закрывает естественную фактуру материала. Поэтому отделка нитроцеллюлозными красками больших поверхностей в обуви высокого качества не должна применяться. В то же время эти краски эффективно применяются для тонирования, для регулирования после заделки дефектов.

Широкий ассортимент красок используется для клеймения реквизитов: на кожаных деталях — масляные (на натуральной олифе), на основе идитола (растворитель — этиловый спирт), казеиновые; на деталях из текстильных материалов — типографские краски; на деталях из материалов с ПВХ-покрытием — на основе перхлорвиниловой смолы.

Аппретуры применяются в основном для восстановительной отделки верха обуви. Кроме того, некоторые стойкие к атмосферным и механическим воздействиям составы служат в качестве закрепителя (защитной пленки) для другого рода отделки — подкраски, обработки восковыми эмульсиями.

В зависимости от характера пленкообразователя и соответствующего ему растворителя различают аппретуры водные, спирто-водные и на основе органических растворителей. Водные аппретуры изготовляют с применением пленкообразователя — шеллака* (спирто-водный раствор), казеина (щелочно-водный раствор), а также дисперсионного типа — на основе акриловых и восковых эмульсий.

* Шеллачные аппретуры могут быть и спиртовые: шеллак (15 %) + этиловый спирт (85 %).

Покрытие восковыми эмульсионными аппретурами с последующим легким полированием вращающимися щетками обеспечивает исключительно хороший внешний вид обуви с верхом из натуральной кожи с естественным лицевым слоем и казеиновым покрытием, предназначенной для носки в сухих условиях.

Однако водные аппретуры на основе природных полимеров и восков не отличаются стойкостью к влаге и другим внешним воздействиям, поэтому при носке обувь с таким покрытием быстро теряет хороший внешний вид. Более стойкими к внешним воздействиям являются аппретуры на основе синтетических полимеров в качестве пленкообразователей, особенно изготовленные с применением органических растворителей: поливинилацетатные и поливинилбутиральные (обе на этиловом спирте с пластификатором), нитроцеллюлозные. Наиболее эффективны полиуретановые аппретуры, представляющие собой малоконцентрированные (5—7 %-е) растворы уретанового эластомера в органических растворителях (ацетоне, этилацетате и др.), дающие пленки высокого эстетического качества и весьма стойкие к механическим и атмосферным воздействиям.

Лаки применяются для декоративной отделки низа обуви, реже — верха обуви и кожгалантерейных изделий. Для отделки торцевой поверхности подошвы используются шеллачные, идитоловые, бакелитовые лаки, для ходовой поверхности подошвы, а также для верха обуви и кожгалантерейных изделий — лаки, изготовленные на основе тех же синтетических полимеров, что и аппретуры. От аппретур они отличаются большей массовой долей пленкообразователя (около 30 %), следовательно, они образуют более толстые лаковые покрытия. Наиболее ценным как с эстетической, так и с эксплуатационной точки зрения является полиуретановый лак.

Обувной воск в производстве обуви используется для отделки кожаных подошв с целью придания блеска ходовой поверхности, а также торцевой поверхности подошв и каблучков, заделки дефектов низа обуви, полирования деревянных обувных колодок. Специальный воск — абразивный (содержащий абразивные зерна) применяется для получения полирэфекта на верхе обуви с отделкой «Антик» и для тонирования полиуретановых подошв, покрытых цветным лаком. При декоративной отделке ходовой поверхности подошв и при полировании колодок воск на обрабатываемую поверхность обычно наносится с инструмента, производящего полирование (вращающейся щетки или текстильного диска).

Обыкновенный воск образует на обрабатываемой поверхности пленку, которая при полировании приобретает гладкость и вследствие этого блеск. Абразивный воск оказывает двойное воздействие: с помощью абразива снимает тонкий слой обрабатываемой поверхности и одновременно полирует поверх-

ность, покрывая ее тонким слоем. Обувной воск получают путем сплавления воска (например, монтан-воска), иногда нескольких видов, с воскоподобными веществами и с добавкой красителей. Растворяя такой сплав в скипидаре, можно получать полировочные мази и обувные кремы, предназначенные для восстановительной отделки обуви в период ее носки.

Фольга для печатания является многослойным материалом. Нижний ее слой — основа — представляет собой полимерную пленку (лавсан) или бумагу (восковую кальку), на которую через разделительный слой нанесено тонкое термопластичное покрытие, способное при нагреве отделяться от основы, а при некотором давлении прилипать к поверхности, на которую она наносится. Следовательно, этот переносимый при печатании

Т а б л и ц а 5.3. Примерные составы смывочных жидкостей

Компонент	Массовая доля, %			
	1	2	3	4
ПАВ (ОП-7, ОП-10)	0,2	0,7	—	5
Спирт этиловый	1,4	50,3	30	20
Аммиачная вода	—	1	—	—
Скипидар	—	1	—	15
Вода	98,4	47	—	—
Бензин «Галоша»	—	—	70	50

слой (толщиной около 10 мкм) должен обладать адгезией к материалам, на которые он наносится. Разделительный слой состоит из восковой композиции. При нагреве он размягчается и теряет адгезионную способность к основе.

Смывочные жидкости предназначены для удаления с изделия загрязнений, образовавшихся в процессе его изготовления. Эта операция производится обычно перед заделкой дефектов и декоративной отделкой.

Смывочные жидкости обычно содержат поверхностно-активные вещества. Благодаря этому они не только очищают поверхность, но и улучшают ее смачивание отделочными составами и, следовательно, способствуют повышению адгезии этих составов к отделываемым материалам.

Применяют водно-спиртовые смывочные жидкости или же (главным образом для удаления жировых пятен) смывочные жидкости на основе органических растворителей (табл. 5.3).

Как видно из табл. 5.3, составы смывочных жидкостей могут быть весьма разнообразны, а соотношение компонентов — различным. При выборе состава смывочной жидкости следует руководствоваться такими правилами [1]: смывочная жидкость не должна образовывать осадка на стенках или дне посуды, при обработке изделия цвет смывочной жидкости не должен

изменяться (в большей степени, чем от очищаемого загрязнения), смоченные смывочной жидкостью участки изделия должны быстро высыхать.

5.3. ОТДЕЛКА НИЗА ОБУВИ

Низ обуви можно подвергать отделочным операциям в неприкрепленном виде и на обуви. Первый способ перспективнее, так как позволяет автоматизировать процесс, существенно повысить производительность труда, исключить повреждение верха обуви, которое зачастую неизбежно при обработке низа на обуви.

Для обработки подошв без каблука и с каблуком или же отдельно каблуков в нашей стране и многими фирмами за рубежом выпускаются комплекты оборудования, включающие ряд машин, в той или иной степени агрегированных, имеющих элементы автоматического управления. Например, в комплекте оборудования фирмы «Ральфс» (Великобритания), применяемого наряду с другими и в отечественной обувной промышленности, одна машина укладывает подошвы в пачки по 12 пар, другая фрезерует урез (в пачках), третья удаляет пыль и четвертая окрашивает урез. Производительность этого агрегированного комплекта из четырех машин — 360—600 пар подошв в час.

Широкое распространение получила технология изготовления предварительно обработанных и отделанных узлов, состоящих из подошвы и каблука, в том числе для обуви высшей категории качества, на высоком каблуке. Для изготовления и отделки таких узлов созданы комплекты оборудования (итальянские фирмы «Сидеко», «Бруджи» и др.). Технология включает 20 операций и более. Последовательность технологических операций изготовления и отделки низа обуви на высоком каблуке такая:

- 1) выравнивание кожаных подошв по толщине и взъерошивание;
- 2) шлифование ходовой части подошв мелкозернистой абразивной шкуркой;
- 3) фрезерование торцевой части подошв в пачках или парно;
- 4) горячее тиснение реквизитов (размера, других знаков) на ходовой поверхности подошв;
- 5) профилирование кожаных подошв с неходовой стороны;
- 6) уплотнение торцевой части с помощью шайбы, имеющей профиль фрезы, но вращающейся в противоположную сторону;
- 7) образование желобка в носочно-пучковой части подошв для затяжной кромки заготовки с одновременным образованием бортика заданных высоты и ширины.

Образование желобка может быть совмещено с полированием торцевой части подошвы нагретым инструментом, нанесением рисунка тиснением на выступающий (видимый) край подошвы, спусканием края подошвы;

8) окрашивание торцевой части подошвы и подсушка (5—7 мин);

9) раздваивание подошвы в пяточной части (одна часть подошвы идет под каблук, она обрубается, другая — на крокуль);

10) формирование подошв (для обуви на высоком каблуке) с целью придания формы, соответствующей следу этой обуви;

11) взъерошивание в носочно-пучковой части ходовой стороны подошвы с целью последующего крепления профилактической резиновой подметки;

12) нанесение клея на взъерошенную часть подошвы, подсушка и приклеивание подметок;

13) обрезка выступающих краев подметки;

14) нанесение на подошву клея с неходовой стороны подошвы по контуру и сушка;

15) приклеивание каблука и затем дополнительное крепление пяточной части подошвы к ляпису каблука двумя скобками (с помощью пневматического пистолета);

16) наклеивание крокуля подошвы на каблук;

17) шлифование боковой поверхности каблука и уреза пяточной части подошвы;

18) полирование боковой части каблука сначала абразивным, затем обычным воском с помощью текстильных и в заключение волосяных вращающихся щеток.

Применение такой технологии подготовки и отделки низа обуви возможно лишь при наличии специального высокоэффективного оборудования. В свою очередь наличие таким образом подготовленного низа дает возможность изготавливать женскую нарядную обувь на высоком каблуке на высокопроизводительных механизированных потоках.

Подошвы как в неприкрепленном, так и в прикрепленном виде отделяют по частям: отдельно торцевую и ходовую поверхности.

При отделке уреза подготовительными операциями являются фрезерование и иногда уплотнение вращающимся дискообразным инструментом (см. ч. 1).

Окрашивание уреза подошв можно производить распылителем (2—3 раза с промежуточной подсушкой в течение 1—2 мин) вручную или автоматически. Применяются быстросохнущие окрашенные спиртовые лаки (шеллачный, идитоловый 25—30 %-й концентрации), вододисперсионные краски.

Окрашивание уреза можно также осуществлять переносом краски с вращающегося валика (принцип подобен нанесению клея с помощью валика (см. раздел I.1) переменного диа-

метра]. Применяя профилированные валики, можно окрашивать одновременно торцовую поверхность и край по периметру ходовой поверхности подошвы. Могут применяться латексные и содержащие воск казеиновые краски. В последнем случае за окрашиванием следует полирование уреза.

Подобной отделке может подвергаться и торцовая поверхность подошв из кожеподобных резин. Однако для них физико-химическая отделка применяется не всегда.

Отделка ходовой поверхности кожаных подошв с применением казеиновосковых красок, требующих полирования, наиболее трудоемка. Она включает операции: шлифование ходовой поверхности одно- или двукратное (второй раз шлифовальной шкуркой зернистостью 8—10) с последующим после каждого раза удалением пыли; двукратное нанесение краски с промежуточной сушкой и полирование с воском в несколько приемов. Операцию полирования обычно выполняют на машине, оснащенной набором щеток (например, ХПП-3-О).

Для обуви не высшего качества ходовую поверхность подошв можно окрашивать латексными красками (на основе СКС-65-1ГП или ДММА-65-1ГП и др.). Отделка при этом упрощается, так как эти краски дают удовлетворительный блеск без полирования. Кроме того, они имеют высокую адгезию к коже, что иногда позволяет исключить и шлифование ходовой поверхности. В таком случае отделка ходовой поверхности подошв латексными красками включает только нанесение краски и ее сушку.

Ходовая поверхность подошв из синтетических материалов (кожволона, пористой резины, полиуретана, ТЭП и др.), вырубленных из листов или формованных, декоративной отделки обычно не требует; ее лишь очищают от загрязнений волосатыми вращающимися щетками.

5.4. ОТДЕЛКА ВЕРХА ОБУВИ

Декоративная отделка верха обуви зачастую начинается еще до сборки заготовок на деталях, а затем завершает технологический процесс. На завершающей стадии технологического процесса производится и восстановительная отделка: чистка, разглаживание складок и неровностей, а также восстановление цвета и блеска.

5.4.1. ОТДЕЛКА ДЕТАЛЕЙ ВЕРХА ОБУВИ В ПЛОСКОМ ВИДЕ

В отделку деталей обуви в плоском виде входят окрашивание краев, обработанных в обрезку, тиснение и нанесение цветных рисунков.

Окрашивание краев кожаных деталей верха широко используют при изготовлении обуви из юфти и сандалий. Края

деталей верха окрашивают в пачках в цвет лицевой поверхности кожи с помощью тампона, щетки или пульверизатора. Обычно применяются краски на основе водных растворов.

Тиснение поверхности деталей применяют для декоративного оформления верха обуви из натуральной, искусственной и синтетической кожи.

Тиснение деталей из натуральной и синтетической кожи осуществляют с помощью нагретой металлической пластинки, прикрепленной к плите формующего пресса и имеющей на поверхности соответствующий рисунок (выгравированный или полученный офсетным способом). Формоустойчивость получаемого на деталях рисунка зависит от параметров формования: температуры, давления, времени. Для натуральной кожи большое значение имеет также влажность материала.

Для тиснения декоративных строчек, имитирующих ниточный шов, применяют специальные матрицы, имеющие лезвия с насечкой и изогнутые в соответствии с формой строчки. Горячее тиснение декоративных строчек выполняют с окрашиванием или без него. Окрашивание имитируемого шва производится методом переноса краски с нагретой матрицы на отделяемые детали. Используются спиртовые быстросохнущие краски на основе поливинилацетатного либо шеллачного лака [1]. Обычно горячее тиснение строчек производится при температуре 100—110 °С, давлении 0,8—1 МПа в течение 2—3 с на прессах ПГТП-45-О и аналогичных им.

Тиснение декоративных строчек может быть совмещено с вырубанием деталей. Для этого в вырубочных резаках устанавливаются дополнительные лезвия с рисунком имитируемой строчки.

Тиснение рисунков на деталях верха из искусственных кож с поливинилхлоридным покрытием производится с помощью диэлектрического нагрева на высокочастотных установках (см. раздел 2).

Нанесение цветных рисунков при декорировании верха главным образом детской, но иногда и женской легкой обуви может производиться методом печатания через фольгу, трафаретного печатания или термопечатания.

Печатание через фольгу осуществляется в прессах с помощью специальных нагреваемых пуансонов (штампов) с выгравированным рисунком. Существуют специальные прессы (например, РР-33 фирмы «Fortuna» ФРГ) с автоматической подачей ленты фольги и автоматически регулируемые режимы формования. Обычно печатание через фольгу на деталях из натуральной кожи производят при температуре 90—110 °С, давлении 0,2—0,3 МПа и продолжительности 2—3 с.

Нанесение трафаретных печатных рисунков применяется как для кожного верха обуви, так и для верха обуви из текстильных материалов. Трафарет представляет собой деревянную

раму с натянутым ситом из плотной шелковой, капроновой или металлической (бронза, латунь) сетки. На сито фотохимическим способом нанесен рисунок. Краска с трафарета может переноситься на деталь лишь в тех местах, где имеется рисунок. Трафарет накладывают на деталь верха обуви, заливают в него небольшое количество краски и равномерно распределяют ее с помощью ракля по всей поверхности. Затем трафарет снимают, а деталь с нанесенным рисунком высушивают. Для трафаретного печатания на коже применяются нитроэмалевые, а на тканях — латексные краски.

Способ и качество изготовления трафарета могут оказывать существенное влияние на качество рисунка, получаемого на деталях обуви.

Узоры на деталях из текстильных материалов можно получать с помощью шаблонов с вырезанным декоративным рисунком. Краска в этом случае наносится распылителем.

Существует бесконтактный метод трафаретного печатания в электростатическом поле. При этом материал не соприкасается с сеткой и мелкодисперсная краска через сито падает на материал под действием сил электростатического притяжения.

Бесконтактный способ трафаретного печатания имеет определенные преимущества по сравнению с контактным. Он позволяет получать более четкий рисунок, наносить изображение не только на плоские изделия, но и на изделия любой формы. Однако для этого метода требуется специальное оборудование.

Метод термопечатания заключается в том, что рисунок на деталь переносится с бумажной подложки, на которую предварительно была нанесена краска, способная при повышенной температуре сублимировать и таким образом при контакте с другим материалом переходить на него и окрашивать.

Технология получения рисунка такая же, как и при печатании через фольгу. Однако требуются более высокая температура, например при нанесении печатного рисунка на хлопчатобумажный материал — около 180 °С.

Получить на деталях в плоском виде декоративные эффекты можно перфорированием и ажурной строчкой. По назначению их следует относить к отделке, а по технологическим особенностям исполнения — соответственно к процессам резания и к швейным процессам.

Перфорирование производится на специальных прессах с помощью матриц, в которые смонтированы пробойники нужной формы и размеров.

Нанесение ажурной строчки более сложного рисунка или вышивание декоративных знаков, эмблем (например, на голенище сапожек и т. п.) обычно выполняют на швейных автоматах.

Аппликации можно наносить на детали в плоском виде, на заготовки верха обуви и на обувь после сборки.

Технология отделки верха обуви после ее сборки включает операции: чистка верха и подкладки, заделка дефектов, ретуширование верха, утюжка верха и подкладки, тонирование, в отдельных случаях — получение полирэффекта, аппретирование.

Чистка верха и подкладки производится для удаления загрязнений, образовавшихся при выполнении технологических операций, а также для подготовки поверхностей к нанесению отделочных составов при тонировании и аппретировании. Для обуви литьевого метода и метода прессовой вулканизации производится удаление выпрессовок.

Механическая чистка поверхностей обуви производится текстильными и волосными вращающимися щетками, например на машине ХПП-3-О, а также вручную резинкой. Для чистки верха из велюра применяются щетки из жесткого волоса и резиновые, а также кардолента.

Чистка механическим способом на вращающихся щетках возможна только для обуви из кож с теплостойким и стойким к сухому трению покрытием.

Химическая чистка обычно производится вручную моющими средствами, которые выбираются в зависимости от характера загрязнения и свойств обрабатываемой поверхности. Они не должны нарушать покрытие, изменять его цвет и фактуру.

Заделка дефектов и ретуширование производится до аппретирования концентрированными красками, подобранными по характеру покрытия и цвету. Подбор красок для заделки дефектов и ретуширования зачастую является сложной задачей, требующей высокой квалификации колориста. Особые трудности возникают в тех случаях, когда состав для заделки дефектов приходится делать из красок другого типа, чем те, которые использовались для покрывного крашения кожи. Обычно в таких случаях применяют нитрокраски.

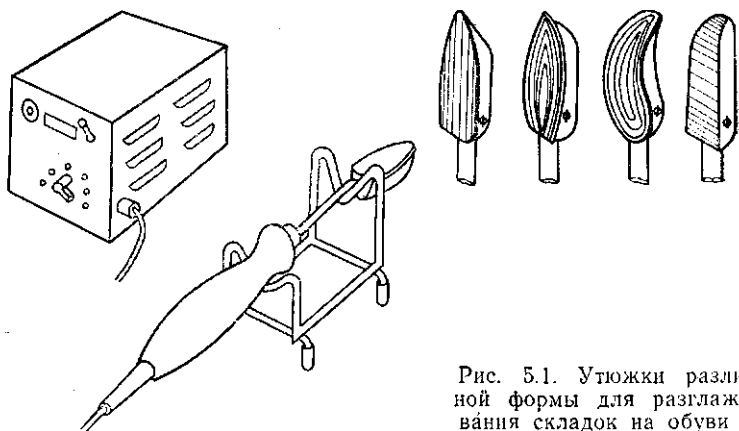


Рис. 5.1. Утюжки различной формы для разглаживания складок на обуви

Для заделки дефектов верха обуви служат порошки, мелки и пасты.

Утюжка верха и подкладки осуществляется ручными электрическими утюжками специальной формы, соответствующей форме различных частей обуви (рис. 5.1). Они обычно подключаются к электросети через автотрансформатор и таким образом температуру их нагрева ($110\text{--}120^\circ\text{C}$) можно регулировать. Рекомендуется рабочую поверхность утюжков покрывать тонким слоем фторопласта, что снижает адгезию к нему покрытия кож, т. е. предотвращается прилипание покрытия к рабочей поверхности утюжка.

Для разглаживания голенищ обуви типа сапог применяются специальные машины с нагреваемым приспособлением для правки голенищ.

Тонирование (аппретирование) применяется для создания теневых эффектов, подчеркивающих края деталей, строчки, перфорации. Для тонирования используются маловязкие растворы нитрокрасок (цветные аппретуры), которые наносятся на поверхность обуви пульверизатором (распылителем), работающим под действием сжатого воздуха (рис. 5.2). Пульверизаторы обычно имеют комплект съемных сопел (форсунок); они могут давать струю распыляемой смеси различной формы. Наиболее равномерное покрытие получается при использовании

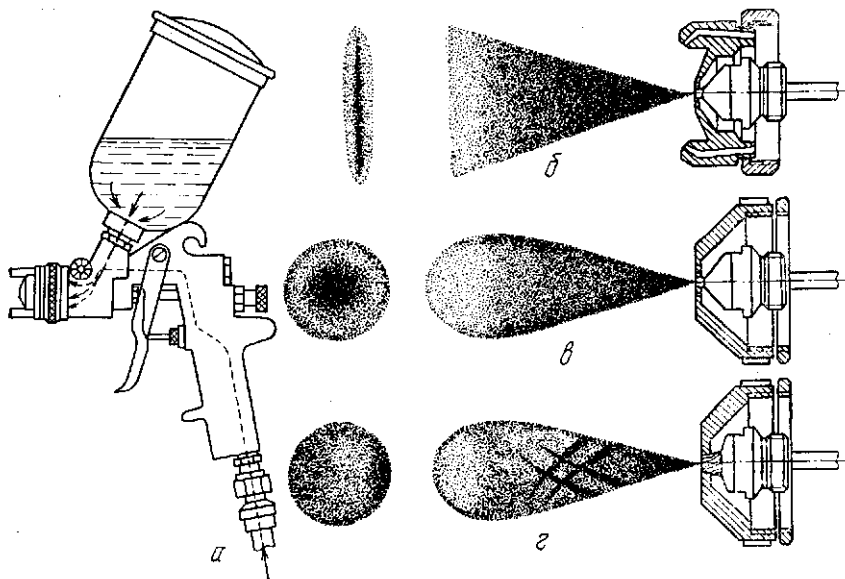


Рис. 5.2. Пульверизатор (а) и форсунки различной конструкции (б, в, г) для нанесения отделочного состава на обувь струей плоской формы (б), струей в форме капли с неравномерным покрытием (в); струей в форме капли с равномерным покрытием (г)

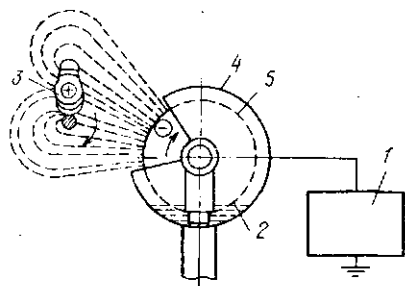
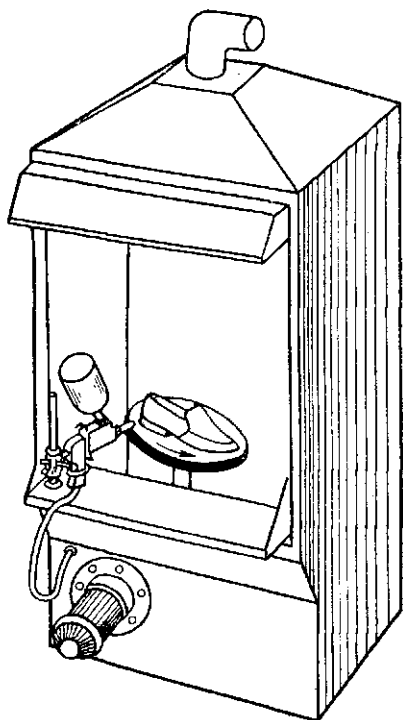


Рис. 5.4. Принципиальная схема нанесения отделочных составов в электростатическом поле:
1 — генератор тока; 2 — отделочный состав; 3 — обувь; 4 — камера; 5 — вращающийся диск



Рис. 5.3. Камера для нанесения отделочных составов

сопел с вращающимся винтообразным распределителем струи (рис. 5.2, г).

Водные и спиртовые аппретуры иногда наносят вручную резиновой губкой или тампоном. Однако более эффективным является метод нанесения их с помощью пульверизатора. При этом благодаря равномерному и интенсивному распылению аппретуру можно наносить на поверхность более тонким и равномерным слоем.

При нанесении отделочных составов с помощью пульверизатора в любом случае требуется применение специальной камеры с интенсивной вытяжкой (рис. 5.3), в которые помещается обувь. Пульверизатором можно работать вручную, но в современном оборудовании обычно пульверизаторы устанавливаются стационарно, а изделие помещается на вращаемом устройстве и во время нанесения состава автоматически плавно поворачивается вместе с устройством (например, роторным столом) по такой траектории, при которой обеспечивается равномерное нанесение состава.

При использовании пневматических пульверизаторов возможны значительные потери отделочных составов, так как при обработке не весь состав попадает на изделие. В этом отноше-

нии более эффективным является нанесение отделочных составов в электростатическом поле (рис. 5.4), что позволяет довести полезное использование отделочного состава до 60—80 %. Кроме того, метод позволяет проводить обработку в закрытой кабине и предотвращать таким образом попадание летучих растворителей в окружающую среду, которое при обычной пульверизации неизбежно даже в случае применения хорошей вытяжки.

В заключение важно отметить, что нанесение отделочных составов пульверизатором или же в электростатическом поле используется для отделки не только верха, но и низа обуви (подошвы, каблуков), а также кожгалантерейных изделий. При этом применяются те же оборудование и оснастка.

5.5. ОТДЕЛКА КОЖГАЛАНТЕРЕЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Для кожгалантерейных изделий применяются по существу те же виды отделки, что и для обуви. При изготовлении кожгалантерейных изделий значительно в больших масштабах, чем для обуви, используются искусственные и синтетические материалы, соответственно чему и выбираются виды отделки: тиснение, а для каркасных изделий (чемоданов, футляров) — окрашивание всего изделия, печатание рисунка через фольгу, трафаретным способом и др.

Отделка кожаных перчаток имеет некоторые особенности. Их сначала подвергают формованию (правке), утюжке, затем полированию (глянцеванию). Формование производится на специальных формах при повышенной (90—100 °С) температуре в течение 30—40 с. Перед этим перчатки увлажняют (проявляванием).

Затем следуют их выправка на мраморных плитах с помощью металлического валика конической формы и прессование между листами картона (около 10 мин). В заключение проводится полирование на вращающихся барабанах, обтянутых плюшем, для придания блеска.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Швецова Т. П. Отделка обуви. М., 1985.
2. Шварц А. С., Гвоздев Ю. П. Химическая технология изделий из кожи. М., 1986.
3. Технология производства обуви. Ч. VII. М., 1978.
4. Практикум по технологии изделий из кожи. Под ред. В. Л. Раяцкаса. М., 1981.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ОБУВИ

6. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПОДГОТОВИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

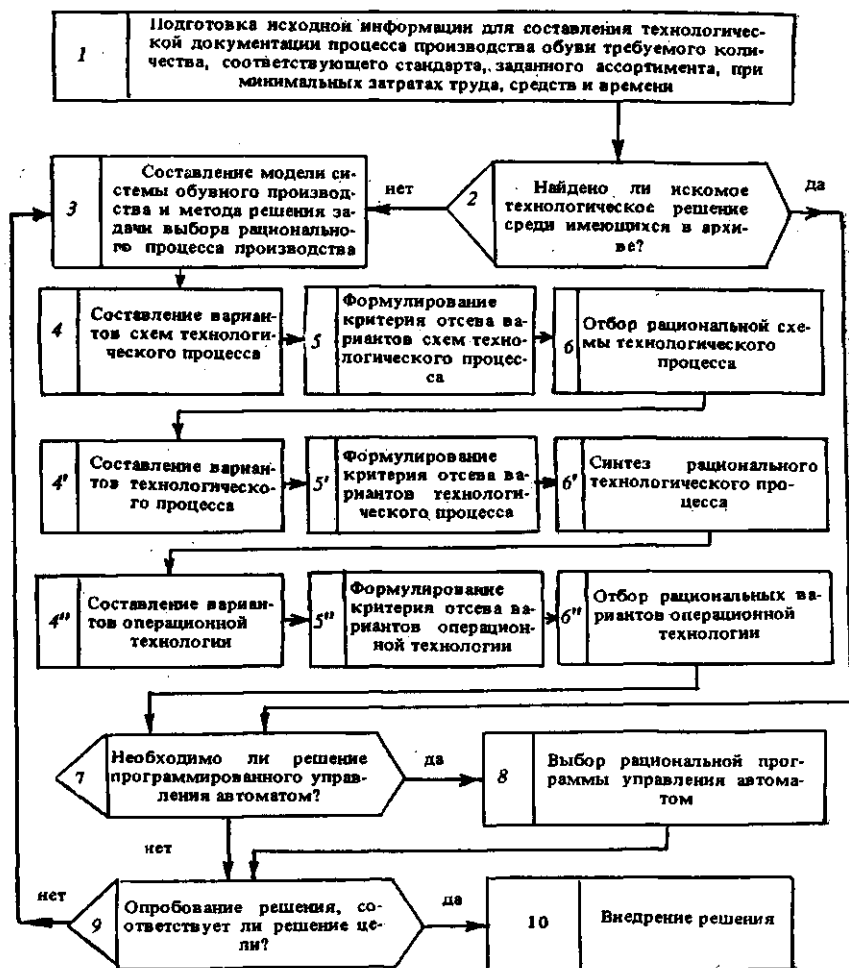
6.1. СТРУКТУРА ПРОЦЕССА ПРИНЯТИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

Для выпуска обуви новых образцов следует подготовить производство, принять решение по выбору схемы технологического процесса, составлению маршрута, операционной технологии. На основе анализа процесса выполнения этих работ на крупных предприятиях, обобщения данных функциональной и структурной модели системы обувного производства было составлено описание процесса принятия технологического решения по выбору операций производства обуви, расчету потребного количества оборудования и числа рабочих (см. схему).

Составленная схема показывает, что в обувном производстве процесс проектирования имеет многоуровневый характер с последовательной детализацией проектных решений на каждом этапе.

Подготовив исходную информацию и четко сформулировав цель проектирования (блок 1), стремятся найти готовое решение по всей задаче или ее части. При этом подбирают, систематизируют и анализируют исходную информацию: план предприятия, государственные стандарты, ранее применявшиеся технологические процессы производства, конструкторскую документацию и др. При наличии в типовой технологии или архиве искомой технологической документации берут ее оттуда готовой. Если это невозможно (блок 2), то подготавливают модель системы обувного производства и метод решения технологической задачи (блок 3).

Чаше всего модель содержит цель задачи и различные ограничения, накладываемые на ее решения, описанные уже не словесно как в блоке 1, а четкими математическими символами. Обычно при решении задачи необходимо достичь одновременно нескольких целей. Например, при производстве обуви стремятся реализовать такие цели: выпускать обувь требуемого ассортимента, высокого качества и достичь в заданные сроки минимальной себестоимости продукции при имеющемся парке оборудования, максимально возможной механизации труда и т. д. Так, требование минимизации себестоимости можно записать следующими символами:



Описание процесса принятия технологического решения

$$\sum_{i=1}^n C_i X \rightarrow \min,$$

где C_i — себестоимость производства одной пары обуви, i -го образца; X — количество произведенной обуви; символ $\rightarrow$ обозначает «должно стремиться».

Запись $\sum_{i=1}^n$ показывает, что суммируются CX по всем производимым $i=m$ образцам обуви; $i=1..n$, где n число разных образцов обуви, произведенных по выбранному технологическому процессу.

В связи с тем что эти цели противоречивы (иначе их можно было бы объединить в одну синтезированную), необходимо выделить из них главную и локальные подцели. Для программированного решения задачи следует выбрать из множества целей одну, главную, и принять ее за целевую функцию модели.

В этом процессе принятия технологического решения следует учитывать и различные ограничения, существующие в реальной обстановке на предприятии, например наличие требуемого парка оборудования, мощности цехов и др. Ранее не учтенные в целевой функции «неглавные» подцели теперь должны быть записаны математическими символами в модели как ограничения. Совместное описание целевой функции, системы ограничений является моделью изучаемого явления. Математическая модель технологического процесса производства описана в разделе 7.6.

Четвертый, пятый и шестой этапы проектирования целесообразно рассматривать в той последовательности и взаимозависимости, которая характерна для протекания процесса принятия решений в обувной промышленности. На схеме показан общий порядок выполнения этих работ (блоки 4, 5, 6). Схемы решения задач на каждом этапе одинаковы: сначала составляют возможно большее число вариантов решений (блоки 4, 4', 4''), затем выбирают количественный критерий отсева менее ценных вариантов (блоки 5, 5', 5'') и проводят выбор одного, наиболее рационального, решения (блоки 6, 6', 6''). В связи с тем что процесс принятия решений многоуровневый, дополнительно выделены три уровня в каждом из блоков 4, 5 и 6.

Подготовку технологической документации начинают с составления схемы технологического процесса, т. е. определения порядка (последовательности) сборки деталей. На четвертом этапе первого уровня (блок 4') составляют несколько вариантов схем технологического процесса, разрабатывается возможно большее число вариантов, чтобы не был пропущен искомый, наиболее рациональный. Далее, на пятом этапе (блок 5'), выбирают критерий отсева вариантов схем. На первом уровне критерии весьма приближенные, эвристические (творческие), менее точные, базирующиеся чаще всего на словесной информации. Например, критерием отсева схем может быть общее прогрессивное требование — использовать при составлении схемы сборки поузловой метод, в котором детали собираются в узлы, а узлы в изделие. На последнем, шестом, этапе первого уровня из искомого множества вариантов схем с помощью выбранного критерия отбирают один, наиболее рациональный.

На втором уровне (4'', 5'', 6'') выбирают рациональный технологический процесс, включающий перечень операций (маршрут), наименование оборудования и нормы времени выполнения каждой операции, разряд рабочего и необходимое их число, применяемые материалы.

Цель четвертого этапа второго уровня (блок 4'') состоит в разработке по уже имеющейся схеме сборки множества вариантов технологического процесса. Например, если следует разработать процесс затяжки, то необходимо рассмотреть все возможные варианты затяжки: клеевую, внутреннего формования, шнурком, обувным гвоздем и т. д. Для решения этой задачи кроме схемы технологического процесса требуется дополнительная подробная информация о деталях, применяемых материалах, технических требованиях к изделию, характеристиках оборудования и т. д., которая была собрана в начале решения (блок 1').

На пятом этапе второго уровня (блок 5'') необходимо выбрать критерий анализа возможных вариантов технологического процесса. Критерий отсева вариантов и определения оптимальности должен иметь уже количественную меру, так как именно на этом этапе закладывается основа, определяется степень интенсивности функционирования всего предприятия. Например, за критерий чаще всего принимают такой экономический показатель, как минимумы затрат труда или себестоимости. В результате отсева на шестом этапе (блок 6'') получают оптимальный по выбранному критерию технологический процесс.

В обувной промышленности уже проведено описание приемов выполнения большинства операций. Поэтому составление вариантов операционной технологии на четвертом этапе третьего уровня (блок 4''') следует проводить только для новых процессов, не описанных в типовой технологии. На пятом этапе (блок 5''') степень оценки показателей уже четко задана, критерий выбора процесса описан точной количественной мерой, нередко с использованием рисунков, чертежей и схем. Например, по максимуму прочности шва подбирают число стежков на 1 см шва, толщину нитки, а в инструкционной карте приводят рисунок, чертеж готовой детали после выполнения процесса. На шестом этапе (блок 6''') получают готовые технологические и инструкционные карты, применяемые для рекомендаций рабочему и контроля правильности выполнения операций.

При высокой степени автоматизации производят математическое описание траекторий движения рабочих органов, инструментов, а также вспомогательных перемещений механизмов автомата (блоки 7 и 8).

На этом уровне оценки только числовые, словесная информация отсутствует, движение рабочих органов автомата запрограммировано.

Параллельно с выбором рационального варианта процесса уточняются решения, принятые на предыдущем уровне, т. е. между уровнями образуются обратные связи. При этом последовательно улучшают технологическое решение, выбирают

наиболее рациональный по принятым критериям технологический процесс.

Программированное решение задачи с помощью разработанных алгоритмов может идти и по другому пути, минуя некоторые стадии. Так, в случае применения симплексного метода в линейном программировании поиск оптимального и допустимых решений производится одновременно на шестой стадии, минуя четвертую.

В зависимости от цели, поставленной в блоке 3, процесс принятия технологического решения может включать все три уровня, указанные на схеме, или часть из них, например первый и второй.

Изучение опыта проектирования на многих предприятиях показало, что при запуске нового образца обычно выполняются работы первого и второго уровней, т. е. выбираются схемы и синтезируется технологический процесс. Требования к операционной технологии (третий уровень) выбираются из готовых типовых рекомендаций или ранее применявшихся на предприятии.

В связи с тем что на большинстве потоков пока не применяются автоматы, практика создания программ управления автоматами невелика и на предприятиях эта часть работы не выполняется.

После решения, принятого на любом уровне, необходимо провести его опробование и коррекцию по результатам натуральных испытаний. Чаще всего эту работу (блок 9) осуществляют при изготовлении опытной партии новой обуви в производственных условиях. Необходимость проверки решения связана с тем, что при составлении модели системы и выборе критериев отсева и метода решения задачи допускаются некоторые упрощения. Модель не отражает абсолютно точно изучаемый объект, поэтому возможно, что решение, полученное с помощью модели, не будет полностью приемлемо для реального объекта. Например, если по выбранным критериям отсева вариантов на всех этапах обеспечены требуемые прочность изделия и минимальная себестоимость, а эстетические ее свойства не рассматривались и внешний вид продукции непривлекателен, то необходимо вновь спроектировать технологический процесс, улучшив отделку обуви.

При необходимости глубокой корректировки решения возвращаются к блоку 3, производят уточнение модели системы по результатам натуральных испытаний и повторяют вновь работы, записанные на всех этапах. Такая верификация — опытная проверка — позволяет сделать заключение о степени верности исходной информации (блок 1) и метода решения задачи (блок 3).

На последнем, десятом, этапе при внедрении решения необходимо дескриптивную, т. е. описывающую информацию, пре-

знаков во встреченной неопределенной ситуации, затем находят решение по комбинации признаков, производят обобщение и экстраполяцию новой информации, включение ее в базу знаний. При достижении достаточного уровня базы знаний, находят искомое решение, удовлетворяющее поставленной цели.

Для создания автоматизированной системы принятия технологических решений необходимо изучить структуру процесса решения, а также выявить именно эту установочную информацию, произвести формализованное описание установок, применяемых на всех стадиях выбора технологического процесса. Только тогда появится возможность поручить ЭВМ выполнение эвристических процессов преобразования текущей информации о необходимых свойствах готового изделия — обуви с помощью установочной информации в решение — технологический процесс изготовления обуви. При этом установочную информацию представляют в ЭВМ, описанной на языке с четкой семантикой. Чаще всего это делают с помощью математической модели явления, алгоритма и программы преобразования текущей информации об изделии. Это позволяет найти нужные параметры, которые в дальнейшем переносят с модели на объект и получают технологическое решение, например перечень процессов производства обуви нового образца.

6.2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ РАСКРОЯ МАТЕРИАЛОВ НА ДЕТАЛИ ВЕРХА ОБУВИ

В соответствии с общей схемой принятия технологических решений при разработке процесса раскроя материалов необходимо на первом этапе подготовить исходную информацию, базу знаний, т. е. установки и ориентации системы проектирования и затем на основе базы умений синтезировать процесс производства.

При этом прежде всего собирают уже готовые установки проектирования, такие, как государственные стандарты на обувь, обувные детали, материалы, нормы времени, оптимальные схемы раскроя, сведения об имеющемся оборудовании, готовых технологических процессах производства, имеющихся в архиве (банке технологических данных), или типовой технологии.

Если сразу найдено готовое технологическое решение — перечень процессов производства, нормативы выполнения операций, то проектирование прекращается и готовая документация передается как обязательная в цех для организации изготовления деталей.

Этому самому простому варианту проектирования предшествует большая подготовительная работа по сбору производственной информации в архивах предприятий, а при более

высокой культуре проектирования — в так называемых банках технологических данных, при использовании ЭВМ — в автоматизированных банках данных (АБД).

В настоящее время признаны эффективными банки данных (БД), отвечающие таким требованиям: независимости пользователя от логической организации данных (инфологический аспект); независимости данных от прикладных программ; сохранения целостности и актуальности данных на уровне единичных показателей; способности взаимодействия с другими однотипными банками данных без знания структуры хранимого в них фонда, возможности непосредственного общения конечного пользователя без посредника, в том числе программиста.

Общая архитектура АБД (рис. 6.1) возникает на основе двух структур.

Первая из них — фундамент общей архитектуры — представлена типовой схемой многоуровневого АБД. Уровни выступают как каркас всей архитектуры АБД, обеспечивающий его стабильность и инвариантные возможности. Вторая — ярусная структура — отражает особенности информационной системы органа управления, выявленные при построении функционально-информационной модели.

Вопросы лучшей организации процессов хранения и обра-

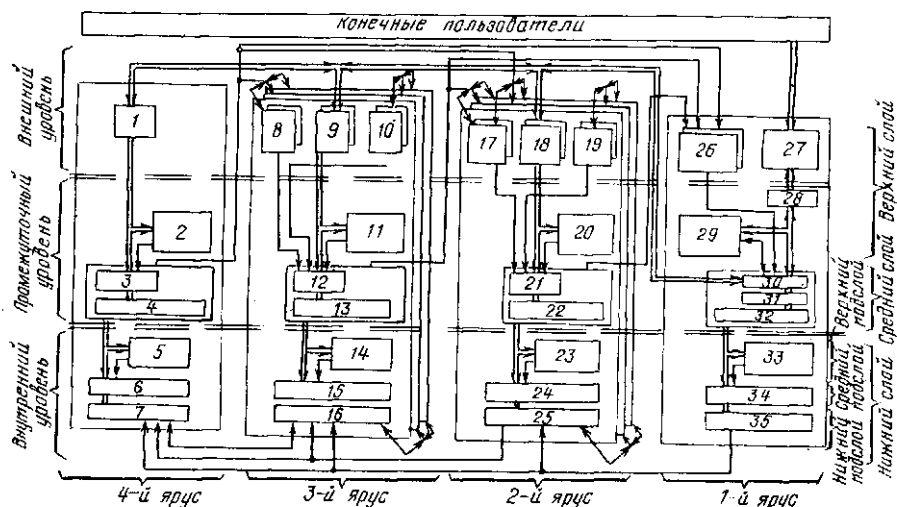


Рис. 6.1. Архитектура АБД:

1, 9, 18, 27 — ОСП, язык запросов; 2, 5, 11, 14, 20, 23, 29, 33 — системные и специальные средства администратора; 3, 12, 21, 31 — ОСМ; 4, 13, 22, 32 — элементы системы управления данными (СУД); 6, 15, 24, 34 — методы доступа; 7, 16, 25, 35 — хранимые данные; 8 — подсистемы БД 1-го яруса; 10, 19 — подсистемы БД 2-го яруса; 17, 26 — подсистемы БД 3-го и 4-го ярусов; 28 — ОСТ; 30 — селектор; ОСТ, ОСМ, ОСП — теоретическая, машинная и потребительная версии языка k -стандартов

ботки данных решаются путем выделения в архитектуре АБД проблемных слоев — верхнего, среднего и нижнего, состоящего в свою очередь из трех подслоев.

Разработка общей архитектуры АБД включает основные стадии процесса принятия решений, определяется структурой потоков информации, взаимосвязью с функциональными компонентами органов управления. Она определяет требования к банку данных.

Наличие языка описания данных (ОСП) и языка запросов на внешнем уровне каждого яруса позволяет обеспечить с помощью соответствующих устройств (интерфейсов) абсолютную независимость пользователей от логической организации данных в АБД, а наличие на промежуточном уровне каждого яруса стандартного языка описания данных [в качестве которого рекомендовано использовать общесоюзный классификатор технико-экономических и социальных показателей (ОКТЭСР)] обеспечивает взаимодействие с однотипными АБД без учета структуры хранимого в них фонда данных.

Если общая архитектура АБД дает представление об особенностях его функционирования, то детальное построение должно обеспечить требуемые качественные и количественные характеристики функционирования.

Детальное построение АБД осуществляется на каждом ярусе обработки данных, соответствующем определенному уровню принятия решений. Принципиальная схема одного из ярусов АБД для обувной промышленности в простейшем виде приведена на рис. 6.2. В ней выделяются пять составных подсистем: ввода, баз данных, внутрибанковских расчетов, вывода и административно-диспетчерской службы.

Выделение первых четырех подсистем обуславливается технологической последовательностью обработки информации в АСУ. Пятая является не только основным звеном, связывающим первые четыре подсистемы, но и осуществляет интеграцию процессов принятия решений с информационными потоками.

Каждая из первых четырех подсистем содержит три одинаковых блока: функционально-оперативный, преобразования информации и памяти. Но функции, выполняемые этими блоками, в разных подсистемах различные. Выделение блоков связано как с процессами преобразования информации, так и с управлением этими процессами.

Административно-диспетчерская служба АБД выполняет функции управления совместной работой подсистем ввода, расчетов, вывода и системы баз данных при преобразовании информации, необходимой для принятия решений; совмещения процессов преобразования информации с процессами принятия решений.

Подсистема ввода АБД выполняет следующие функции с использованием, при возможности, безбумажной технологии:

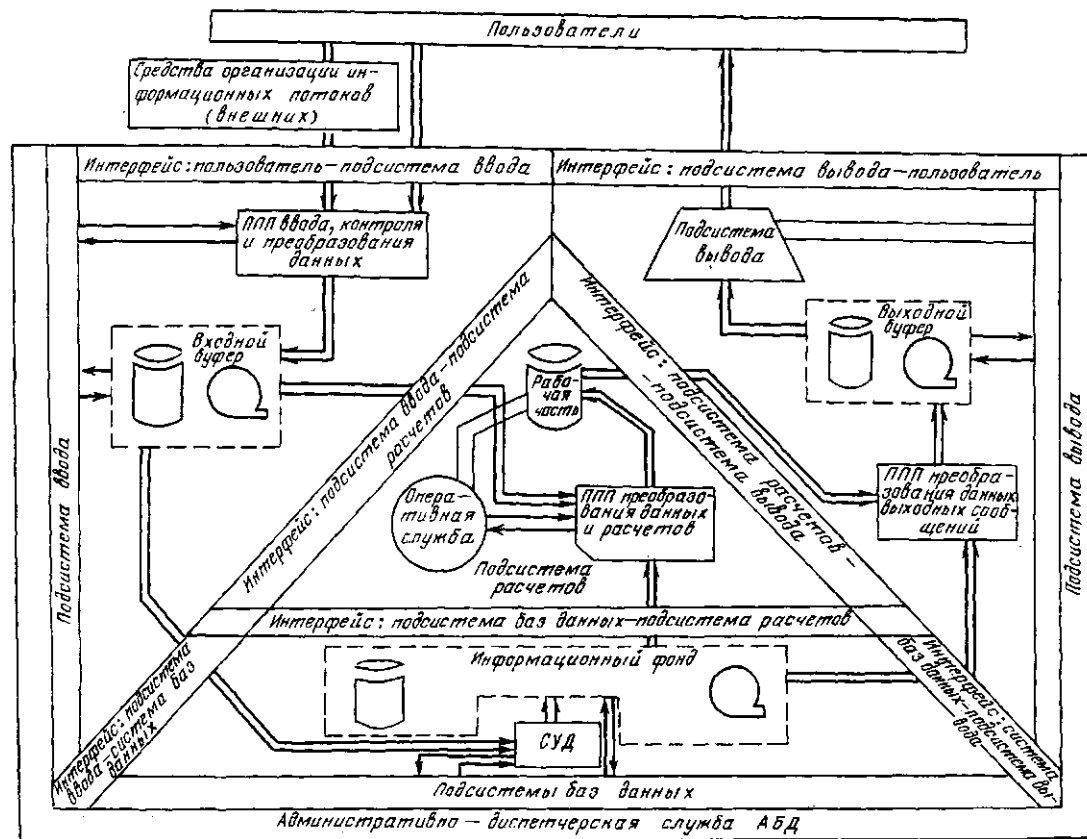


Рис. 6.2. Принципиальная схема яруса АБД

ввода, контроля и первичного запоминания поступающей от внешних источников информации, используемой в процессе решения задач АСУ; ввода и первичной обработки заданий на преобразование информации и осуществление расчетов; ввода и первичной обработки запросов на оперативный поиск и вывод экономической информации.

Подсистема расчетов АБД предназначена для преобразования информации, связанной с решением задач АСУ. Основу подсистемы составляет универсальный блок преобразования математического обеспечения, в функции которого входят: анализ внутрисистемных задач, подлежащих решению; формирование массивов информации, ориентированных на технологию решения внутрисистемных и внесистемных задач; генерация рабочих программ из программных модулей; организация и осуществление решения внутрисистемных задач, преобразования информации перед выводом из системы.

Подсистема вывода АБД рассчитана на выдачу информации функциональным службам АСУ и внешним потребителям. Блок преобразования подсистемы выполняет функции, связанные с подготовкой, высвечиванием на дисплее и печатанием, при необходимости, выходных документов, выводом информации на технические носители, передачей информации по каналам связи или на средства отображения.

БД является технологической подсистемой, выполняющей функции накопления, хранения, обновления, поиска технологической информации, поступающей от внешних источников через подсистему ввода или из подсистемы расчетов. БД служит хранилищем данных коллективного пользования, осуществляющим сбор, накопление, хранение информации и обеспечение ею пользователей — функциональных звеньев отраслевой АСУ по поступающим запросам.

Практическое использование БД состоит в том, что по кодированному запросу (шифру обуви) можно предварительно ознакомиться на экране с готовой технологической информацией. Ее получают в напечатанном виде, например оптимальную схему раскроя, перечень процессов производства (маршрут), перечень выбранного оборудования, нормативы выполнения операций и др. Появляется также возможность использовать эту технологическую информацию в таких программированных устройствах, как автоматы для раскроя, вводя в них сведения о контурах деталей, ассортименте, оптимальных схемах раскроя и др.

В этом случае появляется прогрессивная возможность объединения подготовки производства с процессом изготовления обуви, многократного использования одной и той же информации без ее дублирования и искажения.

Если в начале проектирования (см. схему) не получено готового технологического процесса, то составляют модель

решения задачи и используют четвертый, пятый и шестой уровни. Опыт функционирования обувных предприятий показывает, что схема технологического процесса раскроя большинства материалов на детали верха обуви примерно одна и та же и состоит из следующих этапов:

— I. Подготовка материала к раскрою.

II. Раскрой.

III. Контроль качества, оценка результатов работы.

Составленный по этой схеме наиболее полный вариант технологического процесса включает обычно следующие операции:

- 1) контроль количества и качества поступивших материалов;
- 2) составление заданий раскройщикам;
- 3) подготовка производственных партий материалов каждому раскройщику;
- 4) разработка и реализация рационального рабочего места раскройщика, оптимальных схем раскроя;
- 5) подготовка производства и обеспечение его необходимым инструментом.
- 6) раскрой материала и комплектование партий деталей;
- 7) контроль качества выкроенных деталей;
- 8) обработка деталей верха (например, клеймение реквизитов и др.);
- 9) учет, хранение, транспортировка и передача деталей в сборочные цехи.

В зависимости от вида деталей и раскраиваемых материалов, объемов производства и конкретных особенностей каждого предприятия от указанной общей схемы по этим критериям отсеивают ненужные элементы. Например, научную организацию рационального рабочего места закройщика, изготовление инструмента, выбор оптимальных схем раскроя ежедневно не меняют, а реализуют один раз и проводят корректировку при необходимости только при смене ассортимента.

Составляют рациональный вариант операционной технологии, при разработке которого необходимо учесть особенности отдельных видов обуви.

Каждая партия кож или других материалов, поступающая на фабрику, должна подвергаться выборочному лабораторному испытанию на соответствие государственным стандартам. Затем кожи поступают на подсортировку для правильного комплектования раскройной партии по признакам:

1. Сорт и площадь. С учетом влияния фактора площади W кожи на ее использование P для выкраивания больших деталей подбирают кожи большой площади и высших сортов. Кож с большим числом пороков раскраивают на мелкие детали обуви.

Этот принцип подбора хорошо иллюстрирует формула, описывающая использование кож:

$$P = Y - (O_k + O_{м.д}) - O_c = Y - \frac{39}{\sqrt[4]{W}} - \frac{ba}{10},$$

где P — использование кож для верха обуви, %; Y — укладываемость; O_k — отходы краевые; $O_{м.д}$ — отходы кож модельные дополнительные; O_c — отходы по сортности; W — фактор площади; $W = A/a$, где A — средняя площадь кожи; a — средняя площадь выкраиваемой детали; b — число штрафных баллов, определяющих сортность кожи.

Первый тезис о необходимости подбора крупных кож для выкраивания относительно больших деталей можно обосновать с помощью анализа влияния на процент использования второго члена предыдущего уравнения:

$$\frac{39}{\sqrt[4]{W}} = \frac{39}{\sqrt[4]{\frac{A}{a}}}.$$

Так, при выкраивании деталей большой площади по сравнению с ранее производимыми увеличивается a . Следовательно, отношение A/a уменьшается, т. е. уменьшается знаменатель дроби $\frac{39}{\sqrt[4]{W}}$, а сама дробь растет и уменьшается P , так как от Y отнимается большая величина. Для достижения требуемого P , создания одинаковых условий для всех раскройщиков, необходимо при росте a увеличивать A , тогда результаты раскроя будут стабильны и будут зависеть не от выгодного или невыгодного ассортимента, а от способностей закройщика. Увеличение a влияет на величину и третьего члена уравнения для нахождения P ($ba/10$). При росте a увеличиваются числитель и вся дробь, большее отнимается от Y и уменьшается P . Для компенсации увеличивающихся отходов по сортности (при выкраивании крупных деталей труднее «обходить» участки кожи с пороками) для раскроя следует подбирать партию кож высших сортов с меньшим b . Тогда увеличение a компенсируется уменьшением b и P остается стабильным.

② Толщина кожи, равная или большая толщины детали.

③ Оттенки (для цветных кож), одинаковый рисунок мерей или лицевой поверхности искусственных кож.

Раскройщик, получив партию кож, проводит дополнительную их подкомплектовку, чтобы сначала раскроить лучшие кожи на наибольшее число ответственных деталей. При раскраивании цветных кож это необходимо для того, чтобы детали одного комплекта, выкроенные из разных кож, не различались по цвету.

Раскройщик за смену выкраивает примерно 2000 деталей и при этом более 1000 раз сменяет резак, поэтому на производительность труда значительное влияние оказывает рациональность устройства рабочего места. При рациональном устройстве рабочего места наиболее часто используемые резаки находятся в зоне раскроя; все резаки всегда лежат на одном и том

же месте, чтобы не приходилось разыскивать необходимый резак; освещенность рабочего места не менее 300 лк; доставка кож на рабочее место, транспортировка деталей на склад и другие подсобные операции механизированы.

Выкраивание деталей может производиться на колодах (подушках) из древесины твердых пород, например из буковых плашек, поставленных на торец, на колодах из прессованного картона, также поставленных на торец, пластмассовых колодах или плитах из чугуна со стальной или алюминиевой накладкой с текстильной изолирующей пленкой. Наиболее чистый гладкий урез получается у деталей, выкроенных на металлических плитах, а также на плитах, состоящих из трех слоев: средний слой спрессованный из отходов кож, наружные — из пластмассы.

При работе на старом оборудовании, у которого трудно достичь необходимой параллельности плиты и ударника, а также при большой разнице резаков по высоте обычно используют колоды, а не металлические плиты. Чем крупнее выкраиваемые детали, тем труднее применять плиты, так как крупные резак сильно деформируются.

При раскраивании на металлических плитах особое значение приобретает исправность резачного хозяйства, которое проверяется по признакам: 1) соответствие размера лезвия размеру шаблона; 2) соответствие высоты резака требованиям технических условий; 3) соответствие угла заточки резака требованиям технических условий; 4) степень остроты лезвия или его притупления; 5) отсутствие трещин и щербин; 6) твердость лезвия.

Шаблон, наложенный на лезвие, может иметь при периметре резака до 300 мм зазор или перекрытие до 0,4 мм, при периметре 300—500 мм — 0,6 мм, при периметре 500—1000 мм — до 1 мм. Проверка резаков на ряде фабрик показала, что примерно 70—80 % резаков соответствуют требованиям технических условий, а в отдельных случаях отклонения по длине или ширине резаков достигают ± 1 мм, а иногда и более.

Зазор между лезвием резака и поверхностью плиты при вырубании деталей верха с периметром до 100 мм не должен превышать 0,2 мм.

Угол заточки резака влияет на усилие резания, расход материалов и качество среза. Большие углы заточки повышают усилие резания, ухудшают качество среза, приводят к перерасходу материалов.

По техническим условиям при раскраивании деталей верха обуви на деревянной, пластмассовой, спецкартонной плитах рекомендуется поддерживать угол заточки резаков 20—23°, на металлических — 30—32°. Измерения, проведенные на фабриках, показали, что пределы колебания угла заточки фабричных резаков обычно соответствуют требованиям технических условий.

Резаки для деталей периметром более 800 мм должны быть

снабжены поперечными распорками для уменьшения их деформации и получения деталей стабильных размеров. До заточки лезвия резаки закаливают до твердости 40—50 HRC (ее определяют прибором ПМТ-3).

В настоящее время изготавливаются резаки из ленточной стали, предварительно заточенной методом холодной гибки.

Применяются также комплектные и многодетальные резаки для группового раскроя, например, на ремешки для сандалий, что способствует увеличению производительности труда, уменьшению или ликвидации межмодельных отходов.

Чтобы использовать комплектный резак для выкроя сразу всех деталей одной полупары (при этом отсутствуют межмодельные мостики), необходимо разрабатывать детали с совместимыми контурами, образующими вместе прямоугольный блок. Отходы кожи, а для босоножек целые кожи, раскраиваются на ремешки резаками со спиральным лезвием. Вырубленные из кожи спирали вытягивают в прямые ремешки, которые используют для плетения союзок.

Выкраивание деталей верха обуви из натуральной и искусственной кожи производят на прессах ПВГ-8-2-О (с автоматически поворачивающимся ударником) и ПВГ-8. На предприятиях работает также незначительное количество гидравлических прессов № 13005 объединения «Текстима» ГДР и 06102/P1 и P2 (ЧССР). Возможная производительность прессов около 4,5 тыс. кожаных деталей в смену, но обычно она составляет 2,5 тыс.

Разработаны конструкции прессов для работы сидя. Для выкраивания деталей из многослойных (24 слоя) настилов текстильных материалов применяется пресс ПТГ-12-О (с автоматически поворачивающимся ударником). Пресс ПОТГ-20-О имеет устройство для подачи настила из текстильных материалов в зону раскроя. Пресс ПОТГ-40-О используется для разрыва текстильных настилов и раскроя мягких искусственных кож.

Раскрой выполняют иногда и с помощью пилы с ленточным ножом ЗЛ-ШВ-1, имеющей электромагнитный ловитель ленты и характеризующейся производительностью 1000 пар деталей подкладки в час.

В условиях крупного производства рекомендуется также применять пресс 06005/3 (ЧССР), состоящий из двух прессов 06005/1 с одним рабочим столом и имеющий механизм подачи настила. На этом прессе можно раскраивать настил ткани по всей ширине без его перемещения. Усилие прорубания 100 кН. Изготовлена установка для автоматического выкраивания голенищ из рулона кирзы, в которой предусмотрены точная шаговая подача материала, удаление вырубленных деталей и отходов.

Процесс раскроя искусственных кож с ПВХ-покрытием хорошо поддается совмещению с операциями сварки краев, тисне-

нию с наложением пленочных украшений другого цвета. Для этого применяют прессы ПГС-3 с высокочастотным генератором.

6.3. ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РАСКРОЯ РУЛОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Общая схема процесса раскроя рулонных материалов в обувном и кожгалантерейном производстве примерно одинакова и включает подготовку материала, раскрой его, обработку деталей.

В зависимости от указанных факторов конкретный вариант технологического процесса komponуют из групп следующих операций:

1. Прием поступившего на фабрику материала, контроль его качества.

2. Подготовка настила для многослойного раскроя или обеспечение рулонного питания прессов. Этот процесс может быть объединен с контролем качества материала.

3. Расчет оптимального задания на раскрой.

4. Раскрой материала с проведением работ по организации рационального рабочего места и определение оптимальных схем раскроя.

5. Обработка деталей (при необходимости).

6. Контроль качества, хранение, транспортировка и передача деталей в сборочные цеха.

При проектировании процесса раскроя тканей и искусственных материалов в кожгалантерейном производстве следует учитывать некоторые особенности, связанные с большими размерами деталей (по сравнению с обувными), меньшими требованиями к точности этих размеров, отличиями в свойствах материалов, более правильными геометрическими формами деталей многих изделий и др.

Замеры показали, что трудоемкость операций раскроя составляет до 20 % в общем процессе производства кожгалантерейных изделий, поэтому особое внимание следует уделить выполнению первых двух групп операций: прием поступивших материалов и подготовка настила для многослойного раскроя. Необходимо обеспечить и рациональную организацию рабочего места раскройщика.

В этих двух первых подготовительных группах операций выделяют такие, как определение длины и ширины ткани, контроль качества, комплектование производственной партии рулонов в соответствии с заданием на раскрой, подготовка многослойных настилов или загрузка их в рулонодержатели с заправкой полотен в подающий механизм.

С целью экономии трудовых ресурсов целесообразно одновременно с формированием настила проводить контроль качества и размеров материала. Это осложняется тем, что ткани и

искусственные кожи не имеют стандартной длины, в одном рулоне встречается несколько кусков, наблюдаются значительные колебания ширины, разнооттеночность лицевого слоя, неровное наматывание полотна на нестандартные деревянные оси.

Кроме того, имеющиеся настилочные машины не все приспособлены для одновременного контроля качества, поэтому необходимы участки для подготовки рулонов к раскрою.

Созданы машины МПА-А для перемотки рулонов (производительность до 150 рулонов в смену), для измерения и контроля качества материала на базе фотодатчиков, для автоматического выравнивания боковой кромки материала в рулоне (МР-1).

Наиболее прогрессивным считается способ формирования настила параллельно с раскромом с помощью рулонных приставок, с которых материал сматывается и подается в зону раскроя.

Однако, если наблюдается значительная разнородность свойств материалов рулона, применяется и последовательный способ настилки с предварительной подготовкой настила на специальных столах. Наиболее прогрессивную, рулонную, подачу чаще всего применяют при раскроме на траверсных прессах или ротационных машинах 8—12 слоев искусственных кож. Это связано с тем, что при таком небольшом числе слоев возможно компактно разместить рулоны в держателях пресса, а усилие, необходимое для сматывания из рулона и подачи материала в зону раскроя, не вызывает существенных деформаций относительно жесткой искусственной кожи и не влияет на точность размеров выкроенных деталей.

При рулонной подаче сначала проводят подготовку рулонов, затем устанавливают их в рулонодержатель, заправляют все слои материала в подающий механизм и направляют начало готового настила в зону раскроя. В рулонодержателе РЦ-12 рулоны располагаются вертикально в два ряда, причем у всех 12 рулонов выравнивают один край. При монтировании дополнительного приспособления можно работать с 25 рулонами.

В обычно применяемых прессах ПОТГ-20, ПВГ-18, ПВ-38, ПТК-25 для подачи материала из рулонов используют устройство МВЦ-1, а для прессов с выдвижной плитой — устройство МЦД-1. Передвинуть настил за один ход возможно до 1350 мм, при максимальном тяговом усилии 2500 Н скорость подачи составляет до 0,5 м/с, причем допустимое предельное смещение слоев может достигать до 0,5 мм.

Считается, что дальнейшее совершенствование подачи материала будет связано с использованием пневмопривода для захвата и фиксации настила.

Припуск на длину настила обычно составляет более 20 мм (1—2 % площади материала), а краевые отходы — 3—5 мм. Последние во многом зависят от высоты настила (числа слоев), жесткости материала и угла заточки резак. Обычно при тол-

щине материала $0,55 \pm 0,05$ мм число слоев в настиле принимают 10—14, при $1 \pm 0,2$ мм — 8—12, а при $1,75 \pm 0,25$ мм — только 6—10 слоев.

В зависимости от числа слоев в настиле и жесткости материала усилие выкраивания обычно колеблется от 30 до 75 Н/мм длины лезвия резака.

С целью повышения производительности труда и использования площади материала рекомендуется использовать комбинированные резаки, в которых реализовано совмещение нескольких деталей по оптимальному варианту.

Возможная площадь комбинированного резака рассчитывается по формуле

$$S = \frac{P t_{\text{ц}} S_{\text{кп}}}{n (T_{\text{см}} - \Sigma t_{\text{вс}})},$$

где P — производительность прессы (число циклов раскраивания за смену); $t_{\text{ц}}$ — время одного цикла вырубания; $S_{\text{кп}}$ — площадь одного комплекта деталей; n — число слоев разрубаемого материала; $T_{\text{см}}$ — длительность смены; $\Sigma t_{\text{вс}}$ — суммарные затраты времени на вспомогательные и организационные работы.

Опыт работы показывает, что применение комбинированных резаков повышает использование площади материала на 1,8 % по сравнению с резаками для одной детали.

После проверки качества несколько кусков ткани укладывают в настил на стол длиной 7—10 м. Некратные длине настила куски рулона ткани собирают и в конце смены из них делают настил меньшей длины (около 1 м).

На ряде предприятий внедрена настилочная машина, укладывающая материал, в которой есть счетчик числа слоев в настиле до 100; высота настила до 50 мм, длина от 2 до 8 м.

Настилочная машина другого варианта (ЦПКТБ, Москва) изготовлена как часть вырубочного прессы. Она выравнивает с помощью фотореле одну сторону настила и подает его на стол прессы. Используется также машина 06071/P1 (ЧССР) со скоростью движения настилающей каретки 80 см/с.

Число слоев в настиле (20—60) зависит от толщины и плотности ткани, возможностей вырубочного оборудования, требуемой точности формы детали, характера поверхности ткани (гладкие соскальзывают) и других факторов. На прессе ПТГ-12-О формируют настилы до 24 слоев. Число слоев для облегчения комплектования должно быть кратным двум, так как для одной пары обуви обычно необходимы четыре детали подкладки.

При раскрое на электрической пиле с ленточным ножом (этот способ заменяется разрубом на прессах) обычно на верхний слой ткани с помощью шаблонов или трафарета наносят разметку, которая уже ширины ткани на 12—20 мм, так как возможно неточное совмещение слоев и у ткани есть кромка.

по фактуре отличающаяся от основного полотна. Для удобства работы настил предварительно разрезается ленточным ножом ЭЗМ-2 на делюжки длиной до 1 м. Для этого в трафарете следует оставлять специальный межшаблонный мостик 4—5 мм. При раскрое ткани на прессах настил на делюжки не делят, а сшивают или скрепляют по краю для предупреждения сдвига слоев ткани.

Проводятся работы по созданию автоматических установок для раскроя искусственной кожи.

Качество деталей для верха обуви контролируется по следующим признакам:

1. Линейные размеры деталей. Допускается отклонение линейных размеров от контрольных шаблонов на ± 1 мм. Обычно этот допуск на фабриках выдерживается на 96 %. При многослойном раскрое ткани на прессе отклонения при нестабильном технологическом процессе могут достигать 4—5 мм, но все равно они меньше, чем при раскрое с помощью пилы.

2. Качество срезов и оттисков, гофр и наколок.

3. Толщина деталей. Обычно на фабриках соблюдаются требования государственного стандарта к толщине с небольшими отклонениями. Разница в толщине сторон деталей допускается для обуви из юфти не более 0,3 мм (в голенищах сапог 0,5 мм). Рекомендуется детали верха выравнять по толщине.

4. Тягучесть и жесткость. Топографический участок, из которого должна быть выкроена деталь, проверяется органолептически и отмечаются те детали, которые требуется усилить межподкладкой. Жесткость при растяжении деталей рабочей обуви из юфти должна быть выше 600 Н, из кожи хромового дубления — не менее 300 Н. В то же время изготавливается обувь с верхом из эластичных кож, жесткость которой не нормируется.

5. Наличие дефектов. Органолептически проверяется соблюдение норм стандартов, парность деталей по цвету, мере, плотности, тягучести (с помощью прибора мернметра — грайнметра).

6. Качество обработки деталей. Проверяется в соответствии с утвержденными на фабриках технологическими картами.

6.4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ РАЗРУБА МАТЕРИАЛОВ НА ДЕТАЛИ НИЗА И ОБРАБОТКА ДЕТАЛЕЙ

При проектировании технологического процесса в вырубочном цехе соблюдают общие принципы, описанные в разделах 6.1, 6.2.

Опыт работы обувных предприятий показывает, что общая схема технологического процесса разруба не имеет большого числа вариантов. Так, на четвертом этапе проектирования (см. схему) наиболее часто встречающаяся схема включает:

1) подготовку материалов к разруб; 2) вырубание деталей низа обуви; 3) обработку деталей, контроль качества; 4) хранение, транспортировку и передачу комплектов деталей в сборочные цехи.

В зависимости от вида материала, ассортимента обуви, требований к ней, объема продукции, конкретных технических характеристик производства в эту схему могут быть внесены изменения, например исключена обработка деталей низа.

После выбора по указанным критериям схемы составляют рациональный технологический процесс и определяют параметры операционной технологии изготовления деталей каждого наименования.

Обычно проводят следующие операции: приемку от поставщиков материалов, контроль их качества; измерение площади кож; составление задания на разруб; подбор производственных партий кож для разруба и сам разруб; комплектование и счет деталей низа на рабочем месте вырубщика; контроль качества вырубленных деталей; обработка деталей низа и контроль качества.

При приемке материалов проверяют их качество, площадь, сортность и толщину (категорийность) согласно накладной. На бахтарме кожи несмывающейся краской должны быть четко проставлены площадь, сорт, категория, марка завода и дата выпуска. При расхождении между данными накладной и фактическими составляют акт и направляют рекламацию поставщику. При этом из каждой партии кож отбирают пробу из стандартной точки и определяют показатели, которые должны соответствовать требованиям государственного стандарта. В случае недопустимых отклонений также предъявляют рекламацию поставщику.

Измерение площади кож ведет поставщик на машинах ЭМИК-1, ПММ, ПМ-3, а проверяет обувная фабрика. При этом показания суммы площадей кож в партии не должны иметь существенных отклонений. В отдельных кожах допускаются отклонения в пределах $\pm 2\%$.

Задания на разруб составляют для каждого рабочего с применением комбинаций деталей разных размеров и различного вида (подошв, набоек) с целью повышения процента использования материала по площади и по толщине. Созданы программы по определению оптимальных заданий вырубщикам.

Подбор производственных партий кож для разруба ведется в соответствии с рассчитанным заданием с учетом требований по площади и толщине. При этом соблюдают следующее основное правило комплектования. Партию подбирают по признаку однородности: выбирают кожи одного вида (желательно одного завода), одной категории, одного сорта и назначения, если это возможно, а если невозможно, то с наименьшими отклонениями. Это связано с тем, что при специализации по разрубку мате-

риала одного вида у рабочего вырабатываются определенные приемы и навыки, способствующие повышению производительности труда и улучшению использования материала.

Число кож, подаваемых одновременно на рабочее место (на всю смену и часть ее), зависит от имеющегося запаса материалов.

Для повышения производительности труда должно соблюдаться общее правило: число резакон у одного рабочего должно быть как можно меньше, тогда меньше требуется времени на замену инструмента.

Другие материалы также подбирают в партию по однородности: обувную нитроискожу — Т одинаковой ширины и одного назначения; резиновые пластины и картон одних толшины, размеров, назначения, сорта и цвета. При больших отклонениях, например, размеров листов резины их нужно подкомплектывать в партии с более близкими размерами. Обувную нитроискожу — Т раскраивают из настила в 8 слоев (число слоев может быть другим, но кратным двум) длиной не менее 5 м, слои обычно скрепляют специальными зажимами для предотвращения их сдвигания относительно друг друга. Детали самых больших размеров рекомендуется укладывать вдоль настила для увеличения использования материала.

Разруб материалов рекомендуется производить сквозной, т. е. один рабочий должен полностью разрубать весь материал.

Перед началом работы следует смазать и проверить пресс, отрегулировать расстояние между колодой и траверсой так, чтобы резак входил в колоду не более чем на 1 мм. Колоду надо проверить, чтобы не было выемок глубиной больше 3—4 мм.

Время на разруб (чистое время работы ударника) составляет не более 1 с на деталь, т. е. если бы не было затрат времени на подсобные операции, то можно было бы вырубить 20—30 тыс. деталей в смену. Но в связи с тем, что много времени затрачивается на подсобные операции, на вырубку пары деталей уходит более 7 с. Поэтому особое значение имеет правильная организация рабочего места, при которой сокращаются затраты времени на подготовку к разрубам.

Принцип подготовки и организации рабочего места вырубщика такой же, как при создании рабочих мест раскройщика: как можно меньше лишних движений рабочего. Ближе к зоне вырубкы располагают те резакон, которые используются чаще. Резакон для вырубкы мелких деталей размещаются на шкафутумбочке справа от рабочего. Резакон для вырубкы подошв и стелек раскладывают на полочке веерообразно, левые — слева, правые — справа. Все они должны быть уложены всегда в одном и том же порядке. На задний подъемный стол пресси укладываются кожи на полусменное задание. Рекомендуется механизировать подачу кож и резакон на рабочие места. На рабочем столе должна быть высокая освещенность (не менее 300 лк).

Для подготовки к последующим операциям сборки и улучшения эксплуатационных свойств детали низа подвергают обработке. Выравнивание деталей по толщине облегчает последующую их сборку. Оно выполняется на машинах ДН, НДВ и 05095/Р1 с производительностью соответственно 1100, 1250, 1100 пар в час. Указанные машины мало отличаются друг от друга. Агрегат АСП-5 служит для выравнивания деталей по толщине, шлифования лицевой поверхности и бахтармы, удаления пыли, а агрегат АСП-6 — для двоения, спуска краев и взьерошивания кожаных подошв (производительность примерно 5 тыс. пар обуви в смену).

Клеймение производится на машине НИВ (производительность 1250 пар детской обуви в час).

В соответствии с типовой технологией размер вырубленных деталей сравнивается с соответствующими размерами контрольного шаблона, наложенного на лицевую сторону детали. Отклонения линейных размеров детали от шаблона должны составлять не более $\pm 0,5$ мм. По толщине отклонения могут быть в пределах $\pm 0,25$ мм, разрешается разница в толщинах однотипных деталей до 0,5 мм.

Зная эти общие поля допусков, можно обоснованно выбрать контрольный инструмент. В технике считается допустимым, если ошибка измерения составляет до 20 % от поля допуска. Из этого следует, что при поле допуска по толщине 0,5 мм ошибка измерения может быть 0,1 мм, т. е. она должна находиться в пределах $\pm 0,05$ мм. В свою очередь при поле допуска линейных размеров деталей до 1 мм ошибка измерения должна быть менее 0,2 мм, или $\pm 0,1$ мм. Из этого следует, что для измерения длины и ширины деталей необходимо применять контрольный инструмент, позволяющий замерять величины до 0,1 мм, а при определении толщины 0,05 мм таким требованиям отвечают толщиномер с индикатором часового типа со шкалой 0,1 и 0,05 мм, штангенциркули, микрометры и др.

6.5. ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА ДЕТАЛЕЙ НИЗА ОБУВИ

Предварительная обработка деталей низа имеет следующие преимущества:

- сокращаются припуски на обработку деталей вследствие устранения фрезерования уреза прикрепленной подошвы. Площадь подошв уменьшается на 0,5—1,5 % (по некоторым данным до 7 %);

- снижается трудоемкость изготовления обуви в результате уменьшения числа операций и применения высокопроизводительных автоматов для обработки пачки подошв;

- повышается качество обуви вследствие более точного соблюдения размеров контура следа и подошв. Хотя при этом

усложняется и удорожается производство, создаются условия для превращения обувных фабрик в сборочное производство и внедрения автоматических и полуавтоматических линий по подготовке узлов и деталей.

Опыт работы предприятия показывает, что для производства обуви с предварительно обработанными деталями необходимо прежде всего повысить требования к точности контура следа затянутой заготовки верха обуви.

Значительные колебания контура следа затянутой заготовки верха обуви вызваны следующими причинами:

- непостоянством размеров следа деревянных затяжных колодок из-за периодического изменения влажности атмосферы цеха и недостаточной точности полирования колодок при их изготовлении;

- неравномерностью толщины деталей заготовки верха и низа обуви. Если не производится выравнивания деталей по толщине, то влияют естественные колебания толщины кожи, которые в пределах одной кожи для верха обуви обычно составляют $\pm 0,3$ мм;

- различной степенью упрессовывания материала верха по грани затяжной кромки, которая может достигать 50 % первоначальной толщины.

Если размеры следа обуви значительно отклоняются от среднего, применяется его компенсация. Подошва изготавливается без пяточной части со скошенным задним краем, пяточная приставка к подошве или каблук также имеет скос. Компенсация размера следа по длине идет за счет большего или меньшего наложения приставки или каблука на подошву. Колебание размеров следа по ширине компенсируется за счет небольшой консольной части открытого края подошвы, выступающего за грань затянутой кромки.

Считается, что без компенсации можно работать, если колебания следа по длине не превышают 1,5 мм, по ширине 0,8 мм. Линейные размеры подошв не должны отклоняться от нормы больше чем на $\pm 0,25$ мм (ОСТ 17-12—83 «Обувь бытовая. Детали низа обуви»).

Опыт работы показывает, что при вырубании таких деталей нужно применять резак, изготовленные с высокой точностью. Колебания размеров колодок по ширине должны быть не более 0,4—0,5 мм и по длине 0,8—1 мм. Достичь этого легче всего при изготовлении колодок из пластмасс.

Предварительно обработанные подошвы должны быть изготовлены с очень большой точностью. В обуви на среднем или высоком каблуке размер узла, состоящего из подошвы и каблука, не должен отклоняться от нормы более чем на 1,5 мм.

Для повышения точности размеров контура подошвы при фрезеровании и отделке деталей низа необходимо применять машины, работающие с шаблоном.

Следует также уделить внимание повышению точности выполнения обтяжно-затяжных операций, правильному выполнению операций горячего формования.

На обувных предприятиях разработка технологического процесса производства обуви с предварительно обработанными подошвами ведется разными путями. Кожволоновые подошвы обрабатываются в пачках как на отечественном, так и на импортном оборудовании. Подготавливается выпуск обуви с кожноволоновыми подошвами, имеющими волнистый урез, который впоследствии не фрезеруется. Изготавливают обувь, пяточная часть подошвы которой имеет спуск на нет и заходит на пластмассовый каблук. На обувных фабриках обрабатывается полупарами конической фрезой узел кожаная подошва, склеенная с резиновым каблуком.

Технологический процесс производства обуви с применением предварительно обработанных пористых подошв имеет несколько вариантов.

Применяются узлы подошва — каблук, которые фрезеруются в полупарах, внедрен технологический процесс обработки пористой подошвы в пачках.

Внедрено производство девичьей обуви с узлом подошва — каблук из пористой резины, вырубленной резакон с волнистым профилем. Применяются высокоточные резаки для вырубания пористых подошв. После прикрепления подошв необходима лишь незначительная обработка их фрезой.

7. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

7.1. МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА СБОРКИ ЗАГотовок ВЕРХА ОБУВИ

В настоящее время последовательность операций обработки и сборки деталей верха обуви в виде маршрута и набора технологических карт создается на основе типовых методик, разработанных Центральным научно-исследовательским институтом кожевенно-обувной промышленности (ЦНИИКП) и Украинским научно-исследовательским институтом кожевенно-обувной промышленности (УкрНИИКП) с использованием и обобщением опыта передовых предприятий. В основу наиболее часто используемой методики заложен прием проектирования технологического процесса по чертежу изделия. При этом предусматриваются после сбора и изучения всех необходимых исходных материалов для проектирования (стандартов, методик, ранее применявшихся технологических процессов и др.) три стадии проектирования технологического процесса:

1. Разработка схемы сборки заготовок верха обуви.
2. Создание схемы развернутого технологического процесса

обработки деталей заготовки, включающего составление последовательности операций (маршрут).

3. Составление операционной технологии (технологических и инструкционных карт).

На примере построения процесса сборки заготовки верха обуви проанализируем предлагаемую методику.

После сбора и изучения государственных стандартов на соответствующие изделия подготавливается чертеж деталей верха и заготовки, подбираются и изучаются стандарты и технические условия на применяемые материалы, имеющиеся методики обработки и сборки аналогичных изделий и все другие необходимые материалы. К этой стадии проектирования должен быть уже готов чертеж заготовки и деталей верха, а также должна быть собрана первая контрольная модель.

Необходимость подготовки первой заготовки верха обуви до начала проектирования технологического процесса ее изготовления объясняется тем, что процесс проектируется для массового изготовления заготовок, а одну-две (несколько) может собрать мастер высокой квалификации.

На фабриках чертеж заготовки верха обуви изготавливается не всегда, поэтому кратко охарактеризуем его.

На чертеже в натуральную величину изображаются заготовка верха обуви с указанием базисных линий, а также все детали. Детали должны быть пронумерованы по спецификации:

№	Деталь	Число в полупаре
1.	Союзка	1
2.	Межподкладка союзки	1
3.	Язычок	1
4.	Боковинка	2
5.	Тканевая подкладка	1
6.	Кожаная подкладка под язычок	1
7.	Берцы	2
8.	Межподкладка	2
9.	Задний наружный ремень	1
10.	Межподблочники	2
11.	Кожаная подкладка под берцы	2

На чертеже деталей и модели наносятся все строчки, указывается их длина, кривизна и условно обозначаются процессы обработки.

На первой и второй стадиях разрабатываются схемы сборки заготовки верха обуви и схема развернутого технологического процесса. При этом исходят из следующих общих принципов, позволяющих достичь высокой производительности. Детали следует собирать в узлы, а затем отдельные узлы в заготовку, в первую очередь рекомендуется собирать узлы с наибольшим числом деталей, что предупреждает путаницу в одноименных деталях и потерю деталей (особенно при многопарном запуске). Последовательность сборки деталей в узел и далее узлов

в изделие должна быть такой, чтобы выполнение первых операций не затрудняло, а облегчало выполнение последующих. При этом нужно предусматривать как можно больше процессов, выполняемых на машинах с плоской платформой, так как на колонковых, рукавных машинах производительность труда ниже. Начало и конец строчки должны попадать на края деталей, лучше всего в затяжную кромку во избежание операции завязывания узлов. Соблюдение этих рекомендаций при безусловном выполнении требования государственных стандартов по качеству обеспечит создание высокоэффективного технологического процесса с минимумом затрат труда, времени и средств на производство.

Разработка схемы сборки заготовки верха обуви начинается с мысленного ее расчленения (по чертежу) на узлы и детали. Если узлов несколько, то рекомендуется первым отделять узел, имеющий наименьшее число контактов с другими узлами заготовки. Затем мысленно в узлах отделяют детали и записывают этот порядок. Так, в полуботинке будут выделены следующие узлы и детали:

I. Задний узел: кожная подкладка, задний наружный ремешок, межподблочники, берцы, межподкладка.

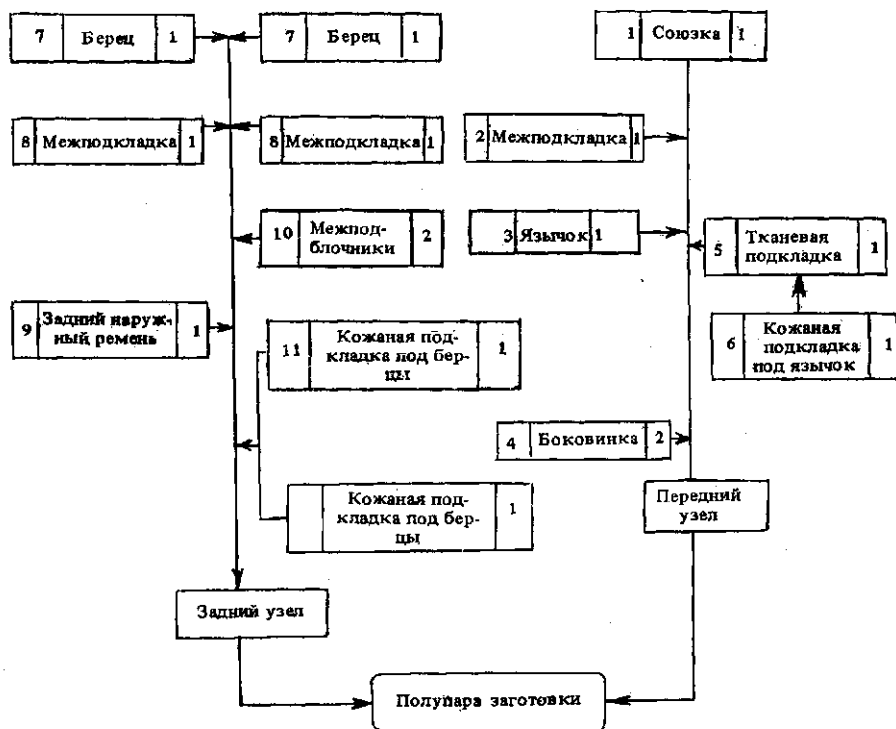


Схема 7.1. Схема сборки заготовки верха полуботинка

II. Передний узел: боковинки, тканевая подкладка, язычок, межподкладка, союзка.

Далее, следуя в обратном порядке по этим записям расчетов, составляют схему сборки (схема 7.1). В блоках схемы слева указан номер детали по спецификации на чертеже, справа — число деталей в полупаре. При этом следует проверить по спецификации чертежа, все ли детали вошли в схему.

Затем на основании схемы сборки заготовки строится схема развернутого технологического процесса, отображающая последовательность операций, в том числе и подготовительных к сборке (схема 7.2). Этим отличается схема развернутого технологического процесса от схемы сборки.

Процессы необходимо выбирать типизированные из утвержденной Минлегпромом СССР «Технологии производства обуви»

Таблица 7.1. Форма записи информации о маршруте

Операция	Вид работы (ручной, машинный)	Разряд рабочего	Норма выработки за смену	Оборудование			Вспомогательные материалы	
				Наименование	Количество			Наименование
					расчетное	резервное	общее	Расход

(М., ЦНИИТЭИлегпром, 1968—1981), в предисловии к которой указано, что предприятия могут для изготовления обуви в соответствии с утвержденными образцами применять те или иные сочетания технологических процессов в пределах данной типовой технологии. Информацию о маршруте оформляют в виде табл. 7.1.

Третья, последняя, стадия проектирования состоит в подготовке технологического процесса по форме, указанной в табл. 7.1, а также технологических карт изготовления изделий, которые служат основой для расчета необходимого числа рабочих, выбора оборудования, инструмента и т. д. для размещения потока на площади цеха.

Данные о технологических нормативах производства выбираются также из типовой технологии, в которой указано, что содержащиеся в типовой технологии нормативы на обработку и скрепление деталей, режимы увлажнения и сушки, тип и характеристика вспомогательных материалов, требования к полуфабрикату после обработки на соответствующей операции яв-

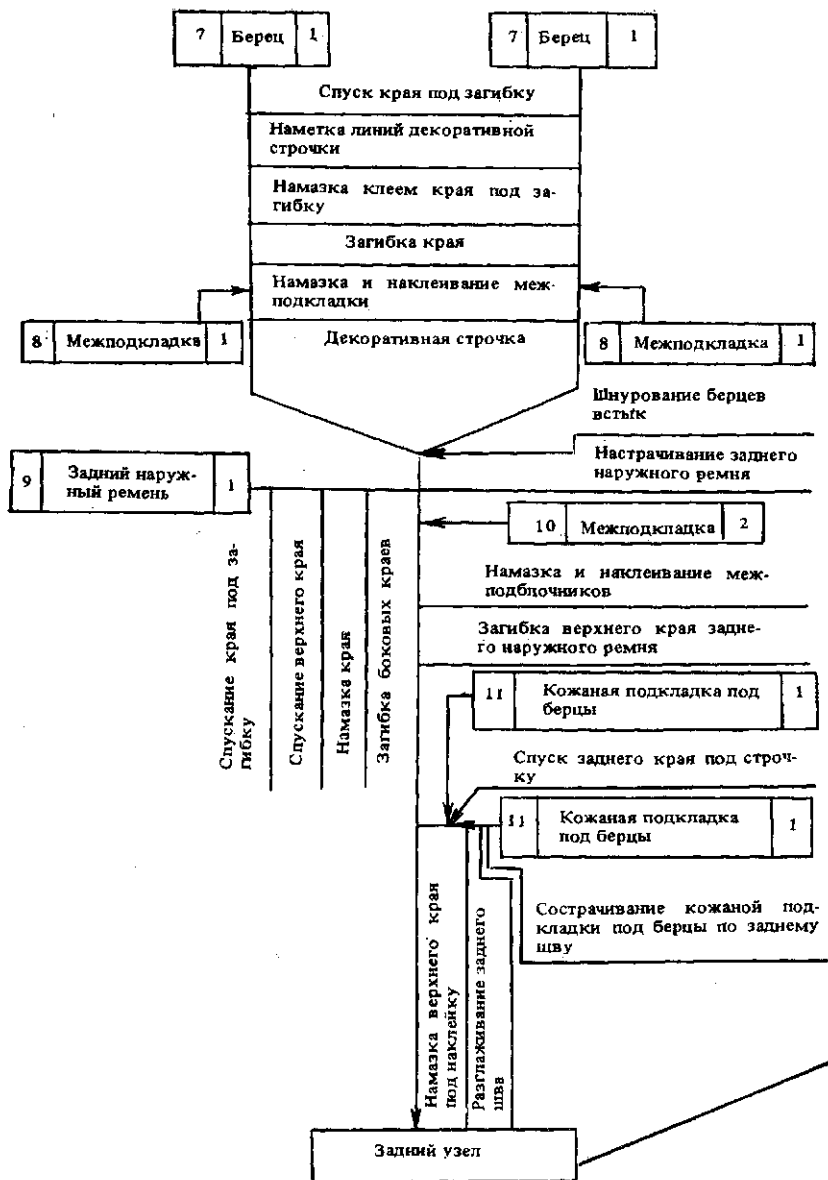
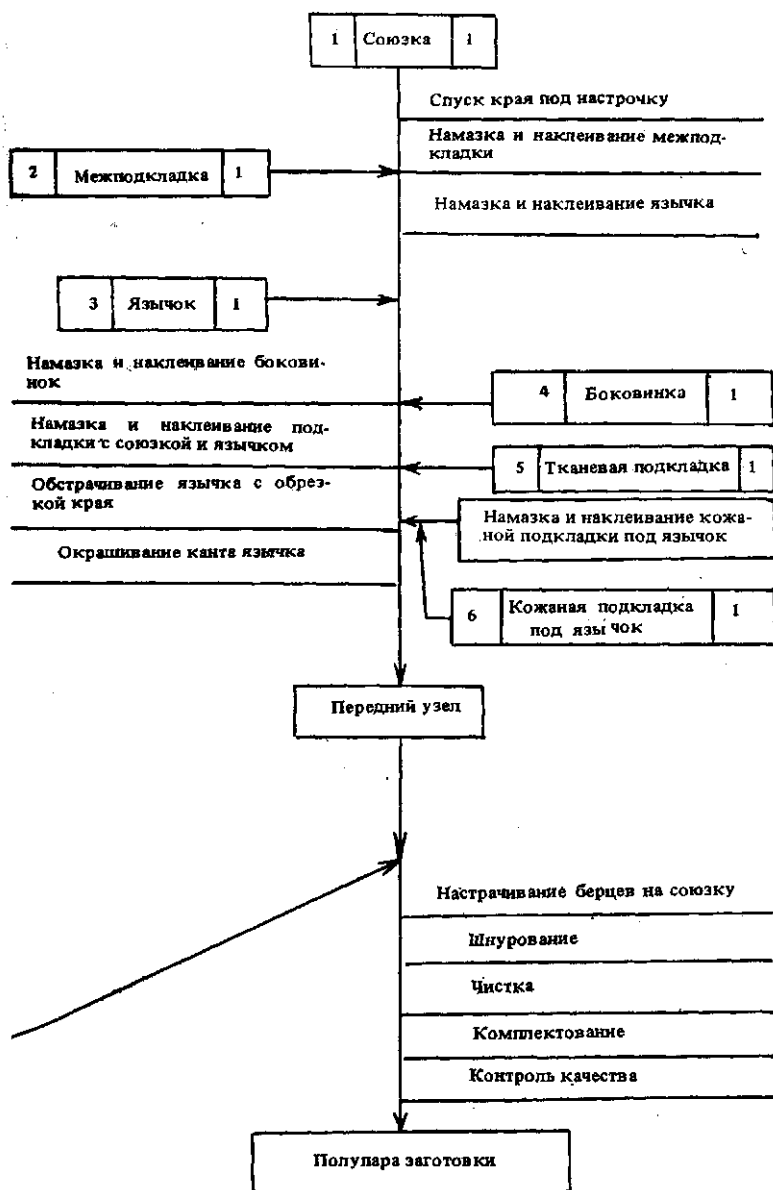


Схема 7.2. Схема развернутого технологического процесса сборки заготовки



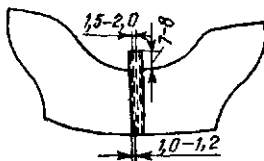
верха полуботинки

ляются обязательными для всех отечественных фабрик. При этом необходимо учитывать достигнутый передовой опыт предприятий, дополнительные рекомендации, имеющиеся в паспортах на новую технику.

Необходимые для расчета числа требуемого оборудования нормы принимаются по изданию «Типовые нормы времени (выработки) на операции сборки заготовок и обуви» (М., ЦНИИТЭИлегпром, 1970—1980), которые обязательны к применению на предприятии. Во введении к изданию указано, что если действующие на предприятиях нормы выработки будут выше норм выработки, приведенных в данном сборнике, то предприятия обязаны применять действующие у них нормы.

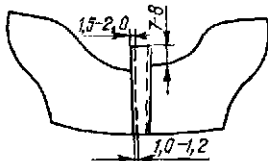
На основании технологической карты разрабатываются инструкционные карты, вывешиваемые на рабочих местах; они помогают контролировать правильность выполнения процесса. В инструкционных картах наряду с данными технологических карт описываются приемы выполнения основных операций (взять—положить), контрольные операции и др. Составляют план расстановки оборудования на площади цеха и окончательно уточняют необходимое количество оборудования, число операций с учетом транспортировки и хранения деталей и заготовок.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ОПЕРАЦИИ «НАСТРАЧИВАНИЕ ЗАДНЕГО НАРУЖНОГО РЕМНЯ»



Нитки хлопчатобумажные № 30, 40 иглы 4А, 4Б, № 90, 100
Машины 224 кл., 330 кл., 230 кл., 01231/Р2, 01153/Р2
Частота стежков 5—6 на 1 см

ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА ОПЕРАЦИИ «НАСТРАЧИВАНИЕ ЗАДНЕГО НАРУЖНОГО РЕМНЯ»



А. Задний наружный ремень накладывают бахтармой на задний шов деталей с ее лицевой стороны так, чтобы продольная осевая линия ремня совпала с линией шва, и пристрачивают двумя параллельными строчками с каждой стороны заготовки. Расстояние первой строчки от края ремня $1,1 \pm 0,1$ мм

для деталей толщиной от 1 до 1,2 мм), между строчками 0,8—1,5 мм (т. е. $1,5 \pm 0,35$ мм). Верхний край заднего наружного ремня должен выступать за верхний край берцов в заготовках с выворотным кантом на $1,75 \pm 0,25$ мм, в заготовках с накладным кантом на $7,5 \pm 0,5$ мм. Частота строчки деталей из полукожника и яловки хромового дубления $5,5 \pm 0,5$ стежков на 1 см, из шпорок хромового дубления 7 ± 1 .

Б. Нитки хлопчатобумажные в девять или двенадцать сложений № 30,

В. Швейные машины: 224 кл., 330 кл., 230 кл., 01231/P2, 01153/P2. Инструмент — ножницы. Иглы 4А, 4Б, № 90, № 100.

Г. Допустимые пороки: сваливание строчек с края деталей, совпадение двух смежных строчек или пропуск стежков с повторным креплением длиной менее 3 мм (ГОСТ 179—74).

Л. Толщина деталей (ГОСТ 179—74 приложение 1), мм: берцы из всех участков кожи, кроме пашин), задники мужской, мальчиковой обуви из яловки $1,1 \pm 0,2$; полукожника $0,95 \pm 0,3$; свиной кожи $1,05 \pm 0,45$, задние наружные ремни из чепрачной части яловки $1,25 \pm 0,25$; полукожника, выростка $1,1 \pm 0,4$.

Е. Норма выработки за 8 ч 387 пар, норма времени на 100 пар — 2,067 чел.-ч.

Проектирование поточно-группового бригадного метода сборки заготовок верха обуви имеет следующие особенности. На ряде фабрик применена бригадная форма, начисление премии рабочим производится с учетом коэффициента качества труда. При этом учитывают следующие показатели: ритмичность работы бригады, наличие претензий смежных цехов, наличие перевода продукции во II сорт и возвратов при проверке качества, состояние техники безопасности, состояние трудовой дисциплины и культуры производства, соответствие задания числу рабочих, выполняющих и перевыполняющих норму.

Решение назревших проблем расширения ассортимента обуви заключается в дальнейшем совершенствовании производства заготовок верха обуви, организации бригадного метода работы. На рис. 7.1 показана схема нового поточно-группового метода сборки заготовок верха обуви с нерегламентированным ритмом, с транспортирующим устройством, функционирующим в режиме диспетчер — оператор — диспетчер (ДОД). В этом случае при многоассортиментном выпуске рабочие, выполняющие большинство операций сборки заготовок верха обуви, объединяются в отдельные сборочные группы (бригады). Каждая

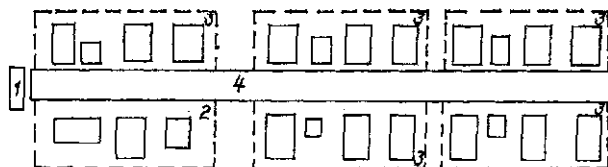


Рис. 7.1. Схема сборки заготовок верха обуви при бригадной организации труда:

1 — пульт запуска; 2 — группа специализированных машин; 3 — сборочные бригады; 4 — конвейер

сборочная бригада, как правило, собирает заготовки верха обуви определенной модели. Однако возможен вариант, при котором изготовление одной и той же модели может быть поручено исполнителям двух или более сборочных бригад.

Количественное соотношение ручных и машинных рабочих мест в каждой сборочной группе зависит от конструктивно-технологических особенностей моделей обуви. Эти соотношения меняются одновременно со сменой модели.

В одну отдельную группу комплектуются с целью лучшего использования высокопроизводительные специализированные машины, предназначенные для выполнения операций по обработке заготовок верха обуви всех или большинства изготавливаемых в потоке моделей (вставка блочков и крючков, выравнивание деталей по толщине, строчка выпуклых, переметочных, обметочных и окантовочных швов и т. д.).

При бригадном методе сборки заготовок верха обуви на потоке с нерегламентированным ритмом диспетчер, находящийся на пункте запуска, отправляет транспортную партию деталей для обработки на рабочее место. Отправление диспетчером и возвращение ему каждой транспортной партии происходит столько раз, сколько специализированных операций по обработке заготовки верха обуви данной модели надо выполнить. После выполнения всех специализированных операций транспортная партия один раз адресуется в соответствующую сборочную группу для выполнения операций, закрепленных за данной бригадой. Готовые заготовки верха обуви возвращаются на пункт запуска для комплектования.

В рассматриваемом варианте число адресований уменьшается по сравнению с обычным потоком типа ДОД на столько, сколько операций выполняет сборочная группа.

Анализ различных вариантов разработанных проектов заготовочных потоков с нерегламентированным ритмом при использовании поточно-группового метода позволяет сделать вывод, что эти потоки сохраняют все преимущества, которыми обладают потоки с регламентированным ритмом. Кроме того, появляются условия для многоассортиментного выпуска заготовок. Создание таких потоков не связано с необходимостью каких-либо крупных капитальных затрат. Внедрение потоков способствует повышению производительности труда, улучшению качества обуви. Однако при создании бригад добавочно требуется некоторое количество универсального оборудования (специально выделяемого в отделочную группу), требуется увеличить площадь цеха.

Для создания процесса производства, работающего по бригадному методу, проектируют, как описано в разделе 6.1, схему развернутого технологического процесса, маршрут. Подсчитывают необходимое число рабочих и количество оборудования, затем выделяют из созданного технологического процесса

бригады, в том числе и высокопроизводительного специального оборудования и добавляют к расчетному числу недостающее количество универсальных машин для комплектования бригад.

В методике проектирования предполагается применение наиболее совершенного технологического процесса сборки заготовки верха обуви. Так, желательно увеличение скорости работы швейных машин. Современные швейные машины работают со скоростью до 4400 стежков в минуту, но средняя рабочая скорость, контролируемая оператором, примерно 2000 стежков в минуту. Исследования показали, что предельная скорость, при которой обеспечивается правильное стежкообразование, может достигать 12000 стежков в минуту. Для обеспечения максимально высоких скоростей сшивания материалов нужно разработать новые швейные машины усовершенствованных конструкций, а также улучшить качество игл и ниток.

Следует разработать такие материалы, которые имели бы необходимую прочность и в то же время не аккумулировали тепло.

Нитки должны сохранять свои физико-механические характеристики при больших скоростях и высокой температуре. Для этого необходимо наносить на нитки покрытие, которое снижает трение при прохождении через игольное ушко, и применять специальные устройства в машине для охлаждения иглы в процессе шитья.

Усовершенствование состава и технологии изготовления ниток идет в направлении создания термостойкой бесцветной поливолокнуистой нитки, способной выдержать высокие скорости сострачивания. Применение таких ниток возможно для материалов любого цвета.

Бесчелночное образование двухниточного стежка исключает необходимость затраты времени операторов на смену шпульки и бобин и на исправление дефектов шва вследствие окончания нитки. Разработанные микропроцессорные установки имеют запоминающие устройства, предупреждающие о необходимости замены бобины в случае окончания нитки, но не исключающие необходимость замены и заправки бобин. С этой целью проводятся работы по использованию бобин, имеющих заранее отмеренную для строчки длину ниток.

В процессе совершенствования машины для строчки двухниточным цепным стежком оснащаются запоминающим устройством, позволяющим быстро поворачивать деталь под острым углом, не нарушая цепного стежка. Одновременно, чтобы улучшить качество шва и уменьшить возможность распускания строчки, к высокоскоростным швейным машинам присоединяют миниатюрную ультразвуковую насадку, сваривающую (закрепляющую) строчки. При работе с синтетическими нитками используется ультразвуковое устройство, с помощью которого

устраняется возможность распускания строчки путем оплавления концов нитки.

В полуавтоматических системах программные микропроцессорные установки обеспечивают управление циклами строчки. Установки можно присоединять как к новым, так и к существующим одно- или двухигольным швейным машинам двухниточного стежка. В микропроцессорное запоминающее устройство закладывается последовательность выполнения операций для регулирования скорости строчки, подъема лапки, установки иглы, обрезки нитки, выполнения закрепки. С его помощью можно также включать и выключать любую из игл на игловодителе двухигольной машины, управлять ножом для обрезки подкладки, контролировать длину стежка и окончание строчки с помощью счетчика стежков. В систему встроен бобинный регулятор, отмеряющий необходимую для шва длину нитки. Микропроцессорная установка также обеспечивает получение информации, позволяющей сравнивать фактическую производительность с нормируемой.

Обычно микропроцессорные системы программируются опытным оператором, который предварительно сострачивает детали заготовки одного размера на удобной ему скорости и этим как бы обучает систему. В систему закладывается программа и далее автоматически может быть увеличена или уменьшена скорость обработки в зависимости от того, при какой скорости оператору удобно контролировать работу автомата. При необходимости системой можно управлять и вручную; она снабжена специальными приспособлениями, облегчающими труд оператора.

Современные микропроцессоры имеют восемь программ, содержащих сведения о 1500 образцах швов; любую часть программы можно изменять.

Эти системы должны сыграть решающую роль в процессе снижения трудовых затрат в производстве обуви.

Современные швейные машины производят обработку материала, закрепленного в плоском положении. В будущем следует создать машины для обработки деталей в трех измерениях. На таких машинах можно будет строчить приподнятые над горизонтальной плоскостью заготовки и выполнять задние тачные швы верха обуви. Этой цели служат автоматические направители, встроенные в микропроцессорную систему на колонковых швейных машинах и машинах с цилиндрической платформой.

Созданы также новые способы соединения деталей, заменяющие традиционное сострачивание. Вместо пробивания материала иглой, предлагается делать ряд маленьких отверстий лазером и вдувать в них нитку воздухом.

Традиционные стежки могут быть также заменены так называемой жидкой строчкой. На специальном устройстве в де-

...лях делается одновременно много проколов, в которые впрыскивается жидкость. После ее отверждения образуется нить, соединяющая детали.

Перспективно использование ниток с внешним покрытием — фольгой. Ультразвуковая головка, помещенная сразу за швейной иглой, расплавляет термопластичное покрытие нитки, которое склеивается с материалом, препятствует распусканию строчки.

Искусственные кожи с термопластичным покрытием вместо строчки соединяют (сваривают) ультразвуком, в результате чего образуется водонепроницаемый шов.

Хотя имеется опыт замены строчки клеевым или сварным швом, считается, что строчки в обувном производстве останутся, так как они являются признаками высокого качества обуви. В дальнейшем будут совершенствоваться и автоматизироваться операции по загрузке деталей в швейные автоматы и выгрузке из них, будут создаваться погрузочно-разгрузочные манипуляторы. Примером такого устройства является и механико-пневматическая рука, которая захватывает деталь с помощью тонких иголок, слегка входящих в нее, и перемещает ее в заданном направлении.

7.2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА КЛЕЕВОЙ СБОРКИ ЗАГОТОВОК ВЕРХА ОБУВИ

Одним из путей повышения производительности труда на сборке и улучшения качества заготовок верха обуви является использование параллельного клеевого способа изготовления. Его развитию способствует создание новых клеев, а также опыт по изготовлению резаков-электродов. Применение этого способа целесообразно в первую очередь при сборке заготовок верха летней обуви с открытыми носочной и пяточной частями из натуральной и искусственной кожи. При этом производительность труда на одного рабочего возрастает до 40 % за счет замены ряда операций последовательной обработки заготовки (строчка канта, обрезка излишков кожаной подкладки, строчка декоративных линий, окраска видимых краев заготовки) одной операцией, выполняемой параллельным клеевым способом с помощью специального резака-электрода. При необходимости можно одновременно перфорировать заготовку и наносить метки для ее последующей сборки. По данным предприятий, на заготовочном участке при внедрении клеевой сборки высвобождается 7—15 человек в зависимости от сложности модели и применяемых материалов.

Процесс клеевой сборки имеет ряд особенностей, которые обязательно следует учитывать при разработке конструкции обуви: заготовка должна состоять из отдельных узлов, соединяемых в плоском виде, склеиваемые детали (верх и под-

кладка) должны быть целыми (неразрезанными). Обрабатываемый край заготовки должен иметь припуск 2—2,5 мм для последующей обрезки его вместе с выпрессовкой клея.

Для клеевой сборки заготовок с верхом из натуральных и синтетических кож разработаны следующие клеи:

клей ББК 30—35 %-й концентрации на основе дивинилстирольного ТЭП для одноразового нанесения на склеиваемые поверхности. Клеевая пленка на деталях верха из натуральной и искусственной кожи сушится в течение 20 мин (допускается до 72 ч), на деталях подкладки из натуральной кожи — 1—2 мин, а из искусственной кожи — 2—4 мин. Клеевая пленка активируется одновременно с прессованием (дублированием) деталей при температуре 100 ± 5 °C в течение 5—10 с;

полихлоропреновый клей 25—30 %-й концентрации на основе хлоропреновых каучуков для одноразового нанесения на склеиваемые поверхности. Клеевая пленка на деталях верха и подкладки сушится 15—30 мин. Непосредственно после сушки верх соединяется с подкладкой. Прессуются (дублируются) детали при давлении 0,3—0,5 МПа в течение 5—10 с через 0—6 ч после совмещения;

полиуретановый клей на основе полиуретановых каучуков для однократного нанесения на подготовленную поверхность. Клеевая пленка на деталях верха и подкладки сушится не менее 60 мин, активируется одновременно с прессованием деталей при температуре 60—90 °C в течение 4—10 с.

Клей наносят на подготовленную поверхность на машинах 01230/P2, 01287/P1, МНВ-О.

Одним из условий прочного склеивания по всей площади и равномерного оттиска декоративных строчек является предварительное выравнивание по толщине деталей верха и кожаной подкладки.

Детали верха с подкладкой дублируются на прессах с обогреваемой плитой ДВ-О, ПГТП-45-О. Одновременно наносятся декоративные строчки и рисунок. После соединения деталей обрезают видимые края с выпрессовками клея и при необходимости наносят перфорацию. Для выполнения этой операции могут быть использованы прессы ПГТП-45-О, 22Е. Время обработки деталей на этих прессах составляет 2—4 с при температуре 60—100 °C в зависимости от термопластических свойств обрабатываемых материалов. В прессе 22Е прокладкой между резак-электродом 2 (рис. 7.2) и верхней плитой пресса может служить картон, ПВХ или металлическая пластина с наклеенным кордом или микропористой резиной толщиной 2—3 мм.

Для одновременного тиснения декоративных строчек и обрезки обрабатываемых краев заготовки с выпрессовками клея применяются специальные резаки-электроды (жесткие и регулируемые).

Прочность при сдвиге клеевых швов в большинстве комбинаций склеиваемых материалов больше прочности, нормируемой для двухрядного ниточного шва. Исключение составляют комбинации с подкладкой, имеющей слабую волокнистую основу, с материалами, обладающими небольшой прочностью.

Прочность клеевых швов при многократном изгибе определяется на приборах ДР 5/3 и ИПК-2 и составляет более 100 тыс. циклов. Прочность при сдвиге составляет 120—270 Н/см.

Клеевая сборка заготовок верха обуви обеспечивает значительно более высокую прочность по сравнению с ниточной и дает возможность улучшить оформление обуви.

При клеевой сборке заготовок туфель-лодочек нецелесообразно имитировать ниточные швы с целью получения обуви традиционного вида: новой технологии должны соответствовать и новые формы художественного оформления обуви.

Для сборки заготовок верха обуви целесообразно использовать клей на основе наирита НТ следующего состава, мас. ч.: наирит НТ 100, оксид цинка 5, оксид магния 5, тиурам 2,5, смола 101-К 40. Клей этот быстросхватывающийся с высокой (до 160—180 Н/см) прочностью склеивания при испытании на сдвиг (при двухрядном ниточном скреплении — 100 Н/см). Хорошие формовочные свойства клеевых швов достигаются за счет увеличения в составе клея смолы 101-К до 40 мас. ч.

Однако в результате пластифицирующего действия смол на наиритовую пленку несколько снижается термостойкость клеевых композиций. Поэтому для повышения термостойкости клея вводится структурирующая группа оксид цинка, оксид магния и тиурам. Можно в качестве структурирующей добавки вводить хлорид железа, металлический йод. Прочность и термостойкость клеевых соединений с течением времени увеличиваются, так как происходят структурирование, удаление остатков растворителей и др., поэтому рекомендуется производить формование заготовок верха обуви не раньше чем через сутки после их сборки. Увлажнять заготовки перед формованием следует не открытым паром, а паровоздушной смесью, сушить обувь при температуре не выше 40 °С.

Атмосферостойкость клея, в состав которого входит смола 101-К, высокая, прочность клеевых соединений не уменьшается после годовичного пребывания в естественных атмосферных условиях.

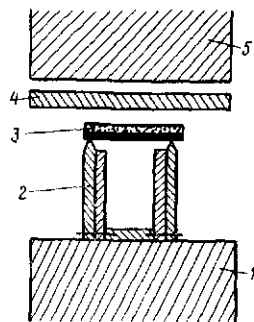


Рис. 7.2. Схема расположения рабочих органов и оснастки на прессах 22Е:

1 — нижняя обогреваемая подвижная плита; 2 — резак-электрод; 3 — слон обрабатываемого материала; 4 — сьемная прокладка; 5 — верхняя холодная плита

В качестве примера рассмотрим технологический процесс сборки заготовок верха туфель-лодочек.

Все швы в туфле-лодочке, кроме заднего, выполняются с применением клея.

Порядок выполнения операций следующий:

1) проверка деталей, 2) запуск деталей на конвейер, 3) нанесение клея на край союзки и загибка ее, 4) снятие лицевого слоя с загнутого края союзки и задинки (если она отрезная), 5) двукратное нанесение наиритового клея на края союзки и задинки с удаленным лицевым слоем, сушка, 6) склеивание союзки с задинкой (прессование), 7) загибка верха (верхнего канта), 8) снятие лицевого слоя с загнутых краев верхнего канта, 9) двукратное нанесение клея на детали подкладки, сушка, 10) клеевая сборка подкладки, 11) наклеивание межподкладки, 12) наклеивание боковин, 13) двукратное нанесение клея по периметру верхнего канта союзки верха и подкладки, сушка, 14) склеивание верха с подкладкой, 15) ниточное скрепление заднего шва заготовки верха обуви, 16) разглаживание заднего шва, 17) загибка верха обуви в пяточной части, 18) снятие лицевого слоя с загнутого верхнего канта в пяточной части, 19) двукратное нанесение клея на верх и подкладку в пяточной части, 20) склеивание верха с подкладкой в пяточной части, 21) чистка и комплектовка заготовок.

Операции 1, 2, 11, 12, 15, 16, 17, 21 выполняются по обычной методике. Остальные операции выполняются с такими особенностями.

Загибку деталей верха (операции 3, 7) проводят на машине 1281/Р с применением клея на основе латекса ЛНТ-1 или наиритового клея. При загибке верхнего канта (операция 7) в пяточной части оставляют незагнутым контур длиной 1—1,5 см. Снятие лицевого слоя с загнутого края (операции 4, 8) выполняют по всему периметру на расстоянии 0,5 мм от верхнего канта на машине АСТ-13.

Нанесение клея (операции 5, 9, 13, 14) на обе склеиваемые поверхности двукратное (время сушки после первого нанесения 10 мин, после второго нанесения — 5 мин). Ширина полоски клея до 8 мм (7 ± 1 мм). При выполнении операции 9 клей наносят только на кожаные детали подкладки (сушка после первого нанесения 5 мин, второго — 3 мин).

Операции 6, 10, 14 производят на любом обычном прессе после предварительной их сборки по шаблонам. Склеивание пяточной части (операции 6, 10, 14, 20) выполняют на специальном прессе. Время прессования 30 с, давление 50 Па.

Поток обслуживает вертикально замкнутый пульсирующий ленточный конвейер. Для прессования заготовок непосредственно на ленте конвейера (операции 6, 10, 14) применялся пресс ГП-2,5. Управление работой пульсирующего конвейера и пресса осуществляется автоматически. Одновременно с пере-

ещением ленты осуществляется поднятие верхней плиты пресса, который включается в работу только после останова конвейера.

Пресс смонтирован в каркас конвейера. Размеры верхней плиты 500×310 мм, нижней 500×300 мм. Склеивание верха подкладкой осуществляется с помощью двухсекционного пневматического пресса, в котором имеются пуансон и матрица, по форме соответствующая пятке колодки.

Для сушки клеевой пленки (операции 5, 9, 13, 19) рекомендуется применять сушильные шкафы с регулируемой продолжительностью сушки.

7.3. МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА СБОРКИ ОБУВИ

Технологический процесс сборки обуви различных типов расчленяется на три группы операций: 1) формование заготовки верха на колодке; 2) прикрепление подошвы к отформованной заготовке верха; 3) механическая обработка низа и отделка обуви.

При проектировании технологический процесс целесообразно расчленять на указанные группы операций, так как операции каждой группы могут быть выполнены независимо друг от друга по нескольким технологическим вариантам с применением различного оборудования. Например, независимо от того, каким способом проведена затяжка заготовки верха обуви (клеем, обувными гвоздями или другим методом), процесс приклеивания подошвы стабилен.

Технология выполнения операций каждой группы должна разрабатываться самостоятельно, и общий процесс получается путем компоновки отдельных частей технологий.

После сбора и изучения всех необходимых данных проектирование технологического процесса сборки обуви ведется в три стадии: 1) разработка схемы сборки, 2) создание схемы развернутого технологического процесса обработки обуви, 3) составление операционной технологии, т. е. подготовка технологических и инструкционных карт.

Третья стадия аналогична рассмотренной при проектировании процесса сборки заготовки верха обуви, поэтому детально рассмотрим первую и вторую стадии.

Вторая стадия начинается с мысленного расчленения (детализировки) чертежа готовой продукции, полупары обуви на узлы и далее на детали внутри каждого узла. При этом следует записывать последовательность расчленения и способы скрепления деталей.

По окончании детализировки следует проверить по спецификации, все ли детали учтены. Эти записи расчленения служат основой для построения схемы сборки обуви, которую строят

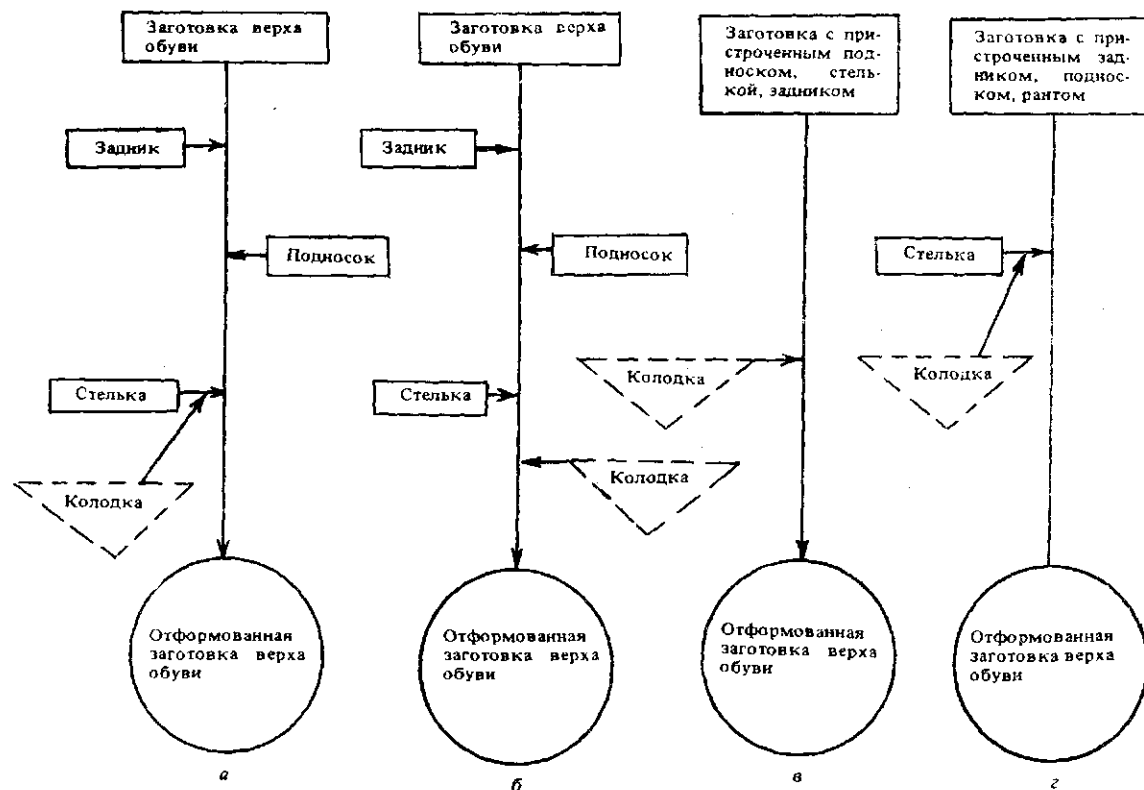


Схема 7.3. Схемы сборки обуви при формировании разными способами: *а* — обтяжно-затяжным; *б* — узловым; *в* — однопроцессным с приложением сил изнутри; *г* — однопроцессным с приложением сил снаружи

записям детализовки, следуя в обратном направлении. Такой порядок упрощает проектирование процесса сборки.

Наиболее часто применяемые схемы сборки заготовки верха обуви показаны на схеме 7.3. Далее с использованием полученной информации составляется схема развернутого технологического процесса с последовательным указанием всех операций, необходимых для соединения деталей, узлов. Наименования операций берутся из типовой технологии.

Последовательность операции должна быть такой, чтобы выполнение предыдущей не мешало выполнению следующей и на ней операции и, более того, способствовало ему. Трудозатраты при выполнении операций должны быть минимальными.

При составлении технологического процесса сборки обуви необходимо выбрать один из двух способов формования заготовки (первая группа операций): обтяжно-затяжной или беззатяжной (однооперационный) с приложением усилий извне и изнутри заготовки.

Выбор способа формования зависит от формы заготовок, различающихся последовательностью приемов вставки задников и подносков и др.

На выбор способа формования основное влияние оказывает пространственность заготовки и состояние затяжной кромки (будет ли она скреплена заранее с рантом или другой деталью), что снижает степень ее свободы.

По признаку пространственности формы заготовки верха обуви подразделяются на плоские, полуплоские и пространственные (объемные).

Для получения пространственной формы при формовании на колодке к заготовкам каждой из этих трех групп требуется приложить различные усилия. Наибольшей деформации следует подвергать плоские заготовки, у которых нет шва, соединяющего союзку с берцами (сапоги); в этом случае применяют формование клещами.

В полуплоской заготовке (полуботинки) имеется шов, скрепляющий союзку с берцем, поэтому при формовании будет деформироваться в основном носочная часть.

Известно, что растяжение заготовки верха обуви в поперечном и продольном направлении деталей составляет в среднем 6—8 %, но распределяется оно неравномерно. В области захвата клещами затяжной кромки заготовка в продольном направлении вытягивается на 50—60 %, в области ребра колодки — на 25—40 %. Ближе к пяточной части растяжение снижается и в заднике доходит до 3—5 %. В средней части заготовки оно достигает 4—10 %.

Для формования полуплоской заготовки могут применяться способы формования клещами, а также обтяжка вместе с клеевой затяжкой пластинами.

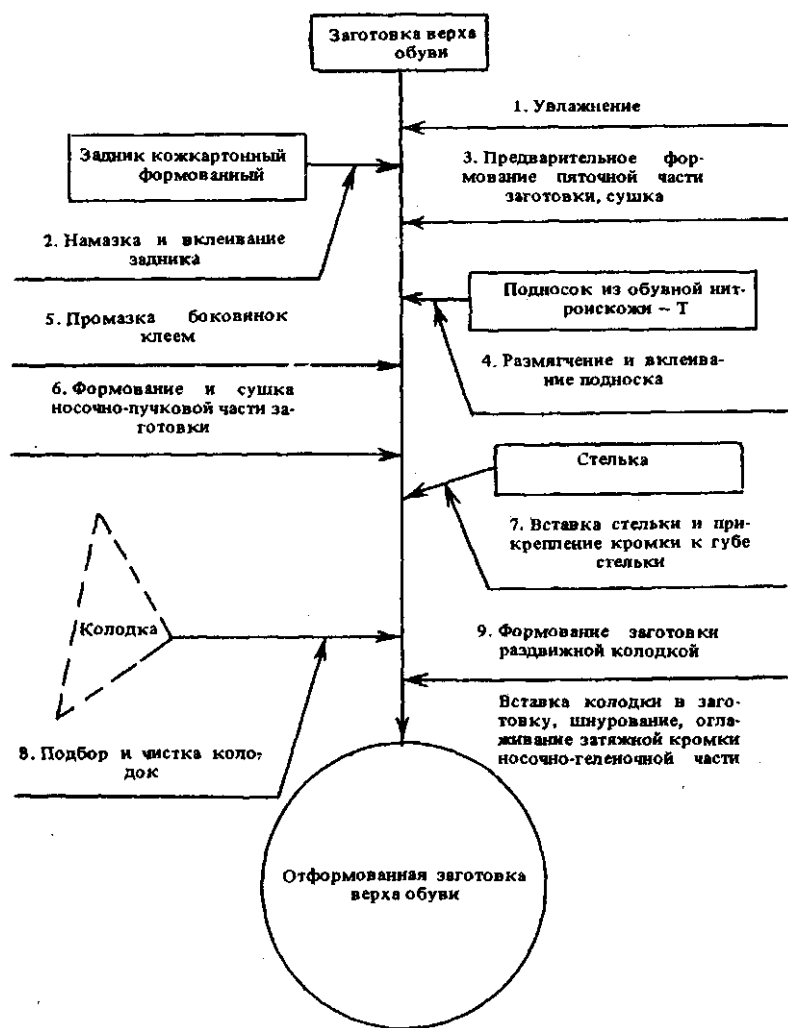


Схема 7.4. Схема развернутого технологического процесса сборки обуви при формировании однопроцессным способом с применением сил изнутри

В пространственной заготовке, носочная часть которой в некоторой степени соответствует форме колодки, формуют только затяжную кромку и дают небольшую вытяжку всем остальным деталям. Применяется в основном обтяжка с клеевой затяжкой пластинами, или однопроцессный способ (схема 7.4).

На выбор способа формирования заготовок верха обуви влияет состояние затяжной кромки. Если она в свободном состоя-

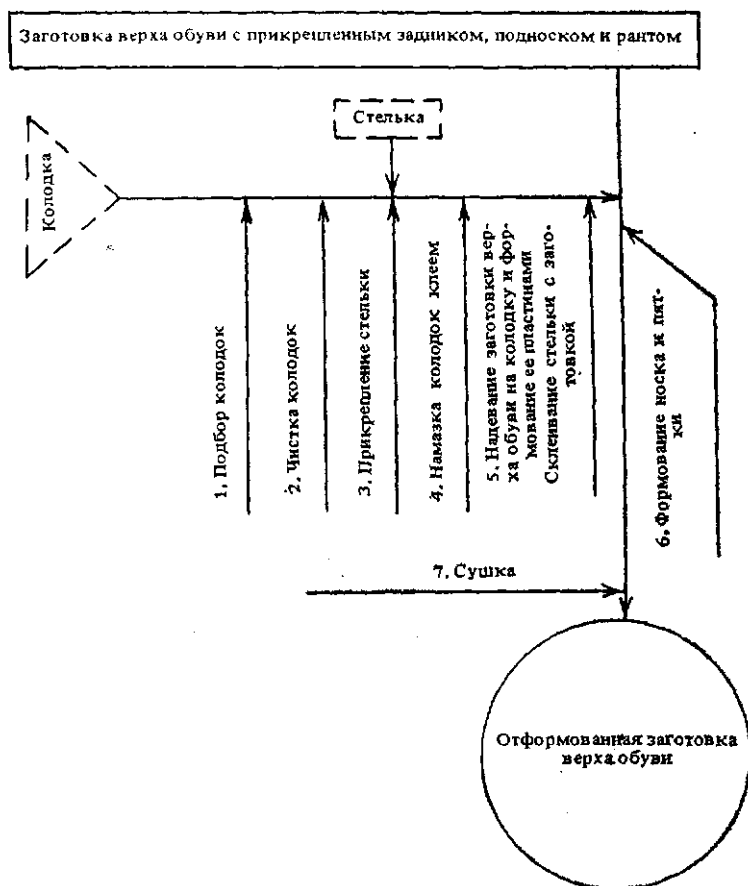


Схема 7.5. Схема развернутого технологического процесса сборки обуви при формировании однопроцессным способом с приложением сил снаружи

нии, применяется обтяжно-затяжный способ формования. Если затяжная кромка со сниженной степенью свободы (возможность деформации ограничена, например, тем, что к кромке заранее пристрочен рант), применяется однопроцессный способ формования с приложением сил снаружи (схема 7.5).

Если затяжная кромка предварительно скреплена с подложкой, мягкой стелькой и т. д. и почти лишена возможности сокращаться, заготовка имеет пространственную (объемную) форму, формование чаще всего проводят по безобтяжному способу с приложением сил изнутри.

Комбинируя заготовки по признаку пространственности формы и характеру предварительного закрепления затяжной кромки, т. е. степени ее свободы, можно получить множество

вариантов заготовок, для формования каждой из которых требуется деформация различных характера и силы, т. е. нужны разные способы формования, оборудование и колодки.

Кроме пространственности заготовки и степени свободы затяжной кромки при выборе оборудования и последовательности выполнения операций следует учитывать такие факторы:

1) материал, из которого изготавливаются жесткие подносок и задник, определяет способ его применения;

2) материал деталей заготовки верха обуви определяет режимы сушки и увлажнения, выбор оборудования, способ крепления кромки к стельке и т. д.;

3) конструкция, материал стельки и расположение затяжной кромки заготовки верха обуви по отношению к стельке;

4) вид крепителя (клей, нитки, обувной гвоздь), особенно колодки и др.

После составления развернутого технологического процесса записывают по форме (см. табл. 7.1) маршрут, определяют требуемое число рабочих и количество оборудования. Затем наступает этап составления технологических и инструкционных карт и компоновки участков в цехе. Необходимо также изготовить пробную партию обуви в производственных условиях. При этом уточняют последовательность операций, в том числе организационных (запуск на конвейер, передача обуви с участка на участок, возврат колодок и т. д.). Последним подсчитывают потребность в основных и вспомогательных материалах, рассчитывают себестоимость обуви и прибыль от ее реализации.

Изыскание новых способов формования и сборки обуви химических и комбинированных методов крепления носит комплексный характер: разрабатываются конструкции и весь технологический процесс, подбираются материалы и оборудование, проводятся испытания в лабораторных условиях в процессе носки, осуществляются производственная проверка и внедрение обуви в массовое производство.

Наряду с пересмотром действующего технологического процесса необходим постоянный поиск новых решений, максимально полно учитывающих свойства новых материалов и преимущества прогрессивных методов крепления низа, открывающих пути создания обуви новых видов и конструкций, улучшения ее качества, значительного повышения производительности труда и эффективности производства.

Принципиально новые технологические схемы процесса сборки обуви можно объединить по особенностям формования верха и сборки его с низом в 5 групп.

1-я группа: предварительное формование плоских деталей верха с последующей их сборкой в заготовку, скрепляемую затем с низом обуви. Образование отдельных формованных узлов обуви с последующей их сборкой. Сущность формования

включается в том, что детали верха, например сапог из юфти толщиной 2,3 мм и более, предварительно формуют вытяжкой (растяжением, сжатием и изгибом) и затем собирают в заготовку с минимальным числом соединительных швов простой конфигурации. Подносок и задник вставляют в раздвоенные носочную и пяточную части заготовки. Далее выполняют заязжку и крепление пористых резиновых подошв клеевоздушным методом или методом литья полиуретанового низа на обуви.

Этот способ формования применим для материалов, способных к усадке на 13,5—26 % сравнительно на небольшом участке, у шейки перед сапог. Расход юфти сокращается более чем на 4 %, производительность труда увеличивается в среднем на 30 %. Таким же способом могут быть сформованы детали верха из эластичных кож и спилка-велюра повышенных толщин.

Узлы и детали бесподкладочных мужских мокасин с верхом из нубука или велюра повышенных толщин подвергают формованию или одновременному формованию и сборке с деталями низа. Так, пяточно-геленочную часть заготовки до ее соединения со вставкой формуют и одновременно скрепляют с формованной полустелькой. Затем формуют носочно-пучковую часть и край заготовки в виде фигурного выступа при одновременном клеевом креплении подошв. После этого следует сборка заготовки верха с уже приклеенной подошвой с заранее сформованной вставкой. Возможно также предварительное формование заготовки и вставки с последующим их скреплением между собой, а затем приклеивание и обработка резиновых пористых подошв.

Новое направление в моделировании — создание обуви лаофер, характерное тем, что союзки вырубают цельными, затем формуют на специальном оборудовании и настрачивают на голенища сапог или берцы закрытой обуви. Применение таких союзок позволяет значительно расширить ассортимент обуви, улучшить ее внешний вид и качество.

Для предварительного формования союзок разработана односекционная машина МФС-80, на которой формование осуществляется за счет трения, возникающего между заготовкой обуви и боковыми матрицами. Деталь заготовки протягивается вдоль боковых матриц нагретой пластиной, имеющей форму продольного сечения гребня колодки. Боковые матрицы устанавливаются относительно формирующей пластины с меньшим, чем толщина материала заготовки верха, зазором. Усилие прижима боковых матриц регулируется.

Фиксация формы детали обеспечивается за счет нагрева формирующей пластины боковыми матрицами за время нахождения детали под давлением.

Двухсекционная машина для предварительного формования союзок имеет камеру для увлажнения союзок перед фор-

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МАШИНЫ МФС-80

Производительность, пар в час	80
Давление при формовании, МПа, не менее	0,8
Температура нагрева боковых матриц и ножа, °С	100—140
Время выдержки при формовании (регулируемое), с	0—60
Габаритные размеры, мм	740×590×1630
Масса, кг	300

мованием и установку для холодной фиксации отформованных союзов.

Увлажненные водой с бахтармы по всей поверхности союзки помещают в увлажнительную камеру на 15—20 с в зависимости от вида кожи и ее покрытия. Увеличение влажности составляет 12—16 %.

Увлажненную союзку устанавливают на машине лицевой стороной к формующей пластине по контрольным линиям, нанесенным на верхнем кожухе машины. Время прессования союзов 30—40 с (в зависимости от вида кожи). Температура формующего ножа и профилирующих пластин не более 120 °С (в зависимости от вида кожи и ее покрытия), давление 0,4 МПа.

Профиль отформованной союзки должен точно соответствовать профилю шаблона (допуск $\pm 0,5$ мм), однако при формовании она становится большего размера.

Союзку после формования вместе с металлическим шаблоном (вложенным с бахтармы) помещают на металлическую холодную плиту приспособления для прессования. Время выдержки в приспособлении 30—40 с.

Затем из отформованной детали вырезают союзки на прессе специальным резакон, контур которого соответствует контрольному шаблону. В специальном резаке по осевой линии (линии формования союзки) лезвие отсутствует, что позволяет не прорубать союзки в отформованной части.

2-я группа: формование заготовок, заранее собранных из плоских деталей, в виде объемных каркасов с кромками различной конфигурации в зависимости от конструкции низа и метода его скрепления с верхом обуви. Предварительно сформованную заготовку верха обуви в виде каркаса с фигурной кромкой скрепляют с формованной рантовой комбинированной стелькой. После вставки в заготовку раздвижной колодки осуществляют формование геленочной части, вшивают рант и прикрепляют низ. Такая обувь отличается формоустойчивостью, износостойкостью, удобством. Изготовление новыми способами, например, рантовой обуви характеризуется уменьшением расхода кожи хромового дубления на 10—12 %, увеличением производительности труда на сборочном потоке в 1,3 раза.

В детской и малодетской обуви нового вида — опанок на кожаной формованной подошве с обтяжкой и с формованным

верхом строчечно-клеепрошивного метода крепления — основное ниточное крепление подошв вынесено из зоны износа, что имеет особое значение для детской обуви. Формованные подошвы и каблуки не требуют обработки на обуви. Механизация формования кожаных подошв для обуви типа опанок повышает производительность труда в 8—10 раз.

Женские утепленные сапоги с верхом из велюра и низом из пористой резины, прикрепляемым методом строчечно-горячей вулканизации (боковой обжим), а также мужскую бесподкладочную обувь с верхом из эластичных кож повышенной толщины литьевого метода крепления можно производить с заранее сформованным верхом в виде каркаса с вертикальной кромкой.

Заготовку женских сапог после объемного формования скрепляют с текстильной втачной стелькой, привулканизовывают низ с бортиком высотой 18—20 мм, затем вклеивают основной утеплитель. При этом производительность труда на сборочном потоке увеличивается в 1,4 раза. Обувь удобна, обладает достаточной формоустойчивостью и износостойкостью, хорошими теплозащитными свойствами, повышенным сроком носки.

Сформованную на обогреваемых колодках-пуансонах заготовку верха мужских бесподкладочных полуботинок из эластичных кож повышенной толщины скрепляют с низом из полиуретана непосредственно в процессе его литья на обуви. При изготовлении обуви таким способом достигается уменьшение расхода кожи хромового дубления до 8 %, повышается производительность труда на сборочном потоке в 1,5 раза. При этом исключается необходимость применения колодок, сушильных агрегатов и многих типов обтяжно-затяжного оборудования.

3-я группа: предварительное формование объемной и полувъемной заготовок с последующей их сборкой с низом или совмещенный способ формования верха и крепления низа. Основное изготовление мужских модельных мокасин с полувъемными заготовками из кож хромового дубления с естественной лицевой поверхностью (на подкладке). Применяется ручной метод скрепления вставки с заготовкой путем плетения через края указанных деталей. Предусматривается предварительное формование заготовок на специальном оборудовании или на колодках.

При массовом производстве женских модельных мокасин на высоком каблуке с верхом из эластичных кож литьевого, клеевого с рантом и клеепрошивного методов крепления вставку вшивают на специальных швейных машинах или по заранее пробитым отверстиям. Заготовку полчулочного типа формируют на созданном для этой цели оборудовании. Хороший результат получен также и при формовании заготовок из текстильных материалов.

Разработан способ формования заготовок чулочного типа и литья низа на обуви. Формование верха и литье низа совмещены и происходят на обогреваемых формующе-прессовых колодках, установленных на литевой машине. При изготовлении обуви с верхом из текстильных материалов, а также из велюра совмещенный способ позволяет достичь более высокого качества формования верха, чем затяжной, достаточную прочность соединения верха с низом обуви и высокую эффективность производства.

4-я группа: формование верха готовой обуви и формование верха после его сборки с деталями низа. Формование верха готовой обуви на обогреваемых колодках-пуансонах после кратковременной влажно-тепловой обработки со стороны подкладки ликвидирует неровности внутри обуви, улучшает ее форму, повышает формоустойчивость и удобство. Эффективность этого способа заключается в значительном улучшении внешнего вида и повышении качества готовой обуви.

Для формования верха готовой обуви с успехом может быть использовано оборудование, созданное для производства объемных и полуобъемных заготовок с обжимом пяточной и геленочной частей.

Формование обуви некоторых видов и конструкций типа сабо и других можно осуществлять в процессе ее изготовления. Верх сначала соединяется со стелькой, подложкой или подошвой, а затем уже подвергается формованию. Эффективность такой технологической схемы формования и сборки обуви состоит в упрощении процесса, сокращении производственного цикла. При этом в определенной степени нивелируются недостатки сборки, внешний вид материалов (слегка от душистых кож, бахтармяных спилков повышенных толщин, дублированных текстильных материалов и др.) облагораживается при растяжении.

Следует отметить хорошее качество формования объемных и полуобъемных заготовок из текстильных материалов на обогреваемых двух- или трехвенных колодках созданного формующего оборудования. Это наиболее эффективный способ изготовления высококачественной обуви с верхом из текстильных материалов различных методов крепления.

5-я группа. Создание конструкции обуви, не требующей формования (например, цельнолитой), и технологического процесса ее сборки.

Таким образом, одним из эффективных путей совершенствования способов производства является комплексная разработка обуви новых видов и конструкций, способов ее формования и сборки с применением новых материалов и прогрессивных методов крепления низа. Указанный путь позволяет повысить эффективность производства, улучшить качество и разнообразить ассортимент обуви.

7.4. ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВА ОБУВИ С ВЕРХОМ ИЗ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Технологические процессы изготовления обуви с верхом из текстильных материалов, а также организационные схемы работы потоков, выпускающих эту обувь, в основном такие же, как при производстве обуви с верхом из натуральной или искусственной кожи. Для действующих потоков пока характерно наличие большого парка технологического и вспомогательного оборудования, затяжных колодок, значительного количества различных доводочных и отделочных работ. Это объясняется тем, что процессы проектируются по аналогии с процессами изготовления кожаной обуви без учета стабильности свойств текстильных материалов, возможности изготовления материала с заранее заданными свойствами, что позволяет исключить ряд операций производства.

При изготовлении из текстильных материалов гусариков клеевого метода крепления рационально применение объемной заготовки, многооперационного агрегата (АГО) для внутреннего формования, термофиксации верха и приклеивания подошв.

Основными особенностями такой конструкции заготовки и технологии изготовления гусариков с применением многооперационных агрегатов являются минимальное число деталей объемной заготовки, наличие втачной стельки, исключающей основную жесткую стельку, и простилки, использование предварительно собранного узла подошва — каблук, не требующего обработки на обуви. Требуемая повышенная точность следа обеспечивается вследствие постоянства геометрических размеров следа металлических колодок, являющихся деталью агрегата АГО. Применение внутреннего параллельного формования заготовки верха с одновременной термоконтактной ее фиксацией на подвижных обогреваемых металлических колодках позволяет значительно сократить длительность производственного цикла и получить хорошо отформованную заготовку. При контактной термообработке верха из текстильных дублированных материалов, склеенных латексным термопластичным клеем, происходит фиксация материала. Наилучший эффект достигается при нагревании колодок до температуры 60—70 °С и формовании в течение 12—15 мин.

Для основного крепления применяется быстросхватывающий концентрированный клей К-40 одностороннего нанесения (только на подошву).

По этой технологии изготавливают легкую эластичную обувь, обладающую необходимыми гигиеническими и эксплуатационными свойствами. Применяемый для термоформования агрегат АГО оснащен поворачивающимися в горизонтальной плоскости четырьмя пресс-секциями. Каждая пресс-секция состоит из

двух пар соосных в вертикальной плоскости металлических раздвижных обогреваемых колодок и соответствующих им пресс-подушек для приклеивания подошв. На агрегате изготавливаются туфли, ботинки и сапожки-гусарики клеевого метода крепления. Производительность агрегата 200 пар обуви в смену.

В модернизированном агрегате АГО-2 полуавтоматического действия выход колодки к оператору, смыкание — размыкание колодки, опускание пресс-подушек, поворот карусели осуществляются от специальных приводов, размещенных в зоне обслуживания. Надевание заготовки на колодку и накладывание подошв производится вручную. Производительность агрегата АГО-2 составляет 280—320 пар обуви в смену.

Конструкция домашней текстильной обуви клеевого метода крепления параллельно-последовательным методом обработки и внутренним формованием обеспечивает ее высокую технологичность благодаря использованию предварительно обработанных или формованных подошв и рациональной последовательности выполнения операций.

Для выполнения операций формования, термофиксации верха и приклеивания подошв домашней обуви клеевого метода крепления разработан пневматический агрегат АГО-М карусельного типа. На карусели размещено восемь пресс-секций, каждая из которых состоит из пары металлических раздвижных обогреваемых колодок и пневмокамер для попарного приклеивания подошв. Колодки монтируются на поворотных стойках, позволяющих изготавливать сапожки с голенищами высотой 250—260 мм.

Производительность агрегата АГО-М 35—40 пар в час, время полного поворота карусели 12—15 мин, диаметр карусели 1300 мм, высота 1000 мм, масса 600 кг; обслуживает его 1 человек.

Объемные заготовки, собранные любым из известных способов из минимального числа деталей, надеваются на сомкнутые колодки. Нажатием на педаль колодки раздвигают, формуя при этом заготовку. Затем на след вручную накладывают предварительно обработанную подошву с заранее активированной клеевой пленкой. Затем обе полупары автоматически устанавливаются в вертикальное положение, производится опускание подушки и включаются механизмы поворота карусели и пуска воздуха в пресс-камеры для крепления подошв. При этом на рабочую позицию поступает новая пара колодок, и цикл повторяется. После полного поворота карусели воздух из камер выпускается, колодки выходят к оператору и смыкаются, их размеры уменьшаются и обувь легко снимается с колодок.

Агрегат АГО-М заменяет машину для приклеивания стелек к колодкам, машину для горячего формования следа, оборудование для затяжки обуви, пресс для приклеивания подошв, машину для съема обуви с колодок и др.

Успешное освоение потоков, оснащенных агрегатами АГО, АГО-2, АГО-М, их высокие технико-экономические показатели позволили создать технологический процесс и многооперационное оборудование для производства девичьей обуви клеевого крепления с верхом из дублированных материалов. Детали низа этой обуви включают капроновую полустельку, вкладной стелечный узел из соединенных клеем картонной и текстильной стелек, предварительно собранного и обработанного подошвенного узла (или формованной подошвы). При этом предусматривается двухэтапное формование полуобъемной заготовки верха обуви: сначала формование и затяжка пяточной части заготовки, предварительно собранной с термопластичным неформованным задником и капроновой полустелькой, и внутреннее параллельное формование верха с одновременной термоконтактной фиксации заготовки на раздвижных обогреваемых металлических колодках и приклеивание подошв.

Сборка обуви из текстильных материалов осуществляется на агрегате АГО-Д для термоформования и термофиксации заготовки верха обуви и приклеивания подошв и в полуавтоматическом термоактиваторе подошв АП.

7.5. СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ОБУВНОГО ПРОИЗВОДСТВА

На предприятиях с высоким уровнем автоматизации технологических процессов, условно называемых безлюдными, число работающих может быть значительно меньшим, чем в настоящее время. Производство проходит сложный путь от комплексной автоматизации отдельных технологических звеньев до их слияния в единое автоматизированное производство. Повышение эффективности производства достигается путем создания автоматизированных технологических комплексов и оборудования, которые в будущем должны стать составными частями безлюдных предприятий. Уже созданы первые высокоспециализированные безлюдные участки обувного производства типа линий ПЛК-2-О.

В промышленности наблюдаются тенденции и другого рода — значительно расширяется ассортимент продукции, растет число изготавливаемых новых моделей обуви. Так, за последние 10 лет их число возросло почти в 2 раза (с 10 тыс. до 22 тыс. в год). Это означает, что существенно уменьшается число изделий одной модели, массовое производство обуви имеет тенденцию к превращению в серийное, что производство должно быть не только безлюдное, но и гибкое, что смена ассортимента продукции не должна требовать больших затрат.

Противоречие этих двух тенденций состоит в том, что комплексная автоматизация производства обычно достигается путем

создания поточных линий по выпуску изделий ограниченной номенклатуры, по строго заданному технологическому процессу. Если необходимо расширить ассортимент продукции, то требуется большое количество новой оснастки, инструмента, переработка большого объема информации по подготовке производства, создание управляющих программ, банков технологических данных, развитие транспортно-складского хозяйства и др.

Рост ассортимента изделий при стабильной мощности предприятия ведет к уменьшению серии производства каждой детали, снижению экономических показателей эксплуатации высокоэффективного специализированного оборудования. Для серийного или мелкосерийного производства требуется построение такого процесса производства, в котором стоимость изготовления детали, изделия мало зависит от размера серии.

При создании высокоэффективных централизованных производств деталей низа обуви, централизованных заготовочных производств предприятие выпускает не готовое изделие, а детали (узлы) одного вида, сходные по технологии их изготовления и используемые в различной продукции. Это дает возможность создать технологический процесс, позволяющий с малыми затратами живого труда достичь полной автоматизации производства различающихся деталей.

Себестоимость производства существенно снижается, если применять во всем технологическом процессе однотипные решения, ограниченное число видов оборудования.

Производство такого вида уже трудно полно охарактеризовать понятием «серийное».

Ограниченный выбор операций при изготовлении большого количества разных изделий одного вида позволит применять высокопроизводительные специальные станки с ЧПУ (например, автомат для скашивания края деталей верха обуви с 9 программами). Эти детали, характеризующиеся низкой себестоимостью, передаются в другие цехи для сборки. Современные гибкие производства представляются как комплекс безлюдных производств отдельных наиболее характерных деталей и изделий. Специализированные сборочные цехи (предприятия), как людные, так и безлюдные, выпускают конечные изделия с минимальной механической обработкой. Необходимо гибкое кооперирование безлюдных производств, выпускающих простые изделия, что обусловливается необходимостью создания рационального автоматизированного производства. Безлюдные производства должны изготавливать каблуки, подошвы, стельки, фурнитуру, промежуточные детали и др.

Считается, что безлюдное производство, ориентированное на производство деталей одного типа, будет включать автоматизированный склад исходных материалов; систему станков с ЧПУ, образующих законченную технологическую цепочку и действующих по единой программе; хорошо развитую систему конвейе-

ров, передающих материалы и детали по всему технологическому циклу; работы, загружающие оборудование, обслуживающие транспортные устройства; автоматизированную систему передачи готовых деталей в другие производства или автоматизированный склад готовой продукции.

Такая схема производства будет приемлема и для предприятий легкой промышленности. При этом роль сборочных и заготовочных цехов трансформируется, так как наблюдается тенденция производства деталей необходимого профиля высокой точности и высокого качества. Детали заготовок верха и низа обуви по всем параметрам (а не только размерам) должны максимально приближаться к имеющимся в готовом изделии, например предварительно обработанные подошвы.

Однако при этом существенно растет количество информации, необходимой для управляющей системы.

В легкой промышленности уже имеется опыт создания гибких систем управления на базе программированных методов проектирования технологических процессов и стыковки их с автоматизированными системами управления производством. Примером могут служить автоматизированные системы серийного градирования деталей, одновременно получающие оптимальную раскладку и реализующие ее в раскройных автоматах.

Предполагается заменить многооперационную технологию малооперационной, например, при литьевом методе деталь одновременно формуется и приклеивается к верху обуви без последующих отделочных операций.

В ряде отраслей считается, что этап создания гибких безлюдных производств приведет к образованию безлюдной промышленности. Этот апробированный путь может оказаться полезным и при совершенствовании предприятий обувной промышленности.

Как было показано, унификация и типизация деталей обуви и технологических процессов производства служат основой для создания гибких многоассортиментных производств.

Проектирование производства обуви характеризуется многовариантностью решений. Используя метод последовательного сопоставления этих вариантов по эффективности и рентабельности, выбирают один, по которому и организывают производство. Задача последовательного нахождения оптимального решения может быть значительно упрощена, если при ее реализации использовать типовые, унифицированные, уже готовые и апробированные решения. Такой подход позволяет добиться конструктивно-технологической унификации и стандартизации типовых технологических процессов и на их основе проектировать гибкие автоматизированные безлюдные производства. В этом случае, несмотря на небольшое число изделий одной модели, появляется основа для совершенствования процесса производства.

Этапом, предшествующим разработке гибкого производства с быстрой заменой ассортимента, является унификация деталей и узлов изделий. Он состоит в обоснованном, разумном сокращении числа видов материалов, размеров и форм узлов, деталей одинакового функционального назначения, например задников, геленков, подносков и др.

Конструкторская унификация состоит из комплекса работ, заключающихся прежде всего в классификации объектов производства по конструктивно-параметрическим признакам. Затем по каждому классификационному ряду с учетом требований прогрессивной технологии и условий эксплуатации выбирается конструкция базового изделия. В заключение устанавливается одно конструктивное решение для всех однотипных объектов. Всем им придаются однородные функциональные свойства. Вследствие этого сокращается число типоразмеров изделий, создаются условия для стандартизации технологического процесса. Примерами унификации в обувной промышленности может служить выделение 9 групп колодок, четкое определение их номеров и полнот по государственному стандарту, унификация следа колодок при трех смежных полнотах. Унифицированные детали обычно отличаются более высоким качеством и большей технологичностью, поэтому сокращаются сроки и стоимость их изготовления, а в связи с увеличением числа однотипных изделий появляется возможность автоматизации, применения станков с ЧПУ.

Унификация производства обязательна для всех предприятий отрасли.

Составной частью работ по унификации является предварительная типизация узлов и деталей, выявление их оптимальных типоразмеров. При этом необходимо из большого их разнообразия выделить группы подобных (однотипных) независимо от того, какому роду и виду обуви принадлежат детали (например, группы деталей заготовки верха обуви, низа обуви). Внутри каждой группы выявляются детали с еще большей общностью, одинаковых назначения, материала, конструкции. Например, из деталей низа выделяют подгруппы кожаных стелек, картонных задников и т. д. Эти детали называют типизированными. Из типов выделяют типоразмеры, например подошвы размеров 240, 250. Типовым принято называть изделие, принадлежащее к группе близких по конструкции изделий и обладающее наибольшим числом конструктивных и технологических признаков этой группы.

После проведения таких работ с деталями и узлами следует выполнить этап типизации и унификации технологических процессов, уменьшая число индивидуальных технологических решений и видов требуемого оборудования, оснастки с целью роста производительности труда, снижения себестоимости изделий.

Основой типизации и унификации и в этом случае служит классификация не только деталей, узлов, но и технологических процессов. Прежде всего необходимо ориентироваться на производство типовых деталей, создавать для них типовые технологические процессы обработки, например, рантовых стелек или кожаных заготовок верха обуви.

Унификация и типизация технологического процесса базируется на следующих общих положениях:

1) выборе одной и той же схемы технологического процесса — типовой процесс;

2) выборе операции производства из состава типовых;

3) составлении одинаковой последовательности выполнения операций (типового маршрута) для производства типизированных деталей;

4) выборе одного вида оборудования для сходных процессов;

5) разработке оптимальных и одинаковых режимов выполнения типовых операций, применении наиболее совершенной общей, одинаковой оснастки;

6) применении одинаковых методов и приборов для контроля;

7) использовании одинаковых средств механизации и автоматизации вспомогательных операций (транспортировки и др.). Эти общие положения унификации и типизации процесса реализуются в такой последовательности.

Типовой технологический процесс изготовления групп типовых деталей характеризуется единством содержания и последовательности большинства технологических операций производства типовых изделий с общими конструктивными признаками.

Типовые операции разрабатываются на основе анализа и обобщения опыта. При этом применяются современные прогрессивные методы обработки, нормативы работы оборудования, средства механизации и автоматизации.

Разработка типовых технологических процессов позволяет в массовом производстве создавать предметно-замкнутые участки, внедрять поточные полуавтоматические линии, например ПЛК-О, АЛ, АКОП и др.

На начальных стадиях проектирования технологии производства должно проводиться проектирование отдельных операций, их анализ, классификация по технологическим признакам. Из большого числа отдельных процессов и операций из них выделяют типовые, создают массивы операций, имеющих самые высокие технико-экономические показатели и приспособленные к условиям конкретного производства.

Такая подготовительная работа была проведена коллективами ЦНИИКП и УкрНИИКП, собраны и изданы перечни типовых процессов и операций. Так, например, в V томе «Типо-

вой технологии производства обуви» описано 78 типовых конструкций заготовок верха обуви, для которых созданы типовые технологические процессы производства.

При создании нового технологического процесса, не имеющего аналога среди типовых, создаваемый процесс принимается временно за индивидуальный. По мере добавления информации об аналогичных процессах уточняются его характеристики (режимы, нормы, оборудование) и обосновывается его включение в разряд типовых. После апробации составляется стандарт предприятия на типовой процесс и он переводится в разряд стандартных типовых технологических процессов.

В свою очередь типовой процесс производства составляется из набора типовых технологических операций, применяемых в различных комбинациях. После всесторонней проверки типовой операции на нее может быть составлен стандарт предприятия и тогда она переводится в разряд стандартных типовых технологических операций.

Если появилась обувь принципиально новой конструкции, нового метода изготовления, из новых материалов, то разрабатывают индивидуальный технологический процесс.

Наиболее перспективны следующие три направления типизации: на базе технологического процесса безотносительно к деталям производства; на основе реальных деталей; на базе технологических процессов и на основе реальных деталей (комбинированное направление).

Первое направление используют при создании новых технологических процессов, чаще всего при строительстве нового предприятия или реконструкции старого. Этот новый технологический процесс может служить основой, техническим заданием при проектировании нового высокопроизводительного оборудования, например, полуавтоматических линий, станков с ЧПУ.

Второе направление чаще всего применяется на действующих предприятиях при внедрении самых прогрессивных методов производства конкретных деталей и изделий.

Третье направление используют для достижения более высоких технико-экономических показателей изготовления не только каких-либо деталей, но и всего производства с учетом унификации и типизации деталей. В этом случае процесс производства ориентируется на самые прогрессивные методы, создаются как типовые конструкции деталей, так и типовые технологические процессы.

При всех трех направлениях типизации цель одна: обработка и изготовление однотипных или одинаковых деталей и обуви по принципиально общему технологическому процессу с использованием наиболее совершенных и эффективных методов. Типовые процессы отрабатываются, уточняются параметры операций изготовления уже унифицированных деталей, т. е. создается унифицированный технологический процесс.

Во всех унифицированных технологических процессах всегда остается общая основа типизированного процесса — одни и те же схема, маршрут и многие нормативы их выполнения. Некоторые нормативы выполнения операций непостоянны, изменяются, например, длина строчек при изготовлении заготовок верха обуви различных размеров и соответственно производительность труда, количество оборудования, ниток и др. При приклеивании подошв женской обуви на высоком каблуке необходимо применять камеры в прессоточке, отличные от камер для приклеивания подошв мужской обуви, при этом многие параметры процесса склеивания остаются неизменными. В зависимости от размера, рода обуви и фасона колодки меняются пресс-формы агрегатов методов горячей вулканизации и литья под давлением и т. д., но процесс остается унифицированным.

Следующим после типизации и унификации этапом является стандартизация технологических процессов, т. е. составление стандартов предприятий на унифицированный процесс.

Основа стандартизации — типизация и унификация как технологических процессов, так и конструкторских элементов изделий.

При проектировании наряду с типизацией и унификацией необходимо обеспечить достижение требуемой точности процессов производства обуви. Качество обработки и сборки деталей обуви характеризуется соответствием размеров нормативам государственных стандартов и технических условий, а также утвержденному образцу. При массовом производстве обуви вследствие неоднородности свойств материалов, колебаний в настройке машин и подготовке инструментов, разницы в квалификации рабочих неизбежно возникают отклонения размеров обуви от нормативов, что вызывает необходимость введения допусков на эти отклонения. Чем больше величина показателей и число факторов, влияющих на отклонения размеров, тем больше допуски, тем неоднороднее выпускаемая продукция.

Колебания размеров обуви, например, ширины затяжной кромки, имеют постоянный характер и изображаются кривой нормального распределения. Для оценки точности выполнения операции и построения кривой нормального распределения достаточно знать две величины — среднюю величину изучаемого признака M и среднеквадратичное отклонение σ :

$$\sigma = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - M)^2}}{n - 1},$$

где X_i — измеренная фактическая величина признака; n — число измерений.

На основании небольшого числа испытаний можно определить эти две величины и с их помощью охарактеризовать точность процессов производства. В стабильном процессе, продук-

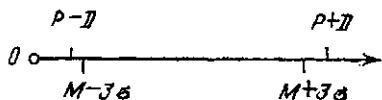


Рис. 7.4. Графическое изображение взаимосвязи измеренных размеров объекта с нормативными размерами

ция которого соответствует требованиям государственного стандарта, должны быть соблюдены следующие неравенства:

$$P + D > M + 3\sigma;$$

$$P - D < M - 3\sigma,$$

где P — нормируемая величина измеряемого признака; D — его допуск.

Из математической статистики известно, что если распределение признаков подчиняется закону нормального распределения, то в указанных пределах находится 97 случаев из 100. Если при небольшом числе замеров соблюдено правило $M + 3\sigma < P + D$, а $M - 3\sigma > P - D$ (рис. 7.4), то можно, не производя замеров всех остальных объектов, заранее сказать, что из любых 1000 пар обуви 970 будут соответствовать предъявляемым к ним требованиям.

Например, в типовой технологии указано, что расстояние строчки от края заготовки верха обуви должно быть 0,8—1 мм, т. е. средняя величина $P = 0,9$ мм и допуск $D = \pm 0,1$ мм. $P - D = 0,8$ мм; $P + D = 1$ мм.

Если необходимо проконтролировать по этому признаку партию 1000 заготовок верха обуви, то не обязательно производить замеры на всех 1000 парах. Достаточно на 50 парах заготовок определить M и σ .

Допустим, замеры показали, что $M = 0,89$ мм, а $3\sigma = 0,07$ мм, тогда $M - 3\sigma = 0,82 > 0,8$ мм; $M + 3\sigma = 0,96$ мм < 1 мм, т. е. удовлетворяется поставленное условие и можно считать, не измеряя остальные заготовки верха обуви, что размеры 970 из 1000 будут соответствовать требованиям типовой технологии.

7.6. АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА ОБУВИ

Накопленная информация по методам проектирования явилась объективной предпосылкой для перехода к новому этапу проектирования — формализованному описанию инженерных работ и созданию автоматизированной системы проектирования технологических процессов.

Постановке и решению этих задач способствовало и то, что за последние годы резко увеличилось число моделей производимой обуви. Так, если в 1966 г. оно составляло 10,5 тыс., в 1975 г. — более 15 тыс., в 1980 г. — около 18 тыс., в 1984 г. — более 20 тыс., то в 1986 г. оно достигло 22 тыс., т. е. возросло более чем в 2 раза. В двенадцатой пятилетке темпы увеличения числа новых моделей обуви будут еще более высокими. Следует ожидать, что в СССР число их может быть доведено

до 50 тыс., причем будет изготавливаться примерно 15—20 тыс. пар обуви каждой модели.

В соответствии с типовыми сетевыми графиками на разработку технологии и расчет трудовых затрат при производстве обуви новой модели уходит от 16 до 19 чел.-дней, на 20 тыс. моделей 320 тыс. чел.-дней, в перспективе на 50 тыс. моделей 800 тыс. чел.-дней, т. е. работа в течение года примерно 3,5 тыс. инженеров. Это означает, что обеспечить выполнение этих работ путем простого увеличения числа инженеров на предприятиях уже невозможно и необходимо качественно изменить их труд, избавить инженера от часто повторяющихся, утомительных расчетов, от так называемых рутинных работ, поручив выполнение их ЭВМ, ввести элементы автоматизации.

Необходимо в технологии обуви к описательным разделам добавить набор формализованных правил, т. е. разработать новые разделы теории технологии обуви.

Начинать эту работу следует с составления математического описания деятельности инженера. Такое описание должно быть понято ЭВМ, оперирующей только цифрами, т. е. его необходимо реализовать в алгоритм и программу работы ЭВМ.

Применение ЭВМ ни в коем случае не исключает из процесса проектирования человека. За ним остается окончательное решение и контроль решения, выработанного ЭВМ. Заключительным этапом является принятие инженером решения о реализации разработанного технологического проекта.

Началом автоматизированного проектирования является формализация эвристических работ. Широко известно определение, что функцией технологического процесса является преобразование исходного материала в готовое изделие, поэтому проектирование технологического процесса можно представить как формирование управляющего воздействия в системе технологического управления. При этом становится возможным применение кибернетического подхода, с помощью которого проводится анализ закономерностей управления.

Кибернетический подход к проектированию позволяет применить общую схему задачи управления с обратной связью (схема 7.6). На схеме пунктирной линией ограничено управляющее устройство, разрабатывающее оптимальный технологический процесс производства $P_{\text{опт}}$ (выходная информация). Эта информация создается на основе входной информации об обуви $Z = Z_0, \dots, Z_k$ и технических условий ее изготовления $C_n = C_1, \dots, C_n$. В соответствии с теорией управления в каждой системе имеются случайные воздействия CB_y окружающей среды как на управляющее устройство, так и на объект управления CB_o . Например, случайным воздействием на объект управления, не предусмотренным при выработке оптимального управляющего воздействия, могут быть изменения физико-механических свойств заготовок верха обуви при колебании влаж-

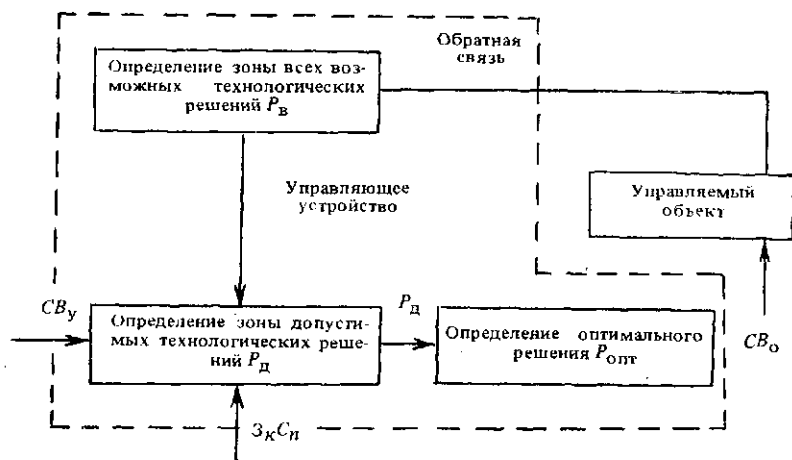


Схема 7.6. Общая схема задачи управления

ности окружающей среды, старение пластмассы колодок, частые поломки их на операциях затяжки и т. д.

Примером результата действия CB_y может быть разработка нового метода крепления низа обуви (литьевого), ранее не предусмотренного в зоне возможных технологических решений.

В зону возможных технологических решений ΣP_B входят все ранее разработанные варианты технологических решений, имеющиеся в архивах предприятий и научно-исследовательских институтов. В зону допустимых решений ΣP_D входят наборы технологических решений, с помощью которых можно изготовить обувь с предусмотренными конструктором свойствами Z_k . Например, если конструктор предусмотрел изготовление обуви клеевого метода крепления, то в область возможных решений на операциях затяжного участка могут входить затяжка заготовки верха обуви с помощью обувного гвоздя, клея, шнура и др. Все эти способы затяжки числятся в зоне ΣP_B , но в эту группу уже не могут быть включены операции, выполняемые при затяжке обуви рантового или допдельного метода крепления с отгибанием кромки заготовки наружу. После введения в управляющее устройство входной информации Z_k из зоны возможных технологических решений формируется зона допустимых технологических решений. Если конструктором в приведенном выше примере предусмотрена клеевая затяжка, то в зону допустимых решений производства обуви не входят способы затяжки обувным гвоздем и шнуром. На следующем этапе на основе информации $Z_k C_n$ из ΣP_D (клеевая затяжка) выбирается один вариант $P_{опт}$, например, трехоперационный с использованием отечественного оборудования ЗНК, ЗПК, ЗГК.

Обратная связь в системе осуществляется путем передачи

от управляемого объекта в управляющее устройство информации об опыте реализации оптимального решения. Примером обратной связи служит широко практикуемое на фабриках пробное изготовление нового образца обуви в производственных условиях с последующей корректировкой (при необходимости) технологического процесса и самого образца.

Из приведенной схемы управления вытекает, что формализованная запись (модель) процесса принятия технологического решения будет следующей:

$$P_{\text{опт}} \in \Sigma P_d \subset \Sigma P_v.$$

Всю задачу проектирования можно сформулировать так: необходимо из пространства возможных решений выделить оптимальную точку реализации решений $P_{\text{опт}}$.

Расставленные в строго определенном порядке правила преобразования точек пространства ΣP_v в точки $P_{\text{опт}}$ на основе входной информации служат алгоритмом проектирования. Эти правила необходимо выявить и дать их формализованное описание, что даст возможность создать автоматизированную систему проектирования.

Система моделей разрабатывается для проектирования технологического процесса, выбора оборудования, подсчета требуемого количества материалов и др., поэтому в первую очередь следует составить математическую модель технологического процесса.

Предлагаемая общая методика проектирования предусматривает прежде всего применение системного анализа проблемы. В связи со сложностью разработки программированного метода (применение которого довольно просто) необходимо разделить процесс проектирования на ряд уровней и на каждом уровне выделить составные части (задачи) с последующей взаимной оптимизацией их решений.

Рекомендуется также выделить предикаты * конструкции изделия, создать математическую модель процесса производства, алгоритм и программу проектирования.

За основу системного решения данной проблемы следует принять представление о конструкции обуви и технологического процесса ее производства как о системах, состоящих из множества элементов и являющихся единым целым. Тогда общей функцией технологического процесса можно считать преобразование исходного материала или полуфабриката в обувь. Это словесное определение технологического процесса, его функцию опишем с помощью символов математической логики:

$$Z_0 := P \rightarrow Z_k,$$

или в сокращенном виде $Z_0 P Z_k$,

* Предикатом называется свойство изделия, существенно влияющее на структуру технологического процесса его производства.

где Z_0 — множество полуфабрикатов, деталей или узлов, из которых собирают обувь; Z_k — конечное состояние, определяющее собранный узел или обувь; Π — знак преобразования, технологические процессы производства обуви; $:=$ — в математической логике знак принадлежности Π к Z_0 .

Можно еще более узко определить процесс сборки обуви как последовательный многоуровневый синтез изделия из узлов или множества деталей. Такое разделение технологического процесса на несколько уровней и каждого уровня на составные части приводит к соответствующему разделению общей функции процесса на отдельные подфункции.

Так, в предыдущей записи функции всего технологического процесса $Z_0 \Pi Z_k$ преобразование $Z_0 \Pi$ обычно является сложным и в свою очередь разделяется на ряд подфункций:

$$\Phi(Z\Pi) = Z_0 f_1 Z_1 f_2 Z_2 f_3 \dots Z_{k-1} f_k Z_k,$$

где функция Φ , имеющая подфункции преобразования детали из любого промежуточного состояния в следующее:

$$Z_{k-1} := f_k \rightarrow Z_k,$$

или в сокращенной записи $Z_{k-1} f_k Z_k$.

Так, в записи $\Phi(Z\Pi)$ показано, что из начального состояния Z_0 деталь с помощью операции f_1 переводится в состояние Z_1 , а из него с помощью операции f_2 в состояние Z_2 и так до тех пор, пока не будет достигнута цель данного уровня технологического процесса и полуфабрикат не перейдет в состояние Z_k (готовое изделие).

Таким образом составляют описание всех уровней процесса производства $\Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_n$. Это описание функции, структуры всей системы и является частью математической модели технологического процесса производства:

$$\Phi_1 = Z_0 f_1 \rightarrow Z_2;$$

.....

$$\Phi_n = Z_{n-1} f_n \rightarrow Z_k.$$

В математическую модель вводятся также некоторые параметры, характеризующие состояние Y_i детали обуви или узла после обработки их на каждом уровне, например ее себестоимость, продолжительность обработки, вид оборудования, разряд рабочего, применяемые материалы, допуски и др.

В связи с системным рассмотрением всего технологического процесса, а не только отдельных уровней, в математическую модель вводят характеристики и взаимосвязи всех уровней, описываемые с помощью теории графов, изучающей применение геометрических методов к исследованию объектов.

Граф (от греческого черчу, рисую) — это геометрическая схема, на которой показано, как множество заданных вершин (в нашем случае технологических процессов) соединено последовательно, попарно непрерывными линиями — дугами (конвейерами, перекидчиками). Для этого используется так называемое граф-дерево, похожее по схеме на обычное дерево. При этом составляется граф $\Gamma(B, D)$ технологического процесса, множество вершин B которого изоморфно операциям, а множество дуг D — отношениям, отражающим временную упорядоченность частей процессов. $\Gamma_0, \Gamma_1, \dots, \Gamma_n$ — подграфы (законченные части) всего графа Γ .

Тогда полная математическая модель технологического процесса производства обуви в общем виде будет выглядеть так:

$$\Phi_0 = Z_0 f_1 \rightarrow Z_1; Y_{i0}; \Gamma_0(B_0, D_1);$$

$$\Phi_1 = Z_1 f_2 \rightarrow Z_2; Y_{i1}; \Gamma_1(B_1, D_2);$$

.....

$$\Phi_n = Z_{n-1} f_n \rightarrow Z_n; Y_{in}; \Gamma_n(B_{n-1}, D_n),$$

где $n = 1, 2, 3, \dots, e$.

Теперь в первой строке математической модели описаны структура, функция, технологическая характеристика первой части процесса производства, начинающегося с обработки материала и обладающего исходными свойствами Z_0 .

Следующие строки от Φ_1 до Φ_n — это характеристики частей процесса на каждом уровне расчленения всего процесса производства на операции, например, строчка заготовок, затяжка и др. Последняя строка содержит последний уровень детализации всей системы и описывает конец процесса.

Необходимое число уровней расчленения от Φ_0 до Φ_n определяется с помощью схемы технологического процесса и зависит от числа зафиксированных, задуманных модельером свойств $Z_1, \dots, Z_n$ обуви, например, Z_1 — декоративная строчка, Z_2 — вставка блоков и т. д.

В уточнении необходимой степени детализации описания математической модели главным является возможность автоматизированного проектирования процессов сборки заготовок верха обуви, т. е. достижение конечной цели — функционирования системы проектирования. Если это выполнить невозможно на основе информации первого уровня расчленения, следует ввести дополнительный, второй, уровень и так до достижения конечной цели.

Математическая модель технологического процесса производства входит как элемент в управляющее устройство (см. рис. 7.6) в блоки, определяющие ΣP_d и $P_{\text{опт}}$.

В соответствии с этой схемой технологического решения для нахождения $P_{\text{опт}}$ необходимо иметь, во-первых, информацию

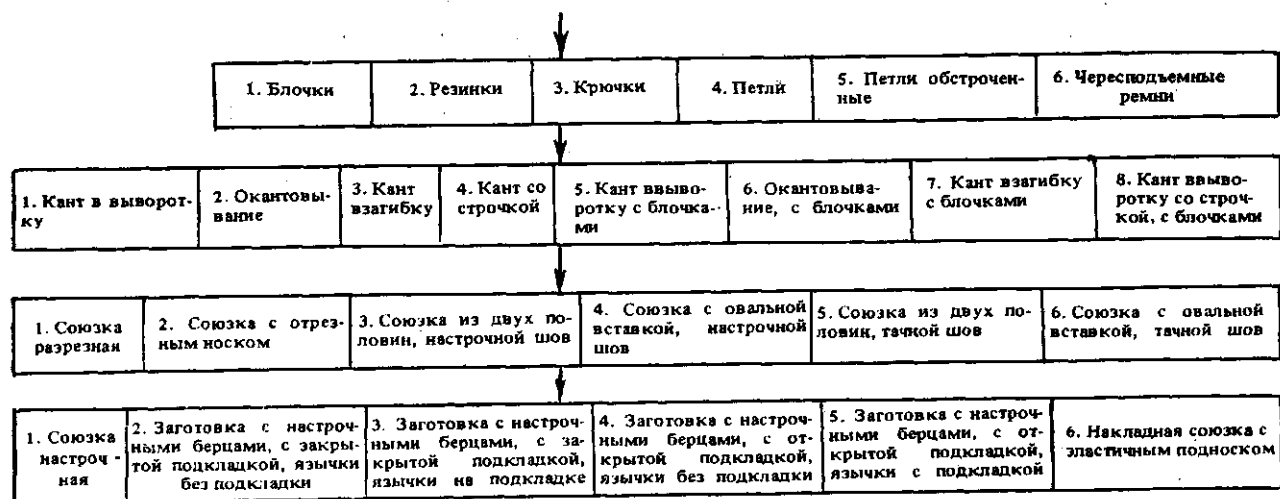
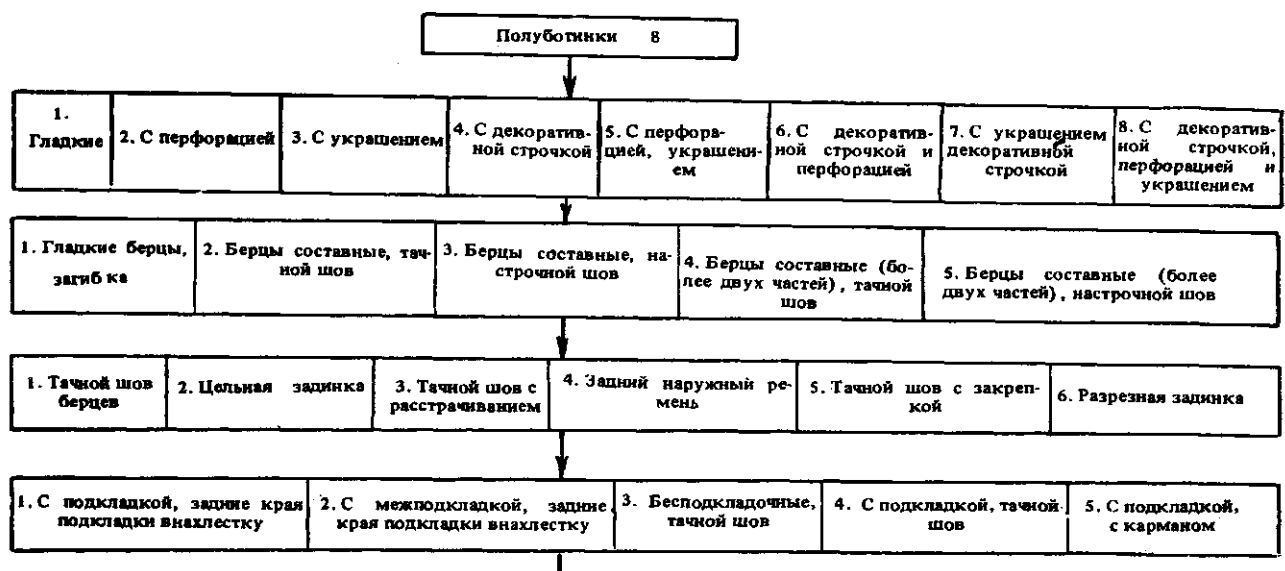


Схема 7.7. Номенклатура предикатов полуботинок

Z_k о свойствах обуви и, во-вторых, технологическую информацию $C_n = \varphi(f_n, Y_{ij}, \Gamma_n)$, содержащую сведения об условиях проектирования (Y_{ij}), наборы технологических операций f_n и описание правил следования им Γ_n (где φ — знак функции).

Часто информацию первого вида о свойствах изделия Z_n называют текущей информацией, а второго вида (f_n, Y_{ij}, Γ_n) — установочной. Задача машинного проектирования состоит в преобразовании текущей информации с помощью установочной в $P_{опт}$. Во всех подобных случаях текущую и установочную информацию необходимо представлять в ЭВМ формализованной (записанной по строгим правилам), в виде наборов цифр или таблиц, которыми может оперировать ЭВМ. Для этого следует представить сведения Z_n о свойствах обуви (предикатах) в виде полного их возможного перечня (номенклатуры). Вместе это называется номенклатурой предикатов (схема 7.7).

В соответствии со системно-структурным анализом необходимо также провести формализованное описание технологического процесса изготовления обуви. Известно, что каждый образец обуви может быть изготовлен по нескольким отличаю-

Таблица 7.2. Формализованная запись технологического процесса сборки

Номер технологического этапа	Логическое условие	Номер операции	Наименование операции	Разряд рабочего
1	2	3	4	5
I	Если 410000000, то 00,06	00	Запуск	3
	Если 420000000, то 00,01, 02,06	01	Перфорирование деталей	2
		02	Намазка клеем, наклеивание подложки под перфорацию	1
	и т. д.	06	Намазка клеем, наклеивание межподкладки, боковинок	1в
II	Если 401000000, то 07, 08,09	07	Намазка клеем краев деталей верха, сушка	1
		08	Загибка краев деталей верха	4
		09	Сострачивание берцов настрочным швом	3
	и т. д.			

Примечание. В графе 10 приняты следующие сокращения: к — клей; н — нит обуви, т. 1—8.

шимся друг от друга технологическим проектам (свойство эквивалентности), причем вся готовая обувь будет входить в одну классификационную группу, иметь один артикул и одну стоимость, например обувь клеевого метода крепления можно изготовить, затянув заготовку шнурком, обувным гвоздем, клеем и др. Поэтому в математической модели технологического процесса должны быть зафиксированы предикаты конструкции, предусмотренные художником-модельером. Из вариантов технологического процесса необходимо выбрать именно тот, который позволит изготавливать обувь требуемой конструкции при оптимальных показателях работы сборочной поточной линии.

При выборе формы представления входной информации Z_k , C_n опробуется несколько вариантов, из которых наиболее простым и в то же время наиболее полным, включающим все установки, необходимые для моделирования продуктивной деятельности инженера с помощью ЭВМ, являются формализованные записи технологических процессов, номенклатура предикатов. Поэтому установочную информацию о схемах и возмож-

заготовки полуботинок (шифр 4)

Оборудование	Норма времени, чел.-ч, на 100 пар заготовок верха обуви			Вспомогательные материалы	Расход вспомогательных материалов на изготовление 100 пар заготовок верха обуви		
	мужской	женской	детской		мужской	женской	детской
6	7	8	9	10	11	12	13
Стол	1,21	0,95	0,93	—	—	—	—
Пресс ПГТП-45-О	1,238	1,238	1,238	—	—	—	—
Стол	0,739	0,739	0,739	к1, а	—	—	—
Аппарат «Решетка», 01287/Р1, 01230/Р2	1,48	1,45	1,35	к1; 17, а, б; 18, а, б, в	845	681	462
Стол	0,953	0,939	0,939	к1, а; 15, а, б, в, е	378	349	299
01280/Р1	2,256	2,174	2,133	—	—	—	—
330-8, 01153/Р2	2,981	2,667	2,403	н40, нА, 90—100	—	—	—

кн; и — и глы; цифры при букве к обозначают номера рецептов «Типовой технологии»

ных вариантах технологического процесса целесообразно представлять в форме формализованной записи (зоне возможных решений), приведенной в табл. 7.2.

Такие формализованные записи составляются для производства обуви наиболее часто встречающихся видов (туфель, полуботинок, ботинок и др.), а также различных методов крепления (клеевого, ниточного и др.). В формализованной записи содержатся все данные, которые в соответствии с математической моделью необходимы для программированного выбора технологического процесса производства обуви.

Из математической модели задачи видно, что для решения проблемы необходима информация об исходном и конечном состояниях полуфабриката Z_0 , Z_k , о связи ее с процессами производства Π , что и указано в формализованной записи. Так, в первой колонке формализованной записи дан номер технологического этапа.

Технологический процесс разделен на ряд этапов, следующих один за другим в зафиксированном порядке ($\Gamma_1, \dots, \Gamma_n$), отраженном в нумерации этапов.

Каждый этап включает набор операций, позволяющий обеспечить в готовой обуви любой один предикат (одно свойство) из группы однотипных ($Z_1, Z_2, \dots, Z_n$), которыми может обладать изделие. Например, на первом этапе выполняются операции, обеспечивающие наличие в готовой обуви вместе или порознь перфорации, декоративной строчки, украшений и т. д., т. е. группы однотипных предикатов.

При построении системы проектирования необходимо иметь установки, касающиеся наименования возможных предикатов ($Z_1, \dots, Z_n$); разделения их на однотипные группы; Y_{ii} очередности предикатов и процессов ($\Gamma_1, \dots, \Gamma_n$). Например, нерационально выполнять операцию «вставка задника» после затяжки заготовки верха обуви на колодку, так как для этого придется удалять крепежи и потом вторично производить затяжку. Это и есть одна из множества установок Γ_n , которыми пользуется инженер-проектировщик при составлении схемы технологического процесса: этап вставки задника должен предшествовать этапу затяжки заготовки верха обуви. При этом принимается за основу возможность составления полного технологического процесса из блоков типового процесса.

В общей последовательности работ при программированном проектировании кроме формализованных записей большое значение имеют номенклатура предикатов и алгоритм, от правильности и обоснованности разработки которых во многом зависят дальнейший выбор технологического процесса, его оптимальность, поэтому при составлении номенклатуры предикатов необходимо обосновать выбор схемы и тщательно проанализировать его.

Опыт составления схем технологических процессов подтвер-

дил возможность разделения их на несколько этапов, причем каждый из них в свою очередь может включать несколько вариантов.

При автоматизированном выборе технологического процесса для возможности включения в эту работу ЭВМ следует применить математический аппарат, понятный машине.

Задачу нахождения количественной характеристики последовательности сборки деталей обуви можно сформулировать следующим образом: если имеется неупорядоченное множество K деталей обуви, собираемых в конструкцию, то его необходимо разделить на некоторое число подмножеств K_n , объединяемых в узел или подузлы, или группу деталей одного назначения. На примере заготовки ботинка это могут быть такие узлы: задний, передний, подкладки и др.

Порядок сборки деталей обуви можно установить после разделения множества K на подмножества K_n и затем упорядочить каждое из этих подмножеств.

Экспертный анализ, обычно применяемый для этой цели, можно значительно усилить, если провести его на основе операций математической логики.

Применение идей математической логики, составление математической модели соединения множества деталей в узлы и соответственно объединение множества технологических процессов в этапы позволяет объективно обосновать порядок составления схемы технологического процесса и алгоритм ее выбора.

Для заполнения колонок формализованной записи кроме определения порядка вхождения деталей в узлы и узлов в конструкцию обуви необходимо отобрать признаки (предикаты) конструкции обуви ($Z_1, \dots, Z_n$), существенно влияющие на структуру технологического процесса.

Так, опытным путем выделяем признаки конструкции (предикаты обуви) $Z_0, \dots, Z_n$, влияющие на выбор технологического процесса (обозначения берем из математической модели), и записываем в виде номенклатуры предикатов в последовательности, определенной при разработке схемы сборки. В верхней части каждого блока стоит его порядковый номер в ряду, а также его наименование.

Все предикаты независимо от рода обуви можно объединить в восемь однотипных групп. В формализованной записи технологического процесса им соответствует восемь этапов.

В зависимости от более мелких, чем род обуви, признаков (конструктивных особенностей заготовки, способа соединения деталей и т. д.) все группы предикатов полуботинок содержат 50 предикатов, каждый из которых имеет свой постоянный номер.

Считается нерациональным предусматривать в номенклатуре уникальные конструкторские и редкие технологические

ситуации. Это объясняется тем, что попытка создания универсальных систем значительно усложняет кодирование и алгоритм решения задачи и, следовательно, не позволяет добиться должного экономического эффекта. Например, в кодировочной номенклатуре предикатов полуботинок на втором этапе под шифром 3 (см. схему 7.7) предусмотрено наличие в полупаре берцов двух частей, а под шифром 4 — более двух частей. Разумеется, можно предусмотреть весьма редкие случаи, когда в обуви массового производства берцы состоят из пяти, шести и, что еще более невероятно, из десяти частей (ремешковая обувь). В принципе можно было бы развить это направление и предусмотреть как в номенклатуре, так и в алгоритме возможность автоматизированного выбора технологического процесса производства обуви такой конструкции, но это не является производственной необходимостью.

В этих случаях следует проводить статистический анализ, определяющий частоту использования участков номенклатур и алгоритмов, и отсекал редко встречающиеся варианты, представив их решение инженеру-проектировщику. Только такой подход к шифрованию признаков обуви позволит создать простую и рациональную систему, составить код изделия в течение 1—2 мин и затем с минимальными затратами времени ЭВМ выбрать технологический процесс.

Нецелесообразно составлять универсальную номенклатуру, пригодную для всех случаев, например, для кодированного описания всех изделий, так как все признаки конструкции не могут быть описаны одноразрядными числами.

Попытка составления универсальной номенклатуры позволила выявить такие существенные недостатки, как сложность алгоритма, большой размер формализованной записи, значительное увеличение времени выбора технологического процесса. Поэтому кодировочные таблицы в виде номенклатуры предикатов для проектирования сборки заготовок верха обуви составлялись по видам обуви (полуботинки, ботинки, сапоги, чуваки, сандалии, туфли и др.) с учетом метода крепления (клеевой, рантовый, горячей вулканизации и др.).

Для каждого из 50 предикатов полуботинок в формализованной записи в графе 2 табл. 7.2 указаны логические условия выполнения операций, т. е. подграфы ($\Gamma_1, \Gamma_2, \dots, \Gamma_n$) полного графа $\Gamma (B, D)$ по математической модели.

Инженер-проектировщик помнит установки по связи каждого из 50 предикатов заготовки с частями технологического процесса. Это есть следующий вид установок, которые он должен знать и уметь использовать. Готовясь к принятию технологического решения, инженер-проектировщик вырабатывает именно эти установки — выполнение каких технологических процессов позволит получить заданные художником признаки конструкции обуви нового образца.

Выделение многих сотен установок при проектировании процесса производства часто встречающихся видов обуви — наиболее трудоемкая и сложная задача при формализации продуктивной деятельности инженера-проектировщика.

В программированном выборе технологического процесса для логического оперирования сведения о предикатах конструкции обуви и технологических процессах необходимо представить в ЭВМ в цифровом виде. Кодирование осуществляется с помощью номенклатуры предикатов и формализованного перечня технологических процессов, в котором каждый имеет свой постоянный номер.

Новый образец обуви, для производства которой разрабатывается технологический процесс, прежде всего зашифровывают по номенклатуре предикатов. Для этого последовательно читают каждую строчку номенклатуры и эту информацию сравнивают с получаемой при осмотре нового образца. При их совпадении выписывают по одному номеру из каждой строчки номенклатуры и получают шифр обуви. Это и есть Z_n математической модели технологического процесса и входная информация Z_k управляющей системы (см. схему 7.6).

Каждая цифра шифра несет информацию о двух видах технологических операций. Так, ее положение, порядковое место в шифре указывает в формализованной записи номер технологического этапа, а число единиц в цифре обозначает порядковый номер строчки в логическом условии, в котором записан вариант набора технологических операций. Например, если в шифре на третьем месте стоит цифра 1 (гладкие берцы с загибкой), то это означает, что на втором этапе выполняется (см. схему 7.7 и табл. 7.2) первый вариант набора технологических операций, порядковые номера которых 07, 08, 09. Третьему месту соответствует второй этап, потому что всегда от порядкового номера цифры в шифре отнимается единица, так как первая цифра, которой зашифрован вид обуви, не считается.

Суммируя последовательно по этапам наборы операций, получают полный технологический процесс, обеспечивающий получение изделия со всеми предикатами, предусмотренными художником-модельером.

Для удобства пользования формализованными записями в графе 3 табл. 7.2 указывается постоянный номер операции, графе 4 — ее наименование, далее в графах 5—13 — соответственно разряд рабочего, применяемое оборудование, норма времени на 100 пар заготовок мужской, женской и детской обуви.

Для программированного решения задач подбора оборудования, расчета числа рабочих, требующегося для выполнения сменного задания, и выдачи заказа на вспомогательные материалы необходима информация, содержащая перечни вспомо-

гательных материалов, нормы их расхода, массивы оборудования, материалов, норм.

Перед заполнением граф 7—9 формализованной записи (см. табл. 7.2) проводят сравнение нормативов отраслевых норм с реально достигнутыми на ряде крупных предприятий. После этого в графу 7 вносят прежде всего отраслевые нормативы. Если на некоторых операциях обнаруживаются существенные расхождения, то отраслевые нормативы корректируются до уровня реально достигнутых с учетом процента их перевыполнения при изготовлении обуви соответствующего вида.

Разработаны алгоритмы для составления нормативов изготовления оригинальных образцов обуви и программы для вычисления их с помощью ЭВМ*.

В математической модели технологического процесса записывается еще информация о процессах Π , f и о порядке их выполнения Γ (B , D); в формализованной записи им соответствуют графы 1—4. Информация об имеющихся в той же модели обозначениях Y_i записывается в графах 5—8 формализованной записи.

Таким образом, в формализованной записи имеются все сведения, которые в соответствии с математической моделью необходимы для выбора технологического процесса.

После составления формализованных записей, т. е. технологических установок, которые применяются инженером-проектировщиком в эвристическом процессе проектирования, для выполнения с помощью ЭВМ этих работ необходимо составить алгоритм и программу**.

В основу таких алгоритмов положены установки, применяемые инженером-проектировщиком технологических процессов во время решения задач. Ранее они были по частям внесены в формализованную запись (см. табл. 7.2, графы 1 и 2) в виде логических условий и соответствующих номеров технологических операций. На схеме 7.8 проведено сравнение этапов проектирования технологических процессов инженером-проектировщиком и автоматизированной системой, что позволило установить, изъятие каких работ обеспечивает повышение производительности труда инженера-проектировщика. При автоматизированной системе проектирования он выполняет только работы по составлению шифра обуви (2—3 мин на один образец) по готовой номенклатуре предикатов (блок II). Следующие при неавтоматизированном проектировании работы выпадают.

Инженер-проектировщик получает от ЭВМ уже готовый технологический процесс с рассчитанными технико-экономиче-

* Программы сданы в Украинский фонд алгоритмов и программ, справки № 33 и 34 от 6 марта 1973 г.

** Программы сданы и зарегистрированы в Украинском фонде алгоритмов и программ, справка № 124 от 20 июля 1976 г.

скими показателями и в заключение проектных работ по обоим методам производит опробование технологического процесса.

По укрупненному алгоритму выбора рационального варианта технологического процесса (схема 7.9) разработана программа выбора оптимального технологического процесса (первая ступень оптимизации, блоки A_2 — A_5). При подготовке исходной для проектирования информации эти работы выполнены централизованно в научной лаборатории и в формализованные записи внесены уже оптимизированные варианты процессов производства.

Вторая ступень оптимизации по показателю «число оборудования» может быть записана так:

$$\Sigma K(X) = \min \sum_{n=1}^m K_n \leq a_m, \quad x \in X,$$

где $K(X)$ — число единиц однотипного оборудования, необходимого для выполнения технологических процессов от 1 до n по варианту X ; a_m — число единиц оборудования, имеющегося на фабрике.

Эту ступень оптимизации можно выполнить только с помощью ЭВМ, без участия «составителя технологии», на основе необходимой исходной информации, подготовленной научно-исследовательской лабораторией. Так, заранее в память ЭВМ вводятся данные о наличии оборудования на каждой фабрике по специальной форме (табл. 7.3).

Проверка загрузки фабричного оборудования по выпуску обуви расчетного ассортимента осуществляется по каждой поточной линии отдельно в соответствии с порядком следования блоков A_8 , A_9 , A_{10} и A_{11} укрупненного алгоритма оптимизации. При последующем разукрупнении работ, записанных в этих блоках, составлен следующий, все еще без мелких деталей, алгоритм (схема 7.10). В нем вслед за выбором оптимального технологического процесса по формализованным записям (в укрупненном алгоритме блоки A_8 и A_9) производится расчет необходимого количества оборудования. Первая операция — определение количества оборудования X_i на каждом процессе:

$$X_i = P_{см} / N_{вр},$$

где $P_{см}$ — программа на смену, пары; $N_{вр}$ — норма выработки оборудования за смену, пары.

После округления полученного числа оборудования до целого в блоке 3 определяется сумма однотипного оборудования $\Sigma X_i = A_i$ по всем процессам, по каждому шифру оборудования отдельно. Излишки I или недостаток H оборудования определяются как разница между A_i и числом оборудования (указанным в табл. 7.3), обозначенная G_6 . Если имеются группы взаимозаменяемого оборудования A_i и A_{i+1} , то следует проверить баланс недостатка H_i и излишка I_{i+1} этого оборудования

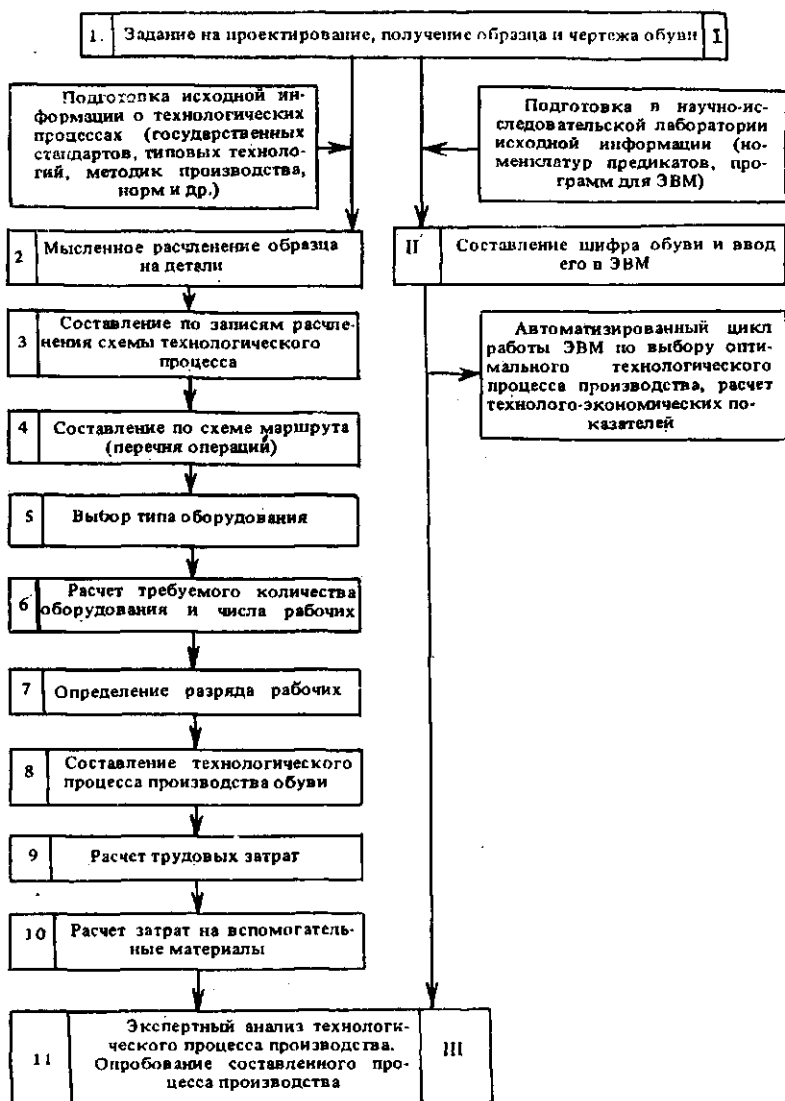


Схема 7.8. Сравнительная характеристика последовательности выполнения проектных работ инженером-проектировщиком и автоматизированной системой

(блок 5 на схеме 7.10). При перекрытии недостатка расчет заканчивается и переходит к блоку A_{12} укрупненного алгоритма. В противном случае следует попробовать перекрыть недостаток N_i оборудования за счет возможных излишков i оборудования других цехов I_i , I_{i+1} или по всей отрасли I_i^0 , I_{i+1}^0 . Если невозможно сбалансировать требуемое и имеющееся ко-

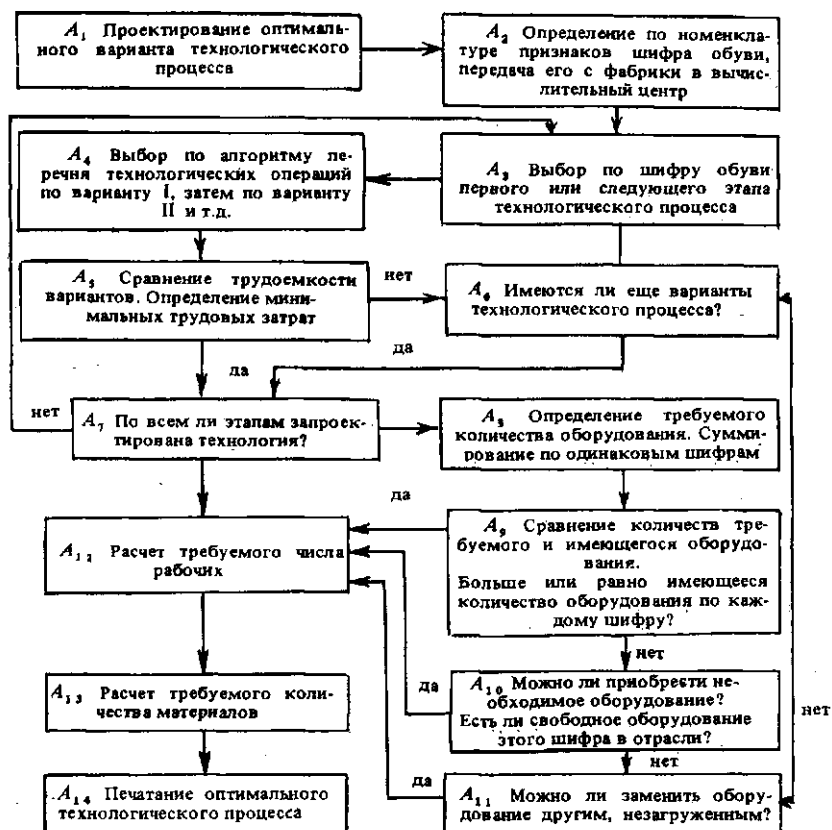


Схема 7.9. Укрупненный алгоритм выбора оптимального технологического процесса производства обуви

личество оборудования, возвращаются к блоку A_6 и заново выбирают технологический процесс.

На этом заканчивается вторая стадия оптимизации, в результате которой выбирается вариант технологического процесса с минимальными затратами труда, причем процессы подбираются с учетом имеющегося на предприятии оборудования.

Такой последовательный, итеративный путь оптимизации гарантирует выбор действительно оптимального варианта технологического процесса, тем самым и выполнение цели, поставленной при создании подсистемы технологической подготовки производства и соответственно цели всей системы.

Метод программированного выбора позволяет при затратах времени составителя 5—10 мин и ЭВМ 10 мин получить оптимальный технологический процесс и себестоимость обуви.

Таблица 7.3. Форма записи о наличии оборудования на фабрике

Шифр фабрики	Оборудование	Шифр оборудования	Количество оборудования					
			в цехе			на фабрике		
			в работе	резервное	всего	в работе	резервное	всего
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0221	Швейная машина кл. 230	01132	98	6	104	201	8	209

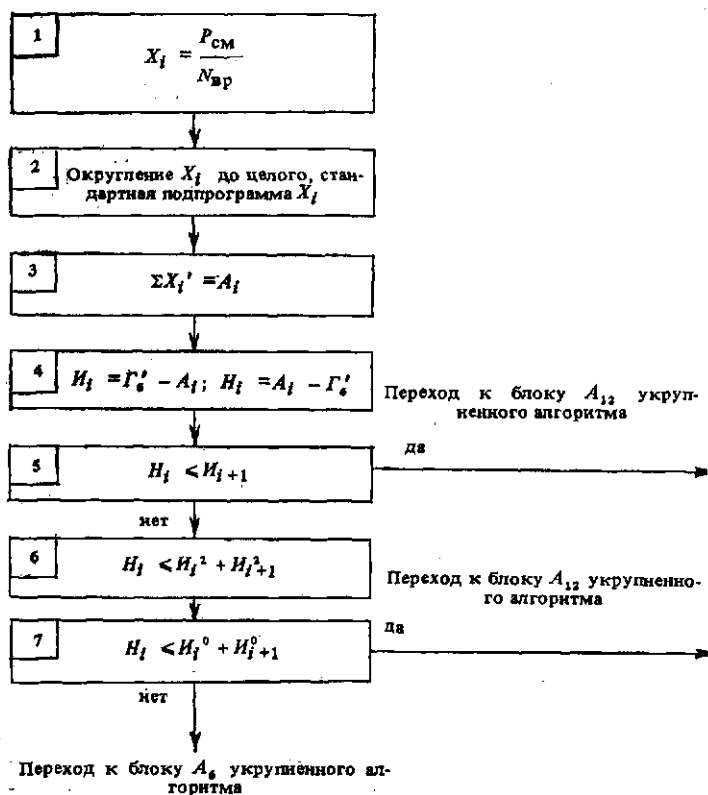


Схема 7.10. Алгоритм оптимизации технологического процесса по наличию оборудования

7.7. ПРОГРАММИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОПЕРАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ОБУВИ

В типовой технологии производства обуви уже имеются готовые рекомендации по выполнению операций изготовления обуви некоторых наиболее часто встречающихся видов.

Однако в практике проектирования возможны случаи разработки нового технологического решения, при которых деление на процессы не всегда совпадает с типовым, и периодически приходится проводить работу по обновлению операционной технологии. Для подготовки производства обуви новых нетиповых конструкций эти работы выполняют заново. Кроме того, программированный метод выбора технологии на этом уровне проектирования позволяет обосновать проектное решение на следующем уровне — при составлении программ управления автоматами.

Для этих и подобных случаев необходимо разработать программированный метод решения задачи проектирования, позволяющий использовать ЭВМ, гарантирующий получение унифицированной, типизированной операционной технологии и в то же время оптимизированной по принятому за критерий показателю.

Для создания такого программированного метода необходимо составить модель творческого решения технологической задачи инженером-проектировщиком. При этом следует выделить установки, которыми он пользуется при проектировании операционной технологии, соединить их в ориентацию и на этой базе составить алгоритм и программу моделирования эвристических процессов.

Начнем решение этой проблемы с постановки задачи проектирования технологических операций.

Исходными данными для этого являются набор возможных методов обработки, требуемая форма деталей, межоперационные размеры и необходимая их точность. Варианты обработки деталей выбираются в зависимости от производственных ограничений — типов имеющегося оборудования, приспособлений, расхода вспомогательных материалов, вида материалов, трудовых затрат, нормативов на припуски и др.

При фиксированных производственных ограничениях наша эвристическая задача проектирования заключается в программированном выборе из возможного набора методов обработки одного, обеспечивающего получение деталей требуемой формы, межоперационных размеров, заданной точности при минимальной себестоимости.

Для нашей отрасли такая комбинаторная задача оптимизации на дискретно-ограниченном множестве возможных элементов обработки может быть решена методом простого перебора

всех возможных вариантов, но такой путь решения задачи не рационален вследствие больших затрат времени инженера-проектировщика. Поэтому для сокращения расчета создана методика итеративного целенаправленного перебора вариантов с помощью табличных алгоритмов, которые позволяют найти оптимальное решение за несколько шагов.

Табличные алгоритмы наиболее удобны с точки зрения наглядности, простоты использования, минимизации числа строк и символов для описания задач. Основаны они на дереве решений (связанный граф без циклов), широко применяемом для обоснования каких-либо действий.

В табличных алгоритмах (табл. 7.4—7.6) указывается решение, зависящее от совокупности групп условий X , Y (их называют еще входами).

Условия на каждом входе задаются словесными формулировками или кодом. Они обозначают классы и более мелкие группы и подгруппы условий, например вид материалов, припуски на строчку, загибку и др. Связи уровней могут задаваться как логическими переменными «да», «нет», так и алгебраическими символами $\geq$, $\leq$, $=$, $\in$, которые в общем виде обозначены буквами A , B .

При этом первый индекс при переменной указывает номер уровня на дереве решений, а второй — порядковый номер переменной в уровне.

Например, переменная A_{24} относится ко второму уровню и по порядку в нем она четвертая.

Искомые решения Z — параметры выполнения операций, записываются в центре таблицы.

Для решения нашей проблемы — программированного выбора операционной технологии — необходимо общую задачу разделить на подзадачи, т. е. найти число итераций в решении, а также уточнить количество информации, достаточной для выбора оптимального варианта.

Рассмотрим применение указанной методики на примере выбора операционной технологии строчки заготовок верха обуви.

Прежде всего следует определить объем информации, достаточный для заполнения таблиц. Анализ типовой технологии и практики ее применения показывает, что для характеристики операций строчки достаточно иметь следующую информацию: 1) расстояние строчки от края, мм, 2) частота строчки в стежках на 1 см, 3) номер ниток, 4) класс машины, 5) номер иглы, 6) применяемые приспособления, 7) вид выполняемого шва по принятой классификации, 8) материал деталей, 9) число строчек, 10) расстояние между строчками, 11) ширина припуска на строчку.

В связи с тем, что вся информация не может быть помещена в один табличный алгоритм, так как он будет иметь много

входов и вследствие этого трудно обозрим, разделим информацию на части и составим три алгоритма.

На алгоритме (см. табл. 7.6) показаны ветви деревьев X_{1n} , A_k , Y_{1e} , B_{1m} .

В целом каждая из законченных ветвей дерева решения и есть одна из множества установок, применяемых инженером-проектировщиком во время решения продуктивной задачи выбора нормативов выполнения технологических операций. Такие установки лежат в основе эвристического подхода к процессу выбора операционной технологии.

В табличном алгоритме № 1 (см. табл. 7.4) насчитывается 64 законченные ветви дерева решений (64 заполненные клетки), т. е. 64 многоуровневые установки по выбору класса и типа швейных машин, которые применяет инженер-проектировщик при решении этой задачи. Ранее эти 64 возможных варианта и должен был помнить инженер-проектировщик, чтобы решить задачу выбора только одного из восьми параметров процесса строчки, которые все вместе полностью характеризуют операционную технологию.

Процесс выбора последующих двух параметров — номера иглы и номера ниток — описан в следующем табличном алгоритме (см. табл. 7.5), в котором насчитывается 78 ветвей решений.

В алгоритме № 3 для выбора остальных четырех нормативов имеется 90 многоуровневых установок. Для решения задачи выбора нормативов операционной технологии только строчки заготовок верха обуви инженер-проектировщик должен хранить в памяти и уметь оперировать 232 установками, причем в каждом из алгоритмов имеется свое оптимизационное звено. Так, в алгоритме № 1 машина выбирается по ее производительности (частоте вращения главного вала), т. е. по признаку минимизации трудовых затрат. В алгоритме № 2 оптимизируется прочность сострачивания. В алгоритме № 3 минимизируется расход материалов на сострачивание и при всех остальных равных условиях выбираются минимальные припуск, расстояние строчки от края детали, а также между строчками.

При выборе параметров операционной технологии только по сборочному цеху решается сложная задача определения 11 параметров строчки из 232 при пяти критериях оптимизации. Этот комплект алгоритмов помогает инженеру-проектировщику обоснованно выбрать параметры выполнения процесса строчки.

Хотя в приведенных алгоритмах и нет каких-либо принципиально новых, ранее не известных сведений о параметрах процесса строчки, но формализованное представление их в виде дерева решений позволяет составить достаточно простой алгоритм и применить для их выбора ЭВМ.

строчек до края, между строчками, числа стежков, припуска на строчку деталей

Вид шва X_{11}							
Настрочной A_{11}	Тачной A_{12}	Переметочный A_{13}				Строчка канта A_{14}	
		Тип совмещения деталей X_{21}					
		Встык A_{21}		С настрачиванием тесьмы A_{22}			
0,5—0,9 1—1,2	Z_{11} Z_{21}	1—1,2 Z_{12} Z_{22}	2—3 Z_{13} Z_{23}	От края тесьмы Z_{14} 1—1,5 Z_{24}	1—1,5 Z_{15} Z_{25}		
0,8—1,5 (с перфорацией — удвоенное расстояние от края + диаметр отверстия), мм	Z_{31}	Z_{32}	Z_{33}	Z_{34}	Z_{35}		
6—8 5—8	Z_{41} Z_{51}	5—6 Z_{52}	3—5 Z_{53}	3—5 Z_{54}	6—8 Z_{55}		
0,7—0,9 1,0—1,2 1,3—1,7	Z_{61} Z_{71} Z_{81}	Z_{62} Z_{72} Z_{82}	Z_{63} Z_{73} Z_{83}	От края тесьмы Z_{84} 1—1,5 Z_{74} Z_{84}	1,2—1,7 Z_{65} Z_{75} Z_{85}		
1,5—2 (с перфорацией — удвоенное расстояние от края + диаметр отверстия)	Z_{91}	Z_{92}	Z_{93}	Z_{94}	Z_{95}		
5—6 3—6 5—8	$Z_{10,1}$ $Z_{11,1}$ $Z_{12,1}$	4—5 $Z_{11,2}$ $Z_{12,2}$	3—5 $Z_{11,3}$ $Z_{12,3}$	3—5 $Z_{11,4}$ $Z_{12,4}$	5—6 $Z_{11,5}$ $Z_{12,5}$		

Ранее сделать это было сложно, так как отсутствие строгого принципа формализации не позволяло использовать математический аппарат.

В полностью программированном выборе операционной технологии с применением ЭВМ необходимо иерархическую структуру условий табличного алгоритма записать массивом, в котором каждому классу условий X , Y соответствует перечень конкретных условий A , B . Условия на всех уровнях записываются в порядке возрастания их шифра. Принято уровни разделять знаком $*$, а группы, образующие одну ветвь, знаком $;$. Так, например, массив табличного алгоритма № 3 по входу X :

$X_{11}A_{11}(Z_{1.1} \dots Z_{41.1}); A_{12}(Z_{1.2} \dots Z_{41.2}); A_{18}X_{21},$
 $A_{1.4}(Z_{1.5} \dots Z_{41.5}); * X_{21}A_{21}(Z_{1.3} \dots Z_{41.5}); A_{22}(Z_{1.4} \dots Z_{41.4})$
и т. д.

Запись структуры условий по входу Y будет более длинной в связи с наличием большого числа уровней.

Искомые параметры ЭВМ определяет на пересечении строчки и колонки по условиям локальной задачи, соответствующей входам со стороны X и Y .

Например, для заготовок верха обуви (табличный алгоритм № 3) из полукожника необходимо выбрать параметры настроенного шва. Тогда находим в табл. 7.6 строку полукожника (ее шифр Y_{12}, B_{12}). Для определения расстояния шва от края детали (Y_{21}, B_{25}) при толщине материала (Y_{32}) от 1 до 1,2 мм (B_{34}) числовое значение записано на пересечении строки B_{34} и столбца (X_{11}, A_{11}) — настроенной шов. Это числовое значение составляет от 1 до 1,2 мм, т. е. $1,1 \text{ мм} \pm 0,1 \text{ мм}$. Таким же методом выбираем расстояние между строчками ($Y_{11}, B_{12}, Y_{21}, B_{26}$) — от 1,5 до 2 мм, затем число стежков на 1 см шва ($Y_{11}, B_{12}, Y_{21}, B_{27}$), равное 5—6; припуск для строчки ($Y_{11}, B_{12}, Y_{21}, B_{28}$) при одной строчке (Y_{33}, B_{36}) равен 3—6 мм, т. е. $4,5 \pm 1,5 \text{ мм}$. С помощью этих табличных алгоритмов за 2—3 мин выбираем искомые оптимизированные параметры шва.

С помощью ЭВМ составляем программу, которая пригодна для поиска решений по табличным алгоритмам с любым числом входов, различного содержания и габаритов. Ее отличительной особенностью является то, что можно не перебирать весь уровень, а при нахождении нужного адреса перейти сразу к началу групп следующего уровня каждого входа.

Приведенные табличные алгоритмы после их однократного составления в научной лаборатории весьма просты и удобны в использовании также и при неавтоматизированном проектировании, без использования счетных машин.

Не так уж часто приходится выполнять работы большого объема (порядка сотни процессов) по проектированию операционной технологии, когда становится рациональным исполь-

зование ЭВМ. Обычно достаточно хорошие результаты получаются и при ручном использовании табличных алгоритмов. Но этот этап работ необходимо выполнять при подходе к следующей стадии проектирования — созданию программ управления работой автомата.

Проблема разработки программ управления машиной и их группами весьма актуальна.

После составления массива табличных алгоритмов, т. е. массива применяемых при заданных ограничениях технологических нормативов, необходимо зашифровать каждую строчку. Так, например, шифр числа стежков на 1 см шва заготовки из опойка с настроенным швом будет $X_{11}, A_{11}, (Z_{11} - Z_{41,1}); Y_{11}, B_{11}, Y_{21}, B_{23} (Z_{41} - Z_{45})$.

После ввода в память ЭВМ массива табличного алгоритма машина с помощью стандартной программы выбирает по шифру строчки нормативы ее выполнения. Затем машина печатает эти данные или в будущем при программированном управлении оборудованием передаст команду управления прямо в швейный автомат для перенастройки рабочих органов. Это и является одной из основных частей исходной информации, необходимой для составления программы работы автомата.

Для соединения ЭВМ с каким-либо конкретным типом машины составляется так называемая программа-постпроцессор (базирующаяся в нашем случае и на информации табличного алгоритма № 2). В результате использования программы-постпроцессора команды управления рабочими органами автомата выводятся на магнитную ленту или перфокарты.

Разумеется, что такая предварительная подготовка информации для программы управления может быть как ручной, так и автоматизированной. Однако отмечается, что ручное программирование настолько сложно, что применить его возможно только в самых простейших случаях. Метод автоматического программирования значительно точнее, дешевле, быстрее ручного проектирования. Для него в любом случае необходима информация, занесенная в табличные алгоритмы.

7.8. УТОЧНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА С УЧЕТОМ РЕАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ПРОИЗВОДСТВА ОБУВИ

Составленный перечень технологических операций (маршрут) еще не полный. К нему нужно добавить операции по передаче полуфабриката с одного участка на другой в потоке, по запуску деталей на конвейер, выбрать положение в потоке и число контрольных операций и др.

Уточнение процесса необходимо начинать с определения числа добавочных операций, связанных с транспортировкой изделий в поточной системе обувного производства. Для этого

следует разметить операции в цехе и выбрать схему движения полуфабриката по цеху.

Как и в большинстве задач, при этом следует прежде всего определить:

1) входную информацию, необходимую для получения решения;

2) метод преобразования входной информации в готовое решение, т. е. наборы установок и ориентаций проектирования;

3) выходную информацию — конечную цель решения.

Конечная цель решения на этом этапе — размещение операций в цехе — обычно не является искомой информацией о добавочном числе операций в технологическом процессе, а получается попутно с решением главной задачи проектирования этапа. Обычно критерием степени достижения главной цели — оптимального размещения операций на площади цеха — является какой-либо один из следующих показателей: максимум съема продукции с 1 м^2 площади; минимизация грузовых и людских потоков или их пересечений; уменьшение себестоимости перемещения полуфабриката и др. Один из перечисленных показателей выбирается главным, его величина определяет уровень оптимизации решения, остальные учитываются как ограничения при получении решения и достижение их оптимальных величин является подцелью.

Анализ решений производственных задач данного этапа показывает, что на предприятиях за главный показатель чаще всего принимают максимум съема продукции с площади цеха.

Входная информация для достижения цели частично получена ранее — это перечень следования операций технологического процесса, число оборудования на каждой операции, его габарит. На предприятиях имеется и такой вид входной информации, как готовые нормы по технике безопасности, расстановки оборудования с указанием рекомендуемых расстояний между машинами и др.

В связи с тем что подавляющее большинство технологических процессов проектируется для действующих предприятий, уже заранее известны план цеха, расположение складов, вспомогательных помещений и т. д.

Грузовые и людские потоки цеха являются составной частью потоков всего предприятия, и их следует рассматривать как единое целое. Во входную информацию задачи входят сведения о пункте поступления в цех деталей обуви, о местах нахождения лестничных клеток, элеваторов, передающих готовую обувь на склад, т. е. известно общее направление движения полуфабриката и людских потоков. Эти данные и предопределяют выбор схемы движения полуфабриката по цеху.

При выборе схемы (прямоточной или замкнутой) учитывают следующие условия (установки проектирования):

1) при прямоточной схеме пункты запуска и выпуска продукции разделены, при замкнутой схеме они находятся в одном месте, что вызывает скопление большого количества полуфабриката и продукции;

2) при замкнутой схеме требуется только один подъемник для междуэтажной, межцеховой транспортировки деталей и изделий;

3) бытовые помещения обычно располагаются в торцах здания, поэтому при использовании замкнутой схемы менее вероятны пересечения людских и грузовых потоков;

4) замкнутая схема транспортировки полуфабриката позволяет более просто организовать возврат колодок на запуск, что способствует организации замкнутого цикла оборота затяжных колодок, при котором они с операции «съем обуви с колодок» возвращаются на операцию «запуск колодок»;

5) движение грузопотоков по выбранной схеме не должно затруднять доступ операторов к рабочим местам и должно обеспечивать возможность быстрой эвакуации людей из цеха;

6) схема должна обеспечить наиболее удобное расположение рабочего у конвейера (рабочий стоит лицом навстречу движению конвейера и берет изделие левой рукой) и максимальное использование естественного освещения (желательно с правой стороны);

7) пункт передачи обуви из цеха на склад должен быть расположен как можно ближе к складу готовой продукции, так как обувь в коробках занимает большой объем; обувные полуфабрикаты более компактны, более транспортабельны.

Движение полуфабриката в цехе целесообразно начинать от складов, которые должны располагаться близко к подготовительным цехам.

Для обоснованного принятия решения по выбору схемы движения полуфабриката необходимо проранжировать перечисленные условия по степени их важности, выделить из них обязательные и желательные. Алгоритм анализа исходной информации при выборе схемы движения полуфабриката показан на схеме 7.11. С помощью семи критериев (семь логических блоков, или установок проектирования) входная информация трансформируется в готовое решение — рекомендацию по выбору схемы (прямоточной или замкнутой).

Однако в связи с тем что критерии пока заданы в общем виде, в словесной (вербальной) форме, без чисел, переработкой информации занимается главным образом инженер-проектировщик, основываясь на собственном экспертном анализе и эвристических способностях. На блок-схеме алгоритма показан один из наиболее часто применяемых вариантов ранжирования критериев выбора схемы. Используя ранжированный ряд критериев, инженер-проектировщик выбирает оптимальный, по его мнению, вариант схемы движения грузопотоков.

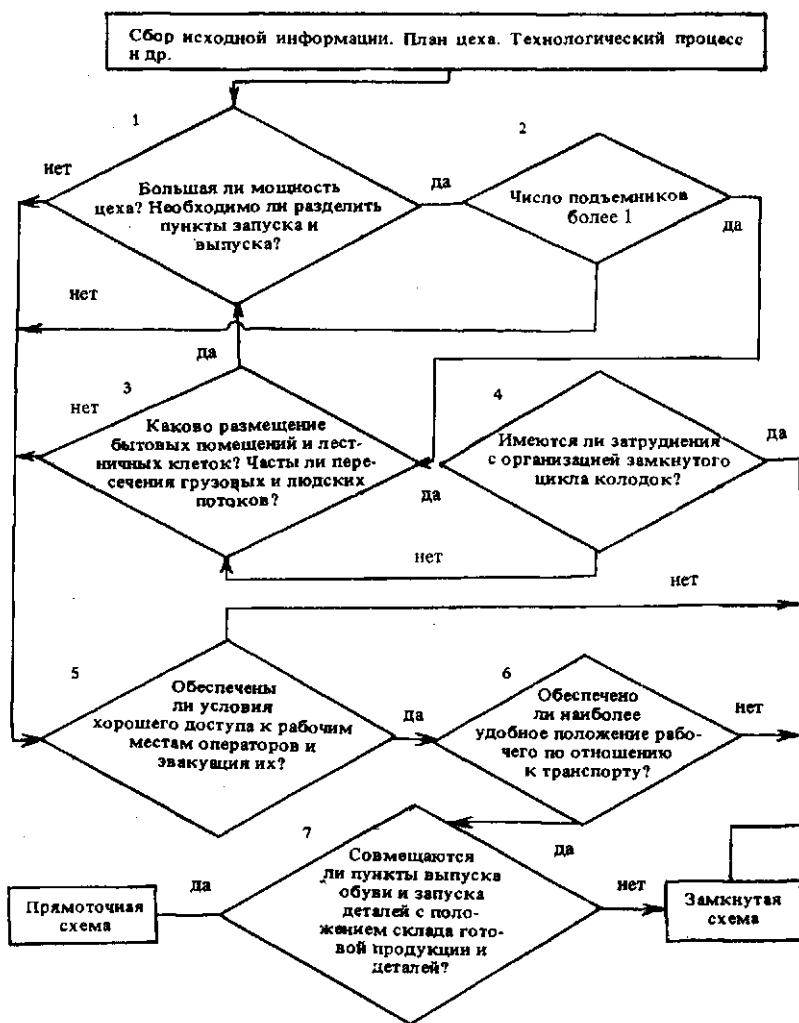


Схема 7.11. Алгоритм программированного выбора схемы движения полуфабриката по площади цеха

При этом следует учитывать, что размеры потоков (расстояние от запуска до выпуска) должны соответствовать габаритам цеха или быть им кратными.

При размещении цехов на разных этажах многоэтажного здания площади их равны между собой. Поэтому на одном предприятии, несмотря на различное число операций в процессе производства обуви разных видов и методов крепления, длины всех потоков должны быть примерно одинаковыми. Это

достигается путем регулирования мощности потоков. В типовых рекомендациях предельной длиной конвейера считается 48 м, рациональной — 42 м.

Для определения требуемого числа транспортирующих устройств все рабочие места сначала располагают в один ряд и измеряют его длину. Затем при двустороннем размещении оборудования ряд делят пополам. Требуемое число транспортирующих устройств находят, разделив эту половину длины на 42 м (рациональная длина транспортирующего устройства) и округлив полученное число до целого.

Принятую схему движения грузовых потоков необходимо воплотить в реальную, используя методику выбора оптимального транспортирующего устройства для потоков обувных фабрик.

Изучение существующей практики сборки обуви показывает, что подавляющее большинство (более 99 %) потоков оснащено транспортирующими устройствами, с несущего механизма которых снимают объект производства. Исключение из этого правила составляют отдельные потоки по производству резиновой обуви, полуавтоматизированные и автоматизированные линии ПЛК-О, а также операции склеивания деталей на конвейере в технологическом процессе клеевой сборки заготовки.

Малое число применяемых конвейеров прогрессивного метода (без затрат времени на сьем обуви с несущего устройства) можно объяснить целым рядом причин: низкой точностью и, следовательно, плохой взаимозаменяемостью деталей и узлов, поступающих на сборку.

Применение метода съема обуви с транспортирующего устройства обуславливает также неподготовленность конструкций объекта для поточной сборки.

Ясно, что переход к высоким формам поточной сборки — автоматизированным линиям — может идти по пути применения метода работы без съема продукции, с сохранением ориентации и фиксации обрабатываемого объекта.

Применяемые транспортирующие устройства требуют снятия обрабатываемых изделий вручную, причем затраты времени на сьем и возврат изделий вручную при поштучной их передаче составляет примерно 5 с, а затраты времени на операцию, например на затяжку носочной или пяточной части заготовки верха обуви, примерно 15 с. Это означает, что до 30 % времени уходит на выполнение вспомогательных работ.

Подавляющее большинство (около 97 %) конвейерных потоков работает с малыми ритмами (до 1—2 мин). При таких малых ритмах и съеме изделий с конвейера вручную рабочие быстро утомляются.

На поточных линиях сборки передача между операциями до 98 % объектов производится поштучно (парами), хотя габаритные размеры собираемых объектов позволяют организовать их

Требования к параметрам конвейера Y_7	Способ съема изделий Y_6	Способ обработки изделия на конвейере Y_5	Характер движения транспортирующего органа Y_4	Характер адресования Y_3	Расположение конвейера в пространстве Y_2	Транспортировка материалов и деталей в цехе Y_1				Требования к выбору конвейера
						раскрытием $Y_{1.1}$	выбором $Y_{1.2}$ на шпальных участках $Y_{1.3}$	сборочным $Y_{1.4}$	участком обработки деталей $Y_{1.5}$	
длина до 10 м $Y_{7.3}$	ручной $Y_{6.1}$	без съема изделия $Y_{5.2}$	непрерывно-поступательный $Y_{4.1}$	со свободным ритмом по ДОО $Y_{3.2}$	с жестко установленным ритмом $Y_{2.1}$	горизонтально-вертикальный $Y_{1.5}$	вертикально-горизонтальный $Y_{1.3}$	вертикально-вертикальный $Y_{1.1}$	ОТВ-2	
длина более 10 м $Y_{7.4}$	механизированный $Y_{6.2}$	со съемом изделия $Y_{5.1}$	периодический $Y_{4.2}$	со свободным ритмом по ДОО $Y_{3.2}$	с жестко установленным ритмом $Y_{2.1}$	горизонтально-вертикальный $Y_{1.5}$	вертикально-горизонтальный $Y_{1.3}$	вертикально-вертикальный $Y_{1.1}$	КЛО-1	
число и тип оповещений $Y_{7.5}$	автоматизированный $Y_{6.3}$	ручной $Y_{6.1}$	непрерывно-поступательный $Y_{4.1}$	со свободным ритмом по ДОО $Y_{3.2}$	с жестко установленным ритмом $Y_{2.1}$	горизонтально-вертикальный $Y_{1.5}$	вертикально-горизонтальный $Y_{1.3}$	вертикально-вертикальный $Y_{1.1}$	КЗЛ-О	
цепной ленточный $Y_{7.6}$	ширина конвейера до 1 м $Y_{7.1}$	без съема изделия $Y_{5.2}$	периодический $Y_{4.2}$	со свободным ритмом по ДОО $Y_{3.2}$	с жестко установленным ритмом $Y_{2.1}$	горизонтально-вертикальный $Y_{1.5}$	вертикально-горизонтальный $Y_{1.3}$	вертикально-вертикальный $Y_{1.1}$	КЗЛ-ГО	
плоскостный $Y_{7.7}$	скорость основного движения звена 3 м $Y_{7.2}$	со съемом изделия $Y_{5.1}$	непрерывно-поступательный $Y_{4.1}$	со свободным ритмом по ДОО $Y_{3.2}$	с жестко установленным ритмом $Y_{2.1}$	горизонтально-вертикальный $Y_{1.5}$	вертикально-горизонтальный $Y_{1.3}$	вертикально-вертикальный $Y_{1.1}$	ОТВ-2М	
высота конвейера до 1 м $Y_{7.8}$	длина до 10 м $Y_{7.3}$	ручной $Y_{6.1}$	периодический $Y_{4.2}$	со свободным ритмом по ДОО $Y_{3.2}$	с жестко установленным ритмом $Y_{2.1}$	горизонтально-вертикальный $Y_{1.5}$	вертикально-горизонтальный $Y_{1.3}$	вертикально-вертикальный $Y_{1.1}$	Типа "Парко 3-ярусный"	
	длина более 10 м $Y_{7.4}$	механизированный $Y_{6.2}$	непрерывно-поступательный $Y_{4.1}$	со свободным ритмом по ДОО $Y_{3.2}$	с жестко установленным ритмом $Y_{2.1}$	горизонтально-вертикальный $Y_{1.5}$	вертикально-горизонтальный $Y_{1.3}$	вертикально-вертикальный $Y_{1.1}$	ПРКВ-4	
	число и тип оповещений $Y_{7.5}$	автоматизированный $Y_{6.3}$	периодический $Y_{4.2}$	со свободным ритмом по ДОО $Y_{3.2}$	с жестко установленным ритмом $Y_{2.1}$	горизонтально-вертикальный $Y_{1.5}$	вертикально-горизонтальный $Y_{1.3}$	вертикально-вертикальный $Y_{1.1}$	КРО-9	
	цепной ленточный $Y_{7.6}$	ширина конвейера до 1 м $Y_{7.1}$	непрерывно-поступательный $Y_{4.1}$	со свободным ритмом по ДОО $Y_{3.2}$	с жестко установленным ритмом $Y_{2.1}$	горизонтально-вертикальный $Y_{1.5}$	вертикально-горизонтальный $Y_{1.3}$	вертикально-вертикальный $Y_{1.1}$	КО-14М	
	плоскостный $Y_{7.7}$	скорость основного движения звена 3 м $Y_{7.2}$	периодический $Y_{4.2}$	со свободным ритмом по ДОО $Y_{3.2}$	с жестко установленным ритмом $Y_{2.1}$	горизонтально-вертикальный $Y_{1.5}$	вертикально-горизонтальный $Y_{1.3}$	вертикально-вертикальный $Y_{1.1}$	КО-13	
	высота конвейера до 1 м $Y_{7.8}$	длина до 10 м $Y_{7.3}$	непрерывно-поступательный $Y_{4.1}$	со свободным ритмом по ДОО $Y_{3.2}$	с жестко установленным ритмом $Y_{2.1}$	горизонтально-вертикальный $Y_{1.5}$	вертикально-горизонтальный $Y_{1.3}$	вертикально-вертикальный $Y_{1.1}$	КО-17	

КОДМ-О																											
КЗЛ-О																											
КЗАТ-О																											
КШО-ОП																											
КШО-20																											
КШО-20М																											
ГЭК																											
КЗЛА-О																											
ПРКО-2М																											
13960																											
ТКТУ																											
БУСМКТ																											
"Анвер 1"																											
КПШО-ОП																											
КПШО-38																											
КПШО-39																											
МКМП-1М																											
КП-О-1																											
НКТ-"Унисер-Рос"																											
БУСМК 11																											
"Анвер 11"																											
КПО-2																											
КПЛ2-О																											

Схема 7.12. Табличный алгоритм по выбору типа транспортного устройства

передачу партиями. Такая партионная передача обуви позволяет сократить время выполнения операций, снизить утомляемость исполнителя, а также монотонность его работы.

В обувной промышленности наибольшее (более 95 %), но недостаточно обоснованное распространение получили конвейеры с непрерывным поступательным движением. Поточков, оснащенных конвейерами с периодическим движением, мало. Отсутствуют обоснование, рекомендации и методики выбора вида движения конвейера, существенно влияющего на затраты прежде всего времени.

Характерной чертой обувного производства является также низкий уровень синхронизации сборочных операций на поточках. Это связано с преобладанием поштучной сборки обуви, наличием жесткой последовательности выполнения операций, комплектования в одном потоке оборудования разной производительности, в том числе и не кратной принятому плану производства. Ритм сборки обычно постоянный и не учитывает колебания работоспособности оператора в течение смены.

Приведенные данные позволяют сделать вывод, что задача выбора конвейера для поточных линий сборки является многоцелевой, комплексной, решение которой зависит от многих факторов и осуществляется только при достижении ряда целей.

На выбор конвейера влияют следующие факторы:

1) характер и свойства перемещаемых грузов; это могут быть материалы и детали обуви (раскройный и вырубочные цехи), детали заготовок (потоки сборки заготовок), колодка с деталями (цех сборки), готовая обувь в коробках (склады) и др.;

2) расположение рабочего органа конвейера в пространстве (горизонтальное, вертикальное);

3) характер системы адресования и распределения объекта производства по параллельным рабочим местам типа ДРД (диспетчер—рабочий—диспетчер), ДРР (диспетчер—рабочий—рабочий) и др.;

4) характер движения несущего органа конвейера (непрерывно поступательный или периодический);

5) способ обработки изделий (со съемом или без съема с конвейера);

6) способ съема изделий с несущего органа конвейера (ручной, механический, автоматический);

7) требования к технической характеристике конвейера, например число одновременно подаваемых изделий и т. п.

С учетом перечисленных факторов выбор конвейера предлагается производить с помощью табличного алгоритма (схема 7.12). Порядок работы с информацией таблицы такой же, как и при выборе параметров операционной технологии.

С помощью этой таблицы, идя по строкам Y_j требований к типу конвейера, выбирают один или несколько его типов.

Если не удалось выбрать оптимальный тип конвейера за первый шаг селекции, то далее рассматривают несколько типов и с помощью дополнительного критерия выбирают один тип X_i , наиболее соответствующий предъявляемым требованиям Y_j .

В предлагаемой методике комплексной оптимизации выбора типа конвейера на первом шаге селекции используется прием рассмотрения полного списка всех возможных вариантов.

На первом шаге селекции с помощью схемы 7.12 из множества возможных отобрано ограниченное число конвейеров, каждый из которых обеспечивает главные требования к передаче объектов, но имеет некоторые особенности, например скорость транспортировки, ручной или механизированный съем изделия и др. Поэтому необходимо выбрать дополнительный критерий обоснования на втором шаге селекции.

Из общих принципов подхода к формированию критерия селекции ясно, что он должен отражать экономию живого труда и быть в то же время понятным по смыслу, просто определяемым. В настоящей задаче одной из целей анализа является определение влияния типа сборочных устройств на трудоемкость выполнения операций, поэтому рассмотрим составляющие трудоемкости:

$$t = t_{тр} + t_{оп} + t_{сн},$$

где $t_{тр}$ — время межоперационного транспортирования; $t_{оп}$ — время выполнения основной сборочной операции; $t_{сн}$ — время, характеризующее точность синхронизации сборочной операции.

Условно составляющие трудоемкости показаны на рис. 7.5. Из него видно, что

$$t_{тр} = t_{тр.м} + t_{тр.р},$$

где $t_{тр.м}$ — время механической транспортировки объекта от операции к операции; $t_{тр.р}$ — время, затрачиваемое оператором на съем изделия с несущего органа конвейера и возврат на него.

В свою очередь

$$t_{сн} = t_{р'у} + t_{мех},$$

где $t_{сн}$ — время выполнения основной части сборочной операции, оно может быть ручное $t_{р'у}$ и механизированное $t_{мех}$.

С целью более полного раскрытия особенностей расхода труда на выполнение операций в зависимости от применяемых

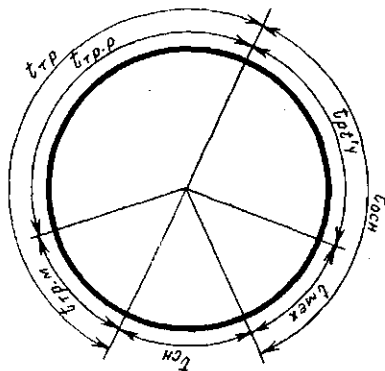


Рис. 7.5. Структура трудоемкости комплексной сборочной операции

транспортных устройств необходимо проанализировать характерные составляющие трудоемкости: $t_{тр}$, $t_{мех}$, $t_{пу}$.

В формализованном виде затраты можно записать в виде суммы коэффициентов $K_{сум}$, характеризующих затраты времени (в процентах) на сборку в принятом ритме:

$$K_{сум} = K_1 + K_2 + K_3 - K_4,$$

где K_1 — коэффициент, характеризующий затраты времени на транспортировку изделия от одной операции к другой; K_2 — на съём изделия с движущегося конвейера и возврат на него; K_3 — затраты времени, связанные с точностью синхронизации операции; K_4 — снижение затрат времени, зависящих от количества одновременно собираемых объектов на основной операции.

Для выбора оптимального варианта конвейера необходимо определить величину каждого $K_1, \dots, K_n$ и их сумму $K_{сум}$. Предпочтение следует отдать тому типу конвейера, при использовании которого $t_{тр}$ будет наименьшее, т. е. и наименьшая трудоемкость всей операции. Так, часто встречается задача выбора типа конвейера из двух имеющихся (например, КПО-ОП и МКМП-1М), одинаково пригодных по расположению в пространстве, способу съема изделия, характеру адресования и др. Тогда проводят следующий расчет. Конвейер КПО-ОП предназначен для поштучной (парной) передачи объекта производства по операциям. Прежде всего подсчитывают по технологической ведомости общее число рабочих мест, например 30, число параллельных рабочих мест 10 (на операции больше одной машины), ритм 60 с, длина пути оператора при съеме обуви 1—1,2 м, время на съём обуви с конвейера и возврат на него 6 с. Тогда

$$K_{сум I} = K_1 + K_2 + K_3 - K_4 = 0 + 10 + 15 - 0 = 25\%.$$

Так как время транспортировки совпадает со временем проведения обработки на операции, то $K_1 = 0$;

$$K_2 = 6/60 \cdot 100 = 10\%.$$

В связи с тем что процент перевыполнения технически обоснованных норм обычно не превышает 15 %, то примем $K_3 = 15$. Так как обувь передается по одной паре, одновременно собирается один объект и $K_4 = 0$.

В случае применения конвейера МКМП-1М

$$K_{сум II} = K_1 + K_2 + K_3 - K_4 = 0 + 15 + 5 - 0 = 20\%,$$

$K_1 = 0$, при расчете K_2 надо учитывать, что люлька с обувью находится не на движущейся цепи конвейера, а в рабочей зоне. Расстояние до обуви, т. е. длина пути руки оператора сокращается до 0,5 м и время на этот путь до 3 с, тогда $K_2 = 3/60 \times 100 = 5\%$. Как видно из расчета, $K_{сум I} = 25\%$, $K_{сум II} = 20\%$. Следовательно, по показателю трудоемкости на втором шаге селекции из двух конвейеров можно предпочесть МКМП-1М.

При этом следует учитывать, что необходимо провести, как обычно, экономическое обоснование принятого технологического решения. Это связано с тем, что стоимость конвейера, предпочтительного по технологическим характеристикам, может быть высокой. Тогда экономия в трудовых затратах может не перекрыть дополнительные расходы на амортизацию и др.

Простота и преимущество предлагаемой методики состоит в том, что при оценке вариантов решения сравниваются только те затраты, которые изменяются при рассмотрении характеристик объектов разных типов, в нашем случае конвейеров.

С целью окончательного уточнения необходимого числа рабочих и операций следует расставить оборудование на площади цеха.

Для решения этой задачи необходимо следующее:

- 1) выработать свод формализованных правил по расстановке оборудования в потоке, на площади цеха и в целом по предприятию с учетом оптимальных поэтажных грузопотоков;
- 2) составить алгоритм расстановки оборудования по площади потока, цеха;
- 3) составить программу работы ЭВМ.

Формализованные правила расстановки оборудования должны учитывать выработанные правила по технике безопасности, нормативы по расположению оборудования относительно друг друга, оптимальные величины проходов между потоками, стеной и оборудованием, торцами конвейера и стенами цеха.

Все эти данные берутся из справочников по проектированию предприятий.

Заранее в память ЭВМ вводится информация о наименовании, габаритных размерах и требуемом количестве оборудования, о площади цеха, а также о виде выполняемой операции (ручная, машинная). По этим данным создан алгоритм программированной расстановки оборудования.

По заданному алгоритму для ЭВМ ЕС-1020 составлена программа на языке PL/I; ЭВМ вместе с графопостроителем в автоматическом режиме чертит план оптимальной расстановки оборудования на площади цеха.

В результате применения программированного метода ЭВМ не только выбирает по шифру обуви оптимальный технологический процесс, но и рассчитывает необходимое количество оборудования, число рабочих мест и количество материалов, составляет проект расстановки оборудования по площади цеха, рассчитывает себестоимость производства обуви и прибыль.

В целом оптимальное решение этого блока задач позволяет высвободить инженерно-технический персонал от решения часто повторяющихся однотипных задач, повысить технико-экономические показатели работы предприятия.

Теперь уже видно на плане цеха, где и сколько прибавилось операций по транспортировке полуфабриката и изделий.

Добавляем число этих организационных операций к ранее рассчитанным технологическим.

Остается подсчитать число контрольных операций на потоке и тогда возможно окончательно определить численность работающих в цехе.

Число вариантов размещения контрольных операций на потоке может быть достаточно большим. При этом сопоставление двух вариантов расстановки контрольных операций с целью выбора из них оптимального осложнено действием большого числа различных не количественных, не формализованных факторов, которые следует учитывать. Такие плохо формализуемые задачи принято решать методом коллективных экспертных оценок, значительно сокращая число рассматриваемых вариантов за счет априорной (до опыта) оценки многих из них как неперспективных.

При коллективной экспертной оценке наилучшего размещения контрольных операций по технологическому процессу работу проводят в несколько стадий:

1. Сначала технолог, организатор экспертизы, составляет возможно большее число вариантов размещения контрольных постов в потоке.

2. Затем этот же технолог выявляет показатели технологических операций, которые определяются по каждому варианту контроля.

Т а б л и ц а 7.7. Показатели оценки вариантов контроля

Номер варианта расположения контрольных операций	Показатель	Оценка весомости показателя	Оценки качества контроля, баллы, по вариантам			
			1-й	2-й	i -й	m -й
1	2	3	4	5	6	7
1	Точность контроля	a_1	δ_{11}	$\delta_{12} \dots$	$\delta_{1i} \dots$	δ_{1m}
2	Стоимость контроля	a_2	δ_{21}	$\delta_{22} \dots$	$\delta_{2i} \dots$	δ_{2m}
3	Процент годной обуви	a_3	δ_{31}	$\delta_{32} \dots$	$\delta_{3i} \dots$	δ_{3m}
4	Производительность контроля	a_4	δ_{41}	$\delta_{42} \dots$	$\delta_{4i} \dots$	δ_{4m}
5	Надежность контроля	a_5	δ_{51}	$\delta_{52} \dots$	$\delta_{5i} \dots$	δ_{5m}
j	Управляемость и контролируемость процесса	a_j	δ_{j1}	$\delta_{j2} \dots$	$\delta_{ji} \dots$	δ_{jm}
.	.	.	.	.	.	.
n	Наличие контрольного оборудования	a_n	δ_{n1}	$\delta_{n2} \dots$	$\delta_{ni} \dots$	δ_{nm}

3. Составляется табл. 7.7, в которой все указанные показатели размещаются по строчкам в случайной последовательности.

4. Далее табл. 7.7 передается экспертам.

В табл. 7.7 эксперты должны проставить оценки (от 1 до 10): сначала в третьей графе вместо $a_1, \dots, a_j, \dots, a_n$ оценка весомости влияния, важности самих показателей. Например, если эксперт считает из показателей качества самым важным показатель № 3 (процент годной обуви), то он проставляет вместо a_3 число 10.

Затем эксперты заполняют остальные графы. На их пересечении со строчками проставляют вместо $\sigma_{11} \dots \sigma_{nm}$ опять по одному числу (от 1 до 10) в зависимости от обеспечения каждого показателя в каждом варианте контроля.

Так, если эксперт считает, что во 2-м варианте процент годной обуви будет самый низкий, он проставляет вместо σ_{32} число 1 и т. д.

После пересчетов данных табл. 7.7 заполняется табл. 7.8 конечного результата опроса.

Из примера, приведенного в табл. 7.8, видно, что как по сумме взвешенных оценок, так и по числу первых мест предпочтителен 3-й вариант контроля, так чаще всего и выбирают по двум первым позициям. Но этой характеристики еще не достаточно. Выбирая вариант контроля только по средним и высшим оценкам, можно потерять наименьшие оценки, т. е. не учесть критический анализ отдельного эксперта. Если эксперт дает очень низкую оценку варианту и его мнение не случайно (т. е. его квалификация высока), то следует провести с ним собеседование и выявить обоснованность критических замечаний. Однако чаще всего, если вариант контроля получил две первые высшие оценки, то и третья бывает достаточно высокой.

Т а б л и ц а 7.8. Расчет числовых показателей оценки вариантов контроля

Критерий оптимальности	Средняя оценка контроля по вариантам				
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й
Сумма взвешенных оценок, баллы	162,3	175,4	187,5	143,1	151,2
Число первых мест (максимальных оценок показателей)	1	2	4	0	1
Наименьшая оценка варианта, баллы	64,2	87,7	98,4	50,2	55,4

На этом заканчивается выбор варианта контроля, и получают последние искомые данные, число рабочих мест, количество контролеров.

Теперь имеется вся необходимая информация для определения суммарного числа рабочих мест на потоке, в цехе, т. е. этим уточнение технологического процесса в реальных условиях производства завершается.

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

А

- Адгезия 5, 9, 13, 133
 - теории 6, 7, 8
- Адсорбция 6
- Активаторы 189, 192
- Алгоритмы:
 - выбора оптимального технологического процесса 293
 - схемы движения полуфабриката 314
 - оптимизации процесса по наличию оборудования 295
 - табличный 297, 298, 301, 302, 309
- Аллопен (см. также Хлорированный полихлоропрен) 47
- Антиадгезионная обработка 172
- Антиоксиданты 34
- Антипирены 34
- Аппликации 106, 198
- Аппретуры 199, 200, 202, 203, 211
- Аутогезия 5, 9

Б

- Банк технологических данных 224

В

- Вальцы 194
- Взаимодействие:
 - адгезионное 13
 - с наполнителем 31
- Ван-дер-Ваальсово 14
- донорно-акцепторное 6, 14, 15
- между адгезивом и субстратом 13
- межмолекулярное 6, 7, 14, 15
- слабое и сильное 13
- электростатическое 7
- Взъерошивание 63—66
- Воск 58, 203, 204
- Время
 - вулканизации 151, 185
 - открытой выдержки 42, 60
 - термоактивации 76
- Вулканизация 123, 133, 177, 178
- Вулканизирующая группа 184, 191
- Вулканизирующие агенты 154, 188
- Высокочастотный нагрев 89, 107, 113
- Вязкость 35, 37
 - клеев расплавов 57, 60
 - литьевых смесей 119
 - по Мулли 151
 - резиновых смесей 153
- Вязкотекучее состояние 88

Д

- Давление вырыва 126
- Депластификация 147
- Дипольный момент 16
- Дисперсионная среда 30, 36
- Диффузионные процессы 7, 12, 13, 133
 - при сварке ТВЧ 97, 98
- Диэлектрическая проницаемость 17, 89
- Диэлектрические потери 90, 92, 93
 - коэффициент 90, 91, 93
 - угол 90
- Диэлектрические свойства 92, 93

Ж

- Жидкое формование
 - схемы процесса 168, 169
 - технология 170, 174

З

- Загустители 30, 35, 51
- Замедлители вулканизации 154
- Затяжка клеевая 58

И

- Изолирующие прокладки 96
- Изоцианаты 32, 33, 47, 54, 55
- Ингибиторы 34
- Ингредиенты
 - клеев 30—34
 - резиновых смесей для литья 151—153
 - для прессовой вулканизации 192

К

- Каучуки
 - бутадиеновый 187
 - бутадиенстирольный 142, 187
 - для прессовой вулканизации 186, 187
 - различных резиновых смесей 192
 - изопреновый 142, 187
 - натуральный 26, 186
 - силиконовый 111
 - синтетические 29, 152, 186, 187
- Классификация клеев 24—27
- Клеевые крепления
 - в затяжке верха 85
 - в сборке заготовок 84

в сборке кожгалантерейных изделий 87
 низа обуви 82
 Клеевые методы 5, 20
 Клеи
 без растворителей 23
 гуттаперчевый 21
 дисперсии 28, 30
 на основе полиамидов 56
 — — полиэфиров 57
 — — сополимеров этилена и нипилацетата 58
 — — хлоропренового латекса 51
 нитроцеллюлозный 20
 общая схема 30
 перхлорвиниловый 22
 показатели свойств 42
 полиуретановые 23, 52
 полихлоропреновые (составы) 47, 48
 приготовление 49
 применение 50
 расплавы 28, 30, 56
 растворы 26, 30
 сухие 28, 30
 Когезия 5, 9
 Контроль
 качества деталей верха обуви 235
 операции 328, 330
 Концентрация напряжений 24
 Краевой угол смачивания 10, 11
 Краски 200—202

Л

Лаки 199, 200, 203
 Латексы 51, 201
 Липкость 30, 51
 — придающие добавки 30—32
 Литые
 двухцветные 130
 классификация методов 115, 116
 низа на обуви 115, 163
 ПВХ-пластиката 146
 под давлением 116
 полиуретанов (см. Жидкое формование)
 резиновых смесей 150
 с опрокидыванием 161
 Литьевые машины 119
 — — общая схема 168
 — — принципы классификации 121
 — — роторные 129
 — — с двумя инъекционными узлами 131, 132
 — — схемы литья 129—134

М

Маршрут 261, 241, 243

Материалы для литья
 методом жидкого формования 165—170
 пластизолой (паст) 159, 160
 под давлением 116, 117, 192
 Межмолекулярные силы 6
 Межфазная граница 12, 13
 Методы прессовой вулканизации 180—182
 Микропроцессор 250
 Модель процесса производства 279, 291

Н

Наирит (см. ниже Полихлоропрены) 43
 Нанесение
 клея (методы) 68—71
 отслочных составов 211, 212
 Нанолитители 30, 31, 191
 — резиновых смесей 153, 188, 192

О

Обработка поверхностей 63, 67
 Образование контакта между адгезивом и субстратом 9—12
 Отделка 196

П

ПВХ-пластизоли 158, 160
 ПВХ-пластикат 146—148
 Печатание через фольгу 208
 Пластикация 118
 — резиновых смесей 150
 Пластификаторы 30, 31, 61
 — для ПВХ 147
 — для резиновых смесей 154, 188, 192
 — низкомолекулярные 31
 — типа олигомеров 31, 32
 Пленкообразователь (пленкообразующее) 199
 — дополнительный 29, 30
 — основной 29, 30
 — полихлоропреновых клеев 45
 Подвулканизация (скоринг) 46
 Политетрафторэтилен (фторопласт, тефлон) 96
 Полиуретаны
 образование материала в форме 173
 получение 166—169
 форполимеры 167
 Полихлоропрены 43, 44
 Полярность
 полимера 17, 91
 растворителя 36
 связей 16

Порообразователи 154, 160, 193
 Предикаты
 номенклатура 281, 290
 — универсальная 289
 Прессы
 в литьевых машинах 118
 в установках ТВЧ 89
 для приклеивания подошв 77—79
 Прессование
 давление 81
 при склеивании 77
 Пресс-формы (см. также формы, литьевые формы) 118, 126, 128
 Производство
 безлюдное 268
 гибкое 269
 процессы индивидуальные 272
 — типовые 271
 централизованное 268
 Проектирование
 процесса производства 240, 267, 265
 этапы 216
 Противостарители (см. также Стабилизаторы) 192, 193
 Прочность
 клеевых соединений 19, 72
 начальная 31, 39, 41
 соединения 87, 38, 40

Р

Рабочее место 229, 230, 237
 Разбавители 36
 Раскрой материалов 228, 229, 232, 233, 236, 237
 Разрушение клеевых соединений (виды) 19
 Растворители 30, 35, 36
 Реактопласты 119
 Регенерат резины 152, 187
 Резина
 подошвенная 192, 193
 силиконовая 96
 Резиновые смеси 119
 — для литья 151, 152, 155
 — для прессовой вулканизации 186
 — приготовление 194, 195
 Реологические свойства 119

С

Сварка высококачественная 88, 97, 98
 — объемная 103
 — с отделением 103
 — установки 107
 Связи

водородные 14, 15, 17
 межмолекулярные 7, 14
 химические 7, 14, 17, 32
 энергия 14
 Связующее (см. также Пленкообразователь) 29, 200
 Силиконовая матрица 109, 111, 112
 Система
 автоматизированного проектирования 276
 управления гибкая 268
 Склеивание 5, 35, 77
 Скорость схватывания 42, 61
 Скорчинг (подвулканизация) 123, 191, 195
 Смеси
 клеевые 49
 резиновые 152, 181
 Смолы
 алкилфенольные 30, 45
 инден-кумароновые 30, 45, 46
 канифоль 32, 46
 полиэфирные 58
 терпеновые 58
 Смыточные жидкости 204
 Совместимость 12, 30, 32, 35
 Соединение
 клеевое 9
 клеесварное 99
 сварное 101, 102
 склеиваемых поверхностей 77
 Сополимеры этилена и винилацетата 58, 142
 Стабилизаторы 30, 34, 47, 60, 154, 189, 192
 Стандартизация технологических процессов 273
 Стойкость клеевых соединений 31
 Структурирующие вещества 30, 32, 47
 Схема
 задачи управления 275
 прямоточная, замкнутая 312
 развернутая 243
 разруба материалов 235
 раскрой материалов 228
 сборки заготовок обуви 241
 — обуви 255
 технологического процесса 216, 214, 241

Т

Температура
 вулканизации 119
 плавления 42, 57—60
 размягчения 59
 стеклования 39
 текучести 59, 91
 термодеструкции 59, 91

Теплостойкость клеевых соединений 18, 31, 44
Термоактивация 50
Термодеструкция 119
Термопечатание 209
Термопласты 91, 119
Термоэластопласты 53, 67, 68, 143, 146
Технология операционная 217, 296
Типизация
 направления 272
 технологического процесса 271
 узлов и деталей 270
Тиснение поверхностей 208
Тиурам 46
Точность
 контура следа затянутой обуви 239
 процессов производства 273
Трафаретное печатание 208, 209

у

Угол смачивания 11
Узлы литьевой машины 119
Унификация технологического процесса 271
Ускорители
 вулканизации 189, 192
 структурирования 30, 32
Установки (проектирование) 219, 284

ф

Формализованная запись технологического процесса 282

Формование
 жидкое 168
 при литье 138, 139
 следа обуви 63
 с помощью силиконовой матрицы 109
Формодержатель 145
Формостойкость 140, 141

х

Химическое модифицирование поверхностей 54
Хлорнаирит (хлорированный полихлоропрен) 47, 54
Хрупкость пленок 59, 60

ц

Цикл формования 137—140

ш

Шарпа-Шонхорна правило 17

э

Экструзия 120
Эластичность пленок 58, 60
Эластомеры урстановые 53
Электроды 98, 99, 101, 104
Энергия связей 14, 15

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие 3

ОСНОВЫ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ ИЗДЕЛИЙ ИЗ КОЖИ 5

1. Клеевые методы в производстве изделий из кожи 5

- 1.1. Общие сведения 5
 - 1.2. Теория адгезии 6
 - 1.3. Физические основы процесса склеивания 9
 - 1.3.1. Образование контакта 9
 - 1.3.2. Диффузионные процессы в зоне контакта 12
 - 1.3.3. Взаимодействие между адгезивом и субстратом 13
 - 1.3.4. Полярность связей и их значение для адгезии 16
 - 1.3.5. Прочность и разрушение клеевых соединений 19
 - 1.4. Развитие клеевых методов крепления 20
 - 1.5. Преимущества и недостатки клеевых методов крепления 24
 - 1.6. Классификация клеев 24
 - 1.7. Общая схема клея и процесса склеивания 29
 - 1.8. Факторы, влияющие на прочность клеевых соединений 36
 - 1.9. Показатели свойств клеев и клеевых соединений 42
 - 1.10. Ассортимент и особенности применения клеев для изделий из кожи 42
 - 1.10.1. Полихлоропреновые клеи-растворы 43
 - 1.10.2. Клей на основе хлоропренового латекса 51
 - 1.10.3. Полиуретановые клеи 52
 - 1.10.4. Клеи-расплавы 56
 - 1.11. Технологический процесс склеивания 60
 - 1.11.1. Общие принципы построения процесса 60
 - 1.11.2. Подготовка склеиваемых поверхностей 63
 - 1.11.3. Нанесение клея 68
 - 1.11.4. Сушка и термоактивация клеевых пленок 72
 - 1.11.5. Соединение склеиваемых поверхностей и прессование 77
 - 1.12. Операционная технология клеевого крепления низа обуви 82
 - 1.13. Клеевая сборка заготовок 84
 - 1.14. Клеевая затяжка обуви 85
 - 1.15. Полуавтоматические линии и гибкие автоматизированные комплексы 86
 - 1.16. Клеевые методы при сборке кожгалантерейных изделий 87
- Список литературы 87

2. Изготовление деталей и узлов изделий из кожи с применением токов высокой частоты 88

- 2.1. Физические основы высокочастотного нагрева 89
 - 2.2. Высокочастотная сварка термопластичных материалов 97
 - 2.3. Разновидности высокочастотной сварки 103
 - 2.4. Изготовление деталей и узлов изделий из кожи в силиконовых матрицах 109
- Список литературы 115

3. Литые методы в производстве изделий из кожи 115

- 3.1. Литые под давлением 116
 - 3.1.1. Основы метода 118
 - 3.1.2. Инжекционный узел литейной машины 121
 - 3.1.3. Прессовый узел литейной машины 126
 - 3.1.4. Типы литейных машин и схема литья 129
 - 3.1.5. Системы управления литейными машинами 136
 - 3.1.6. Цикл формования 137
 - 3.1.7. Формостойкость литых изделий 140
 - 3.1.8. Общие сведения по технологии изготовления обуви литейного метода крепления низа 142
 - 3.1.9. Литые термопластичных материалов 145
 - 3.1.10. Литые ПВХ-пластиката 146
 - 3.1.11. Литые резиновых смесей 150
 - 3.1.12. Изготовление цельноформованной обуви из ПВХ-пластиката 157
 - 3.2. Литые ПВХ-пластизолой (ПВХ-паст) 158
 - 3.2.1. Общие сведения 158
 - 3.2.2. Литые с опрокидыванием 161
 - 3.2.3. Литые низа на обуви 163
 - 3.2.4. Ротационное формование 165
 - 3.3. Литые с образованием полимерного материала в форме (жидкое формование) 165
 - 3.3.1. Основы метода 165
 - 3.3.2. Технология жидкого формования. Оборудование 170
 - 3.3.3. Литые низа на обуви 174
- Список литературы 176

Тепл
18, 3
Терм
Терм
Терм
Терм
Терм
146
Тех
Тип
на
т
у
Тис
Тну
Точ
к
2
п
Тр

Уг
Уз
Ун
це
Ус

Ус

Ф
че

4. Метод прессовой вулканизации в производстве обуви 177

- 4.1. Общие сведения 177
- 4.2. Особенности формования и крепления низа обуви. Оборудование 179
- 4.3. Вулканизация и крепление резинового низа обуви 183
- 4.4. Резиновые смеси 186
 - 4.4.1. Компоненты резиновых смесей 186
 - 4.4.2. Особенности составления резиновых смесей 190
 - 4.4.3. Приготовление резиновых смесей 194

Список литературы 195

5. Отделка изделий из кожи 196

- 5.1. Общие сведения 196
- 5.2. Материалы и составы для физико-химической отделки изделий из кожи 199
- 5.3. Отделка низа обуви 205
- 5.4. Отделка верха обуви 207
 - 5.4.1. Отделка деталей верха обуви в плоском виде 207
 - 5.4.2. Отделка верха обуви после ее сборки 210
- 5.5. Отделка кожаных изделий 213

Список литературы 213

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ОБУВИ 214

6. Проектирование процессов подготовительного производства 214

- 6.1. Структура процесса принятия технологических решений 214
- 6.2. Проектирование процессов раскроя материалов на детали верха обуви 223
- 6.3. Особенности проектирования раскроя рулонных материалов 232
- 6.4. Проектирование процессов разуба материалов на детали низа и обработка деталей 235
- 6.5. Предварительная обработка деталей низа обуви 238

7. Проектирование технологического процесса 240

- 7.1. Методика проектирования процесса сборки заготовок верха обуви 240
- 7.2. Проектирование процесса клеевой сборки заготовок верха обуви 251
- 7.3. Методика проектирования процесса сборки обуви 255
- 7.4. Особенности проектирования производства обуви с верхом из текстильных материалов 265
- 7.5. Современные направления совершенствования проектирования процессов обувного производства 267
- 7.6. Автоматизированное проектирование технологических процессов производства обуви 274
- 7.7. Программированное проектирование операционной технологии производства обуви 293
- 7.8. Уточнение технологического процесса с учетом реальных условий производства обуви 301

Предметный указатель 315