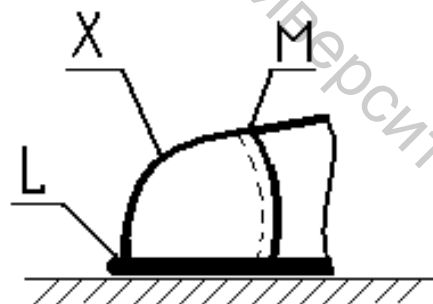
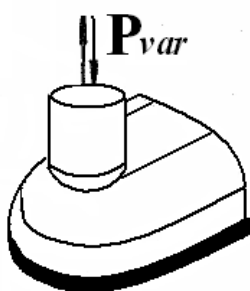
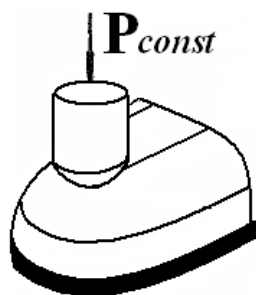


**А.Н. Буркин,
М.В. Шевцова**



ОЦЕНКА СВОЙСТВ ТЕРМОПЛАСТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПОДНОСКОВ ОБУВИ



**Витебск
2011**

**А.Н. Буркин,
М.В. Шевцова**

**ОЦЕНКА СВОЙСТВ
ТЕРМОПЛАСТИЧЕСКИХ
МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПОДНОСКОВ
ОБУВИ**

**Витебск
2011**

УДК 685.34.036.073 : 685.34.073.43

ББК 37.255

Б 91

Рецензенты:

Сыцко В. Е., доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой «Товароведение непродовольственных товаров» учреждения образования «Белорусский торгово-экономический университет потребительской кооперации»;

Несмелов Н. М., кандидат технических наук, доцент кафедры «Товароведение непродовольственных товаров» учреждения образования «Белорусский государственный экономический университет»

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом УО «ВГТУ», протокол № _____

Б 91 Буркин, А. Н. Оценка свойств термопластических материалов для подносков обуви : монография / А. Н. Буркин, М. В. Шевцова. – Витебск : УО «ВГТУ», 2011. – 183 с.

ISBN 978–985–481–224–3

В настоящей монографии обобщены как имеющиеся, так и собственные работы, связанные с изучением ассортимента материалов для подносков, технологией их применения, а также производственными и эксплуатационными аспектами формоустойчивости носочной части обуви. Монография может быть полезна в качестве учебного материала при изучении курсов «Материаловедение», «Технология производства изделий легкой промышленности», «Товароведение кожевенно-обувных товаров» и других дисциплин.

Для инженерно-технических работников обувных предприятий, студентов и аспирантов.

УДК 685.34.036.073 : 685.34.073.43

ББК 37.255

ISBN 978–985–481–224–3

© Буркин А.Н., 2011

© Шевцова М.В., 2011

© УО «ВГТУ», 2011

Научное издание

Буркин Александр Николаевич
Шевцова Марина Вячеславовна

**ОЦЕНКА СВОЙСТВ
ТЕРМОПЛАСТИЧЕСКИХ
МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПОДНОСКОВ
ОБУВИ**

Монография

Редактор Е. А. Егорова
Корректор Е. М. Богачева
Компьютерная верстка М. В. Шевцова

Подписано к печати _____ Формат 60×90 1/16 Бумага офсетная № 1.
Гарнитура «Таймс». Усл. печ. листов _____ Уч.-изд. листов _____
Тираж 120 экз. Заказ № _____

Отпечатано на ризографе учреждения образования
«Витебский государственный технологический университет».
Лицензия № 02330/0494384 от 16 марта 2009 г.
210035, Витебск, Московский проспект, 72

ВВЕДЕНИЕ

На современном этапе развития человечества, когда научно-технический прогресс давно опередил время, люди уже перестали задумываться над тем, что их окружает. Так, по привычке или, возможно, по вынужденной необходимости они покупают себе одежду, обувь, предметы туалета, интерьера и многие другие «мелочи», без которых на сегодняшний момент невозможно представить жизнь любого человека. Однако на самом деле роль так называемых «мелочей жизни» оказывается гораздо выше и важнее того, с чем их привык ассоциировать современный человек.

Обувь всегда являлась предметом первой необходимости, отличительным признаком человека от многих, себе подобных. Возникновение обуви относится к глубокой древности и неразрывно связано с трудом первобытного человека, его приспособлением к окружающей действительности, естественной потребностью защитить своё тело от повреждений и неблагоприятных воздействий окружающей среды. Изготовленная преимущественно из шкур задних ног тотемных животных, обувь, кроме защитной, выполняла также магическую, ритуальную, отличительную, декоративную, престижную и многие другие функции. То есть, другими словами, была для первобытного человека и способом отражения его родовой принадлежности, и методом защиты от колдовских чар, и средством борьбы со многими болезнями и недостатками человеческого тела.

Однако с течением времени функции обуви, а соответственно её конструкции и формы, претерпевали различные изменения, и уже сегодня значительно отошли от того представления и значения, которые в неё вкладывал первобытный человек.

Сегодня на первый план для покупателя выходят преимущественно не защитные, а эстетические показатели, и уже после называется качество, удобство, способ изготовления обуви и другие параметры, которые при всей своей простоте и кажущейся «ненужности» для современного человека имеют больше смысла, нежели приятный внешний вид и совершенство производственного исполнения.

Именно качество на сегодняшний момент следует рассматривать как один из определяющих факторов успеха любого предприятия, так как только товары высокого качества максимально полно удовлетворят потребности населения, а соответственно, будут пользоваться повышенным спросом.

Качество же обуви для покупателя определяется множеством различных показателей, таких как прочность крепления узлов и деталей, комфортность, надёжность, безопасность, срок гарантии, а также эстетичность и качество производственного исполнения. Причем именно последние показатели являются для покупателя определяющими при

покупке обуви. При этом важной особенностью является то, что значительная часть покупателей предъявляет свои эстетические требования не обуви в целом, а лишь форме её носочной части, как наиболее выступающей и наиболее подверженной внешним воздействиям. Другими словами, чтобы обувь максимально долго выполняла всё заложенное в неё покупателем значение, она должна сохранять свою форму, а особенно форму носочной части, в течение всего срока эксплуатации.

Развитие ассортимента обуви, обусловленное изменением направлений моды, совершенствованием обувной технологии за счет модернизации и автоматизации процессов ее изготовления, требует постоянного обновления ассортимента обувных материалов и деталей, совершенствования свойств и улучшения качества выпускаемых материалов, создания принципиально новых их видов с предварительно заданными свойствами.

Многообразие форм и фасонов современной обуви стало возможным благодаря использованию промежуточных деталей обуви, к которым относятся и подноски. Из множества функций, выполняемых промежуточными деталями, основной является придание обуви формы колодки при изготовлении и сохранение ее при эксплуатации. Промежуточные детали для удовлетворения требований обувной технологии и обеспечения комфорта при носке обуви должны обладать сложным комплексом физико-механических и гигиенических свойств.

Возможности механизации и автоматизации обувного производства во многом зависят от применения новых, более совершенных видов синтетических материалов, позволяющих эффективно использовать современные методы производства – литье, сварку токами высокой частоты, обработку ультразвуком. Наряду с синтетическими материалами для деталей верха, подкладки и низа обуви применение термопластических материалов для подносков вносит существенные коррективы в процессы моделирования, формования, влажно-тепловых обработок, позволяет в значительной степени повысить производительность труда на обувных предприятиях, расширить ассортимент обуви.

Внешний вид и формоустойчивость носочной части обуви в значительной степени зависят от качества подносков. В настоящее время для подносков обуви применяется довольно широкий ассортимент термопластических материалов отечественного и зарубежного производства, обладающих разными технологическими свойствами и надежностью при эксплуатации.

В настоящей монографии авторами сделана попытка обобщить как имеющиеся, так и собственные работы, связанные с изучением ассортимента материалов для подносков, технологией их применения, путей обеспечения формоустойчивости носочной части обуви. Материалы монографии могут быть полезны в качестве учебного материала при изучении курсов «Материаловедение», «Технология производства изде-

лий легкой промышленности», «Товароведение обувных товаров» для специальности 1-25 01 09 «Товароведение и экспертиза товаров», курсов «Материаловедение изделий из кожи», «Технология изделий из кожи» для специальности 1-50 02 01 «Конструирование и технология изделий из кожи», а также инженерно-технических работников, магистрантов и аспирантов.

Глубочайшую признательность авторы выражают д.т.н., проф. Сыцко В.Е., к.т.н. Несмелову Н.М. и к.т.н. Кикиневой Е.Г. за ценные замечания и предложения, сделанные при рецензировании рукописи монографии.

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

ПВХ – поливинилхлорид
ПВА – поливинилацетат
ЭВА – этилвинилацетат
ТВЧ – ток высокой частоты
ЭП – эластичный подносок
ВА – винилацетат
СКС – синтетический каучук стирольный
СКИ – синтетический каучук изопреновый
ДММА – диметилметакрилат
ПС – полистирол
ЛНТ – латекс наиритовый
СВЭД – сополимерная дисперсия винилацетата и этилена
ЦВН – целлюлозный волокнистый наполнитель
ПВС – поливиниловый спирт
ТПИ – 1,4-транс изопреновый каучук
ХПВХ – перхлорвиниловая смола
НК – натуральная кожа
ИК – искусственная кожа
СК – синтетическая кожа
ТЭП – термоэластопласт
арт. – артикул
Р – давление, Па
Р_о – относительное давление, Па
Т_т – температура текучести, °С
ПТП – показатель текучести расплава, г/10 мин
λ – характеристическая вязкость, мм
γ – поверхностное натяжение
Т_{пл} – температура плавления, °С
Т – температура, °С
τ – время, с
m – масса образца, г
V – объем образца, см³
t – толщина образца, см
ρ – плотность, г/см³
У – упругость
S – площадь образца, см²
S₀ – заданная деформация, мм
S₁ – деформация после восстановления через 30 сек после снятия нагрузки, мм
P_p – разрывная нагрузка, Н
σ – разрушающее напряжение, МПа
F – площадь поперечного сечения образца, мм²

ε – удлинение разрыва, %
 Δl – удлинение при разрыве, мм
 $R_{ск}$ – прочность склеивания, Н/см
 Q – нагрузка при расслаивании, Н
 Q_{cp} – среднее значение нагрузки при расслаивании 10 образцов, Н
 b – ширина образца, см
 $D_{общ}$ – общая деформация, мм
 $D_{ост}$ – остаточная деформация, мм
 D_1 – начальное показание индикатора прибора до нагружения, мм
 D_2 – показание индикатора прибора после действия нагрузки в течение 30 с, мм
 D_3 – показание индикатора прибора через 3 мин после снятия нагрузки, мм
 D – жесткость при изгибе, Н·м²
 E – модуль упругости по изгибу, Н/м²
 U – момент инерции сечения образца, м⁴
 l – рабочая длина образца, см
 f – стрела прогиба, см
 K_ϕ – статический коэффициент формоустойчивости, %
 h_i – высота образца после формования, мм
 h_n – высота пуансона, мм
 h_0 – начальное показание индикатора, мм
 h_1 – конечное показание индикатора через 30 с с начала испытания, мм
 h_k – высота образца с пуансоном, мм
 h_n – высота образца без пуансона, мм
 Δ – изменение показания индикатора во времени, мм
 K_n – коэффициент пластичности термопластичных материалов
 x – входной параметр
 y – выходной параметр
 R^2 – коэффициент корреляции
 F – критерий Фишера
 $F_{табл.}$ – табличное значение критерия Фишера
 $F_{расч.}$ – расчетное значение критерия Фишера
 Φ – обобщенный параметр оптимизации
 Φ_1 – формоустойчивость статическая
 Φ_2 – формоустойчивость динамическая
 $\max$ – максимум
 d_1, d_2 – частные функции желательности
 D – обобщенный показатель формоустойчивости носочной части обуви
 X, Y – сравниваемые значения признаков
 $\bar{X}, \bar{Y}$ – средние значения признаков X, Y
 σ^2 – дисперсия
 σ – среднеквадратическое отклонение признака
 σ_x, σ_y – среднеквадратические отклонения признаков X, Y

ν – коэффициент вариации

m – ошибка опыта

σ – среднеквадратическое отклонение признака

n – объем выборки

r_{XY} – линейный коэффициент корреляции

$R_{\frac{Y}{X}}$ – коэффициент регрессии при прямой взаимосвязи

$t_{\bar{X}}$ – критерий расхождения признаков

$t_{табл}$ – табличное значение критерия расхождения признаков

ГЛАВА 1

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПОДНОСКОВ ОБУВИ

В 80-ых годах XX века вопросу придания обуви формоустойчивости за счет внедрения новых материалов придавалось большое значение. В те годы появилось значительное количество публикаций, посвященных разработке новых материалов, исследованию их свойств, а также их применению. Вопросами исследований каркасных деталей в это время занимались во Всесоюзном научно-исследовательском институте пленочных материалов и искусственной кожи (ВНИИПИК) такие ученые, как Георгиева В.С., Губарева Н.Н., Виноградова Г.Г., Айзикович В.А., Голомшток М.А. [1-6], в Каунасском политехническом институте имени Антанаса Снечкуса (КПИ) – Кирейлене Д.А., Батисене М.Ю., Шунокене Г.В. [7], в Центральном научно-исследовательском институте кожевенно-обувной промышленности (ЦНИИКП) – Горюшина Л.А., Беляева А.Л., Ушакова Н.С., Беляев Л.С., Сермягина М.П., Швецова Т.П., Тарасюк П.И., Краснов Б.Я., Краснопольский Г.Г., Зайончковский А.Д. [8-16]. Однако с середины 90-тых годов XX века в данном направлении работы практически прекратились, хотя обувные предприятия уже стали закупать принципиально новые материалы для подносков.

В обуви каркасными деталями называют внутренние и промежуточные детали, обеспечивающие жесткость узлов изделий. Многообразие форм и фасонов современной обуви стало возможным благодаря использованию таких жестких промежуточных деталей обуви, как подноски. Из множества функций, выполняемых ими, следует выделить одну из важнейших – придание обуви формы колодки при изготовлении и сохранение ее при эксплуатации. Материалы, используемые для изготовления каркасных деталей обуви (подносков), должны обладать сложным комплексом физико-механических, эксплуатационных и гигиенических свойств для удовлетворения требований обувной технологии и обеспечения комфорта человеку при носке обуви [17].

Жесткие подноски образуют в носочной части обуви своды различной формы и величины, которые предохраняют пальцы стопы от внешних механических воздействий. Кроме того, жесткие подноски препятствуют деформации носочной части обуви, обеспечивая сохранение ее формы и внешнего вида. Потеря формы вследствие размягчения подносков в процессе носки обуви вызвана внешними механическими воздействиями. Некоторое влияние на размягчение и потерю формы подносков оказывают потовые выделения стопы.

Разнообразие требований, предъявляемых к материалам для подносков обуви, предполагает создание сложных по структуре композиционных материалов, представляющих собой многослойные системы, состоящие из тканой или нетканой основ, проклеенной термопластичным полимером и (при необходимости) слоя односторонней отделки.

В данном разделе рассматриваются отдельные группы материалов, которые за счет своей жесткости создают и обеспечивают формоустойчивость носочной части обуви. Для подносков применялись и применяются различные материалы: натуральные и искусственные кожи, текстильные и пленочные материалы, металлы, картоны и др. Авторы концентрировали внимание только на тех материалах, которые могут применяться в обуви массового производства.

1.1 МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПОДНОСКОВ ОБУВИ, ТРЕБОВАНИЯ К НИМ И ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ

До середины 60-х годов в производстве обуви для внутренних жестких подносков применяли натуральную кожу, обувной гранитоль (нитроискожа-Т) и мофорин. При вклеивании подноски вставляли между верхом и подкладкой так, чтобы к подкладке была обращена лицевая сторона кожного подноски или большой слой двухслойного мофоринового или гранитолевого подноски на расстоянии 3-4 мм от края затяжной кромки [18].

Кожаные подноски перед вклеиванием в заготовку необходимо увлажнять и провяливать до содержания влаги 30 ± 5 % по отношению к их весу в увлажненном состоянии. Подноски увлажняли под давлением 50 атм в течение 10–20 сек, время пролежки – 10 мин. Для намазки кожаных подносков применяли латексный, казеиновый, декстриновый и полиакриламидный клей. В настоящее время кожаные подноски практически не используются.

Обувная нитроискожа-Т (термогранитоль) представляет собой ткань (чаще всего хлопчатобумажную: бумазея-корд и бортовка), на обе стороны которой нанесено пленкообразующее покрытие из нитроцеллюлозы с органическими добавками и минеральными наполнителями. Этот материал имеет растворимое покрытие, поэтому особенность применения деталей из него состоит в том, что для обеспечения жесткости плоскую деталь подноски окунали в смесь растворителей, после чего она приобретала мягкость, липкость, легко формовалась и склеивалась с заготовкой верха обуви. Производство гранитоля является огнеопасным и требует соблюдения ряда предосторожностей. Применение дорогостоящих растворителей делает применение данного материала не экономичным. Взрыво- и пожароопасные растворители, токсикация ими рабочей зоны приводили к резкому ухудшению условий труда. Кроме этого, подноски из гранитоля характеризуются слишком высокой жесткостью для детской и женской обуви.

Подноски из мофорина размягчают в 5%-ном водном растворе хлористого аммония. После размягчения и приобретения клейкости мофориновые подноски вклеивают в заготовки, а при последующей сушке

затянутой обуви под влиянием нагрева ($45\text{--}50^{\circ}\text{C}$ и выше) и кислой среды, обусловливаемой присутствием хлористого аммония, происходит процесс отверждения мочевиноформальдегидной смолы и переход ее в нерастворимое в воде состояние. При использовании недостаточно плотных текстильных материалов для верха обуви между подносками и верхом рекомендуется прокладывать бумагу. В настоящее время мофорин также практически не применяется, так как он обладает повышенной гигроскопичностью и наличием свободного формальдегида, который является токсичным для организма человека.

Для придания обуви достаточной жесткости подноски из обувной нитроискожи-Т и мофорина изготавливали обычно из двух слоев, общая толщина которых достигала $2\text{--}2,5$ мм, а общая толщина пакета заготовки в носочной части колебалась от $3,5$ до $5,5$ мм. Утолщенная носочная часть заготовок усложняла процесс формования, мешала приданию обуви четкой грани в процессе затяжки, приводила к образованию грубых и нередко трудноустраняемых складок на затяжной кромке. Для химических методов крепления низа обувная нитроискожа-Т с нитроцеллюлозным покрытием и мофорин оказались с технологической и потребительской позиции неприемлемыми.

В связи с развитием в 70-х годах моды на обувь с объемной носочной частью на смену гранитолу и мофорину пришли эластичные подноски. Эластичные материалы изготавливают путем покрытия хлопчатобумажной ткани (бумазеи-корда) с одной или обеих сторон различными полимерными материалами.

В зависимости от состава покрытия эластичные материалы для подносков разделяются на четыре вида [19]:

- эластичные подноски с односторонним или двухсторонним покрытием на основе метилополиамидного клея марки ПФЭ 2-2/10, применяемые, главным образом, для обуви с зауженной носочной частью;
- эластичные подноски с односторонним или двухсторонним покрытием на основе синтетического латекса СКС-65 ГП в смеси с наполнителями и другими ингредиентами, которые используются преимущественно для комнатной обуви;
- эластичные подноски с двухсторонним покрытием на основе латекса СКС-50 ГПС в смеси с волокнистым наполнителем, применяемые в обуви как с зауженной, так и с расширенной носочной частью;
- акрилофорин с двухсторонним покрытием на основе синтетических латексов ДММА-54, ЛНТ и мочевиноформальдегидной смолы М-70, отличающийся наибольшей жесткостью и применяемый для обуви различного половозрастного назначения.

Характерной особенностью эластичных материалов для подносков является простота их применения в обувном производстве. Подноски без растворителей клеивают в заготовку. Исключение составляет

акрилофорин, при применении которого необходима сушка при $T = 45 - 50^{\circ}\text{C}$ в течение не менее 2,5–3,0 часов. Эластичные подноски промазывают клеем с двух сторон или для бесподкладочной обуви со стороны нанесения мастики и наклеивают на бахтармянную сторону заготовки на расстоянии 10–12 мм, а в обуви шнуровочной затяжки – на 8–10 мм от края затяжной кромки. Кроме этого, для бесподкладочной обуви была разработана технология «True line» – прямое литье подноска в раздвоенную часть союзки смолы из полиамида. Полученный подносок обладает высокой упругостью, хорошей пластичностью. Однако следует отметить, что все указанные эластичные материалы не полностью удовлетворяют требованиям обувной промышленности: большая неоднородность по свойствам в отдельных партиях по данным ЦНИИКПа, недостаточная формоустойчивость, недостаточная клеящая способность.

Для подносков мужской и женской обуви были разработаны эластичные материалы, которые получали путем нанесения на ткань бумазея-корд пленкообразующих полимерных композиций на основе латексов СКС-65ГП, СКС-50 ГПС, комбинации латексов ДММА-65, ЛНТ-1, мочевиноформальдегидной смолы М-70, метилолполиамидной смолы ПФЭ 2/10 (материал склеивается с заготовкой без предварительной промазки клеем). К эластичным материалам относится и термопластический гранитоль марки НЦ, получаемый нанесением на хлопчатобумажную ткань бумазею-корд с двух сторон пластифицированной нитроцеллюлозы. Подноски из этого материала размягчаются не растворением, а разогревом в термостате в течение 20–30 сек. при температуре $80-90^{\circ}\text{C}$. Вклеенный подносок необходимо дублировать с подкладкой и верхом в течение 5–7 сек при температуре $150-180^{\circ}\text{C}$. Указанные материалы ограничено применяются в производстве обуви, так как они не обеспечивают достаточной ее формоустойчивости в процессе эксплуатации, не обладают необходимой упругостью и адгезией к материалам верха и подкладки [19].

Необходимость дальнейшего повышения качества обуви и внедрения высокопроизводительного оборудования в обувное производство потребовали расширения ассортимента и улучшения качества материалов для подносков обуви. Поэтому были разработаны различные термопластические материалы, применение которых в обуви явилось весьма перспективным, что объясняется рядом преимуществ:

- термопластические подноски, обладающие высокими адгезионными свойствами, прочно склеивают верх с подкладкой без складок и морщин, нередко травмирующих стопу в плюснефаланговой части;
- исключаются операции вырубки, спуска края при изготовлении неармированного подноска;
- исключается применение токсичных и огнеопасных растворителей, что улучшает условия труда и снижает пожароопасность;

- исключается вылегание края подноски и появление киперности на лицевой поверхности союзок при использовании неармированного термопластического материала;
- улучшается качество обуви за счет более высокой формоустойчивости и эластичности, а также за счет уменьшения толщины всего пакета деталей носочной части обуви.

Если эластичные подноски при вклеивании их в заготовки требуют окунания в латекс ЛНТ-1, одностороннего нанесения наиритового латекса либо поливинилацетатной эмульсии, то термопластичные подноски являются еще более технологичными, поскольку они не требуют дополнительного нанесения клеевого вещества или активации растворителем. Для термопластичных подносков, также как и для эластичных, при вклеивании их в заготовки или при дублировании деталей подкладки с верхом, необходимы лишь разогрев и прессование под давлением до 0,2 МПа [18].

Анализ публикаций [2,3,11,12,20-25] показывает, что термопластические материалы для подносков могут изготавливаться следующими методами:

- пропиткой волокнистой основы дисперсиями полимеров с целью получения каркасного слоя с последующим нанесением клеевых поверхностных покрытий из расплавов, дисперсий, порошков полимеров;
- нанесением на волокнистую основу расплава полимера, обеспечивающего одновременно необходимые текучие и адгезионные свойства в размягченном состоянии и жесткость – упругость при комнатной температуре;
- изготовлением каркасной пленки с последующим наложением на нее клеевого покрытия из расплава, порошка или в другом виде;
- производством жесткой нетканой клееной основы (для каркасного слоя) путем пропитки волокон в виде прочесов с последующим нанесением клеевых покрытий.

Композиции для пропитки волокнистых основ содержат дисперсии жесткоцепных полимеров в водной фазе (подобно латексам эластомеров). Вследствие этого дисперсиям (латексам) пластиков, как коллоидным системам, присущи в основном те же закономерности, что и латексам эластомеров [26,27].

В работах ученых ВНИИПИКа [3] по созданию отечественных термопластических материалов были исследованы дисперсии жесткоцепных полимеров: полистирольный латекс ПС-100, латексы СКС-85 и ПВХ, СКС-65. Сушка пропитанных основ осуществлялась при температуре 120°C.

Георгиевой В.С., Губаревой Н.Н. [4] было установлено, что латекс СКС-65 не обеспечивал полуфабрикату нужной жесткости, а латекс

СКС-85 обуславливал излишнюю хрупкость. Латексы ПС-100 и ПВХ не обеспечивали нужной жесткости и каркасности. Это объяснялось тем, что жесткоцепной полимер оседал на волокне в виде порошка. В результате система и после пропитки оставалась рыхлой, с малой жесткостью. В целях повышения жесткости пропитанной основы в указанные латексы были введены латексы эластомерного полимера.

Так, с введением в ПС-100 хлоропренового латекса Л-4 до определенного количества (0,8–1,0 мас. ч. на 1 мас. ч. ПС-100 по сухому остатку) в значительной степени увеличивается жесткость пропитанной основы, возрастает упругость. Указанный эффект увеличения физико-механических показателей объясняется тем, что полихлоропрен пластифицирует полистирол и тем самым способствует пленкообразованию и соответственно упрочнению основы.

В целях выбора оптимального эластомерного латекса были опробованы следующие латексы: полихлоропреновые латексы Л-4 и Л-14, СКС-30 и СКД-1. Сравнение латексов осуществлялось также по изменению свойств пропитанных основ в результате старения. Для этого пропитанные основы подвергали искусственному тепловому старению при температуре 70°C в течение 72 ч и светотепловому – на приборе СТС при 70°C в течение 36 ч.

Результаты испытаний показали, что до старения лучший комплекс физико-механических свойств обеспечивает сочетание полистирольного и полихлоропренового латексов в соотношении 1:(0,8–1) по сухому остатку. В результате теплового воздействия свойства полуфабриката почти не изменяются.

Светотепловое воздействие приводит к падению разрывной нагрузки пропитанных основ и к возрастанию жесткости при использовании всех вышеприведенных эластомерных латексов.

Установлено также, что и низкомолекулярные и высокомолекулярные пленки обеспечивают оптимально необходимые релаксационные характеристики. Но из них следует выбрать высокомолекулярные композиции (например, при соотношении дисперсий, близком 1:1) для обеспечения каркасности в носочной части обуви с жестким мысом. С использованием этой композиции были изготовлены подноски и испытаны при эксплуатации мужской обуви, в которой наблюдаются наибольшие напряжения в носке.

Было отмечено, что обувь, изготовленная с применением термопластических подносков (с предварительной термоактивацией носочной части), обеспечивает лучшие эксплуатационные характеристики, чем обувь, в которой подноски изготовлены из материала Tufflex фирмы «Osterreich» (Австрия).

Одним из методов получения жестких деталей является нанесение на волокнистую основу, в том числе на ткань, расплавов полимерных композиций, обеспечивающих одновременно клеящие свойства и тре-

буемую форму.

Для этого метода была разработана композиция на базе 1,4-трансизопренового каучука. Введение в каучук целлюлозного волокнистого наполнителя (ЦВН) повышает жесткость системы при достаточном сохранении исходных адгезионных и свойств текучести полимера. Материалы для подносков на базе этой композиции широко применяются в обуви, кроме утепленной, в которой подкладка резко снижает передачу тепла к верху обуви. Это обуславливает необходимость модификации композиции с целью повышения ее свойств текучести при сохранении показателей жесткости и других физико-механических свойств материала [3].

Для этого была опробована фенольная смола. Малые ее добавки (3–4 мас. ч. на 100 мас. ч. ТПИ) в несколько раз повышают показатель текучести расплава, примерно на 10% снижают температуру текучести композиции, сохраняя при этом жесткость и упругость материала. Материал на базе композиции с положительными результатами опробован в утепленной обуви.

Обобщенно выявляют, что полимерные композиции для каркасных внутренних слоев жестких деталей и, в частности, для подносков, могут изготавливаться на базе:

- смесей дисперсий жесткоцепного полимера (типа полистирола) и эластомера (типа полихлоропрена);
- наполненных эластомеров (исходный полимер в сухом виде), типа композиции (1,4-трансизопреновый каучук + целлюлозный волокнистый наполнитель);
- малопластифицированного жесткоцепного полимера (в сухом виде) типа суспензионного ПВХ.

Композиция 1,4-трансизопреновая удовлетворяет требованиям к клеевым покрытиям и каркасным слоям для подносков женской обуви.

В мировой практике при производстве материалов для подносков обуви получили наибольшее развитие технологии, включающие в себя следующие основные стадии:

- пропитку волокнистой основы дисперсиями полимеров для придания ей каркасности;
- нанесение на каркасную подложку клеевых покрытий (двух или одностороннего); покрытия наносятся, как и в случае подкладочных и межподкладочных материалов из расплавов, так и порошков и дисперсий полимеров.

В отечественной промышленности также применяется эта технология, поскольку она является оптимальной для получения также таких жестких деталей, как подноски для жесткой носочной части определенного вида обуви, например, рабочей мужской обуви и др. Для получения каркасного слоя используется полимерная композиция на базе смеси дисперсий ПС-100 + Л-4 (или Л-14). Подложкой при этом служит не-

тканая иглопробивная основа, представляющая собой хлопчатобумажную ткань с набивкой вискозным волокном. Это волокно обеспечивает хорошую пропитывающую способность основы и, соответственно, повышенное отложение полимеров из смеси дисперсий, что позволяет получать каркасный слой повышенной жесткости. Хлопчатобумажный каркас основы обеспечивает ей прочность, в том числе в процессе получения термопластического материала, которая сохраняется после пропитки в водной системе [3].

После пропитки основы в пропиточной ванне и сушки в камерной сушилке осуществляется глажение размягченного (за счет повышенной температуры в сушилке) каркасного слоя на гладильном каландре, затем на полуфабрикат наносится поочередно на двух валковых раклях клеевое покрытие из загущенной тонкодисперсионной сополимерной дисперсии (СВЭД или ДИЭ). В качестве загустителя дисперсий в настоящее время используется карбоксиметилцеллюлоза. После сушки в камерной сушилке покрытый материал в рулоне прокладывается полиэтиленовой пленкой для предотвращения слипания его и задников (в случае их производства).

Краткая схема производства данного материала для подносков обуви следующая:

- пропитка основы (предварительно приготовленным пропитанным составом) и сушка;
- калибрование и глажение полуфабриката;
- сушка полуфабриката;
- нанесение клеевого слоя (предварительно приготовленным составом) на обе стороны полуфабриката и сушка;
- резка на пластины.

Перспективными технологиями получения термопластических материалов для подносков обуви на период до 2000 г. являлись [19]:

- производство кашировальным методом рулонного материала на базе волокнистой основы с двухсторонним или односторонним покрытием, которое обеспечивает каркасность и клеящие свойства (типа 1,4-трансизопреновой композиции);
- производство каландро-кашировальным методом пленочного материала с каркасным внутренним слоем и клеевыми покрытиями;
- производство по типу нетканых клееных основ на базе дисперсий полимеров с последующим одно- или двухсторонним покрытием из порошков (или бисера) полимеров.

За рубежом в это время широкое развитие получил метод, основанный на обработке волокнистых основ дисперсиями полимеров. Материал такого типа изготовлялся и отечественной промышленностью, однако этот метод следовало использовать только в том случае, когда

указанные технологии не обеспечивали требуемых свойств в соответствующем ассортименте обуви.

Кашировальный и каландро-кашировальный методы позволяли получать материалы для подносков для основного ассортимента обуви (женской, девичьей, рядовой, модельной и др. обуви). Эти технологии характеризовались наибольшей производительностью в сравнении с другими указанными технологиями и большей возможностью их автоматизации. Технологии, основанные на использовании дисперсий полимеров, были связаны с проблемой выброса в атмосферу паров после сушки дисперсий и с транспортной проблемой (даже при 50%-ной концентрации дисперсий приходится транспортировать 50% воды). Эти проблемы можно было допустить только в случае необходимости получения материала со специфическими свойствами, например, для подносков особо изящной обуви. Такой материал правомерно было получать методом пропитки волокна в виде прочесов дисперсиями полимеров с последующим нанесением клеевых покрытий.

В отечественной промышленности выпускался материал для подносков обуви с упругой носочной частью, который изготовлялся на базе 1,4-транс-полиизопреновой композиции. В 80-х годах XX века выпуск этого материала составлял всего 17 %. Технология его изготовления состояла из следующих процессов:

- пластикация транс-1,4-полиизопрена и смешение его с волокнистым наполнителем в смесителе;
- листование смеси на листовальных вальцах;
- рафинирование смеси на рифайнер-вальцах;
- обработка смеси на подогревательно-питательных вальцах;
- нанесение композиции на кашировальной машине на одну сторону тканевой основы;
- охлаждение полуфабриката и намотка его в рулоны.

Технология получения этого материала на кашировальной линии позволяла выпускать его с достаточно высокой производительностью для данного типа материалов при сочетании в одном полимерном покрытии свойств каркасного и клеевого слоев. Преимуществом данной технологии является исключение дополнительных операций, связанных с получением отдельного каркасного и клеевых слоев.

Затем стали выпускать материалы с двух- и односторонним покрытием (для бесподкладочной обуви), различной толщины для использования в различном ассортименте обуви. Подложкой, на которую наносили трансполиизопреновые покрытия, являлась хлопчатобумажная паковочная ткань.

Используя пропиточный состав на базе дисперсий ПС-100 и Л-4 для получения каркасного слоя и бисерный ПВА марки М-15, была разработана новая технология получения материала для подносков особо

изящной и других моделей обуви. При получении каркасного слоя применяли нетканые клееные основы [3].

При получении волокнистых холстов использовали волокна различного химического состава – вискозу, лавсан, капрон, а также волокна одной химической природы, но разного строения – лавсан и шелон-2 (полиэфирные), капрон и шелон-1 (полиамидные). Физически модифицированные волокна шелон-2 и шелон-1 обладают (в отличие от лавсана и капрона) высокоразвитой удельной поверхностью. Волокнистые холсты изготавливали из синтетических волокон и их смесей с вискозой. Привес полимера связующего составил во всех случаях 85 %, поверхностная плотность клееной основы равнялась 800 г/м^2 . Но при повышенной температуре (60–80 °С) нетканые основы из физически модифицированных и немодифицированных волокон обладают примерно одинаковыми эластопластическими свойствами. Формоустойчивость подносков обеспечивается высокими прочностными и упругими свойствами, наиболее полно реализуется в нетканой основе модифицированными волокнами.

Механические свойства клееных основ характеризовали разрывным напряжением и удлинением при одноосном растяжении, жесткостью по прогибу кольца диаметром 30 мм, модулем эластичности и остаточной высотой сферы при многоосном растяжении, релаксацией напряжения при деформации $\varepsilon = 7 \%$, релаксацией деформации при постоянной нагрузке ($P = 50 \% P_p$).

В целях выяснения влияния структуры волокна на свойства основ исследовали релаксацию напряжения и деформации нетканых основ при разных температурах. Кривые релаксации напряжения нетканых клееных основ при $\varepsilon = 7 \%$ и температуре 24 °С из различных волокон и их смесей имели форму, характерную для релаксационных кривых полимеров. Использование физически модифицированных волокон повышало начальное и конечное напряжение образца. Образцы, содержащие физически модифицированные волокна, обнаруживали меньшую предельную деформацию по сравнению с образцами из лавсана и капрона. Однако доля упругой деформации у образцов из физически модифицированных волокон составляла более 60 %, что указывает на меньшую пластичность образцов при одинаковом нагружении.

При увеличении температуры испытания до 60–80 °С напряжение, возникающее в образцах, время его релаксации уменьшалось для всех клееных основ примерно в два раза, что связано с повышением гибкости макромолекул полимера (связующего) и ослаблением взаимодействия волокна с полимером. Благодаря этому релаксация происходила так быстро, что деформация достигала предельной величины за короткий промежуток времени.

Таким образом, физически модифицированные волокна при комнатной температуре обеспечивают нетканой основе повышенные проч-

ностные свойства, высокую жесткость и упругость. Но при повышенной температуре (60–80 °С) нетканые основы из физически модифицированных и немодифицированных волокон обладают примерно одинаковыми эластопластическими свойствами.

Важное значение при эксплуатации обуви имеет формоустойчивость подносков, обеспечиваемая, в том числе, высокими прочностными и упругими свойствами, которые при комнатной температуре наиболее полно обеспечиваются модифицированными волокнами в нетканой основе.

Использование физически модифицированных волокон не должно отрицательно сказываться на формуемости подносков при 60–80 °С, что зависит от эластопластических свойств нетканой основы.

Построенная диаграмма многоосного растяжения клееных основ из смеси вискозных и полиэфирных волокон сложного профиля без предварительной термоактивации и с предварительной термоактивацией и из смеси вискозных и полиэфирных круглого сечения волокон без предварительной термоактивации и с предварительной термоактивацией показала, что клееные нетканые основы обладают необходимым запасом прочности после их термоактивации.

Основные технологические процессы получения данного термопластического материала для подносков обуви следующие:

- подготовка волокна, чесание, трепание и т. д.;
- изготовление прочесов;
- пропитка прочесов в жале валов;
- сушка в камерной сушилке на сеточном транспортере;
- нанесение клеевых покрытий (из порошков или бисерных полимеров).

Полученный материал был применен в особо изящной обуви и показал хорошие технологические и эксплуатационные свойства.

В обзорной информации «Промышленность искусственных кож и пленочных материалов» [3] представлены подноски для мужской обуви, в том числе с расширенной носочной частью, для которых используют разработанные композиции на базе поливинилхлорида (ПВХ) и перхлорвиниловой смолы (ХПВХ). Состав каркасного слоя: ПВХ С-70 – 100 мас.ч., ДОФ – 15 мас.ч., стабилизаторы, наполнители – мел. Состав клеевого покрытия: ПСХ-ЛН – 100 мас.ч., ДОФ – 50 мас.ч., стабилизаторы, графит – 1,0 мас.ч.

Материал представлял собой пленку, изготавливаемую по следующей краткой технологической схеме:

- изготовление жесткой ПВХ пленки на каландровой линии;
- изготовление ПСХ-ЛН композиции;
- нанесение на кашировальной машине клеевых ПСХ-ЛН покрытий (в виде расплава) на ПВХ пленку.

Результаты опытной носки обуви с подносками из данного пленочного материала показали, что он обеспечивает более чем в 20 раз превосходящие эксплуатационные свойства, в сравнении с применяемым в то время термогранитолем, который в обувной технологии использовался с предварительным нанесением клеевого слоя.

Кроме этого были разработаны технологии пленочного материала для подносков обуви типа мужской с расширенной носочной частью, а также материала для подносков особо изящной обуви, изготавливаемого по технологии получения нетканых клеевых основ с последующим нанесением клеевого покрытия из порошка или бисера полимера.

Термопластические подноски обуви требуют термоактивации в обувной технологии для проявления клеящих свойств у клеевого покрытия и пластичности детали в целом. Поэтому изготовление материалов данного назначения с липким покрытием (как в случае подкладки и межподкладки обуви) нецелесообразно.

Обобщенно можно выделить ряд принципов создания термопластических материалов. Они должны учитывать:

- требования к материалам для подносков во взаимосвязи с их технологическими и эксплуатационными свойствами в обувной промышленности;
- требования к полимерам и добавкам к ним во взаимосвязи с требованиями к материалам;
- виды полимерных композиций для материалов различного назначения и ассортимента обуви;
- технологии производства в соответствии с назначением материала и требованиями к нему.

Согласно требованиям ЦНИИКПа, описанных в статье Беляевой А.Л. и Фоминой Т.Т. [10], предъявляемым к физико-механическим свойствам материалов для подносков обуви текстильной основе, они должны обладать толщиной 0,5–0,6 мм, разрывной нагрузкой в продольном направлении не менее 400 Н, а в поперечном – не менее 300 Н. Он должен характеризоваться удлинением при разрыве в продольном направлении не менее 10 %, в поперечном – не менее 15 %, жесткость должна находиться в пределах 0,8–1 Н. Пленочный материал для подносков должен быть толщиной 0,3–0,5 мм, разрывная нагрузка в продольном направлении у него должна быть не менее 120 Н, в поперечном – не менее 100 Н. Удлинение при разрыве должно находиться в пределах 100–140 Н в продольном направлении, 80–120 Н – в поперечном направлении, а жесткость – от 0,8 до 1,0 Н. Однако, помимо физико-механических свойств материалов для подносков, необходимо еще учитывать и технологические требования к ним.

Основными технологическими требованиями, которым должны удовлетворять жесткие подноски, на основании обобщенных исследований ученых ЦНИИКПа являются следующие:

- возможность изготовления материалов в рулонах на существующих поточных линиях с высокой производительностью;
- термопластичные материалы для подносков при разрубке и хранении в нормальных условиях не должны слипаться; хрупкость в армированных и неармированных материалах не допускается;
- толщина материала должна быть минимально возможной, чтобы не требовалось спуска края;
- пропитывающие и клеевые покрытия армированных материалов при разрубке и спускании краев деталей не должны налипать на лезвия резака и режущих инструментов, а края деталей не должны слипаться;
- края подносков должны легко спускаться на машинах типа «Фортуна», АСГ-12, АСГ-13 и на других подобных марках машин;
- подготовленные детали должны прочно склеивать подкладку с верхом обуви из натуральной, синтетической, искусственной кожи и ткани, а полученные клеевые соединения не должны расслаиваться при изготовлении и эксплуатации обуви;
- наличие упруго-пластических свойств в пределах, достаточных для обеспечения требуемой формоустойчивости в процессе их эксплуатации;
- в процессе затяжки подноски должны легко формоваться вместе с заготовкой, не утоняться, не растекаться; толщина их должна сохраняться по всей площади;
- в процессе производства и тем более в условиях эксплуатации подноски должны сохранять формоустойчивость (каркасность и требуемую твердость) и упругоэластические свойства в интервале температур от +40 до –40 °С; причем для зимней обуви допускается интервал от +20 до –40 °С, а для летней обуви – от +40 до –5 °С в зависимости от назначения и конструкции обуви;
- материал подносков должен быть водостойким, термо- и морозостойким при температуре от + 40 до –40°С, а в условиях производства – стойким в режимах влажно-тепловой обработки на колодках при температуре 140–150 °С в течение соответственно 5–3 мин;
- возможность переработки и полноценного использования отходов, получаемых в производстве как самого материала, так и при разрубке его на детали на обувных предприятиях;
- способность к некоторому влагопоглощению и влагоотдаче для обеспечения удаления потовыделений стопы в носочной части обуви;
- снижение температуры приклеивания к заготовке верха.

Кроме этого, армированные подноски с односторонним нанесением термопластичного клея могут применяться в бесподкладочной обуви, а полиамидные терморасплавы для подносков, не выделяющие при

нагревании жирные кислоты, могут применяться без местных вентиляционных установок на рабочих местах. При работе с терморасплавами, выделяющими при нагревании летучие вещества, концентрация которых в воздухе рабочей зоны превышает предельно допустимые, необходимо иметь наряду с общими местные вентиляционные установки.

Обзор авторских свидетельств, патентов и других литературных источников позволяет сделать вывод, что в настоящее время выпускаемые в Республике Беларусь и за рубежом термопластические материалы для подносков могут быть разделены на следующие три группы [28]:

1. Пленочные материалы, получаемые нанесением полимеров непосредственно на детали обуви – бахтармянную сторону кожаных деталей верха, подкладку и т.п.
2. Пленочные (безосновные).
3. На текстильной основе с одно- или двухсторонним нанесением полимерной композиции.

Известны запатентованные работы по изготовлению подноска в самой заготовке обуви. Так, согласно патенту США, в участок плоской заготовки обуви вводится термопластическая смола, перемешанная с короткими инертными волокнами, составляющими примерно 90 % от массы всего состава. Затем заготовка нагревается. В этот момент происходит отливка и формование детали [1].

Учеными Украинского научно-исследовательского института кожевенно-обувной промышленности (УкрНИИКИП) совместно с обувными предприятиями была проведена работа [28] по созданию и применению полимерных композиций для внутренних деталей обуви, которые отличаются удобством и простотой.

Разработаны рецептуры литьевых композиционных материалов для подносков на основе термоэластопластов с различным содержанием полистирольных блоков, что позволяет варьировать показатель жесткости в широком диапазоне значений (от 80 до 120 сН).

Литье подносков осуществляется на термопластоавтоматах при температуре 155–180 °С, время выдержки при охлаждении 20–25 сек. Величина остаточной деформации пакета материалов носочной части обуви, определенная на приборе ЖНЗО-2, не превышает 1 мм, что соответствует требованиям стандарта.

Однако до настоящего времени эти материалы так и не были широко внедрены в обувную промышленность, в частности, из-за затруднений, заключающихся в неравномерном нанесении расплава на носочную часть обуви и недостаточном количестве соответствующего оборудования. Но именно материалы первой группы являются наиболее перспективными, так как создают возможность практически безотходного производства и отличаются простотой технологического оформления.

Термопластические материалы второй группы – пленочные – просты в изготовлении (получают экструзией расплава полимера), возможно повторное использование отходов, образующихся при раскрое, отсутствует дорогостоящая основа. В работе Георгиевой В.С., Губаревой Н.Н., Айзиковича В.А. [2] представлены пленочные материалы для подносков, которые изготавливают из полиэтилена низкой плотности с индексом расплава 1–3 г/10мин, модифицированного пластифицированным перхлорвинилом. Материал имеет хорошую формоустойчивость, но адгезия его удовлетворительна лишь при высоких температурах. Пленочные материалы разработаны на основе транс1,4-полиизопрена и сэвилена. За рубежом применяют пленки из модифицированных полиэтилена, поливинилхлорида, сэвилена и т.д. Так, в Англии существует способ придания жесткости носочной части обуви путем нанесения в этой части клея-расплава. При этом осуществляется пропитка верха обуви раствором низкомолекулярного продукта, например, раствором дифенилметан-4,4'-диизоцианата в толуоле. После затяжки заготовки обуви проводят полимеризацию термообработкой при 90 °С в течение 5 минут. Этот способ представляет интерес тем, что он позволяет благодаря использованию до затяжки незаполимеризованного продукта осуществить хорошее формование носочной части обуви, а последующая полимеризация обеспечивает получение жесткого подноска в обуви.

В странах СНГ впервые пленочный термопластический материал для подносков был разработан учеными ВНИИПИК [28]. В качестве основного полимера при его изготовлении применялся полиэтилен высокого давления с индексом расплава в пределах 1–3 г/10мин. Обувь с подноском из указанного материала обладала высокой формоустойчивостью. Однако существенным его недостатком является то, что приклеивание подноска требует применения относительно высоких температур, что ограничивает возможности более широкого его использования, в частности, для обуви, выпускаемой на высокопроизводительных потоках, оснащенных импортным оборудованием.

В Республике Беларусь внедрен в промышленность пленочный материал на основе транс1,4 - полиизопрена. Указанный материал имеет толщину от 0,6 мм и характеризуется высокими значениями удлинения при разрыве, но невысокой прочностью по сравнению с соответствующими показателями материала на тканевой основе с двухсторонним нанесением транс1,4 - полиизопрена.

Во ВНИИПИК разработан пленочный материал на основе сополимера винилхлорида с винилацетатом марки ВА-15, который имеет большее значение предела прочности при растяжении, но более низкое удлинение при разрыве (всего 13 %) по сравнению с соответствующими показателями пленочного термопластического материала на основе транс1,4-полиизопрена.

В Польше при изготовлении обуви из полькорфама, а также дру-

гих видов обуви используют подноски из полимеров, которые отливают на машине БУСМ БТЛ-В с применением клея Бостик-3.

В обзорной информации «Промышленность искусственных кож и пленочных материалов» [1] представлена жесткая каркасная пленка из ПВХ (производство США) с определенной температурой формования, причем ПВХ модифицирован полиэтиленом или хлорированным полиэтиленом для придания устойчивости к удару. На пленку наносится слой клеящего вещества.

За рубежом и в Республике Беларусь наибольшее распространение получили материалы третьей группы, т.е. способы изготовления термопластических материалов в законченном виде перед использованием их в обувной технологии. В связи с этим необходимо отметить, что многие зарубежные фирмы изготавливают термопластические материалы с применением в качестве основного компонента полистирола в виде твердого полимера при выпуске пленочных термопластических материалов и в виде дисперсии – при выпуске материалов путем пропитки текстильных основ. Для обеспечения возможности приклеивания, на поверхность указанных материалов наносится клеевой слой из поливинилустойчивой эмульсии или же сополимера этилена с винилацетатом, акриловых дисперсий, фенолформальдегидной смолы и др. Широко применяют термопластичные материалы на тканевой или нетканой основе с пропиткой полистиролом, полиэфирами, полиэтиленом, сэвиленом и т.д. (термопат, промотерн, промадур и др.) [28].

В Германии материал для подносков, казалось бы, изготавливается тривиальным методом нанесения на ткань или нетканую основу полимерной композиции. Но отличие состоит в том, что полимеры (полиэтилен, поливинилхлорид, сополимер этилена с винилацетатом, метилметакрилат и др.) используются в виде порошков. Перед нанесением на подложку полимер смешивают с наполнителями, такими как каолин, мел, древесная мука в виде гранул величиной от 100 до 500 мкм, которые вводят в количестве до 100 объемных процентов на полимер. После нанесения полимерная композиция под воздействием теплового излучения, обеспечивающего температуру 80 °С, расплавляется, а затем в результате охлаждения отверждается [20].

Наличие в композиции наполнителей обеспечивает не только ее удешевление, но и способствует улучшению гигиенических свойств покрытия (гигроскопичности и паропроницаемости). Кроме этого, использование наполнителей усиливает и повышает твердость, хотя для таких покрытий применяются главным образом жесткоцепные полимеры, которые и без наполнителей обеспечивают высокую жесткость. Повышение жесткости полимерных покрытий достигается иногда и более оригинальным способом. Например, в Англии на полимерное покрытие, после его нанесения на подложку, наносят гранулы вещества, обладающего, по сравнению с основным покрытием, повышенной жесткостью и

твердостью. Нанесение гранул проводится в таких условиях, чтобы они сначала прилипали к покрытию, а затем полностью проникали в него. Важную роль в этом случае играет смачиваемость гранул полимером покрытия. Этот метод представляет интерес при получении покрытия на основе эластомера, поскольку сочетание эластомерного связующего с добавками (гранулами жесткого материала) должно обеспечить получение покрытия достаточно жесткого и эластичного, что весьма важно для каркасных и упругих подносков обуви [2].

При получении материалов для подносков обуви широко используются нетканые основы. Важную роль при этом играет адгезия пленкообразующего к волокнистой основе. Для увеличения адгезии представляет интерес метод сокристаллизации пленкообразующих полимеров и подложки (Чехия) [29]. Он заключается в следующем: на поверхность полиэфирной волокнистой основы наносят композицию на основе полимера, содержащего идентичные сложноэфирные звенья. Затем при температуре 80 °С в течение определенного времени проводят сокристаллизацию полимеров. В отдельных случаях при производстве нетканых клееных основ используются специальные связующие, которые обеспечивают материалу требуемые для подносков обуви жесткость.

Важная роль при получении термопластических материалов отводится их удешевлению за счет использования главным образом наполнителей, повышения различными путями жесткости и упругости, использования специальных нетканых (в основном клееных) основ.

Известны аналогичные материалы зарубежного производства, выпускаемые в США, Германии, Австрии и др. странах. Например, в Чехии [3] разработаны новые термопластические материалы для подносков "termopat". Эти материалы получают путем нанесения равномерного полимерного слоя на термоактивные материалы, в качестве которых используют нетканые и комбинированные материалы.

В Великобритании разработан материал на базе нетканой основы иглопробивной или клеевой, изготовленной из смеси штапельных, нейлоновых и поливинилспиртовых волокон; последние по массе составляли от 10 до 50%. На нетканую основу накладываются слои из ПВХ или полиуретана, а затем по кромке из полиакрилата или полиуретана. Слои соединяются между собой полиуретановым клеем или путем нагрева под давлением. Аналогичный по техническому оформлению процесса разработан материал для подносков в ФРГ.

В Польше внедрен материал для подносков, получаемый пропиткой технической ткани полистирольным латексом с последующим односторонним нанесением клеевого слоя из расплава полимера. Процесс проводят по следующей схеме: пропитка ткани полистирольным латексом → нанесение клеевого слоя из расплава полимера → сушка в камере с электропаровым обогревом → каландрование → обдув холодным воздухом → разрезание на пластины. При изготовлении обуви подноски

приклеиваются при температуре 160–180 °С, давлении 4–5 Па в течение 4–5 с. Перед приклеиванием осуществляется термоактивация подносков при температуре 90–100 °С в течение 20–30 с.

В США термопластический материал для подносков изготавливается из полиэтиленовой смолы, армированной тканью. На одну или обе стороны нанесено клейкое вещество, плавящееся при температуре ниже точки текучести каркасного полуфабриката. Для клеевого покрытия используется состав, в который входит сополимер этилена с винилацетатом, полиэфир и парафин.

На международной выставке «Неделя кожи» в Париже [21] фирма «Duofflex Chemical» (США), кроме стандартного материала для подносков «Gioflex», представила очень мягкий упругий материал «Prestoe», предназначенный для подносков обуви, изготовленный из мягкого материала. Фирма «Lea Chemical» (Великобритания) демонстрировала импрегнированный термоактивируемый полиэфирный материал «Poliflex» для подносков. Он легко соединяется с заготовкой верха обуви с помощью латексных и хлоропреновых клеев и клеев-расплавов, имеет высокую формоустойчивость.

«Protoflex» фирмы «Rhenoflex» (Германия) [21] – наиболее распространенный материал для подносков. Его изготавливают путем пропитки субстрата (ткань или нетканый материал) бутадиенстирольными латексами с высоким содержанием стирола или полистирольными дисперсиями. После пропитки материал подвергается сушке. Ее целью является образование пленки полимеризата, обеспечивающей адгезию полимерных частиц к субстрату, для предупреждения «вымывания» или «выкрашивания». В результате материал сохраняет эластичность. Образование активированной пленки (клеевой) на подноске происходит при активации их растворителем. В качестве растворителя используют летучие растворители, такие как метилхлорид, этилацетат, метилэтилкетон или их смеси, а также смеси с другими растворителями. После обработки растворителем влажный подносok вручную вставляют в заготовку верха обуви и под давлением приклеивают к заготовке.

Imperfex – эластичный материал для подносков на нетканой основе, на обе стороны которого нанесено специальное покрытие. Обладает высокими гигиеническими показателями. Изготавливается различной толщины для подносков мужской, женской и детской обуви. Выпускается с односторонним клеевым покрытием или без клеевого покрытия.

Rheluflex – материал для подносков, используемый в течение многих лет. Его основой является нетканый материал из целлюлозных волокон, на которые экструзионным способом нанесено покрытие из смол. Материал выпускают с односторонним клеевым покрытием. Подноски из этого материала характеризуются хорошими эксплуатационными свойствами. В Чехии изготавливаются материалы для подносков

как на тканой, так и нетканой основах. Покрытие поливинилацетатное и на базе эластомеров. Материалы эти называются Thermopar и Vukostik.

За рубежом для подносков используется также два типа материалов: Tufflex-T – термопластический материал, обеспечивающий получение в обуви жестких формоустойчивых подносков, рекомендуемых для различных видов обуви с верхом из кожи, и Tufflex-TR – термопластичный материал с каучуковой пропиткой для эластичности подносков, применяемых для обуви из мягких эластичных натуральных и искусственных кож.

Фирма «Embi» и «USM» выпускает материалы с полиуретановой пропиткой для подносков, приклеивающиеся под действием растворителя и нагревания [21].

В статье Тарасюка П.Е., Акопа А.П., Краснопольского Г.Г. [11] описан представленный фирмой «Lambiotte» новый полимерный материал для жестких подносков, наносимых в виде расплава на кожу с высоким содержанием жира методом печатания. Часто применяют материалы на основе пропитанных нетканых полотен с термопластичным клеевым слоем и материалы в виде пленки из термопластичной смолы с погружением в растворитель. Используют четыре вида материалов: Elastex – на базе карбомидной смолы, Bunnitex – на основе бутилцеллюлозы, Nitex – на основе бутилстиролцеллюлозы и Celuloil – на основе нитроцеллюлозы.

Известны подноски из композиции на основе поливинилбутираля и органического соединения, например, стеариновой кислоты. Они характеризуются низкими пластоэластическими, а, следовательно, и эксплуатационными свойствами. Кроме этого, такие подноски требуют специальных клеев (например, хлоропреновых) для крепления их к деталям обуви [12].

В статье Георгиевой В.С. [1] предлагается паста для пропитки подносков с целью придания им жесткости. В состав пасты, которая может быть приготовлена из различных органических растворителей, входят акрилонитролбутадиенстирол, каучук, оксид цинка, акрилфенолформальдегидная смола, ацетон, этилацетат, бензиновая фракция.

В настоящее время наибольшее распространение получили материалы третьей группы на текстильной основе. На основу с двух или одной сторон наносится полимерная композиция, что в значительной степени предопределяет физико-механические свойства материалов, в частности, обуславливает небольшие удлинения, особенно в продольном направлении и более высокие значения предела прочности при растяжении.

Материалы этой группы различают видом основы, которая может быть тканой или нетканой, часто состоящей из вискозного волокна, а также видом полимерного покрытия, а в ряде случаев и дополнительно нанесенным клеевым слоем.

В России разработан и внедрен в обувную промышленность для всех родовых групп и видов обуви клеевого метода крепления термопластический материал для подносков, представляющий собой хлопчатобумажную ткань, на которую нанесено одно или двухстороннее покрытие. При одностороннем покрытии применяется смесь на основе транс-1,4-полиизопрена, при двухстороннем – смеси на основе транс-1,4-полиизопрена для одной стороны и сополимера поливинилхлорида и винилацетата – для другой. Материал производится наносным методом по ТУ 17-21-29-22-77 [1]. Также были разработаны и другие материалы на текстильной основе, а именно: с двухсторонним нанесением транс-1,4-композиция на тарную ткань и с односторонним.

Во ЦНИИКПе [1] был разработан разнообразный по комплексу физико-механических и гигиенических свойств ассортимент термопластических материалов для подносков обуви. Практически все эти материалы обладают идентичными технологическими характеристиками, обусловленными традиционной технологией изготовления обуви, которая предполагает вклеивание деталей в заготовку при температуре пуансона 140 ± 20 °С, времени выдержки 4–20 сек, давлении 45 кПа. Технология изготовления этих видов материалов основана на двух процессах: пропитке нетканых основ водными дисперсиями полимеров и нанесении расплава полимера термопластичного покрытия на подложку. В этом же институте для особо изящной обуви было создано пять новых видов материалов для подносков. Они отличаются по толщинам (от 0,8 до 1,2 мм), показателям упругости и жесткости (от 30 до 250 сН) и предназначены для обуви различных родовых групп и сезонов носки (женских туфель и сапог, мужских туфель, детских туфель и сапожек). Подноски выпускаются с двухсторонним термоклеевым покрытием (температура пуансона при дублировании 110 ± 10 °С), с односторонним термоклеевым покрытием и без клеевых покрытий, что позволяет использовать подноски для обуви различной технологии изготовления: путем вклеивания при термообработке и при комнатной температуре с применением жидких клеев при клеевом и строчечно-клеевом методах сборки. Материал не дает вылегания при толщине кожаной заготовки верха 0,7 мм, хорошо формуется и сохраняет форму.

Кроме этого были созданы качественно новые материалы с улучшенными теплопроводными свойствами и реологическими характеристиками. Улучшение теплопроводных свойств полимерных композиций, являющихся теплоизоляторами, достигнуто при введении неорганических соединений с высокими теплофизическими характеристиками и развитой поверхностью. Введение таких соединений в латексные смеси позволяет получить полимерные композиционные материалы с высокой теплопроводностью и улучшенными прочностными характеристиками. Был определен оптимальный состав наполнителя, его количественное содержание в полимерной матрице, размер частиц, что позво-

лило в 2,5 раза повысить теплопроводность созданных материалов и проводить операцию дублирования с заготовкой верха и подкладкой при температуре 100 ± 10 °С.

Материал на основе из ткани, пропитанной термопластическими смолами с двухсторонним клеевым покрытием на базе ЭВА двух марок Е 365 и Е 445 Е фирмы «Osterreich» (Австрия) характеризуется высокими значениями разрывной нагрузки и удовлетворительными технологическими свойствами.

Во Франции фирма «Promaso» выпускает термопластические материалы под названием «promaterne» и «promadure» методом пропитки волокнистых основ дисперсией полистирола с последующим нанесением клеевой пленки. Аналогичный вид термопластического материала производят в Венгрии.

В последние годы на обувных предприятиях широко используются термопластические материалы итальянской компании «TECNO-GI». За годы своего существования «TECNO-GI» расширилась и развилась, став лидером на мировом рынке. Сегодня фабрика занимает площадь более 7000 м². «TECNO-GI» ежедневно производит 17000 м² материала в листах, количества, достаточного для изготовления более чем одного миллиона пар обуви в день. Вся продукция фабрики предназначена для обувной промышленности. Изготовленные материалы в листах разрезаются на самом предприятии или непосредственно на обувных фабриках. Продукция составляет около 250 разновидностей материалов различного типа для всех видов обуви. Традиционные марки материалов: Gomma, Laser, Tecnogiflex, Talun, Techopren, Elastene, Sintex, Maxim, Biterm, Tadas, Excel хорошо известны и применяются почти в каждой стране мира.

В подавляющем большинстве случаев подноски вставляются в заготовку или скрепляются с верхом в плоском виде. Однако известно применение формованных подносков с вертикальной или отогнутой внутрь (наружу) затяжной кромкой.

В монографии Шварца А.С., Кондратькова Е.Ф. [19] представлена технология применения термопластичных подносков, которая имеет разные варианты в зависимости от следующих факторов:

- армирован или неармирован термопластичный материал;
- является ли исходный материал по своей форме плоским или гранулированным;
- нанесен ли термопластичный адгезив на одну или две стороны армированного материала;
- имеет ли текстильная подкладка на изнанке нанесенную термопластичную полимерную адгезивную пленку или лишена всяких клеевых пленок;
- является ли заготовка бесподкладочной или в носочно-пучковой части имеет тканевую или кожаную подкладку.

Армированные термопластичные подноски можно применять в процессе дублирования и склеивания деталей верха и подкладки в плоском виде и в процессе предварительного формования носочной части заготовок.

В первом случае подносок накладывается на бахтармянную сторону союзки и фиксируется приспособлением типа паяльника в двух-трех точках во избежание смещения. Подносок закрывается подкладкой с полимерной пленкой типа сэвилена, поливинилацетата. Кожаная союзка предварительно укладывается лицевой стороной на нижнюю холодную плиту пресса 01314/P1 (фирма «Svit») с обкладкой из силиконового каучука. Верхняя прижимная плита, покрытая пленкой фторопласта, нагревается до температуры 200 ± 2 °С. Усилие пресса не более 9310 Н, мощность электронагревателя 0,3–0,5 кВт; потребление сжатого воздуха до 3 л на одну пару обуви, мощность электродвигателя 0,22 кВт.

Во втором случае используются прессы модели 110 фирмы «Vima», которые имеют формы, имитирующие форму носочной части колодки для придания дублируемым деталям заготовки предварительной формы. Пневматический универсальный пресс модели В-140 фирмы «Vima» для дублирования деталей с термопластичным подноском снабжен пневматической подушкой для обувных колодок разных форм. Склеивание деталей производится в нижней обогреваемой форме, включающей также седловидную часть и частично гребень передней части заготовки. Верхняя форма содержит пневматическую подушку, предохраняющую от повреждений декоративные детали, блочки и крючки.

Неармированные термопластичные подноски могут представлять собой тонкие пленки, но чаще всего их отливают на бахтармянную сторону союзки и формуют методом печатания. Для этого применяют машину 85BT фирмы «Sigma». С помощью специальных форм могут быть получены подноски любой конфигурации, размера, толщины, каркасности и стойкости.

В Ленинградском специальном конструкторском бюро кожевенно-обувных машин (ЛСКБ КОМ) разработана машина марки НТП-0 для нанесения и формования термопластичного подноски. Расплав наносится литьевым методом на бахтармянную сторону носочной части верха заготовки или на детали союзки с соблюдением регламентируемых толщин для мужской, женской и детской обуви. Отлитый подносок располагается на установленном расстоянии от края затяжной кромки и утоняется к краю до толщины 0,1 мм и менее. Температура машины регулируется от 20 до 220 °С. Проведенные в условиях производства ЛПОО «Скорход» массовые испытания машины НТП-0 для формования подносков из отечественного гранулированного сэвилена (сополимера этилена с винилацетатом) методом шприцевания при температуре 160 ± 5 °С дали положительные результаты. При толщине слоя

сэвилена до 1,5 мм в наиболее выпуклом месте подноски были эластичными, нехрупкими, формоустойчивыми, нормально затягивались, не деформируясь; адгезия к верху из выростка хромового дубления и к подкладке из тика-саржи была хорошей [19].

Для нанесения неармированного подноски методом печатания применяют машины 01308/P1 фирмы «Svit», фирмы «USM», на которых отливаются и формуются подноски с утоненными краями.

Известно применение термопластичных подносков, активируемых воздействием ТВЧ. Преимуществом этого метода является чистота выполнения операций. При изготовлении бесподкладочной и плетеной обуви предпочтение отдается машинам, в которых термопластичный клей подается уже в несколько охлажденном состоянии на союзку и не проникает через перфорационные отверстия на ее поверхность.

Использование ТВЧ для активации подносков имеет то преимущество, что при затяжке не происходит разрыва или деформации подноски и, кроме того, упрощается работа. Трудности же заключаются в необходимости экранирования рабочего места, а также в возможном неравномерном проникании клея-расплава в макропоры кожи в зависимости от степени разогрева, температуры плавления и структуры материала.

В зависимости от вида и рода обуви, метода крепления, конструкции заготовки, материалов верха и низа должны применяться различные материалы для подносков. Другими словами, должен быть дифференцированный подбор материалов для подносков. Такой подход существует в зарубежной и отечественной промышленности. Однако недостаточно широкий ассортимент отечественных материалов не позволяет целенаправленно использовать те или иные из них. Это приводит зачастую к низкой формоустойчивости носочной части обуви, а иногда к чрезмерной ее жесткости.

1.2 СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПОДНОСКОВ

Эластичные подноски в основном удовлетворяли требованиям ЦНИИКПа, описанных в предыдущем подразделе. Однако, по данным исследований ученых ЦНИИКПа, отдельные партии этих материалов характеризуются большой неоднородностью по свойствам, недостаточной формоустойчивостью, особенно в обуви с объемной носочной частью, и другими недостатками, затрудняющими их применение при изготовлении обуви и ее эксплуатации.

Большинство этих материалов обладает недостаточной клеящей способностью, что вызывает необходимость дополнительной промазки деталей клеем. Кроме того, недостаточная формоустойчивость носочной части обуви, изготовленной с применением подносков из эластич-

ных материалов в обуви современных конструкций с объемной носочной частью, предопределила необходимость использования двухслойных подносок, что приводит к увеличению расхода материалов и снижению производительности труда. Например, при эксплуатации отдельных партий женской обуви (подноски двухслойные из эластичного материала с клеевым слоем на базе смолы ПФЭ 2/10) за 4 месяца фактической носки выявлено размягчение подносок в 24 % обуви [2]. Свойства отдельных эластичных материалов для подносок представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Свойства эластичных материалов для подносок обуви

Показатели	Эластичные подноски		
	ЭП-2 с покрытием на основе метилполламинного клея ПФЭ 2-10П	ЭС-2 с покрытием на основе синтетического латекса СКС-65ГП	Термогранитоль с двухсторонним покрытием из пластифицированной нитроцеллюлозы
Толщина, мм	1±0,1	1±0,1	0,9±0,1
Поверхностная плотность, г/м ² , не менее	495	505	-
Массовая доля влаги и летучих веществ, %, не более	6	8	-
Количество пленкообразующих веществ, г/м ²			
- для женской, девичьей, школьной	-	-	180-220
- для мужской, мальчиковой	-	-	230-300
Разрывная нагрузка, Н, не менее			
- по основе	392	392	-
- по утку	494	494	-
Удлинение при разрыве, %, не менее			
- по основе	5	6	-
- по утку	15	15	-
Жесткость, сН, не менее	49	34,3	130
Упругость, % не менее			
- по основе	70	60	70
- по утку	80	60	70

Следует отметить, что все обозначения, терминология и исследуемые свойства приведены в соответствии с употребляемыми авторами терминами в источниках по данной проблеме.

Как отмечалось ранее, в Республике Беларусь широкое применение имели термопластические материалы с клеевым транс 1,4-полиизопреновым покрытием. Физико-механические свойства этих материалов, различающихся количеством клеевого покрытия, представлены в таблице 1.2 [13].

Таблица 1.2 – Физико-механические свойства материалов с транс1,4-полиизопреновым покрытием для подносков обуви

Показатель	Материал для подносков		
	тарная ткань с покрытием		пленочный
	односторонним	двусторонним	
Толщина, мм	0,68	0,71	0,6
Разрывная нагрузка, Н, не менее			
- в продольном направлении	258	297	94
- в поперечном направлении	113	134	69
Удлинение при разрыве, %, не менее			
- в продольном направлении	11	6	241
- в поперечном направлении	8	11	257
Жесткость, Н			
- в продольном направлении	0,49	1,08	1,05
- в поперечном направлении	0,29	0,78	0,75
Упругость, %			
- в продольном направлении	90	75	77
- в поперечном направлении	90	73	80
Сопротивление расслаиванию, Н/мм	2,5	1,1	-

Результаты эксплуатационных испытаний данных материалов в женской обуви с кожаным верхом показали удовлетворительную износостойкость и формоустойчивость носочной части обуви. В то же время особое значение имеет точное расположение подноски в заготовке, так как в случае даже небольшого смещения подноски относительно подкладки происходит растекание пленочного материала, что приводит к снижению качества приклеивания затяжной кромки заготовки к стельке в процессе выполнения обтяжно-затяжных операций.

В конце 90-х годов XX века на предприятиях Республики Беларусь стал применяться термопластический материал, производимый в Таганроге. Этот термопластический материал под названием «Термопласт» может быть как односторонним, так и двусторонним, толщиной от 0,75 до 1,2 мм. Свойства этого материала представлены в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Физико-механические свойства термопластического материала «Термопласт» для подносков обуви

Показатель	Норма по ТУ 1700300417-103-92	
	Марка А	Марка Б
Толщина, мм	0,85±0,05	0,75±0,05
Разрывная нагрузка, Н, не менее		
- в продольном направлении	678	268
- в поперечном направлении	356	333
Удлинение при разрыве, %, не менее		
- в продольном направлении	29	23
- в поперечном направлении	54	22
Жесткость, сН, не менее		
- в продольном направлении	200	163,58
- в поперечном направлении	148,28	128,62
Упругость, %, не менее		
- в продольном направлении	85,31	85,3
- в поперечном направлении	85,31	90,3
Прочность термосклеивания, кН/м, не менее	0,57	0,76

Термопластический материал «Термопласт» вполне соответствует требованиям, предъявляемым к материалам для подносков. Однако из-за своей высокой стоимости этот материал сейчас практически не используется на обувных предприятиях.

В России наибольшее применение нашел термопластический материал, производимый наносным методом по ТУ 17-21-29-22-79, его свойства представлены в таблице 1.4 [28].

Таблица 1.4 – Показатели физико-механические свойств материала, изготавливаемого по ТУ 21-29-22-77

Показатель	Термопластический материал
Толщина, мм	0,7±0,1
Разрывная нагрузка, Н, не менее, в направлении	
- продольном	200
- поперечном	100
Удлинение при разрыве, %, не менее, в направлении	
- продольном	10
- поперечном	15
Жесткость, сН, не менее, в направлении	
- продольном	80
- поперечном	80
Прочность связи между слоями склеек, изготовленных при температуре 900С, Н/см, не менее	8

Материал с двухсторонним нанесением характеризуется небольшими величинами удлинений при разрыве – 6–11 %, но высокими значениями разрывных нагрузок, а с односторонним – высокими значениями разрывной нагрузки в продольном и поперечном направлениях и сопротивлением расслаиванию, однако материал характеризуется низким удлинением в поперечном направлении, а также небольшой жесткостью в обоих направлениях, носочная часть обуви характеризуется недостаточной формоустойчивостью.

Свойства некоторых зарубежных термопластических материалов для подносков представлены в таблицах 1.5, 1.6 и 1.7 [28, 30].

Таблица 1.5 – Свойства некоторых зарубежных термопластических материалов для подносков

Наименование материала	Толщина, мм	Плотность по площади, г/м ²	Прочность, Н/5см ²		Упругость, %		Прочность клеевого шва, Н/2,5см	
			сух.	мокр.	сух.	мокр.	сух.	мокр.
Thermopar TK	0,70	592	220	100	72,0	76,0	23,6	7,1
Vukostik (VUK)	0,78	540	210	95	35,0	44,0	24,0	6,1
Tuflex TR/E 36U (BUSMC)	0,90	580	110	48	59,0	88,8	23,0	6,5
Tuflex TR/E 416 (BUSMC)	1,0	600	120	69	76,5	68,1	20,4	14,0
Tuflex 151	0,7	482	100	60	30	0	28	-
Tuflex 261	0,7	486	90	30	33	0	36	-
Tuflex 262	1,0	507	115	60	39	50	28	-
Tuflex 361	1,0	617	135	55	33	0	24	-
Tuflex 362	1,0	628	185	120	38	28	16	-
Tuflex 442	1,2	709	275	175	38	41	12	-
Thermodur 10V (Promaco)	0,75	492	170	58	30	38,0	12,9	4,2
Thermodur 14 (Promaco)	0,87	600	255	90	28	38,0	14,1	7,1
Thermodur 20	1,2	830	480	175	31	31	23	-
Thermopar TZ	0,78	561	170	70	66	78,0	16,0	4,2
Thermopar 0	1,2	1000	648	400	57	62	39,9	-
Bixlon 25	0,8	825	340	279	46,3	44,7	26	-
Panplast B20	0,6	535	50	32	85	86	4	-
Panplast B21	0,7	670	70	46	85	87	2	-
Panplast B22	0,8	770	100	70	88	87	2	-

Все представленные в таблице 1.5 материалы весьма разнообразны по своим свойствам. Самым высоким показателем прочности характеризуется материал марки Thermopar 0, затем Thermodur 20 и Bixlon

25, у всех же остальных этот показатель колеблется от 50 до 275Н/5см². Однако высокий показатель прочности обеспечивается большой плотностью по площади, что в свою очередь существенно снижает упругость материала. Как было уже сказано выше, именно упругость обеспечивает важную для подноски, как детали обуви, способность восстанавливать свою форму после различных механических воздействий, которым подвергается носочная часть обуви.

Таблица 1.6 – Свойства зарубежных термопластических материалов для подносков

Показатели	Материалы для подносков		
	на нетканой основе с двухсторонним нанесением клеевого слоя из сополимера со стиролом (Германия)	на тканой основе, пропитанной смолами с двухсторонним покрытием марки 567Д (Австрия)	«Formosert» на ткани с двухсторонним нанесением модифицированного полиамида марки C537C (Австрия)
Толщина, мм	1,2	1,06	1,1
Разрывная нагрузка, Н, не менее			
- в продольном направлении	380	290	220
- в поперечном направлении	360	220	360
Относительное удлинение при разрыве, %, не менее			
- в продольном направлении	34	4,3	8,0
- в поперечном направлении	37	29	8,7
Жесткость, Н	0,66	1,05	1,08
Сопротивление расслаиванию склеек при T = 90 °С, Н/мм, не менее	1,18	0,8	-

Анализируя свойства материалов, представленных в таблице 1.6, замечаем, что материал для подноски на нетканой основе с двухсторонним нанесением клеевого слоя из сополимера со стиролом (Германия) при наименьшей жесткости имеет большую прочность по сравнению с двумя другими материалами и, как следствие, – большее сопротивление расслаиванию, что является существенным преимуществом, так как подноска в обуви является промежуточной деталью, скрепляемой с верхом и подкладкой.

Таблица 1.7 – Физико-механические свойства материалов для подносков

Показатель	Calform 8	Calform 10	Bical 8	Bical 10	BTNOV	Agoferm 1001 V
Толщина, мм	1,2	1,3	1,2	1,4	1,0	1,4
Предел прочности, МПа, в направлении:						
- продольном	15,3	13,1	13,8	16,3	12,4	7,5
- поперечном	9,7	10,7	9,1	11,3	12,9	6,0
Относительное удлинение при растяжении, %, в направлении:						
- продольном	80	28	43	39	26	32
- поперечном	53	29	48	50	32	25
Жесткость при растяжении, Н, в направлении:						
- продольном	167	210,7	205,8	284,2	156,8	142
- поперечном	139	171,5	152	205,8	147,0	142

Физико-механические свойства материалов для подносков, представленных в таблице 1.7, также весьма разнообразны. Все они могут применяться для подносков обуви, а материал марки «Calform 8», имеющий существенно большее относительное удлинение при растяжении в продольном и поперечном направлениях, необходимо применять в обуви с объемной носочной части.

В конце 90-х гг XX века вместо пропитанных термопластическим клеем нетканых полотен для подносков были распространены материалы в виде пленки из термопластической смолы с полимерным клеевым слоем. Их преимущество состояло в стойкости к действию влаги, хорошей формоустойчивости и упругости, сохраняющихся в течение всего периода носки обуви. Такой материал выпускался в Голландии с одной или двухсторонним клеевым нанесением клеевого слоя. В США интенсивно велись работы по созданию новых термопластических материалов, в состав которых входят нейлоновые волокна и клей с невысокой температурой плавления: «Formoflex» – термостабилизирующий волокнистый материал, хорошо сохраняющий форму – высококачественный материал для подносков производственной обуви [29].

Термопластические композиционные материалы, рекомендуемые учеными УКрНИИПа для литья подносков [28], обладают хорошей адгезией к обувным материалам. Так, показатель сопротивления расслаиванию для исследованных вариантов при норме не менее 7 Н/см колеблется в пределах 12–18 Н/см. Опытная носка обуви с верхом из натуральной кожи и подносками, отлитыми из указанных полимерных мате-

риалов, обеспечивают формоустойчивость, высокую эластичность и комфортность для стопы в носочной части обуви.

Применение полимерных растворов различного состава и концентраций, а также композиций для литья подносков обуви позволяет в широком диапазоне варьировать упруго-эластические свойства материалов носочной части обуви. Это дает возможность расширить ассортимент обуви с использованием указанных материалов, повысить ее комфортность и качество.

В обувной технологии подноски из термопластических материалов для приклеивания их к заготовке обуви подвергаются тепловой обработке при температуре 50–60 °С (на поверхности деталей), чтобы обеспечить адгезию в заготовке обуви [5]. Адгезия к субстрату увеличивается при механическом заклинивании адгезива, в том числе в результате проявления адгезивом текучести. Поэтому в работах ВНИИПИКа было установлено, что показатель текучести расплава (ПТР) поверхностных (контактирующих с заготовкой обуви) слоев должен составлять не менее 10г/10 мин при 100 °С, а температура текучести этих слоев должна быть не более 50–55 °С. Клеящая способность в соответствии с предложениями ЦНИИКПа должна быть не менее 0,8–1,0 кгс/см.

Для обеспечения контакта промежуточной детали из термопластического материала с верхом и подкладкой обуви и нагревания материала, а также передачи тепла с одной стороны поверхности детали на другую (подогрев осуществляется односторонний – со стороны подкладки обуви, а деталь должна приклеиться и к подкладке, и к верху обуви) термопластический материал должен обладать повышенной теплопроводностью. Для установления требуемых теплофизических свойств поверхностных слоев материала были испытаны термопластические материалы, имеющие необходимую теплопроводность в самых жестких условиях теплопередачи, а именно при изготовлении утепленной обуви с подкладкой из искусственного меха. В результате было установлено, что поверхностные слои термопластических материалов должны характеризоваться следующими показателями: температуропроводностью – не менее $12,5\text{--}14,0 \cdot 10^8$ (м²/с) и теплопроводностью – не менее 0,17 Вт/м·К. Кроме этого, материалы для подносков должны сохранять жесткость при двухчасовом прогреве при температуре 37 °С и обладать запасом прочности при двухосном растяжении, осуществляемым после предварительного разогрева материала [3].

Механические свойства термопластических материалов для подносков при производстве и эксплуатации обуви подвергаются сложным механическим деформациям. В процессе изготовления обуви деталям придается форма за счет деформаций изгиба, сжатия и растяжения при воздействии тепла и влаги.

При определении эксплуатационных характеристик термопластических материалов следует учитывать те изменения, которые они пре-

терпевают в процессе изготовления обуви и, главным образом, при обтяжно-затяжных операциях.

При использовании колодок с объемной носочной частью, например, для мужской обуви, дается дополнительная вытяжка, что вызывает увеличение напряжений, в том числе и в подносках. Таким образом, для разных видов обуви используется разное растяжение на машинах для формования союзочной и носочной частей обуви.

Однако, даже у резко отличающихся по удлинению материалов для верха обуви из синтетических и искусственных кож разница в вытяжке их при затяжке невелика. Исходя из этого, можно полагать, что материалы для подносков обуви, изготовленные на базе эластичных или жесткоцепных полимеров, при затяжке обуви будут испытывать одинаковые удлинения.

Учеными ЦНИИКПа установлено, что лучше формируется тот материал, удлинение которого в поперечном и продольном направлении при одинаковых нагрузках равно. Следовательно, для формования имеет преимущественное значение не разрывное удлинение, а удлинение и напряжение, которые происходят на обтяжно-затяжных операциях.

Учеными ЦНИИКПа были установлены следующие оптимальные физико-механические показатели: жесткость материала на приборе ПЖУ-12 – не менее 80 г., упругость 80–85 %, разрывная нагрузка – не менее 300–100 Н/см, относительное удлинение – 5 % (поперек), 15 (вдоль), толщина 0,75–1,0 мм [30].

В обувной технологии заготовки испытывают, преимущественно, двухосное растяжение. Поскольку показатели механических свойств материалов, полученные при одноосном и двухосном растяжении, достаточно различаются, то их, по мнению Георгиевой В.С. и Губаревой Н.Н. [3], необходимо определять на приборе с двухосным растяжением. В процессе проведения затяжных операций носочной части подноски испытывают определенные напряжения. В результате отдельные материалы для подносков могут обнаруживать порывы в процессе изготовления обуви или претерпевать структурные изменения, которые при эксплуатации обуви превращаются в трещины и вмятины.

Возможность предварительной оценки качества термопластических материалов до определенного времени исключалась, так как не были известны механические свойства, влияющие на деформацию на затяжных операциях, и соответственно, их критерии. Для выявления механических свойств, определяющих поведение материалов для подносков на затяжке носочной части обуви, Георгиевой В.С. и Губаревой Н.Н. были исследованы следующие различающиеся свойствами материалы: транс-полиизопреновый материал, tuflex производства австрийской фирмы «Osterreich» и термогранитоль. Для этого использовали метод двухосного растяжения, который в определенной степени моделирует процесс затяжной операции носочной части и используется при исследовании

довании кож для верха обуви. Двухосное растяжение осуществляли на приборе конструкции ЦНИИКПа с предварительным разогревом в термошкафу (82°C , 15 с) и без него. Образцы для исследования имели форму дисков диаметром 60 мм. Соблюдая принцип затяжки носочной части, при исследовании задавали подъем сферы вплоть до разрыва и фиксировали нагрузку, в том числе при разрыве, и остаточную высоту сферы образца, которая характеризовала, по мнению исследователей, формуемость подноски при затяжке. Результаты исследований показали, что материалы без предварительной тепловой обработки, обладая практически близкими модулями при многоосном растяжении (нагрузками при заданных деформациях), резко различаются разрушающими нагрузками и высотой сферы при разрыве. При этом транс-полиизопреновый материал значительно превосходит другие материалы нагрузкой при разрыве и, соответственно, запасом прочности, т.е. отношением разрывной нагрузки к нагрузке при заданной деформации (например 9–10 мм). Эти различия в поведении материалов без предварительной тепловой обработки согласовывались с их технологическими свойствами при изготовлении обуви на линиях ПЛК-О, на которых затягивались подноски практически комнатной температуры (остывали к моменту затяжки). На этих линиях преимущественно используются транс-полиизопреновые материалы, так как другие материалы, в том числе tuflex, рвутся при затяжке, не выдерживая деформаций, поэтому для их использования необходимо, чтобы они выдерживали без разрыва подъем сферы значительно больше 13 мм [3].

Кроме того, рассматриваемые исследования показали, что предварительный разогрев материалов перед растяжением весьма уменьшил у них отличия по подъему сферы при разрыве. Все исследуемые материалы используются с положительными результатами на потоках с удовлетворительным разогревом перед затяжкой. Вероятно, в этом случае подъем сферы при разрыве может быть у материалов не более 13,5–14 мм. Исследуя влияние предварительного разогрева материалов на их механические свойства, необходимо отметить, что материалы изготовлены с использованием полимерных композиций. Но все характеристики механических свойств полимеров зависят от температуры испытания, при этом разрушающее напряжение с повышением температуры уменьшается. Tuflex и термогранитоль не обнаружили указанной зависимости изменения прочности, очевидно, из-за значительного остывания к моменту разрушения. Но на первых стадиях деформации разогретые материалы обладают значительно меньшими модулями, чем материалы без предварительной тепловой обработки. Поэтому можно полагать, что благодаря удовлетворительной тепловой обработке tuflex и термогранитоль испытывают значительно меньшие нагрузки на затяжных операциях, чем эти материалы без тепловой обработки. В результате температурной обработки снижается прочность (нагрузка при разрыве).

ве) транс-полиизопренового материала, но при этом более, чем у других материалов, понизились и модули всех исследованных материалов. Например, при подъеме сферы 9 мм и 12 мм запас прочности у транс-полиизопренового материала соответственно равен 2,2 и 1,8, а у Tuflex – 2,0 и 1,4, что обеспечивает успешное использование трансполиизопренового материала на потоках, снабженных удовлетворительным разогревом подносков.

Формуемость материала для подносков может характеризоваться остаточной высотой сферы у образцов после снятия напряжения (после многоосного растяжения). Результаты исследования зависимости остаточной сферы материалов без и после предварительного разогрева от размера подъема сферы показали, что высота сферы у всех материалов без тепловой обработки при одних и тех же деформациях примерно одинаковая (у термогранитоля при повышенных деформациях это значение больше, чем у других материалов). Общим для всех материалов является довольно заметное повышение остаточной деформации при увеличении подъема сферы. Аналогичное явление наблюдается и для материалов, подвергнутых тепловой обработке. Предварительный разогрев материалов способствует значительному повышению остаточной высоты сферы у всех материалов при начальных деформациях, что объясняется повышением пластических свойств материалов в результате действия тепла. Отмеченные различия при повышенных деформациях становятся менее существенными, вероятно, в результате остывания материалов при изготовлении обуви. При использовании термогранитоля влияние предварительного разогрева на высоту сферы прекращается при более низких деформациях, чем при использовании трансполиизопрена и Tuflex.

Проведенные исследования, по мнению ученых, показали, что технологические свойства на затяжной операции носочной части материалов для подносков непосредственно связаны с их прочностными и формовочными свойствами, определяемыми методом двухосного растяжения. К последним относятся: подъем сферы при разрыве или многоосное удлинение при разрыве к нагрузке при заданной деформации, а также остаточная высота сферы.

Для обеспечения формоустойчивости носочной части обуви материал для подносков обуви должен обладать жесткостью, определяемой на приборе ПЖУ-12 не менее 80 г. Однако, в процессе носки обуви температура может повышаться выше 30 °С, что, в свою очередь, может влиять на свойства материалов для подносков, размягчая их. Для выявления предела размягчения, при котором обеспечивается удовлетворительная формоустойчивость носочной части обуви, в работах ВНИИ-ПИКа были проведены исследования влияния времени температурной обработки (37 °С) на жесткость материалов, показавших различные результаты опытных носок в результате размягчения подносков. Был ис-

пользован транс-полиизопреновый материал и материал, у которого покрытие было из сополимера ВА-15. Результаты влияния времени прогрева на жесткость термопластических материалов показали, что жесткость трансполиизопренового материала при тепловом воздействии имеет тенденцию незначительно снижаться только вначале, оставаясь без изменения при продолжении нагрева. Материал с покрытием на основе сополимера ВА-15 обладает при комнатной температуре высокой исходной жесткостью 350 сН, однако при тепловом воздействии жесткость значительно снижается. Этим объясняется то, что деформация подносков с покрытием из сополимера ВА-15 уже после 58 дней носки была обнаружена в 8,7 % обуви, в то время, как у подносков из материала с двухсторонним транс-полиизопреновым покрытием лишь в 4,3% обуви, притом после более продолжительного срока носки (71 и 110 дней).

Таким образом, при разработке термопластических материалов для подносков обуви следует ориентироваться на материалы, которые при температуре 37 °С не размягчаются, или характеризуются незначительным падением жесткости.

При эксплуатации обуви в ее носочной части имеют место перенапряжения, обусловленные многократностью воздействий. Поэтому для выяснения характера релаксации полимерных связующих, обуславливающих релаксационные свойства материалов для подносков, снимали кривые релаксации напряжения при $\varepsilon = 100\%$ пленок из транс-полиизопрена, на основе транс-полиизопрена с содержанием 40 мас.ч. целлюлозно-волокнутого наполнителя (ЦВН) и из сополимера ВА-15. Результаты исследований показали, что для транс-полиизопреновых пленок, в том числе наполненных целлюлозно-волокнутым наполнителем, отмечается неполная релаксация напряжения при постоянном растяжении. В то же время транс-полиизопреновое покрытие обеспечивает удовлетворительные эксплуатационные свойства подноскам, что позволяет судить о завершенности релаксации напряжения в покрытии уже при носке обуви. Эти различия объясняются тем, что при носке обуви длительность многократной деформации очень мала, и после прекращения ее действия происходит переход покрытия в первоначальное (нерастянутое) состояние, которое сопровождается более быстрым спадом напряжения. В отличие от реальных условий эксплуатации, в эксперименте транс-полиизопреновые пленки испытывали при постоянном растяжении. Таким образом, релаксационные процессы отличались от тех, которые имеют место при реальной носке обуви. Однако определенная корреляция между ними все же существует. Установлено, что замена только одного транс-полиизопренового покрытия в материале на ткани с двухсторонним полимерным покрытием слоем на базе сополимера ВА-15 резко ухудшило эксплуатационные свойства материала. При опытной носке обуви с подносками из этого материала значительная часть

подносков растянулась в поперечном направлении и приняла форму «гармошки». Этот дефект можно объяснить спецификой релаксационного процесса напряжения при эксплуатации подносков, т.е. значительное время релаксация напряжений обуславливается постоянно действующим напряжением и накоплением в ВА-15 покрытии пластических деформаций, обусловивших такую форму дефектов. Характер кривой релаксации напряжения ВА-15 пленок показал, что наряду с физической релаксацией имеет место и химическая релаксация напряжения, которая связана с перегруппировкой химических связей, определяющих повышенную длительность релаксации. Поэтому основным техническим требованием к термопластическим материалам для подносков является то, что кривая релаксации напряжения при комнатной температуре должна иметь характер, присущий физической релаксации напряжения.

Современная обувь должна обладать не только рациональной конструкцией, но и высокими гигиеническими свойствами. Большое значение при этом имеют гигиенические свойства пакета материалов союзочной части обуви, включая подноски. Малопроницаемые внутренние детали обуви препятствуют миграции влаги и, следовательно, снижают гигиенические свойства всей системы материалов, из которых состоит союзочная часть [6].

Потовые выделения стопы могут оказывать заметное влияние на деформирование подносков. При низкой паропроницаемости и значительной сорбции паров воды температура и относительная влажность внутри обуви повышаются, что не только резко ухудшает ее микроклимат, но может обусловить и размягчение подноска. Последнее, в свою очередь, приводит к увеличению доли пластических деформаций, возникающих в подноске, и, как следствие, – к изменению внешнего вида обуви. Лучше всего сохраняют форму подноски, полученные с использованием клееных нетканых материалов.

Свойства волокнистых материалов зависят не только от вида, количества и распределения связующего, массы волокнистого холста, размера волокна, но также и от адгезии волокна к связующему.

Губаревой Н.Н. в работе [6] рассматривались отдельные вопросы влияния химической природы и свойств поверхности волокон на гигиенические свойства нетканых клееных материалов, используемых в производстве термопластичных материалов для обуви. При исследовании в качестве модели использовали нетканые основы, проклеенные гидрофобными термопластичными полимерами, обладающими эластопластическими свойствами и сохраняющими их при повышенной влажности. Нетканые основы формировали из полиэфирных, полиамидных или вискозных волокон, а также их смесей. Все используемые волокна имели практически одинаковые линейные размеры и близкие по значению показатели физико-механических свойств. Волокна однородной химиче-

ской природы в результате специальной физической обработки в процессе их получения имели разную структуру поверхности.

После обработки показатели водопоглощения и массы капиллярно всасываемой воды полиэфирных и полиамидных волокон увеличились соответственно в 3 и 2 раза, а величина адгезионной прочности со связующим полимером – в 1,5 раза. Учитывая, что клеевая основа предназначена для каркасного слоя термопластических подносков, доля полимерного связующего составляла 30–35 % от массы основы и была постоянной для всех образцов.

Гигиенические свойства клеевых основ в данном исследовании оценивали по показателям паропроницаемости, сорбции водяного пара, гигроскопичности и влагоотдачи. Кроме того, определяли их удельную поверхность и общую пористость. Наибольшей паропроницаемостью и сорбционной способностью обладал образец основы из вискозных волокон, характеризующийся наличием сквозных пор, общая пористость которого составляла 6 %. Образцы из полиамидных или полиэфирных волокон (не подвергавшихся обработке) имели незначительную паропроницаемость при пористости соответственно 57 и 40 %. В образцах, полученных из смесок полиамидных или полиэфирных волокон с вискозными, паропроницаемость возрастала с увеличением содержания вискозных волокон, хотя общая пористость клеевых основ монотонно уменьшалась.

Клеевая основа из вискозных волокон, из смесок вискозных и полиамидных (или полиэфирных) волокон начинает заметно сорбировать пары воды (0,8 %) при 20 %-й относительной влажности воздуха.

Также характерно сорбируют пары воды при 20 %-й относительной влажности воздуха клеевые основы, полученные из смесок вискозных и полиамидных (или полиэфирных) волокон, причем с уменьшением доли вискозы в смеси уменьшается и сорбционная способность основы. Заметная сорбция паров воды (0,4 %) у клеевой основы из полиамидных (или полиэфирных) волокон, не подвергавшихся обработке, проявлялась только при 70 %-й относительной влажности воздуха.

Специальная физическая обработка полиамидных или полиэфирных волокон приводит к изменению структуры и свойств полученных образцов. Общая пористость и воздухопроницаемость клеевых основ уменьшаются, а удельная поверхность и паропроницаемость увеличиваются. Изменяется характер пористости образцов – повышается доля сквозных пор с эффективным радиусом 1,25 мкм. Это указывает на то, что с изменением свойств поверхности волокна возрастает его эффективная гидрофильность, изменяется структура клеевой основы и ее гигиенические свойства.

В зависимости от доли вискозных волокон в смеси с полиамидными или полиэфирными волокнами, подвергнутыми специальной физической обработке, свойства материалов различны. Максимальной паропро-

нищаемостью обладали образцы с содержанием вязкозных волокон 50–75 %. Установлено, что увеличение доли полиамидных или полиэфирных волокон приводит к повышению сквозной пористости лишь до определенного предела, при высоком содержании полиамидных и полиэфирных волокон пористость снижается. При этом физическая обработка волокон вызывает рост удельной поверхности и сорбционной емкости образцов.

Известно, что при адсорбции паров имеет значение разность между теплотой адсорбции первого слоя и теплотой конденсации. Поскольку при адсорбции паров воды на гидрофобной поверхности теплота адсорбции мала, полимолекулярная адсорбция начинается лишь при высоких значениях относительного давления пара жидкости $P / P_0 = 0,8–1$. Такая ситуация наблюдалась при сорбции паров воды основами из полиамидных или полиэфирных волокон. При использовании тех же синтетических волокон, но подвергнутых специальной физической обработке, характер взаимодействия клеевых основ с парами воды меняется.

Сорбционная способность проявлялась уже в области малых относительных давлений пара. Происходило преимущественно полимолекулярное заполнение поверхности пор парами воды, наблюдалась прямая зависимость от величины удельной поверхности.

Проведенные исследования пористой структуры клеевых волокнистых основ показали, что увеличение удельной поверхности основ происходит за счет приращения объема пор с радиусом 1,25 мкм при одновременном снижении величины общей пористости. Получение структуры клеевой основы, позволяющей сочетать способность к сорбции паров воды и устойчивость к механическим воздействиям, во многом зависит от использования смеси волокон, прошедших специальную физическую обработку. Таким образом, появилась еще одна возможность направленного регулирования комплекса гигиенических и прочностных свойств клеевых основ, используемых при производстве термопластических материалов для подносков.

Полимеры, используемые для получения термопластических материалов для внутренних деталей обуви, должны характеризоваться высокой адгезионной способностью и высокими свойствами текучести расплава [4].

Известно, что адгезионная способность зависит от природы субстрата, т. е. в данном случае от природы обувного материала, с которым будет контактировать деталь. Такими материалами для контакта с подносками являются:

- кожа натуральная или синтетическая, используемая в качестве верха и подкладки обуви;
- ткань с клеевым покрытием и без него (верх, подкладка). Ткань хлопчатобумажная (клеевое покрытие выполнено из поливинилацетата или полиамида);

– нетканая клееная основа из вязкозных и полиэфирных волокон, пропитанных акриловыми эмульсиями (используется как межподкладка).

Поскольку адгезив должен обладать необходимой адгезионной способностью ко всем указанным субстратам, следует ориентироваться на полимеры, обладающие принципиально высокой адгезионной способностью к различного рода системам. Это – полимеры с полярными группами, с подвижным атомом водорода, или легко реагирующие с группами, содержащими подвижный атом водорода, а также группами, имеющими гетероатомы с необобщенными электронами. Гидроксильные, карбоксильные, эпоксидные, изоцианатные, винилпиридиновые и нитрильные группы, находясь в молекулах адгезива, могут обеспечить высокую адгезионную прочность.

Для обеспечения контакта субстрата и адгезива необходимым условием смачивания поверхности субстрата адгезивом является соблюдение неравенства поверхностных натяжений, γ субстрата $>$ γ адгезива. Для самопроизвольного растекания адгезива по поверхности субстрата необходимо, чтобы γ субстрата $>$ (γ адгезива + γ адгезив / субстрат). Это условие в данном случае можно соблюсти при использовании для клеевых слоев термопластических материалов полимеров с высокими свойствами текучести расплавов.

Георгиевой В.С. и Матвеевой З.Г. в работе [5] установлено, что клеевые покрытия должны иметь температуру текучести в пределах 50°C, а показатель текучести расплава (ПТР) при 100°C – 10-15 г/мин. При таких условиях обеспечивается достаточная диффузия расплава в структуру верха и подкладки обуви при температуре приклеивания (на пуансоне дублировочного пресса), равной 120–130 °C в течение 3–5 с (для подносков обуви, подкладки, межподкладки) и в течение 15–20 с (для задников обуви). Чтобы обеспечить эти параметры необходимо использовать полимеры, обладающие не только высокой адгезионной способностью, но и специальными свойствами.

Текущие свойства полимеров для клеевых покрытий зависят от их молекулярной структуры [6]. В таблице 1.8 представлены свойства полимерных покрытий в зависимости от молекулярной массы полимера, оцениваемой по характеристической вязкости последнего в сопоставлении с результатами испытаний материалов, используемых в обувном производстве.

Из данных таблицы 1.8 следует, что с увеличением характеристической вязкости свойства текучести полимерной композиции снижаются до уровня, при котором она не может использоваться в качестве клеевого покрытия, так как не соответствует требованиям, указанным выше (ПТР, T_t , сопротивление расслаиванию).

Таблица 1.8 – Свойства полимерных покрытий

Полимер	Характеристическая вязкость, (λ)	Растворитель	Свойства клеевого слоя		
			Показатель текучести расплава, г/10 мин	Температура текучести, °C	Сопротивление расслаиванию, Н/мм
1,4-трансизопреновый каучук (ТПИ)	1,90	Толуол	2,5	50	2,4
	1,29	Толуол	7,5	49	2,4
	1,25	Толуол	8,6	49	2,4
Перхлорвиниловая смола (ХПВХ)*	0,59	Хлорбензол	3,4	100	Более 1,0
	0,27	Хлорбензол	34,7	60	1,0
Поливинилацетат (ПВА)	0,84	Толуол	1,5	192	0,1
	0,46	Толуол	6,6	55	0,8

* После пластификации 40 мас. ч. ДОФ на 100 мас. ч. ХПВХ.

Эти результаты были подтверждены испытаниями технологических свойств подносков с покрытиями из исследуемых полимеров. Приклеивание их в заготовке (оцениваемое органолептически) было тем сильнее, чем выше свойства текучести покрытий. Подноски с ТПИ покрытием, в которых использован полимер с $\lambda = 1,9$ мм и ПТР, был равен 2,5 г/10 мин, при весьма высоком сопротивлении расслаиванию (2,4 Н/мм), не приклеились в заготовке. Подноски с ПВА покрытием, имевшими сопротивление расслаиванию всего 0,8 Н/мм и низкую характеристическую вязкость, а ПТР = 6,6 г/10 мин, приклеились в заготовке.

Данные о взаимосвязи показателей текучести расплава, сопротивления расслаиванию пленок из полимеров различного химического строения и способа изготовления с растворимостью полученных пленок представлены в таблице 1.9.

Таблица 1.9 – Свойства пленок из различных дисперсий

Пленка из дисперсий	Растворимость при 77°C	Показатель текучести расплава, г/ 10 мин	Сопротивление расслаиванию, Н/мм
Поливинилацетатной гомополимерной:			
- грубодисперсной	80 не более	0,19	0,20-0,33
- тонкодисперсной	99 не более	200	0,40
Сополимера винилацетата и этилена:			
- грубодисперсной	80 не более	0,87	0,22
- тонкодисперсной	99 не более	8,0	1,22

Из данных таблицы 1.9 видно, что большое влияние на растворимость и свойства текучести полимеров оказывают условия их полимеризации. Так, пленки из грубодисперсной системы, изготавливаемой с использованием в качестве защитного коллоида поливинилового спирта (до 7 %), полностью не растворяются. При замене ПВС эмульгатором типа ОП-10 наблюдается практически полная растворимость, что и обуславливает значительное увеличение показателя текучести расплава и сопротивления расслаиванию пленок из тонкодисперсных систем. Аналогичная закономерность в изменении указанных свойств наблюдается при исследовании пленок из ТПИ и ХПВХ.

Таким образом, одним из критериев оценки пригодности полимеров для клеевых покрытий является их полная растворимость в специфическом для полимера растворителе. Поэтому полимеры для покрытий должны быть линейными с межмолекулярным взаимодействием, при котором обеспечивается их растворимость. Такими являются полимеры тонкодисперсных поливинилацетатных дисперсий. Установлено, что гомо- и сополимерная поливинилацетатная дисперсии более пригодны для использования в производстве материалов для подкладки и межподкладки, а для материалов для задников и подносков следует применять дисперсию сополимера винилацетата с этиленом (см. табл. 1.9).

Степень влияния межмолекулярного взаимодействия на текучесть, температуру текучести и сопротивление расслаиванию полимерного покрытия была изучена на образцах полимеров, отличающихся разной плотностью упаковки макромолекул. С этой целью были испытаны сополимеры винилацетата с этиленом, содержащие 20 и 31 % звеньев винилацетата. Увеличение содержания винилацетатных групп обеспечивает более рыхлую упаковку макромолекул и снижение межмолекулярного взаимодействия. Анализ результатов показал, что сополимер с повышенным содержанием винилацетатных групп характеризуется меньшей температурой текучести, повышенным показателем текучести расплава, что, очевидно, обусловлено менее плотной упаковкой макромолекул этого полимера. Повышенное сопротивление расслаиванию покрытий с 31%-ным содержанием винилацетатных звеньев объясняется, вероятно, как повышенной текучестью, так и большей адгезией благодаря полярности полимера в сравнении с полимером, содержащим 20% винилацетатных звеньев. Сополимер с 31% содержанием винилацетатных звеньев, характеризующийся пониженной плотностью упаковки молекул, обладает практически требуемыми свойствами текучести и сопротивлением расслаиванию для использования его в качестве клеевых покрытий для подносков обуви.

Таким образом, установлено, что температура расплава полимера и клеящая способность в значительной степени определяются межмолекулярным взаимодействием полимера, используемого для клеевых по-

крытий термопластических внутренних деталей обуви.

Клеящая способность в обувной технологии многослойных материалов для внутренних деталей зависит также от адгезии клеевого покрытия к внутренним слоям материалов.

Данные о влиянии сочетания (клеевое покрытие + внутренний слой термопластического материала) на клеящую способность готового материала показали, что при малой адгезии клеевого слоя к внутреннему слою происходит расслаивание материала на границе клеевая пленка – внутренний слой. Поэтому при выборе клеевой композиции следует также учитывать адгезионную способность полимера этой композиции к внутренним слоям термопластического материала (или наоборот). Исходя из изложенного и на основании опытных работ ВНИИПИКа в качестве клеевых покрытий были рекомендованы тонкодисперсные сополимерные дисперсии винилацетата и этилена, винилацетата и дибутилмалеината, а также следующие полимеры: 1,4-трансизопреновый каучук; перхлорвиниловая смола; поливинилацетатный бисер. Характеристическая вязкость (в дл/г) для 1,4-трансизопренового каучука составляет 1,25 в толуоле, перхлорвиниловой смолы – 0,27, в хлорбензоле, ПВА – бисера – 0,46 в толуоле.

Чтобы приблизить свойства отдельных полимеров к техническим требованиям, было предложено осуществлять их модификацию в направлении повышения текучих свойств и адгезионных характеристик. Для увеличения текучести полимера, прежде всего, были опробованы пластификаторы, но добавки для повышения текучести не должны снижать адгезионной способности основного пленкообразующего. Поэтому предлагаемые для увеличения текучести полимеров добавки типа воска и парафина [23] или полиэтиленового воска [26] не могли быть использованы для клеевых покрытий, так как они снижают адгезионную способность (они могут быть использованы в каркасном слое для увеличения термопластичности). Тем не менее, отдельные композиции представляли интерес. Так, текучесть ПВХ композиций достигается за счет продуктов взаимодействия полиолефинового воска с молекулярной массой 200–1000 с ненасыщенными карбоновыми кислотами или их производными. В состав термопластических клеев вводился микрокристаллический воск и парафины [25].

Соответствующим образом переработанный воск служил в отдельных случаях модификатором в адгезионных композициях. Например, адгезионная композиция (100 мас. ч.) на базе этиленвинилацетата (86–95 % этилена с 5–14 % винилацетата) содержит добавку в количестве 0,5–1,5 продукта конденсации эпоксиднодиановой смолы с окисленным полиэтиленовым воском, имеющим кислотное число 30–50 мг КОН/г, с $T_{пл}$ 68–76 °C [25].

Снижение температуры текучести возможно в результате введения олигомеров и низкомолекулярных полимеров. В целях повышения

текучести композиций из жесткоцепных полимеров вводится низкомолекулярный полибутилакрилат.

Снижение температуры размягчения и увеличение адгезионной способности этиленвинилацетатной композиции может достигаться за счет введения в нее олигомеров [26]. Известна клеевая композиция, включающая фенолформальдегидный олигомер и олигоэфиракрилат [31].

Для повышенной адгезионной способности клеевой композиции на базе полиэтилена увеличивали полярность этой композиции путем введения атактического полипропилена и малеинового ангидрида или ϵ -капролактама.

В работе [32] для повышения текучести композиции на базе фенолформальдегидного связующего предлагался также атактический полипропилен, но определенной молекулярной массы 15 000–35 000.

Важную роль в адгезии играет не только природа полимера, но и его надмолекулярная структура и молекулярная масса. Так, в соответствии с работой [3] адгезия композиции на базе тройного сополимера, пропилена и диена повышается, если его молекулярная масса равна $5 \times 10^4 - 5 \times 10^6$ со степенью кристалличности 0,1–15 %.

Широкое применение в качестве адгезионных добавок, в том числе снижающих температуру размягчения и плавления, получили фенолформальдегидные смолы.

ВНИИПИКом совместно с Воронежским филиалом Всесоюзного научно-исследовательского института искусственных кож (ВНИИСК) была разработана на базе 1,4-трансизопренового каучука клеевая композиция с добавкой фенольной смолы. Наличие у этой композиции высоких свойств текучести расплава при сохранении механических свойств позволило рекомендовать ее для использования при производстве материала для подносков обуви с утепленной подкладкой, снижающей, в значительной степени, передачу тепла от пуансона дублировочного прессы к внутренним деталям обуви [3].

Требования к механическим свойствам материалов для подносков обуславливают необходимость изготовления материалов с внутренним каркасным слоем. Применение ТПИ материала показывает возможность сочетания в одном полимерном слое свойств, необходимых в каркасном и клеевом покрытии. Но, ориентируясь на более общий вариант, когда каркасный слой и клеевое покрытие нельзя выполнить из одной композиции, целесообразно разработать требования отдельно к сырью для каркасного слоя. Полученные сведения о требованиях к механическим свойствам материалов для подносков обуви позволили разработать ориентировочные требования и к сырью для каркасного слоя из термопластического материала.

Исходя из термопластичности материалов, полимеры для их производства должны быть линейными, способными размягчаться при

повышенной температуре. Степень термопластичности, оцениваемая температурой размягчения, может быть модифицирована введением добавок типа тех, которые применяются для увеличения текучести клеевых покрытий.

К материалам для подносков обуви предъявляются требования обеспечения определенной жесткости в носочной части обуви – каркасности. Поэтому для их производства должны использоваться полимеры, которые при комнатной температуре обладают достаточным модулем упругости (последний, тем не менее, может варьироваться для обуви различного назначения), например, жесткоцепные полимеры типа полистирола, поливинилхлорида [33]. Материалы для жестких деталей должны сохранять жесткость при температуре около 37 °С.

Существует взаимосвязь между временем размягчения материала и полимера, использовавшегося при его изготовлении, в результате их температурной обработки. Это следует из сравнения изменения жесткости при тепловой обработке при температуре 37 °С трансизопреновой плёнки и материала на базе 1,4-трансизопренового каучука, а также пленки из сополимера ВА-15 (пластифицированного 20 мас. ч. ДОФ) и материала, изготовленного с использованием этого же сополимера.

Изучение влияния времени прогрева на жесткость пленок, полученных из различных термопластических полимеров, показало, что при тепловом воздействии наблюдается незначительное снижение жесткости трансполиизопреновых (ТПИ) пленок как ненаполненных, так и наполненных целлюлозно-волокнистым наполнителем. При продолжении прогрева более 20 мин жесткость пленок остается без изменения. Пленки на базе сополимера винилхлорида с винилацетатом ВА-15 обладают весьма высокой исходной (при комнатной температуре) жесткостью. Однако при тепловом воздействии их жесткость резко снижается.

Выше указывалось, что материал, изготовленный с использованием ВА-15, обладает отрицательными эксплуатационными свойствами, в том числе из-за размягчения при температуре выше комнатной, т. е. при температуре 36–37 °С, несмотря на более высокую температуру текучести полимера ВА-15 по сравнению с ТПИ. Если у ТПИ она равна 50–55 °С, то у ВА-15, даже пластифицированного 20 мас. ч. ДОФ, температура текучести равна 87 °С. Вероятно, повышенное размягчение пленок на базе ВА-15 объясняется большим содержанием фракций с малой температурой текучести и размягчения. Поэтому для каркасного слоя жестких деталей нельзя использовать полимеры, содержащие в своем составе повышенное количество фракций с температурой размягчения, равной или меньше 37 °С. С другой стороны, термопластичность должна быть такой, чтобы температура активации каркасного слоя (перехода в размягченное состояние) была ниже температуры текучести клеевого слоя. При этом условии требуется меньший период

разогрева деталей перед формованием.

Специфическими требованиями к материалам для подносков являются: высокий модуль упругости при 100%-ном удлинении и ускоренная релаксация напряжения, что требует использования, прежде всего, полимеров с высокими эластическими свойствами (при использовании жесткоцепных полимеров эластичность их повышается за счет введения пластификаторов), а также высокий запас прочности и формуемость при двухосном растяжении. Поэтому были исследованы на двухосное растяжение отдельные пленкообразующие. Анализ данных исследований показал, что уровень снижения жесткости для ПВХ пленок при температуре 37 °С был такой же, как для пленок из таффлекса [3].

Кроме этого было проведено двухосное растяжение ПВХ пленок комнатной температуры и предварительно разогретых до 50 °С (что соответствовало условиям осуществления затяжных операций в обувной технологии). Пленки были получены по следующей рецептуре (в мас.ч.): ПВХ – 100, ДОФ – 15, Стеарат Са-2, Силикат Рb-4. Из результатов данных о влиянии двухосной деформации на напряжение ПВХ пленок, их формуемости при 20 °С и 50 °С следует, что пленки комнатной температуры обладают значительно меньшим запасом прочности, чем предварительно разогретые. При растяжении на 9–12 мм пленки уже при комнатной температуры претерпевают разрыв, т. е. их запас прочности при этом удлинении равен 0, а у разогретых более 5.

Формуемость ПВХ пленки, разогретой до 50 °С, удовлетворительная. Таким образом, материал с каркасным слоем на базе ПВХ должен был обязательно перед затяжкой на машинах подвергаться тепловой обработке (на обувных потоках технология в основном базировалась на использовании разогрева заготовок перед их затяжкой). Очевидно, что ПВХ по основным параметрам соответствует требованиям, предъявляемым к каркасному слою. Это подтвердилось испытанием материала с каркасным слоем на базе ПВХ как в технологии изготовления обуви, так и в процессе ее носки.

К термопластическим материалам для подносков обуви предъявляется также требование достаточной теплопроводности. Выполнение его особенно важно для полимеров каркасного слоя, который характеризуется повышенной, в сравнении с клеевым покрытием, толщиной, а значит, обуславливает высокое сопротивление теплопередаче. Поэтому при выборе полимеров для каркасного слоя рассмотренных выше термопластических материалов рекомендуется учитывать, в том числе показатели теплопроводности и температуропроводности.

В то же время требования к полимерам для каркасного слоя термопластических подносков обуви трудно реализовать, применяя для их получения только один полимер. Поэтому при изыскании полимеров ориентируются на указанные требования, но при этом отдельные свойства полимеров модифицируют в необходимом направлении.

Так, например, для эластичных подносков в качестве исходного полимера использовался эластомер, необходимый уровень которого обеспечивался введением наполнителя. Термопластичность полимера повышается при введении добавок, которые выше рекомендовались для увеличения текучести расплава полимеров для клеевых покрытий. Однако для каркасного слоя пригодны только те полимеры, которые без снижения их жесткости и упругости обеспечивают уменьшение температуры размягчения. К числу таких добавок относится госсиполовая смола в ПВХ композиции [34] и талловый пек с молекулярной массой 475-500 в резиновых композициях на базе СКС + СКИ [35].

В патентной литературе достаточно много работ по теплопроводящим добавкам и электропроводным материалам, которые часто обладают теплопроводными свойствами.

Обобщение ряда работ [27, 36, 37] позволяет отметить, что теплопроводность (и электропроводность) полимерных материалов возрастает при введении в них следующих добавок:

- металлов и соединений их содержащих;
- углеродных соединений;
- специальных смол (повышенной полярности);
- сочетаний указанных соединений.

Композиции (на базе полифенилоксида) обладали улучшенными теплофизическими свойствами при введении алюминиевого порошка, который повышает коэффициент теплопроводности в два раза. Такого эффекта порошки меди, железа или никеля не дают.

Помимо алюминия в качестве электропроводящих наполнителей использовались следующие металлы: олово, железо и другие. Металлы не только в чистом виде, но и в виде металлсодержащих соединений используются как тепло- или электропроводящие добавки. Например, электропроводность композиции на базе поливинилацетатной дисперсии могла быть повышена за счет введения в нее раствора едкого натра.

В качестве токопроводящего наполнителя используется карбонильный никель в клеевой композиции на базе эпоксидной смолы. Никельсодержащее полиакрилонитрильное волокно увеличивает электропроводность композиции на базе эпоксидной смолы [38].

Для повышения теплопроводности полимерной композиции в раствор полиамида с использованием органического растворителя добавляют растворы солей металлов: ацетаты, ацетилацетонаты, оксалаты и формиаты серебра, никеля, кобальта, марганца, магния, меди, беррилия, железа, хлора и другие.

В случае необходимости получения более теплопроводящего материала пленки дополнительно прогревали для разложения соли. При этом в массе полимера образовывались частицы свободного металла. Известно, что теплопроводящими и электропроводящими добавками являются также соединения на базе углерода. Для повышения электро-

проводности резины на базе карбоцепного каучука применяли печной технический углерод [32]; для этой же цели использовали галогенированный технический углерод; графитированное волокно. Для повышения теплопроводности термопластического материала для подносков обуви на базе ПВХ и ХПВХ вводился графит [24].

В полимерную композицию для подносков обуви, активируемых ТВЧ, вводилась сажа и графит (в качестве исходного полимера использовались сополимеры ЭВА с ПТР = 3,4–4,6 г/10 мин и $T_g = 91–96\text{ }^{\circ}\text{C}$, либо полиамид с $T_g = 105–115\text{ }^{\circ}\text{C}$) [36].

Применялись также сочетания металлсодержащих соединений и углеродных наполнителей. Для повышения электропроводности в эпоксидную композицию вводился свинец или цирконий, или титансодержащее углеродное волокно [37]. Электропроводность повышается при использовании специальных полимеров.

Эффективность действия рассмотренных добавок зависит от размера и формы частиц. Например, материал повышенной теплопроводности и температуропроводности изготовлялся при использовании порошка восстановленного железа с частицами сферической формы и размером в диаметре не более 0,06 мм. Алюминиевая пудра с размером частиц 2–10 мкм вводилась в теплопроводную композицию на базе силиконового каучука. Влияние формы частиц добавок отражено в работах [27, 32,]. В теплопроводной композиции использовался наполнитель с анизометричными формами частиц [27]. В электропроводящей композиции технический углерод имеет форму пористых частиц, с коэффициентом пористости 1,12–1,45 [32].

Таким образом, полимеры для клеевых покрытий для всего ассортимента термопластических материалов должны характеризоваться:

- высокой адгезионной способностью;
- полной растворимостью в специфическом для каждого полимера растворителе;
- низкой плотностью упаковки молекул;
- низкой характеристической вязкостью;
- химическим сродством с полимерами в каркасном слое (в отдельных случаях).

Полимеры же для каркасного слоя подносков обуви должны иметь:

- линейную молекулярную структуру;
- термопластичность;
- теплопроводность;
- высокий модуль упругости при небольших удлинениях (10–15 %);
- малое содержание в молекулярной структуре фракций при температуре размягчения около $37\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Сырье для каркасного слоя подносков (в дополнение к выше-

приведенным требованиям и показателям) должно обладать высокими эластическими свойствами при комнатной или температуре 50 °С (время прогрева 15 с), а также малым временем релаксации напряжения.

Кирейлене Д.А., Батисене М.Ю. и Шунокене Г.В. в работе [7] было проведено исследование технологических и эксплуатационных свойств наиболее распространенных в середине 80-х гг. термопластических материалов на тканевой основе: транс-полиизопрена с двухсторонним покрытием из транс 1,4-полиизопрена, термогранитоля отечественного производства, таффлекса марки E445E производства фирмы "Osterreich" (Австрия). Во время испытаний были определены показатели жесткости, упругости и прочности склеивания образцов, а также прочности склеивания подносков с различными подкладочными материалами в заготовках.

Так как при подборе термопластических материалов для подносков обуви следует учитывать, что температура внутри обуви при носке более высокая, чем окружающей среды, то жесткость и упругость этих материалов исследовали при температурах до 40 °С. Для этого прибор ПЖУ-12М помещали в термостат, в котором поддерживали соответствующие температуры. Перед испытанием образцы выдерживали в термостате в течение 20 мин, так как жесткость термопластических материалов из-за температурного воздействия существенно понижается только в первые 10–20 мин, в дальнейшем она практически не изменяется.

Проведенные исследования показали, что наибольшей жесткостью среди этих материалов характеризуется таффлекс. Жесткость транс-полиизопрена и термогранитоля почти одинакова и примерно на 50 % меньше, чем у таффлекса. Однако таффлекс не отличается такой же высокой упругостью, она всего на 6–8 % больше упругости транс-полиизопрена и термогранитоля. Кроме этого, термическое воздействие неблагоприятно влияет на эксплуатационные свойства термопластических материалов. Даже наиболее термостойкий из данных материалов – таффлекс при температуре 40 °С теряет около 30 % своей жесткости. Жесткость и упругость образцов термопластических материалов, вырубленных в продольном направлении, на 30–40 % больше вырубленных в поперечном. Это связано с анизотропией тканевой основы.

Жесткость двухслойных образцов по сравнению с однослойными увеличивается в 2,2–2,5 раза и является большей, чем суммарная жесткость отдельных слоев. Упругость двухслойных образцов увеличивается только на 2–15 %. Жесткость и упругость однослойных образцов таффлекса соизмеримы с жесткостью и упругостью двухслойных образцов транс-полиизопрена. При этом следует отметить, толщина таффлекса в 1,5 раза больше, чем транс-полиизопрена, и в 1,3 раза больше, чем у гранитоля. Результаты исследования прочности склеивания термопластических материалов представлены в таблице 1.10.

Таблица 1.10 – Прочность склеивания термопластических материалов

Материал	Сопротивление к раздиру, кН/м
Тафлекс + тафлекс	5,4±0,6
Тафлекс + кожа для верха обуви	2,7±0,3
Тафлекс + ткань подкладочная	2,3±0,4
Трансполиизопрен + трансполиизопрен	2,8±0,4
Трансполиизопрен + кожа для верха обуви	1,9±0,2
Трансполиизопрен + хлопчатобумажная ткань подкладочная	1,2±0,2
Термогранитоль + термогранитоль	2,7±0,2
Термогранитоль + кожа для верха обуви	1,8±0,1
Термогранитоль + хлопчатобумажная ткань подкладочная	1,1±0,1

Данные таблицы 1.10 показывают, что все испытанные материалы для подносков характеризуются достаточной липкостью как к коже, так и к подкладочной ткани (во всех случаях сопротивление к раздиру больше 1 кН/м); липкость трансполиизопрена и термогранитоля практически одинакова, но заметно ниже липкости таффлекса. Термопластические материалы имеют меньшую липкость к подкладочной ткани, чем к коже для верха обуви. Поэтому при определении оптимальных режимов дублирования подносков из данных материалов исследовали влияние температуры и времени прессования на их липкость именно к подкладочной ткани. Установлено, что достаточная прочность склеивания (сопротивление к раздиру больше 1 кН/м), которую обуславливает липкость материалов, для таффлекса достигается при $T = 100^{\circ}\text{C}$ и $\tau = 6$ с, для трансполиизопрена – при $T = 100^{\circ}\text{C}$ и $\tau = 10$ с. Для термогранитоля достаточная липкость достигается после его смягчения этилацетатом при сравнительно низкой температуре 60°C .

Исследовали также липкость термопластических подносков к другим подкладочным материалам: байке, трикотажу из капроновых нитей, дублированному поролону, искусственному меху. Достаточную прочность склеивания при указанных режимах прессования получили также для байки и капронового трикотажа. Для искусственного меха необходимая прочность склеивания не достигнута, так как этот материал не выдерживает нужных режимов термообработки. Если в качестве подкладки применяется искусственный мех, подноски в заготовки необходимо клеить.

В результате проведенных исследований установлено, что лучшим материалом для подносков обуви является тафлекс, который отличается высокими технологическими и эксплуатационными свойствами даже при одном слое. Этот материал авторы рекомендовали применять преимущественно для обуви улучшенного качества и особо модной. При комнатной температуре практически одинаковыми свойствами

обладают двухслойные подноски из транс 1,4-полиизопрена, которые менее термостойки, однако для обуви зимнего и осенне-весеннего периода носки вполне пригодны. Подноски из термогранитоля следует применять в зимней обуви с подкладкой из искусственного меха, которая не выдерживает режимов, необходимых для термообработки подносков из таффлекса и трансполиизопрена.

Кроме этого, в данной работе была определена общая и остаточная деформация носочной части обуви с подносками из данных материалов. Результаты исследований представлены в таблице 1.11.

Анализ данных таблицы 1.11 показывает, что остаточная деформация носочной части обуви меньше 1 мм (требования ГОСТ 9135-2004 «Обувь. Метод определения общей и остаточной деформации подноски и задника») характерна для однослойных подносков из таффлекса, а также двухслойных подносков из трансполиизопрена и термогранитоля.

Таблица 1.11 – Общая и остаточная деформация носочной части женской и школьной обуви

Материал	Количество слоев	Деформация носочной части, мм			
		женской обуви		школьной	
		общая	остаточная	общая	остаточная
Трансполиизопрен	1	5,21±0,12	1,02±0,09	11,31±0,61	1,83±0,09
Трансполиизопрен	2	2,09±0,10	0,21±0,06	6,55±0,57	0,60±0,04
Термогранитоль	1	8,67±0,16	1,28±0,14	13,42±0,62	2,15±0,15
Термогранитоль	2	7,36±0,10	0,53±0,07	7,21±0,68	0,89±0,04
Таффлекс	1	4,85±0,12	0,29±0,08	5,78±0,54	0,20±0,02

Значения общей и остаточной деформаций в случае применения данных подносков соизмеримы.

Из всего вышерассмотренного очевидно, что исследованиями носочной части обуви и систем материалов верха, имитирующих носочную часть, практически не уделялось внимания. В настоящее время на обувных фабриках Республики Беларусь используются совершенно иные марки термопластических материалов для подносков. Предприятия пользуются лишь технологическими режимами их применения, не учитывая всей широкой гаммы свойств этих материалов.

В зависимости от вида и рода обуви, метода крепления, конструкции заготовки, материалов верха и низа обуви должны применяться различные материалы для подносков. Однако недостаточно широкий ассортимент отечественных материалов не позволяет целенаправленно и по назначению использовать те или иные из них. Это приводит зачастую к низкой формоустойчивости носочной части обуви, а иногда к чрезмерной ее жесткости.

Таким образом, анализируя изложенные в настоящей главе работы ряда авторов можно отметить следующее:

- актуальность проблемы повышения качества обуви, увеличение многообразия ее конструкций, а также расширение ассортимента материалов, применяемых для изготовления подносков, определили необходимость широкой оценки свойств носочной части обуви и получение объективных показателей;

- в литературных источниках содержатся сведения о термопластических материалах для подносков и системах материалов верха, имитирующих носочную часть обуви, которые либо вообще не применяются в производстве, либо используются в небольшом количестве. С появлением новых материалов для подносков возникла необходимость в широком исследовании их физико-механических и эксплуатационных свойств, так как отечественные предприятия располагают сведениями только о технологических режимах их применения, рекомендуемых фирмами-производителями, без учета свойств этих материалов. Поэтому и возникла необходимость в исследованиях влияния новых видов материалов для подносков на формоустойчивость носочной части обуви как в статике, так и в динамике.

ГЛАВА 2

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ПОДНОСКОВ ОБУВИ

Форма обуви зависит от ряда факторов: формы колодки, свойств используемых материалов, характера выполнения ряда технологических процессов изготовления, в частности формования, условий носки и т.д. Немаловажная роль при этом отводится подноску, имеющемуся в большинстве конструкций. Эксплуатационные и потребительские свойства в носочной части обуви в значительной степени определяются качеством подносков. Из-за потери каркасности подноски, т.е. уплощения, заминов и других деформаций обувь в носочной части приобретает неудовлетворительный вид.

Модельную и повседневную обувь с деталями верха из натуральных и искусственных кож в Республике Беларусь и за рубежом изготавливают в основном по технологии и на оборудовании с предварительным формованием заготовки обуви перед затяжкой [39–42]. Процесс осуществляется с помощью пуансонов. Формуемый материал предварительно нагревается, охлаждение обработанной детали происходит в зоне формования. Режимы формования могут изменяться в зависимости от применяемых материалов [43]. При изготовлении обуви по данной технологии применение термопластичных материалов для подносков в значительной мере способствует интенсификации производства. Эти материалы должны хорошо формоваться в процессе изготовления обуви, обладать формоустойчивостью при эксплуатации и обеспечивать определенный комплекс механических и гигиенических свойств всей многослойной конструкции.

При исследовании термопластических материалов для подносков их, прежде всего, необходимо рассматривать с точки зрения физико-механических свойств.

Толщину определяют по ГОСТ 17073-71 [44]. Применяют контактный метод. Для этого пользуются индикатором, диаметр измерительной площадки которого равен 10 мм. Перед испытанием образцы выдерживаются в нормальных условиях не менее 24 часов. Удельное давление измерительной площадки толщиномера на образец должно составлять $(0,5-1,5) \cdot 10^4$ Па. Толщину образца измеряют таким образом, чтобы участок его, находящийся под площадками толщиномера, располагался параллельно их поверхности. Верхнюю измерительную площадку плавно опускают на образец и через 1–5 сек. снимают показания толщиномера.

Определение твердости [45] ведется по ГОСТ 263-53 с помощью игольчатого твердомера ТМ-2 (Шора) и заключается в погружении в образец закрепленной иглы с последующими измерениями глубины ее

погружения. Твердость каждого образца проверяется в трех точках. Шкала прибора показывает твердость в условных единицах от 0 до 100.

Плотность [46] определяется по формуле

$$\rho = m / V \quad (2.1)$$

где ρ – плотность образца, г/см³;

m – масса образца, г;

V – объем образца, см³;

$$V = t \cdot S \quad (2.2)$$

где t – толщина образца, см;

S – площадь образца, см².

Термопластические материалы для подносков исследуют на жесткость и упругость на приборе ПЖУ-12М методом изгиба кольца под нагрузкой [47]. Показателем жесткости служит масса шариков в граммах, вызвавших прогиб образца размером 20×95 мм, изогнутого в виде кольца, на 1/3 его диаметра. Необходимую величину прогиба устанавливают специальным контактом.

Упругость – это отношение величины распрямления согнутого в форме кольца образца после снятия нагрузки к заданной величине прогиба при определении жесткости. Упругость определяют по формуле

$$y = \frac{S_0 - S_1}{S_0}, \quad (2.3)$$

где S_0 – заданная деформация, мм

S_1 – деформация после восстановления через 30 сек после снятия нагрузки, мм

Прибор типа ПЖУ-12М (рис. 2.1.) состоит из следующих основных частей: технических весов, левая чашка которых имеет нажимную площадку для передачи нагрузки на образец, закрепленный на съемной площадке, установленной на столике. Подъем и опускание столика осуществляется зубчато-реечным маховичком. Шкала столика, закрепленная на оси маховичка, служит для измерения высоты подъема столика. Столик фиксируется в любом положении подпружиненными зажимами. Над левой чашкой весов укреплены бункеры, которые заполняются металлическими шариками. Шарика подаются из бункеров фигурными дисками, которые приводятся во вращение синхронным электродвигателем и падают через трубку на чашку весов. Одновременно может работать только один из бункеров. Быстрое освобождение бункера при смене шариков производится вращением вручную маховичка, который находится на одной оси с фигурными дисками. С помощью передвижного контакта на шкале, градуированной в миллиметрах, задается

требуемая величина прогиба образца. При соприкосновении стрелки с передвижным контактом выключается электродвигатель, и подача шариков прекращается. На передней панели прибора размещены электромагнитный счетчик падающих шариков, тумблер включения прибора в электросеть, кнопка пуска электродвигателя и сигнальные лампы включения в сеть и пуска электродвигателя.

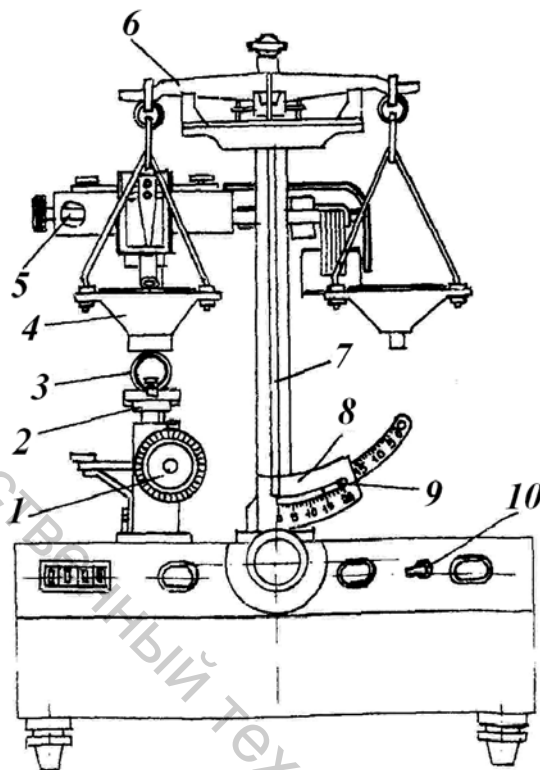


Рисунок 2.1 – Схема прибора ПЖУ-12М

Допустимая погрешность весов не более 0,1 г. Плоскости площадок чашки и столика должны быть параллельны, наибольшая допустимая непараллельность плоскостей 0,5 мм. Центры плоскости площадок чашки и столика должны быть соосны по вертикали, допустимое отклонение не более 1 мм. Погрешность определения высоты столика по шкале должна быть не более 0,25 мм. Для нагружения образцов следует использовать металлические шарики диаметром 4 и 5,95 мм и массой соответственно $0,26 \pm 0,01$ и $0,88 \pm 0,02$ г. Нагружение образцов должно быть равномерным со скоростями, измеряемыми частотой падения шариков массой 0,26 г – 40 ± 2 шт./мин. и массой 0,88 г – 28 ± 1 шт./мин. Высота падения шариков должна быть 26 ± 1 мм. Устройство для установления и фиксации прогиба образца должно иметь погрешность не более 0,25 мм. Ширина пластины для крепления образца к сменной площадке должна быть $10 \pm 0,2$ мм. При испытании образцов длиной 70 мм пластина для крепления образцов должна иметь на внутренней поверхности фаски на расстоянии 2 мм от краев с радиусом закругления 10 мм.

Образец закрепляют на съемной площадке лицевой стороной

наружу так, чтобы он образовал кольцо правильной формы. Концы образца складывают под пластиной съемной площадки встык или внахлест по линии, которая отмечает рабочую длину образца. В зависимости от длины образца – 70; 95 или 160 мм – диаметр кольца должен быть равен соответственно 22; 30 и 51 мм. Диаметр кольца измеряют шаблоном по вертикали от съемной площадки до верхней точки на внутренней поверхности кольца. Проверяют и при необходимости регулируют нулевое положение стрелки весов. Контакт ставят на шкале стрелки весов в положение, соответствующее заданному прогибанию образца. При прогибе на $1/3$ диаметра кольца и длине образцов 70; 95 и 160 мм величина прогиба должна быть 7; 10 и 17 мм соответственно. Площадку с образцом помещают на столик так, чтобы образец находился точно под нажимной площадкой чашки. На левую чашку весов помещают груз массой 100 мг, необходимый для соприкосновения нажимной площадки с кольцом, и коромысло весов поднимают. Перемещая столик, образец плавно подводят к нажимной площадке до соприкосновения с ней и доводят стрелку весов до нулевого положения. Включают электродвигатель и нагружают образец шариками до автоматического выключения электродвигателя при соприкосновении стрелки весов с контактом. Опускают коромысло весов и подсчитывают количество выпавших шариков. Затем шарики снова ссыпают в бункер.

Для определения упругости образец, достигший при определении жесткости заданной деформации, выдерживают в нагруженном состоянии в течение 30 с. По шкале столика замечают высоту подъема столика, на котором установлен образец. По истечении 30 с столик опускают, выводя образец из соприкосновения с чашкой и одновременно опуская коромысло весов. Ссыпают шарики в бункер. Поднимают коромысло весов, которое должно находиться в равновесии. После 30 с свободного распрямления образца столик поднимают на прежнюю (замеченную) высоту. На левую чашку весов помещают груз массой 100–200 мг, необходимый для соприкосновения нажимной площадки с образцом. По шкале стрелки весов отмечают величину деформации образца после распрямления.

Известно, что внутри обуви температура выше, чем в окружающей среде и, в зависимости от конструкции и материалов обуви, изменяется в пределах 32–38 °С. Исходя из этого, предлагается определять жесткость и упругость материалов для подносок при температуре окружающей среды (20 °С) и температурах 30 °С и 40 °С. Определение проводится также на приборе ПЖУ-12М, установленном в суховоздушном термостате марки ТС-80. Перед определением образцы, закрепленные в кольца, выдерживаются при заданной температуре в течение 2 минут [48].

Известно, что при эксплуатации обуви в ее носочной части, в частности в подносках, имеют место нагрузки, которые характеризуют-

ся многократностью действия. В случае неполной и замедленной релаксации возникающих при этом напряжений последние будут нарастать и обусловят в подносках и в их полимерных покрытиях необратимые деформации.

Определение деформации и прочности термопластических материалов для подносков при одноосном растяжении производится по методике [49]. Испытание производится на разрывной машине с электронным силоизмерителем, которая снабжена пишущим устройством, воспроизводящим диаграмму растяжения в заданном масштабе. Скорость движения нижнего зажима должна быть 100 ± 20 мм/мин. При испытании материалов определяются следующие характеристики:

- разрывная нагрузка P_p – наибольшее усилие в Ньютонах, которое выдерживает образец в момент разрыва;
- разрушающее напряжение σ , МПа, которое определяется отношением при разрыве P_p к площади поперечного сечения образца F до начала испытания, мм²;

$$\sigma = P_p / F \quad (2.4)$$

- удлинение разрыва ε , %, которое определяется как отношение удлинения при разрыве к первоначальной длине образца равной 50 мм;

$$\varepsilon = (\Delta l / 50) \cdot 100 \% \quad (2.5)$$

Известно, что при клеивании и обтяжно-затяжных операциях при производстве обуви материалы для подносков подвергаются различным тепловым воздействиям, поэтому необходимо проводить исследование деформации и прочности подносков после воздействия определенной температуры.

Свойства носочной части обуви зависят от свойств материалов, применяемых для верха, подкладки, межподкладки и подноска. Один из исследуемых показателей систем материалов, имитирующих носочную часть обуви, – прочность соединения систем материалов.

Испытание на прочность клеевых соединений проводят по методике согласно ГОСТ 22307-86 [50]. Клеящую способность термопластических материалов определяют по образцам длиной 140 мм и шириной 25 мм. Рабочая длина образца составляет $100 \pm 0,2$ мм. Для проведения испытания применяют разрывную машину с электронным силоизмерителем.

Испытание производят следующим образом. Несклеенные концы материалов зажимают примерно на 20 мм в верхнем и нижнем зажимах разрывной машины. Нижний зажим должен перемещаться со скоростью 100 ± 20 мм/мин. При испытании фиксируют нагрузку при расслаива-

нии в пяти точках, определяют среднюю (первый замер не учитывают), после чего определяют прочность склеивания:

$$P_{ск} = Q / b \quad (2.6)$$

где $P_{ск}$ – прочность склеивания, Н/см;
 Q – нагрузка при расслаивании, Н;
 b – ширина образца, см.

Для оценки формоустойчивости носочной части обуви широкое применение в отечественной промышленности получил прибор марки ЖНЗО-2 (рис. 2.2) [51]. Сущность метода заключается во вдавливании шарового сегмента в поверхность носочной части обуви. При этом, общая и остаточная деформация носочной части обуви характеризуется ее способностью сопротивляться изменениям формы под действием внешней силы и восстанавливать форму после ее прекращения. Перед испытанием обувь должна быть выдержана в условиях нормальной относительной влажности ($65 \pm 5 \%$) и температуры ($20 \pm 3 \text{ }^{\circ}\text{C}$) не менее 24 часов. Стандарт не распространяется на гусариковую обувь и обувь с фигурными укороченными подносками.

Корпус прибора укреплен на плите, служащей для установки приспособлений с закрепленной для проведения испытаний полупарой обуви. В корпус вмонтирован индикатор, соединенный с измерительным штоком. Прибор снабжен набором съёмных наконечников, которые представляют собой шаровые сегменты разных радиусов (диаметром 24,4 мм – для испытания мужской, женской, мальчиковой и девичьей обуви; диаметром 14 мм – для малодетской, дошкольной и школьной обуви). На измерительный шток действует грузовой шток массой 0,5 кг с набором съёмных грузов. Ручка служит для опускания и подъёма измерительного штока, рукоятка – для снятия и подачи нагрузки на обувь, рукоятка – для закрепления шарового сегмента с измерительным штоком в верхнем положении.

Установленную нагрузку контролируют через ограждение, выполненное из органического стекла. Груз поднимают ручкой. Для насаживания грузов на грузовой шток индикатор с ограждением опускают вниз, вращая ручку против часовой стрелки.

Определение общей и остаточной деформации подноска мужской и мальчиковой обуви осуществляют при грузе 8 кг, женской, девичьей, школьной, детской – 5 кг. Точка расположения нагрузки при испытании подноска должна быть расположена на средней продольной линии носка на равном расстоянии от края подноска и грани затяжной кромки.

Приспособление для закрепления обуви (рис. 2.3) при испытании подноска представляет собой металлическую площадку, имеющую че-

тыре ножки, с помощью которых ее устанавливают на плите прибора. На площадке размещена скоба, которую вращением ручки можно перемещать в продольном направлении в зависимости от размера и вида испытуемой обуви. Передняя часть площадки посредством фиксатора может подниматься и устанавливаться в соответствии с приподнятостью носочной части ходовой поверхности подошвы обуви.



Рисунок 2.2 – Общий вид прибора типа ЖНЗО-2 для определения общей и остаточной деформации подноски и задника



Рисунок 2.3 – Приспособления для закрепления обуви на приборе типа ЖНЗО-2 для определения общей и остаточной деформации

подноски и задника

Для закрепления обуви на низком, среднем и высоком каблуках различной формы приспособление имеет три приставки.

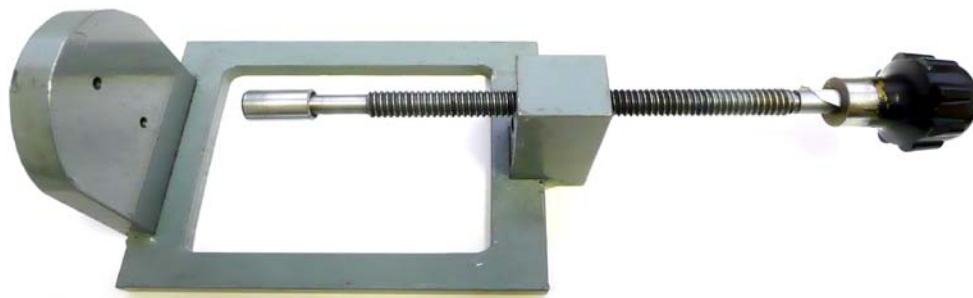


Рисунок 2.4 – Приспособления для закрепления обуви на приборе типа ЖНЗО-2 для определения общей и остаточной деформации подноски и задника

Приспособление для закрепления обуви при испытании задника (рис. 2.4) представляет собой скобу со стойками. Через резьбовое отверстие в стойке проходит винт наконечником, которым испытываемую полупару обуви прижимают каблучной частью к рифленой поверхности стойки. Для закрепления обуви со средним и высоким каблуком на каблук надевают подставку, после чего обувь закрепляют в приспособлении для определения общей и остаточной деформации задника.

Подставка представляет собой регулируемое приспособление, состоящее из двух половин, которые при помощи винта закрепляют каблук испытываемой полупары обуви. По форме крокуля каблука и его ширине подбирают крокульную вставку, насаживаемую на подставку.

Что же касается непосредственно испытания, то перед его проведением обувь маркируют порядковым номером на ходовой поверхности подошвы и выдерживают в течение 24 часов при температуре 20 ± 3 °C и относительной влажности воздуха 65 ± 5 %. Далее в носочной части обуви отмечают точку приложения нагрузки.

Точка приложения нагрузки X (рис. 2.5) должна быть расположена на средней продольной линии носка и одинаково удалена от края подноски M и грани затяжной кромки L.

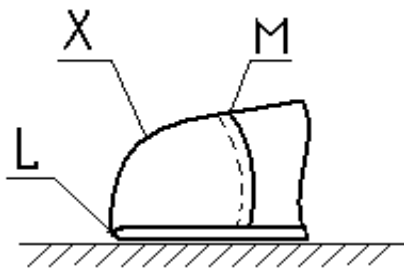


Рисунок 2.5 – Нанесение точки приложения нагрузки при испытании подноски обуви

В случае, если при испытании происходит соскальзывание шарового сегмента с отмеченной точки X вследствие конструктивных особенностей носочной части обуви, а также если указанная точка располагается на швах соединения деталей, декоративных швах или перфорациях, то общую и остаточную деформацию подноски в данном случае не определяют.



Рисунок 2.6 – Закрепление обуви в приспособлении при испытании подноски обуви

Полупару обуви закрепляют в приспособлении таким образом, чтобы пяточная часть обуви располагалась внутри скобы (рис. 2.6). Из прилагаемого к прибору набора приставок подбирают и вставляют в скобу приставку с контуром, соответствующим фасону каблука, и размерами, обеспечивающими плотное закрепление каблука в скобе. В зависимости от приподнятости носочной части обуви фиксатором регулируют положение площадки.

Приспособление с закрепленной полупарой обуви устанавливают на плите прибора таким образом, чтобы носочная часть обуви находилась под наконечником с шаровым сегментом (рис. 2.7.) и это положение закрепленной полупары в течение всего испытания должно оставаться постоянным. В намеченную точку опускают шаровой наконечник. Маленькую стрелку индикатора вращением ручки устанавливают на деление не менее 5° . Показания индикатора записывают. Затем плавным поворотом ручки по часовой стрелке на 90° подают соответствующую нагрузку на наконечник с шаровым сегментом, который вдавливается в поверхность носочной части обуви. Обувь выдерживают под нагрузкой в течение 30 с и вновь записывают показания индикатора. Поворотом ручки против часовой стрелки на 90° снимают нагрузку, ша-

ровой сегмент со штоком отводят от испытуемой обуви и вновь отмечают показания индикатора. По истечении 3 мин шток с шаровым сегментом опускали в ту же точку испытуемой обуви и вновь отмечали показания индикатора.



Рисунок 2.7 – Установка приспособления с обувью при испытании подноски обуви

Показателем общей деформации подноски является разность между начальным показанием индикатора и показанием после действия нагрузки в течение 30 с. Общую деформацию вычисляют по формуле

$$(2.7) \quad D_{\text{общ}} = D_1 - D_2,$$

где D_1 – начальное показание индикатора (до нагружения), мм;
 D_2 – показание индикатора после действия нагрузки в течение 30 с, мм.

Показателем остаточной деформации подноски является разность между начальным показанием индикатора и показанием через 3 мин после снятия нагрузки.

$$D_{ост} = D_1 - D_3, \quad (2.8)$$

где D_1 – начальное показание индикатора (до нагружения), мм;
 D_3 – показание индикатора через 3 мин после снятия нагрузки, мм.

Однако реально и достоверно оценить формоустойчивость носочной части обуви с использованием этой методики невозможно для многих конструкций обуви, имеющих тонкие подноски или вообще без них, т.к. величина нагружений велика, и носочная часть обуви будет продавливаться до основной стельки. Кроме того, неясно, что оценивается в данном случае – величина погружения шарового сегмента в носочную часть или ее оседание под действием нагрузки. В настоящее время в основном в качестве материала подноски применяются упругие материалы, и поэтому основное требование к формоустойчивости обуви – сохранение и восстановление формы после снятия нагрузки.

В данном разделе авторы также попытались проанализировать другие имеющиеся методы исследований свойств материалов, которые можно применить для исследования материалов подносок обуви.

Обзор литературных источников и методик испытаний материалов на жесткость [47, 52–70] позволяет выбрать ту из них, которая может быть использована для определения жесткости как одиночных материалов, так и систем материалов, имитирующих носочную часть обуви.

Методика определения жесткости по изгибу [47] основана на определении нагрузки, которая необходима для сообщения определенной стрелы прогиба полосок материала, закрепленного одним концом.

Испытание производится на специальном приборе (рис. 2.8), который имеет основание 1 с закрепленным штативом 4, зажимы 6 для закрепления образца 5, приспособление для нагружения образца 3 и шкалу для измерения стрелы прогиба 2.

Испытуемый образец длиной 14 см и шириной 3 см закрепляют между пластинами зажима в начале лицевой стороной вверх, а затем изнаночной. Образец нагружают до тех пор, пока стрела прогиба не окажется в пределах 8–12 мм. Жесткость при изгибе (D) определяется по формуле

$$D = E \cdot U, \quad (2.9)$$

где E – модуль упругости по изгибу,
 U – момент инерции сечения образца,

$$E = 4Pl^3 / bt^3f \quad (2.10)$$

где P - нагрузка, приложенная к свободному концу образца, кг;

l - рабочая длина образца, см;

f - стрела прогиба, см;

b - ширина образца, см;

t - толщина образца, см;

$$Y = bt^3/12 \quad (2.11)$$

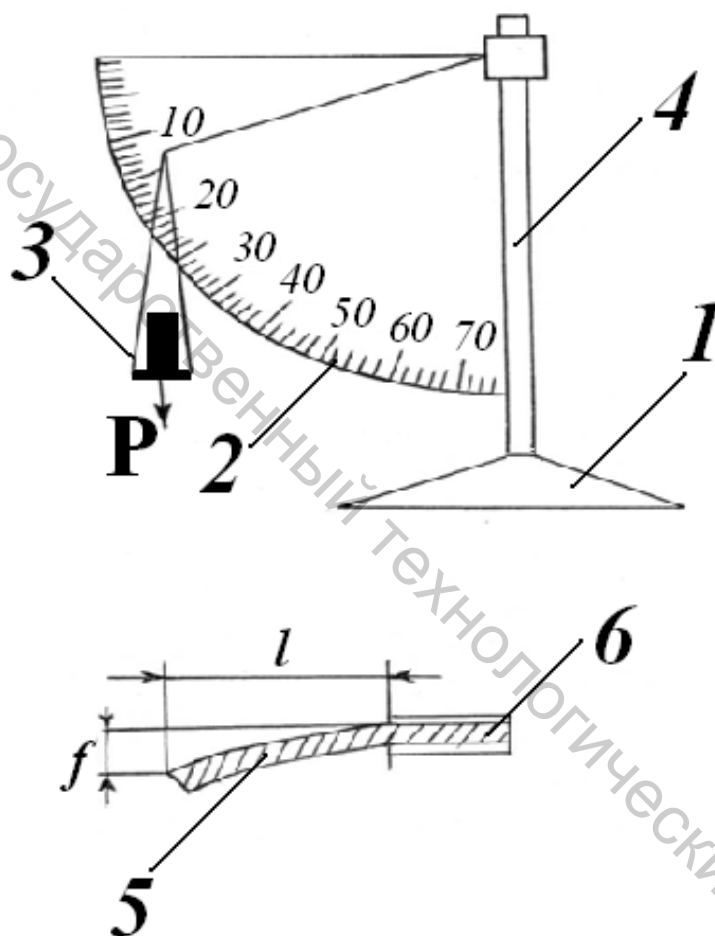


Рисунок 2.8 – Прибор для определения жесткости по изгибу и положение испытуемой полоски между пластинами прибора

Определение жесткости проводят на трёх продольных и трёх поперечных образцах. Результаты испытаний подсчитывают следующим образом. Находят среднее значение из значений стрелы прогиба лица и изнанки, по нему определяют жесткость. Далее находят среднее из определений по трём поперечным и трем продольным образцам.

Одним из важнейших показателей при исследовании каркасных материалов для обуви является их формоустойчивость. Чтобы судить о

формоустойчивости термопластических материалов, можно определить остающийся угол после изгиба на 90^0 и коэффициент формоустойчивости этих материалов. Этим методом оценивают способность материалов к формообразованию (формованию), а также способность материалов жестко фиксировать затяжную кромку.

При испытании материалов для определения остающегося угла после изгиба на 90^0 [47] образцы формуют на специальном приспособлении, которое состоит из матрицы (рабочая поверхность у нее образует угол 90^0 , причем ребра углов закруглены, радиус закругления равен 8 мм и прижимного устройства.

Прибор изготовлен целиком из металла и состоит из двух частей: основания, на которое помещают образец, и крышки, прикрывающей образец сверху. Рабочие поверхности основания и крышки образуют углы, равные 90^0 , причем ребра углов закруглены, радиус закругления 8 мм. При испытании пользуются прибором без подогревания.

Формование проводят следующим образом. Образец устанавливают на матрицу и зажимают его на 30 сек. Затем образец вынимают, ставят на ребро на лист бумаги, зачерчивают полученный угол и измеряют его транспортиром. Способность материала формоваться определяется величиной угла. Для характеристики эксплуатационных свойств термопластических материалов для подносков обуви недостаточно определения остающегося угла после изгиба на 90^0 при нормальной температуре. Для более полной характеристики свойств необходимо определить этот показатель при температуре формования.

По остающемуся углу можно судить о формоустойчивости материала. Чем больше остающийся угол после изгиба, тем лучше формовочные свойства материалов. Изменение остающегося угла должно стремиться к нулю.

Согласно этой методике можно судить о формообразовании термопластических материалов при выполнении операции «формование заготовки на колодке». Однако в процессе формования в заготовках, в том числе и в подносках, возникают внутренние напряжения, которые при выполнении операций "фиксация формы" и "основная сушка" снижаются. После снятия обуви с колодки релаксационные изменения еще продолжают. И вследствие этого происходит некоторое изменение формоустойчивости носочной части обуви. Поэтому возникает необходимость оценить формоустойчивость термопластических материалов для подносков, используя понятие коэффициента формоустойчивости.

Для определения коэффициента формоустойчивости в статических условиях термопластические материалы для подносков подвергаются деформации на определенную величину с помощью специального приспособления для двухосного растяжения, представленного Буркиным А.Н., Калитой А.Н., Клобуковым С.И. в работе [43, с.8, рис. 6].

Приспособление устанавливается на реверсивном приборе 3 разрывной машины (рис. 2.9, а) и состоит из следующих основных частей: трех направляющих стоек, обоймы 4, основания. Образец 2 крепится к обойме тремя винтами. Далее образец устанавливают на стойки, включается привод разрывной машины и осуществляется формирование образца на сферическом сегменте 1, установленном на основании на 15 %, т.к. в процессе затяжки на колодку заготовка испытывает деформацию от 5 до 30% в различных направлениях. После формирования обойма скрепляется с основанием при помощи струбцин и снимается с реверсивного прибора. Вид отформованного образца показан на рис. 2.9, б.

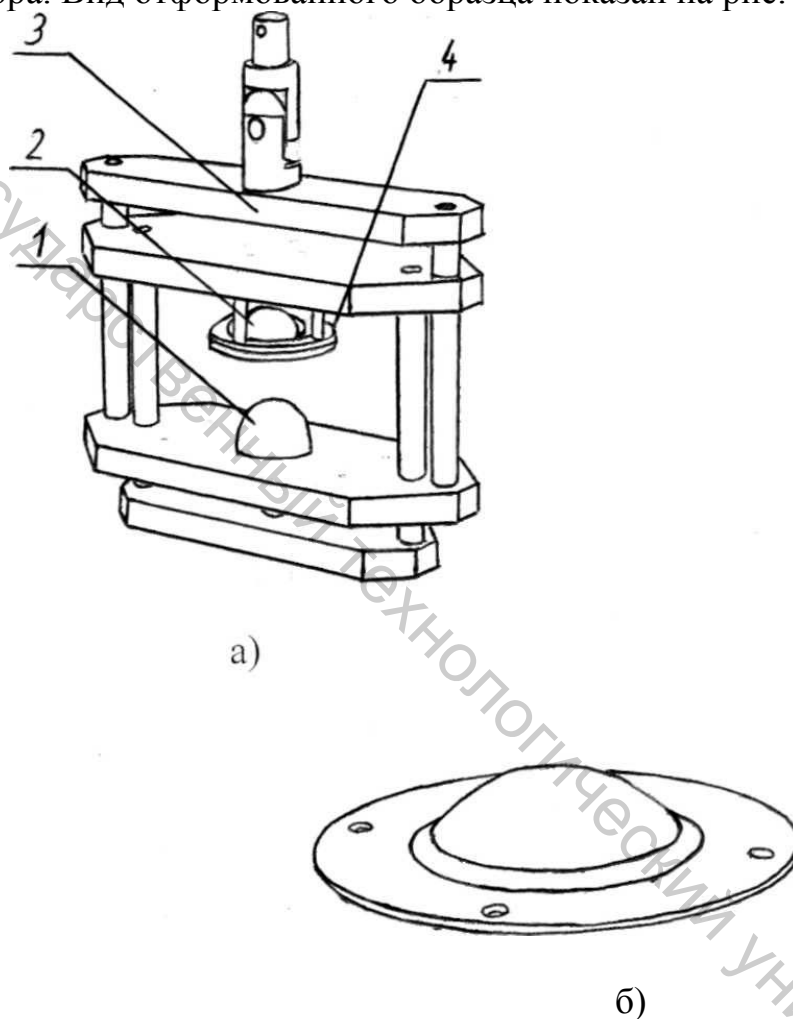


Рисунок 2.9 – Приспособление для двухосного растяжения:
а - внешний вид прибора; б – внешний вид получаемой элементарной пробы; 1 – сферический сегмент; 2 – образец;
3 – реверсивный прибор; 4 – обойма

Для двухосного растяжения используются образцы материалов диаметром 70 мм с рабочей частью 35 мм. Перед формированием образцы подвергаются технологической обработке в соответствии с режимами, действующими в реальных производственных условиях. Выкроенные образцы увлажняют до содержания влаги 20–25 % методом сорбции.

Затем образцы деформируют на определенную величину с помощью указанного выше приспособления.

После выдержки образцов в деформированном состоянии в течение 10 минут (что примерно соответствует времени прохождения обуви по обтяжно-затяжному участку) приспособления с образцами помещают в термошкаф, где они находятся в течение 20 минут при температуре 100 °С. Образцы сушат согласно нормируемым требованиям до конечной влажности 16–18%.

После сушки обойму с образцом выдерживают при нормальных условиях 30 минут, что примерно соответствует времени от операции «фиксация формы» до «снятие обуви с колодки», а затем его освобождают от зажимов и вновь выдерживают в нормальных условиях с относительной влажностью воздуха 60–70 % и температурой 18–22 °С не менее 24 часов. Метод испытания заключается в давлении сферическим сегментом на материал. После проводят замеры остаточных деформаций при помощи индикатора часового типа, погрешность измерений на котором составляет $\pm 0,01$ мм.

Критерием для оценки статической формоустойчивости являются деформационные данные материала при двухосном растяжении. Статический коэффициент формоустойчивости (K_ϕ) определяют по формуле

$$K_\phi = (h_i / h_n) \cdot 100 \%, \quad (2.12)$$

где h_i – высота образца через 24 часа после формования ($i = 1, 2, 3, \dots$);
 h_n – высота пуансона.

С точки зрения технологических параметров дублирование систем материалов означает определение температуры начала текучести клеевого покрытия. Прямого исследования этого показателя нет, поэтому за основу предлагается применить методику определения коэффициента термдеформируемости и определения пластичности резин [47], а также нормы Германии BS 1006 Resistance a la chaleur. В основу методики положена предпосылка об изменении показаний индикатора часового типа в процессе нагревания термопластичного материала за счет изменения толщины термопластичных материалов в процессе нагревания. Эти показания необходимы для определения коэффициента пластичности (K_n) термопластичных материалов, который вычисляется по формуле

$$K_n = \frac{\Delta}{t}, \quad (2.13)$$

где $\Delta = h_0 - h_1$, мм,

h_0 – начальное показание индикатора, мм;

h_1 – конечное показание индикатора по прошествии 30 сек с начала испытания, мм;

t – толщина материала, мм.

Эксперимент производят следующим образом: образцы материалов размерами 10×10 мм кладут на нагретую до постоянной температуры поверхность плиты для подносков $T = 150 \pm 10$ °С и определяют время, в течение которого происходит начало пластификации (текучести) клеевого покрытия, а также фиксируют показания индикатора и термометра.

Однако данная методика воспроизводит лишь приблизительные параметры технологического процесса. Поэтому эксперимент можно производить следующим образом: образец устанавливают в термокамере, в торец образца под клеевое покрытие в отверстие вставляют термопару, которая фиксирует температуру воздуха в термокамере. Для большей точности определение температуры нагревания производят со скоростью 2 °С/мин. По изменению показаний индикатора часового типа фиксируют температуру, при которой происходит пластификация покрытия.

Для испытания систем материалов, имитирующих носочную часть обуви, на формуемость образцы деформируют на определенную величину с помощью специального приспособления для двухосного растяжения (рис. 2.9), описанного выше, определяя при этом статический коэффициент формоустойчивости.

Известна методика оценки формоустойчивости носочной части обуви в динамических условиях, разработанная сотрудниками ЦНИИ-ИКПа [15]. Данный метод оценки формоустойчивости носочной части обуви обеспечивает получение показателей, находящихся в тесной взаимосвязи с показателями формоустойчивости обуви при ее эксплуатации. В процессе испытаний происходит комплексное воздействие на носочную часть обуви, заключающееся в многократных ее изгибах в пучковой части и продавливании сферическим сегментом участка носка на глубину 13,5 мм. В процессе испытаний обуви сообщается 10 тыс. циклов нагружений со скоростью 110 цикл./мин. После дают 5 минут «отдыха» и измеряют величину остаточной деформации по высоте носочной части обуви и глубине образования на ней лунки. Недостаток этого метода, по нашему мнению, в том, что он дает слишком жесткие условия испытания, особенно по величине вдавливания сферического пуансона. В реальных условиях таким нагрузкам может подвергаться лишь рабочая обувь.

По аналогичному принципу действия разработана методика, которой пользуются в Германии (DIN 32 768) для оценки стойкости каркасных деталей обуви [71] (в настоящее время – EN 344-1). Под стойкостью в данном случае у разработчиков понимается формоустойчивость носочной части после динамических воздействий. Для оценки свойств подноски в Германии предложен прибор, при использовании которого представляется возможность производить испытания не только при однократном, но и при повторных вдавливаниях в подносок. При этом ис-

пытание на однократное продавливание подноски обуви в системе материалов, предварительно сформованных в полусферу с помощью специального приспособления, осуществляется с помощью прибора У-12.

Прибор имеет вмонтированные в корпусе столики: несъёмный, предназначенный для установки пяточной части обуви, и съёмные, служащие для размещения носочной части обуви. В середине несъёмного столика имеется выдвижная пластинка, предназначенная для дополнительной поддержки обуви в пяточной или геленочной части. Высоту столиков регулируют маховиками. На подвижном столике размещают образец обуви с кольцом и закрепляют его с помощью винтов. В верхней части прибора на ходовом винте укреплен кольцевой динамометр с индикатором и вдавливающим пуансоном со сферическим наконечником. Глубину вдавливания пуансона в подносок обуви отмечают по шкале, нанесённой на вдавливающем пуансоне, с помощью наконечника стрелки, которую устанавливают винтом и фиксируют в нужном положении винтом.

Испытание подноски обуви осуществляется в точке, которую располагают на средней продольной линии носка на расстоянии, равном 7,5 % длины следа обуви, начиная от затяжной кромки в носочной части. На установленную в приборе полупару обуви передают нагрузку путём вращения вручную ходового винта таким образом, чтобы вдавливающий пуансон опустился на одно деление шкалы, что соответствует его погружению в подносок обуви на 5 мм. Каждую полупару подвергают трём последовательным вдавливаниям, при которых каждый раз по индикатору отмечают соответствующее усилие. Показателями формоустойчивости обуви по данной методике выступают начальная жёсткость, рассчитываемая как среднее из результатов определения при первых трёх вдавливаниях пуансона, и конечная жёсткость, определяемая после 1000 вдавливаний пуансона.

В отличие от прибора ЖНЗО-2, при помощи которого устанавливают величины деформации при постоянной для данного вида нагрузке, прибором У-12 определяется стойкость образца по величине нагрузки, затрачиваемой на вдавливание пуансона в образец на глубину 5 мм.

Прибор марки У-43 предназначен для определения устойчивости к многократному прогибу носочной части обуви, а также материалов для подносков, сформованных в полусферу [72]. На приборе У-43 устанавливают начальную стойкость, представляющую собой среднее значение из нагрузок при первых трёх измерениях и конечную стойкость, характеризующую величиной нагрузки, необходимой для указанной деформации подноски после сообщения 1000 вдавливаний.

На корпусе прибора расположены два столика: съёмный и несъёмный, на которых устанавливают соответственно носочную и пяточную части обуви. Поворотом маховиков эти столики могут быть подняты или опущены. Съёмный столик может поворачиваться так,

чтобы на него опиралась приподнятая носочная часть обуви, и закрепляться в этом положении винтом. Несъемный столик имеет выдвижную пластину, которая используется для размещения пяточной части обуви. Для прижима обуви к несъемному столику служит стержень, который может перемещаться в вертикальном направлении по пазу втулки и закрепляться винтом на различной высоте. Втулка, в свою очередь, может перемещаться в горизонтальном направлении по консоли и закрепляться винтом. Вдавливающим элементом является пуансон, подъём и опускание которого на поверхность носочной части обуви осуществляется маховиком. На пульте управления прибора находятся также сигнальная лампа включения прибора в сеть, кнопки пуска и останова прибора, счётчик отсчёта числа циклов вдавливания пуансона в поверхность испытуемого объекта.

Действие прибора У-43 основано на многократном вдавливании пуансона в поверхность образца со скоростью 50 циклов в минуту, на глубину 5 мм и определении стойкости, т.е. количества циклов вдавливания пуансона в подносок до образования вмятины, не исчезающей после снятия нагрузки (в EN 344-1 характеристика называется эластичность по отскоку). Кроме этого, с помощью этого прибора можно определить прочность подноски, которая характеризуется количеством циклов вдавливания, при котором происходит разрушение испытуемого объекта (в EN 344-1 – прочность на многократный изгиб). Объект, выдерживающий 1000 циклов вдавливания, считается не разрушившимся.

Для определения эластичности испытуемый образец обуви заполняют упругим материалом (пористой резиной), снова устанавливают в прибор, сообщают 1000 циклов вдавливания пуансона и ведут за испытуемым объектом наблюдение. После 1000 циклов вдавливания испытание заканчивается, образец вынимается из прибора и определяется, не произошло ли разрушение. Для этой цели может быть использована лупа. Если разрушение произошло до достижения 1000 циклов вдавливаний, испытание прекращается раньше.

Наш анализ показывает, что при использовании немецкой методики, также как и при проведении испытаний на приборе ЖНЗО-2, нельзя проследить, как ведет себя испытуемый образец в динамике, т.е. невозможно объективно оценить формоустойчивость носочной части обуви, т.к. она будет связана, в основном, с суммарной толщиной пакета верха и, если материал подноски – пластичный, то образец сразу же продавливается, а если упругий, то – через некоторое неопределенное количество циклов.

Определение формоустойчивости систем материалов верха, имитирующих носочную часть обуви, в динамических условиях производится на приборе для определения формоустойчивости носочной части обуви [73]. Схема прибора представлена на рис. 2.10.

Прибор для определения формоустойчивости носочной части обуви состоит из корпуса 1, в котором установлен электродвигатель 2, соединенный ременной передачей 3 с червячным редуктором 4, на тихоходном валу которого установлен эксцентрик 5, контактирующий с параллелограммным механизмом 6 и, посредством ременной передачи 7 со счетчиком циклов 8, закрепленным на корпусе. Груз 9 установлен с возможностью перемещения на грузовом штоке 10, который соединен с параллелограммным механизмом. Измерительный шток 11 с пуансоном 12, также соединенный с параллелограммным механизмом, контактирует с индикатором 13, закрепленным на корпусе. На корпусе с лицевой стороны установлена плита 14, служащая для закрепления образцов.

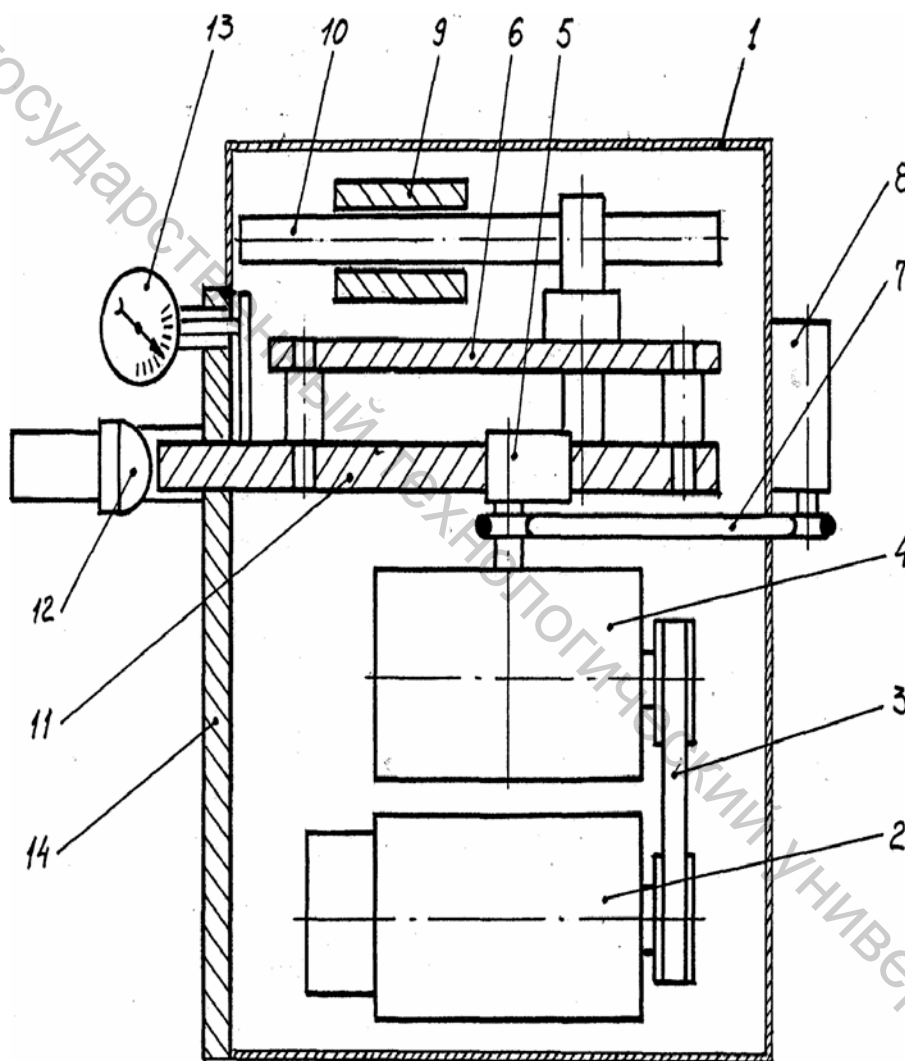


Рисунок 2.10 – Схема прибора для определения формоустойчивости носочной части обуви

Подготовка и порядок проведения испытаний при оценке формоустойчивости систем материалов в динамике заключается в следующем: образцы материалов, диаметром 70 мм с рабочей частью 35 мм собира-

ют в системы согласно действующим на обувных предприятиях технологическим процессам и режимам производства.

Подготовленные образцы подвергаются ряду технологических воздействий, отражающих процесс формования и фиксации верха обуви. В начале осуществляется увлажнение (для образцов с верхом из натуральной кожи), а затем растяжение с помощью приспособления для двухосного растяжения, описанного ранее. Режимы увлажнения и деформирования образцов аналогичны режимам обработки при исследовании статической формоустойчивости. После растяжения приспособление помещается в термошкаф, где осуществляется фиксация формы и структуры материала. Затем приспособление вынимают из термошкафа, и образцы в деформированном состоянии находятся при нормальных климатических условиях 30 мин, что соответствует временным режимам проведения операции «выстой обуви».

После снятия с приспособления испытываемый образец закрепляется на плите 14 и пуансон 12 измерительного штока 11 приводится в контакт с образцом. Груз 9 устанавливается на грузовом штоке в положении, соответствующем требуемой нагрузке. На индикаторе 13 и счетчике 8 фиксируется нулевой отсчет. Включается питание электродвигателя 2, вращение от которого передается посредством ременной передачи 3 к быстроходному валу редуктора 4 и далее через червячную передачу к тихоходному валу к эксцентрику 5. Эксцентрик, воздействуя на параллелограммный механизм 6, передает нагрузку, задаваемую грузовым штоком 10 с грузом 9, на измерительный шток 11, совершающий, в результате вышеприведенного, возвратно-поступательное осевое перемещение. Таким образом, пуансон 12 циклически воздействует на испытываемый образец. Испытания прекращаются при достижении необходимого количества циклов нагрузки, определяемых по счетчику циклов 8. По индикатору 13 определяется величина прогиба испытываемого материала, которая в соответствии с известными методиками используется для определения жесткости материала. Погрешность измерений по индикатору часового типа составляет $\pm 0,01$ мм.

При помощи этого прибора реализуется способ, позволяющий повысить точность определения и обеспечить объективную оценку формоустойчивости носочной части обуви и систем материалов, имитирующих носочную часть обуви. Это достигается тем, что носочная часть обуви или системы образцов подвергается многоцикловому нагружению с давлением, определяемым дифференцированно для каждого вида и рода обуви. Для исследуемых систем величина груза составляла 5 кг, так как именно эту нагрузку рекомендует использовать ГОСТ 9135-2004 [51] для определения общей и остаточной деформации подноски для женской обуви.

Принципиальное отличие данного прибора от известных заключается в том, что нагружение осуществляется дифференцированно, в зави-

симости от установленного груза на приборе, что позволяет оценить формоустойчивость материалов и систем верха различных структур и конструкций. Кроме этого, деформация определяется в зависимости от прилагаемого усилия. В известных же методах для динамических испытаний определяется нагрузка, при которой образец будет продавливаться на определенную глубину.

Таким образом, использование предлагаемого прибора для определения формоустойчивости носочной части обуви позволяет достоверно оценить один из важнейших эксплуатационных показателей не в статике, а при динамическом нагружении, что делает результаты эксперимента наиболее приближенными к реальным. Кроме этого, на данном приборе можно определить количество циклов, при которых остаточная деформация образца составляет 1 мм, как по стандартной методике на ЖНЗО-2, и 5 мм, как по немецкой методике, что позволяет оценить формоустойчивость как в статических, так и динамических условиях.

Испытание систем материалов верха, имитирующих носочную часть обуви, проводится в три этапа. Первый этап – это нагружение систем до 1000 циклов со снятием значений остаточной деформации через каждые 100 циклов.

Следующий этап – определение количества циклов, при котором глубина вмятины в системах составила 1 мм. И третий этап – это определение количества циклов, при котором образуется вмятина глубиной 5 мм.

На основании экспериментальных данных можно получить зависимости в виде уравнений и установить степень точности, с которой можно прогнозировать формоустойчивость систем материалов верха, имитирующих носочную часть обуви, используя эти уравнения.

С целью построения математических моделей статических зависимостей между входящими и выходящими параметрами необходимо проводить регрессионный анализ. Адекватность полученных моделей можно оценивать критерием Фишера (F). В случае если табличное значение критерия $F_{табл.}$ превышает $F_{расч.}$, модель оказывается пригодной.

Коэффициенты уравнений регрессии вычисляются методом наименьших квадратов. Проверку значимости коэффициентов можно проводить по критерию Стьюдента с доверительной вероятностью 0,9–0,95. При превышении расчетного значения критерия Стьюдента табличного, анализируемые коэффициенты модели (регрессионного уравнения) статически значимы. В противном случае коэффициент признается мало-значительным.

Таким образом, исходя из анализа представленных методик следует, что к числу наиболее распространенных режимов испытаний относятся два: режим постоянных нагрузок и режим постоянных удлинений (рис. 2.11) [74].

Выбор того или иного режима испытания обуславливается различными факторами (используемыми материалами, их механическими свойствами, видом, конструкцией обуви и др.). В то же время, важно подчеркнуть, что большинство методов для определения эксплуатационных характеристик обуви, в частности формоустойчивости её носочной части, используют, как правило, режим постоянной деформации.

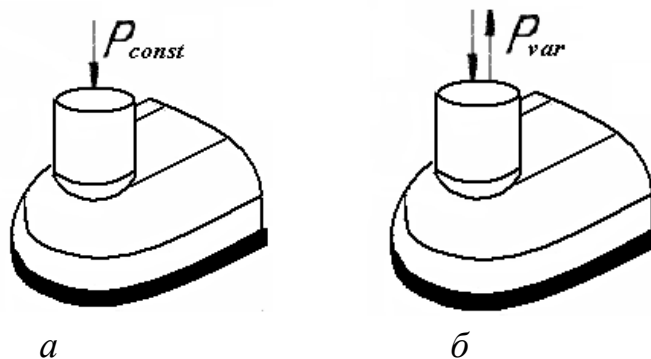


Рис. 2.11 – Схемы нагружения носочной части обуви при проведении испытаний: а – при действии постоянной нагрузки (ГОСТ 9135-2004); б – при действии циклической нагрузки

При нагружении по схеме а общая деформация носочной части обуви будет зависеть от сопротивления системы материалов верха внешним воздействиям. Эта деформация может быть любой, т.е. верх обуви может прогибаться до стельки или вообще не деформироваться (например, в рабочей обуви с защитными подносками). Именно это не позволяет, зачастую получить сопоставимые результаты исследований общей и остаточной деформации носочной части различных видов и конструкций обуви.

Процесс нагружения по схеме б также будет зависеть от сопротивления системы материалов верха внешним воздействиям. Однако, он имеет принципиальные отличия по следующим признакам: перемещение сегмента (пуансона) регламентировано от первого до последнего цикла – 5мм, нагружение циклическое согласно DIN 32768 (EN 344-1)GFR и тоже регламентировано – 1000 циклов.

Таким образом все представленные в обзоре приборы и методики довольно разнообразны по своей сути, причем каждая из них дополняет друг друга.

Авторами предложен универсальный способ определения формоустойчивости носочной части обуви (с подносками и без них) как в статических, так и динамических условиях, заключающийся в измерении количества циклов, необходимых для получения вмятин определенной глубины и определения остаточной деформации; а так же прибор для определения формоустойчивости носочной части обуви.

ГЛАВА 3

СВОЙСТВА СОВРЕМЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПОДНОСКОВ ОБУВИ

В настоящее время Италия является одним из лидеров в производстве качественной обуви. Наверное, поэтому в последние годы на обувных предприятиях широко используются термопластические материалы итальянской компании «TECNO-GI». За годы своего существования «TECNO-GI» расширилась и развилась, став лидером на мировом рынке. Сегодня фабрика занимает площадь более 7000 м². «TECNO-GI» ежедневно производит 17000 м² материала в листах – количества, достаточного для изготовления более чем одного миллиона пар обуви в день. Вся продукция фабрики предназначена для обувной промышленности. Изготовленные материалы в листах нарезаются на самом предприятии или непосредственно на обувных фабриках. Продукция составляет около 250 разновидностей материалов различного типа для всех видов обуви. Традиционные марки материалов: Gomma, Laser, Tecnogiflex, Talun, Techopren, Elastene, Sintex, Maxim, Biterm, Tadas, Excel хорошо известны и применяются почти в каждой стране мира.

Для проведения исследований нами были взяты два вида материалов производства этой компании: Sintex и Biterm. Sintex – это термопластический материал для подносков на нетканой основе с односторонним термоклеевым покрытием. Исследования проводились на термопластических материалах Sintex номеров 308, 310, 311, 312, 316, которые различаются между собой диапазоном толщин. Biterm – это термопластический материал для подносков на нетканой основе с двусторонним термоклеевым покрытием. Были исследованы термопластические материалы Biterm номеров 327, 330, 331, 332, 336, которые тоже различаются между собой диапазоном толщин. В этих материалах для покрытий использовались эластомеры, в качестве основы – полиэфирные и полиамидные волокна, а в нетканых основах – хлопок, лен. Изучение химического состава исследуемых материалов не представляется возможным, так как это является коммерческой тайной фирмы-производителя. Кроме того, в настоящей работе не ставилась задача изучения химического состава, материалы изучались с точки зрения их формоустойчивости.

Верх обуви представляет собой многослойную конструкцию, которая сначала деформируется в процессе производства, а затем при носке. Поэтому для получения достаточно полной информации об исследуемых термопластических материалах для подносков обуви необходимо проследивать работу этих материалов в системе «верх + межподкладка + подносок + подкладка».

В обувной технологии детали из термопластических материалов для приклеивания их к заготовке обуви подвергают тепловой обработке

при температуре 50–60 °С (на поверхности деталей), чтобы обеспечить адгезию в заготовке обуви. Адгезия к субстрату увеличивается при механическом заклинивании адгезива, в том числе в результате проявления адгезивом своих свойств. Поэтому системы материалов верха, имитирующие носочную часть обуви, исследуют на такой показатель, влияющий на качество обуви, как клеящая способность.

Понятием «формоустойчивость носочной части обуви» оперируют на протяжении всего жизненного цикла товара, начиная с момента снятия обуви с колодки до ее физического износа. При этом каждый материал, входящий в систему верха обуви, оказывает влияние на этот показатель.

Обзор литературных источников [75–81] показал, что качество изделия, его внешний вид во многом зависят от проведения технологических процессов производства обуви. В процессе носки наиболее подвержена сложным комплексным, в том числе, климатическим воздействиям носочная часть обуви. В конечном итоге это приводит к потере формы обуви и ее разрушению. Поэтому оценку сохранности формы и размеров обуви целесообразно проводить первоначально на уровне производственных процессов ее сборки.

3.1 ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ФОРМОУСТОЙЧИВОСТЬ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПОДНОСКОВ ОБУВИ

Как отмечалось ранее, на предприятиях ряда стран, в том числе, Республики Беларусь и стран СНГ широкое применение для подносков обуви нашли термопластические материалы итальянской фирмы TECNIO-GI. Их использование базируется на предложениях фирмы, которые носят лишь рекомендательный характер: время активации подноска, температура клеивания и время его контакта с деталями верха.

Результаты проведенной авторами микроскопии показали, что у термопластического материала Sintex волокна имеют достаточно большую длину, очень близко расположены друг к другу, высокую степень хаотичности расположения и большое количество волокон на 1 см². У термопластического материала Biterm волокна тоньше и расположены они не так близко друг к другу, как у Sintex.

Для сравнения по свойствам термопластических материалов зарубежного производства с термопластическими материалами отечественного производства, в качестве последних были взяты давно используемые на обувных предприятиях Республики Беларусь термопластический материал под названием транс 1,4-полиизопрен и термопласт Кобринского предприятия «Омега».

Транс 1,4-полиизопрен представляет собой тканевую основу с двух- или односторонним покрытием из наполненного транс 1,4-полиизопрена. В качестве основы используется хлопчатобумажная ткань. Результаты микроскопии показали, что у данного вида материала основа-ткань имеет плотняное переплетение и пропитана клеевой композицией.

Термопласт – термопластический материал на тканевой основе с двусторонним термоклеевым покрытием. При микроскопии этого материала видно, что по структуре он похож на транс 1,4-полиизопрен, однако у него более плотное переплетение и большее количество клеевой композиции на 1 см².

Для обеспечения формоустойчивости носочной части обуви материал для подносков должен обладать необходимой жесткостью. Определение жесткости производилось на продольных и поперечных образцах. Результаты испытания подсчитывали следующим образом. Находили среднее значение из значений стрелы прогиба лица и изнанки, по нему определяли жесткость. Далее находили среднее значение из замеров стрелы прогиба поперечных и продольных образцов.

Определение деформации и прочности термопластических материалов при растяжении производилось на образцах, выкроенных в продольном и поперечном направлениях. Первым этапом проведения эксперимента было испытание двух образцов каждого материала в холодном состоянии. Вторым – испытание в разогретом состоянии, т.е. образцы выдерживались в термостате в течение 1 мин при температуре 100 °С, после чего их сразу же испытывали на разрывной машине.

Результаты измерений и расчета физико-механических свойств термопластических материалов для подносков обуви представлены в табл. 3.1.

Таблица 3.1 - Физико-механические показатели термопластических материалов для подносков

№ образца	Наименование материала	Толщина, мм	Твердость, усл.ед.	Плотность, г/см ³
1	2	3	4	5
1	Sintex 308	1,0	87,6	0,61
2	Sintex 310	1,1	87,5	0,64
3	Sintex 311	1,1	90,1	0,70
4	Sintex 312	1,6	90,9	0,62
5	Sintex 316	2,1	90,7	0,64
6	Biterm 327	1,1	89,4	0,66
7	Biterm 330	1,2	85,5	0,69
8	Biterm 331	1,2	93,1	0,77
9	Biterm 332	1,5	88,9	0,70

1	2	3	4	5
10	Biterm 336	2,2	93,9	0,64
11	Транс1,4-полиизопрен (двух- стороннее покрытие)	1,3	93,4	0,80
12	Транс1,4-полиизопрен (одно- стороннее покрытие)	1,0	94,4	0,99
13	Термопласт	0,9	93,6	0,91

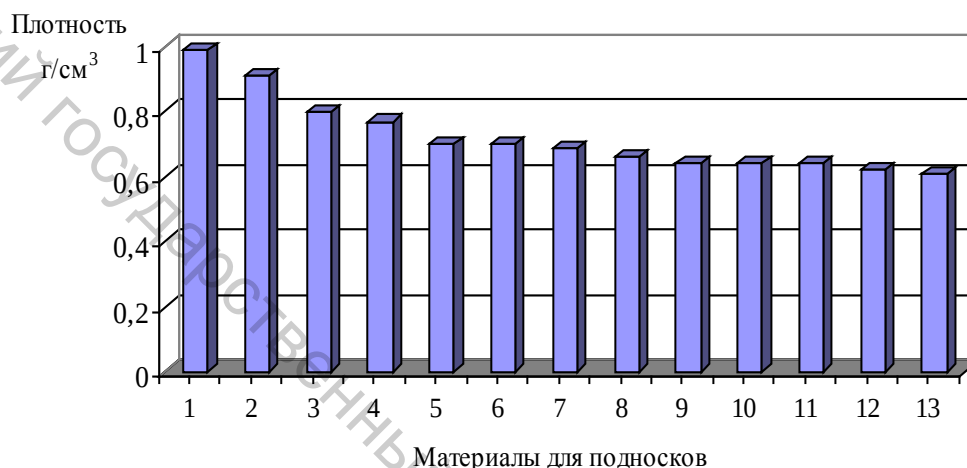


Рисунок 3.1 - Значения плотности термопластических материалов для подносков: 1) Транс 1,4-полиизопрен (одностороннее покрытие); 2) Термопласт; 3) Транс 1,4-полиизопрен (двухстороннее покрытие); 4) Biterm 331; 5) Sintex 311; 6) Biterm 332; 7) Biterm 330; 8) Biterm 327; 9) Sintex 310; 10) Sintex 316; 11) Biterm 336; 12) Sintex 312; 13) Sintex 308

Анализ экспериментальных данных свидетельствует о том, что все материалы для подносков обуви имеют примерно одинаковую твердость при разных толщинах. Графическое изображение (рис. 3.1) наглядно представляет результаты исследования плотности. Следует отметить, что толщина у итальянских материалов существенно не влияет на их плотность. Плотность итальянских материалов в среднем составляет $0,66 \text{ г/см}^3$, у отечественных – на $0,9 \text{ г/см}^3$ выше.

Показатель жесткости при изгибе по консоли в определенной степени характеризует упруго-пластические свойства термопластических материалов для подносков. Результаты определения этого показателя сведены в табл. 3.2.

Таблица 3.2 – Показатели жесткости термопластических материалов для подносков обуви при изгибе по консоли

Наименование материала	Направление раскроя	Толщина, см	Нагрузка, Н	Стрела прогиба, см	Модуль упругости, Н/м ²	Момент инерции, м ⁴	Жесткость, Н·м ²
Sintex 308	попер.	0,1	0,02	0,96	2783,6	$2,5 \cdot 10^{-4}$	0,69
	вдоль	0,1	0,02	0,91	2936,9	$2,5 \cdot 10^{-4}$	0,73
Sintex 310	попер.	0,11	0,05	0,94	5317,1	$3,3 \cdot 10^{-4}$	1,77
	вдоль	0,11	0,05	0,92	5462,1	$3,3 \cdot 10^{-4}$	1,82
Sintex 311	попер.	0,11	0,05	0,91	5516,3	$3,3 \cdot 10^{-4}$	1,84
	вдоль	0,11	0,05	0,91	5516,3	$3,3 \cdot 10^{-4}$	1,84
Sintex 312	попер.	0,16	0,10	0,88	3686,5	$1,02 \cdot 10^{-3}$	3,77
	вдоль	0,16	0,10	0,90	3616,5	$1,02 \cdot 10^{-3}$	3,69
Sintex 316	попер.	0,21	0,30	1,03	4193,4	$2,3 \cdot 10^{-3}$	9,71
	вдоль	0,21	0,30	0,97	2977,7	$2,3 \cdot 10^{-3}$	6,85
Biterm 327	попер.	0,12	0,03	0,96	2374,2	$4,3 \cdot 10^{-4}$	1,03
	вдоль	0,12	0,03	0,98	2377,2	$4,3 \cdot 10^{-4}$	1,03
Biterm 330	попер.	0,10	0,03	0,95	4210,5	$2,5 \cdot 10^{-4}$	1,05
	вдоль	0,10	0,03	1,03	3883,5	$2,5 \cdot 10^{-4}$	0,97
Biterm 331	попер.	0,12	0,05	1,09	3532,9	$4,3 \cdot 10^{-4}$	1,53
	вдоль	0,12	0,05	0,93	4135,1	$4,3 \cdot 10^{-4}$	1,79
Biterm 332	попер.	0,15	0,15	1,08	5512,5	$8,4 \cdot 10^{-4}$	4,65
	вдоль	0,15	0,15	1,13	3496,1	$8,4 \cdot 10^{-4}$	2,95
Biterm336	попер.	0,22	0,40	1,03	4848,8	$2,7 \cdot 10^{-3}$	12,90
	вдоль	0,22	0,40	0,98	3821,5	$2,7 \cdot 10^{-3}$	10,17
Транс1,4-полиизопрен (одностороннее покрытие)	попер.	0,10	0,02	0,88	1804,7	$2,6 \cdot 10^{-4}$	1,17
	вдоль	0,10	0,02	1,20	1778,8	$2,6 \cdot 10^{-4}$	1,06
Транс1,4-полиизопрен (двухстороннее покрытие)	попер.	0,13	0,02	0,88	2460,5	$3,12 \cdot 10^{-4}$	0,98
	вдоль	0,13	0,02	1,17	1828,1	$3,12 \cdot 10^{-4}$	1,27
Термопласт	попер.	0,09	0,02	0,85	2334,6	$2,84 \cdot 10^{-4}$	1,13
	вдоль	0,09	0,02	1,19	1638,2	$2,84 \cdot 10^{-4}$	1,06

Анализ экспериментальных данных по определению жесткости при изгибе по консоли позволяет сделать вывод о том, что жесткость повышается с увеличением толщины материала, при этом для образцов, выкроенных в продольном направлении она чуть ниже, чем в поперечном. Это можно объяснить тем, что с повышением толщины увеличивается количество полимерных волокон, связанных между собой проклеивающей массой.

Результаты исследования основных деформационных и прочностных показателей представлены в табл. 3.3. Условия испытания: А – нагрев образца перед испытанием до температуры 100⁰С, Б – без нагрева при нормальных условиях окружающей среды.

Таблица 3.3 – Показатели деформационных и прочностных свойств термопластических материалов для подносков обуви

Наименование материала	Условия испытания	Расположение образца	Показатели		
			Разрывная нагрузка P_p , Н	Удлинение разрыва, ϵ_p , %	Разрушающее напряжение, МПа
1	2	3	4	5	6
Sintex 308	А	вдоль	153,9	20	15,30
		поперек	71,0	22	17,10
	Б	вдоль	205,2	20	20,52
		поперек	163,4	18	16,34
Sintex 310	А	вдоль	210,9	28	18,18
		поперек	229,9	24	18,90
	Б	вдоль	265,9	14	24,17
		поперек	245,2	16	20,65
Sintex 311	А	вдоль	237,5	24	21,59
		поперек	233,7	28	21,25
	Б	вдоль	260,3	20	23,66
		поперек	222,3	28	20,21
Sintex 312	А	вдоль	260,0	14	16,63
		поперек	292,6	14	18,29
	Б	вдоль	264,1	10	16,81
		поперек	302,1	12	18,88
Sintex 316	А	вдоль	412,3	16	19,63
		поперек	467,4	18	22,26
	Б	вдоль	463,6	16	22,08
		поперек	438,9	17	22,90
Biterm 327	А	вдоль	209,7	12	17,48
		поперек	203,3	16	16,94
	Б	вдоль	233,0	10	19,42
		поперек	222,3	16	18,53
Biterm 330	А	вдоль	203,3	12	18,03
		поперек	220,0	14	20,73
	Б	вдоль	209,0	10	19,48
		поперек	228,4	10	20,84
Biterm 331	А	вдоль	241,6	28	20,11
		поперек	260,3	34	21,69
	Б	вдоль	275,5	28	22,96
		поперек	264,1	26	22,01

1	2	3	4	5	6
Biterm 332	А	вдоль	250,8	12	16,52
		поперек	321,1	10	21,41
	Б	вдоль	307,0	10	20,72
		поперек	347,7	10	23,18
Biterm 336	А	вдоль	376,2	10	17,10
		поперек	490,2	16	22,00
	Б	вдоль	383,8	10	17,45
		поперек	501,2	14	22,28
Транс1,4-полиизопрен t = 1,0 мм	А	вдоль	114,0	52	16,28
		поперек	184,3	54	26,33
	Б	вдоль	176,7	40	25,20
		поперек	188,1	44	26,90
Транс1,4-полиизопрен t = 1,3 мм	А	вдоль	138,2	36	17,24
		поперек	153,2	40	10,66
	Б	вдоль	91,0	32	18,60
		поперек	108,2	30	21,64
Термопласт	А	вдоль	124,0	46	14,40
		поперек	178,4	48	17,80
	Б	вдоль	162,3	40	16,20
		поперек	186,4	44	18,20

Анализируя экспериментальные данные табл. 3.3, можно отметить, что исследуемые термопластические материалы Sintex имеют относительное удлинение разрыва в пределах 10–28%, что значительно ниже, чем у отечественных термопластических материалов, а предварительный разогрев материала несколько увеличивает этот показатель, так как с повышением температуры увеличивается пластичность материала, гибкость его полимерных молекул, а следовательно, увеличивается и способность к высоким обратимым деформациям.

Разрывная нагрузка колеблется у зарубежных материалов 150–500Н, а у отечественных – 30–180 Н. Высокая нагрузка при разрыве у зарубежных материалов объясняется наличием большого количества волокон, тесно связанных между собой проклеивающей массой.

Следует отметить также, что с разогревом материала разрывная нагрузка падает. Это можно сказать и о разрушающем напряжении, которое для итальянских материалов колеблется в пределах от 15 до 22МПа, для отечественных – от 10 до 26 МПа. Направление раскрытия существенно не влияет на физико-механические свойства термопластических материалов, однако у образцов, выкроенных в продольном направлении показатели немного лучше, что говорит о продольной направленности волокон в структуре материала, несмотря на их, как кажется, хаотичность расположения.

Сравнение полученных показателей свойств исследуемых термопластических материалов с известными требованиями к каркасным деталям, изложенными в параграфе 1.2, которые были установлены в 70-х гг. ЦНИИКПом, не производится. Это объясняется тем, что в настоящее время они не вполне соответствуют требованиям к современным материалам для подносков обуви, а, следовательно, сравнение в таком случае будет носить относительный характер.

В процессе изготовления обуви деталям придается форма за счет деформаций изгиба, сжатия и линейного или двухмерного растяжения при воздействии тепла и влаги. При определении потребительских и эксплуатационных характеристик следует учитывать те изменения, которые они претерпевают в процессе изготовления обуви и, главным образом, при обтяжно-затяжных операциях.

Формуемость, как показатель способности материала приобретать заданную форму, оценивали по величине остающегося угла, по которому можно судить и о формоустойчивости материалов. Чем больше остающийся угол после изгиба, тем лучше формовочные свойства материалов. Изменение остающегося угла должно стремиться к нулю.

Для исследования формуемости и формообразования термопластических материалов пользовались рекомендациями фирмы TECNO-GI. Образцы каждого материала, выкроенные вдоль и поперек, испытывали вначале в холодном состоянии при комнатной температуре (условия испытания - А), а затем следующие образцы каждого материала, предварительно разогрев их при температуре 150⁰С в течение одной минуты, формовали на специальном приспособлении (матрице), изгибая их (образцы) на угол 90⁰ в течение 30 сек (условия испытания - Б). Результаты измерений формуемости термопластических материалов для подносков представлены в табл. 3.4.

Таблица 3.4 – Остающийся угол после изгиба образцов термопластических материалов на 90⁰

Наименование материала	Условия испытания	Остающийся угол после изгиба на 90 ⁰		Изменения остающегося угла, ⁰	Примечания
		в продольном направлении	в поперечном направлении		
1	2	3	4	5	6
Sintex 308	А	42	44	48-46	без видимых трещин
	Б	87	88	3-2	
Sintex 310	А	37	45	53-45	без видимых трещин
	Б	88	85	2-5	
Sintex 311	А	40	49	50-41	без видимых трещин
	Б	89	88	1-2	

1	2	3	4	5	6
Sintex 312	А	39	43	51-47	без видимых трещин
	Б	89	89	1-1	
Sintex 316	А	49	49	41-40	без видимых трещин
	Б	89	87	1-3	
Biterm 327	А	39	41	50-49	без видимых трещин
	Б	87	87	3-3	
Biterm 330	А	35	36	55-54	без видимых трещин
	Б	82	82	8-8	
Biterm 331	А	38	40	52-50	без видимых трещин
	Б	88	89	2-1	
Biterm 332	А	43	46	47-44	без видимых трещин
	Б	89	85	1-5	
Biterm 336	А	41	45	49-45	без видимых трещин
	Б	84	80	6-10	
Транс1,4-полиизопрен t=1.0 мм	А	-	-	-	угол не фиксируется, покрытие ломается
	Б	-	-	-	угол не фиксируется
Транс1,4-полиизопрен t=1.3 мм	А	20	31	70-59	видимые трещины, угол не фиксируется
	Б	-	-	-	угол не фиксируется
Термопласт	А	31	36	59-54	видимые трещины без видимых трещин
	Б	82	88	8-5	

Анализ экспериментальных данных показывает, что термопластические материалы для подносков Sintex имеют очень хорошие формовочные свойства, т. к. даже в холодном состоянии формование осуществляется на 50%, тогда как после разогрева материала остающийся угол в среднем равен 88° , а $\Delta = 2$ (т.е. практически приравнивается к нулю).

Отечественный материал транс1,4-полиизопрен значительно уступает в этом плане:

- в холодном состоянии угол не фиксируется, а термоклеевое покрытие имеет видимые трещины или просто ломается;
- после разогрева образцы угол принимают, но полностью теряют форму после удаления из матрицы.

Однако материал Кобринской фирмы "Омега" термопласт практически не уступает зарубежным аналогам. В холодном состоянии формование осуществляется на 40%, в разогретом почти на 100%, остающийся угол равен $82-88^{\circ}$.

Следует отметить, что направление раскроя образцов существенно не влияет на остающийся угол.

Одним из важнейших показателей при исследовании материалов для каркасных деталей обуви является их формоустойчивость. Можно иметь прочный и достаточно деформируемый материал, но не формоустойчивый, и наоборот. В связи с этим целесообразно, помимо определения формоустойчивости, проведение исследований термопластических материалов для обуви на показатели статической и динамической формоустойчивости.

Статическую формоустойчивость оценивали показателем коэффициента статической формоустойчивости при двухосном растяжении. Коэффициент K_{ϕ} является характеристикой остаточного удлинения, но при более сложном радиальном растяжении. Результаты расчета коэффициента статической формоустойчивости сведены в табл. 3.5.

Таблица 3.5 – Влияние вида каркасного материала на статический коэффициент формоустойчивости

Вид материала	Толщина образца, мм	Среднее значение, K_{ϕ} , %
Sintex 308	1,0	97
Sintex 310	1,1	95
Sintex 311	1,1	98
Sintex 312	1,6	98
Sintex 316	2,1	97
Biterm 327	1,1	97
Biterm 330	1,2	96
Biterm 331	1,2	97
Biterm 332	1,5	98
Biterm 336	2,2	97
Транс1,4-полиизопрен ($t = 1,0$ мм)	1,0	85
Транс1,4-полиизопрен ($t = 1,3$ мм)	1,3	85
Термопласт	0,9	94

Анализ экспериментальных данных свидетельствует о том, что материалы зарубежного производства и термопласт обладают более высокой статической формоустойчивостью по сравнению с транс1,4-полиизопреном. Однако все исследуемые материалы для подносков по статической формоустойчивости превышают установленную нижнюю границу данного показателя – 75 %. Для большей наглядности результаты эксперимента представлены на диаграмме (рис. 3.2).

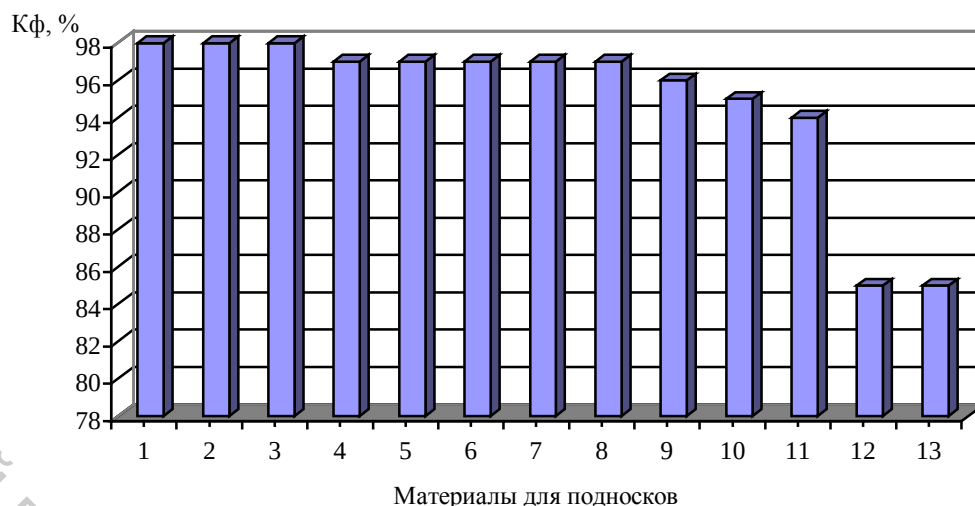


Рисунок 3.2 – Значения коэффициентов формоустойчивости материалов для подносков обуви: 1) Sintex 311; 2) Sintex 312; 3) Biterm 332; 4) Sintex 308; 5) Sintex 316; 6) Biterm 327; 7) Biterm 331; 8) Biterm 336; 9) Biterm 330; 10) Sintex 310; 11) Термопласт; 12) Транс 1,4-полиизопрен (t=1,0 мм); 13) Транс 1,4-полиизопрен (t=1,3 мм).

Однако в реальных условиях эксплуатации термопластические материалы для подносков обуви ведут себя по-разному. Поэтому были проведены исследования формоустойчивости термопластических материалов для подносков обуви, отражающие реальные условия носки обуви.

3.2 СВОЙСТВА СИСТЕМ МАТЕРИАЛОВ ВЕРХА, ИМИТИРУЮЩИХ НОСОЧНУЮ ЧАСТЬ ОБУВИ, В СТАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Объектами исследований являлись системы материалов верха, имитирующих носочную часть обуви. Эти системы различались видом материала верха и подноска.

В качестве материала верха были использованы следующие виды кож:

- натуральная эластичная кожа хромового дубления, выпущенная по ТУ РБ 17-03-55-89;
- искусственная кожа арт. NEVARA/B5 производства совместного российско- итальянского предприятия «Креспи-Тверь»;
- искусственная кожа арт. EP производства «Креспи-Тверь»;
- искусственная кожа арт. 3P-3N производства «Креспи-Тверь».

Используемые в системах материалов верха, имитирующих носочную часть обуви, искусственные кожи представляют собой тканевую основу с пенополиуретановым покрытием. Основные физико-механические свойства натуральной и искусственных кож приведены в таблице 3.6.

Таблица 3.6 – Показатели физико-механических свойств натуральной и искусственных кож

Наименование показателя	Значение показателя			
	Вид материала			
	Натуральная кожа	Искусственная кожа арт. NEVARA/B5	Искусственная кожа арт. EP	Искусственная кожа арт. 3P-3N
Толщина, мм	1,0	0,8	0,8	0,7
Разрывная нагрузка, Н, в направлении продольном поперечном	23,5	25,5	27,0	30,5
	25,5	34,0	31,5	25,0
Разрывное удлинение, %, в направлении продольном поперечном	26,0	19,0	20,0	18,0
	12,0	38,0	43,0	42,0

В качестве материала межподкладки в исследуемых системах верха использовался термопластический материал с односторонним точечным термоклеевым покрытием по ТУ РБ 00300417.037-96 под названием термобязь. Этот материал представляет собой тканевую основу репсового переплетения с точечным полиамидным покрытием. Основные физико-механические свойства этого материала представлены в таблице 3.7.

Таблица 3.7 – Показатели физико-механических свойств термобязи

Наименование показателя	Значение показателя
Толщина, мм	0,1
Поверхностная плотность, г/м ²	153
Разрывная нагрузка, Н, в направлении продольном поперечном	25,5
	24,0
Разрывное удлинение, %, в направлении продольном поперечном	11
	31
Клеящая способность, Н/мм, не менее	0,60
Жесткость, Н	0,05

В качестве материала подноски применялись исследуемые термопластические материалы Sintex 308, 310, 311, 312 в системах с натуральной кожей, кроме этого, Sintex 308 использовался и в системах с верхом из искусственных кож. Biterm 327, транс 1,4-полиизопрен и термопласт были использованы и в системах с верхом из натуральной и искусственных кож.

Для подкладки в исследуемых системах с верхом из натуральной кожи по существующим технологическим процессам применялось трикотажное полотно арт.846, вырабатываемое переплетением трико-сукно на однофонтурной основовязальной машине. В обуви с верхом из искусственных кож для улучшения ее гигиенических свойств в качестве материала подкладки рекомендуется применять натуральную кожу. Поэтому в системах с верхом из искусственных кож для подкладки использовалась кожа подкладочная свиная по ГОСТ 940-84. Основные физико-механические свойства этих видов материалов подкладки приведены в таблице 3.8.

Таблица 3.8 – Показатели физико-механических свойств трикотажного полотна и кожи подкладочной свиной

Наименование показателя	Значение показателя	
	Вид материала	
	Трикотажное полотно	Кожа подкладочная свиная
Толщина, мм	0,2	0,7
Поверхностная плотность, г/м ²	230±12	-
Разрывная нагрузка, Н, в направлении продольном поперечном	25,5	21,5
	24	21,5
Разрывное удлинение, %, в направлении продольном поперечном	60	20
	70	22

Материалы верха собирались в системы, моделирующие носочную часть обуви, следующим образом. Вначале кожи верха по реально существующим технологическим режимам дублировали межподкладкой при температуре 120⁰С в течение 8 секунд. Затем в тех системах, где в качестве материала подноски использовались термопластические материалы Sintex, материалы верха, продублированные межподкладкой, с бахтармянной стороны промазывались латексным клеем. Последним этапом соединения систем было их дублирование при следующих режимах:

- для систем с термопластическим материалом Sintex и Biterm – температура активации 180⁰С, время активации 3 сек., температура прессования 150–170⁰С, время прессования 16–18 сек., давление – 4МПа;
- для систем с термопластическим материалом транс 1,4-полиизопрен – температура активации 180⁰С, время активации 5 сек., температура прессования 120–150⁰С, время прессования 14–16 сек., давление – 4МПа;
- для систем с термопластическим материалом термопласт – температура активации 180⁰С, время активации 5 сек., температура прессования 120–130⁰С, время прессования 16–18 сек., давление – 4 МПа.

Результаты исследования клеящей способности систем материалов верха, имитирующих носочную часть обуви, занесены в табл. 3.9. Анализируя полученные данные, можно сказать, что для второстепенного склеивания исследуемые термопластические материалы имеют достаточную клеящую способность. Графическое изображение (рис. 3.3) наглядно представляет результаты исследования клеящейся способности материалов для подносков обуви.

Таблица 3.9 – Определение прочности склеивания систем материалов верха

Наименование термопластического материала, входящего в систему верха	Направление раскроя	Нагрузка при расслаивании, Q _{ср} , Н	Прочность склеивания, Н/см
1	2	3	4
Sintex 308	вдоль попер.	10,3 10,4	6,9 6,9
Sintex 310	вдоль попер.	6,8 6,2	4,5 4,1
Sintex 311	вдоль попер.	12,9 12,2	8,6 8,1
Sintex 312	вдоль попер.	6,8 5,9	4,5 3,9
Sintex 316	вдоль попер.	7,5 6,8	5,0 4,5
Biterm 327	вдоль попер.	9,8 8,1	6,5 5,4
Biterm 330	вдоль попер.	12,6 11,8	8,4 7,9
Biterm 331	вдоль попер.	12,8 11,3	8,5 7,5
Biterm 332	вдоль попер.	14,9 12,6	9,9 8,4
Biterm 336	вдоль попер.	8,7 7,3	5,8 4,9

1	2	3	4
Транс1,4-полиизопрен $t=1,0$ мм	вдоль попер.	5,7 6,0	3,8 4,0
Транс1,4-полиизопрен $t=1,3$ мм	вдоль попер.	17,0 16,1	11,3 10,7
Термопласт	вдоль попер.	15,6 14,4	10,4 9,6

Так, нагрузка при расслаивании у термопластических материалов в среднем равна: Sintex – от 6 до 13 Н; Biterm – 7–15 Н; транс1,4-полиизопрен ($t = 1,0$ мм) – 4–6 Н; транс1,4-полиизопрен ($t = 1,3$ мм) – 16 – 17 Н; термопласт – от 14 до 16 Н. Прочность склеивания лежит в пределах: Sintex – 4–9 Н/см; Biterm – 6–10 Н/см; транс1,4-полиизопрен ($t = 1,0$ мм) – 3–4 Н/см; транс1,4-полиизопрен ($t = 1,3$ мм) – 10–12 Н/см; термопласт – 9–10 Н.

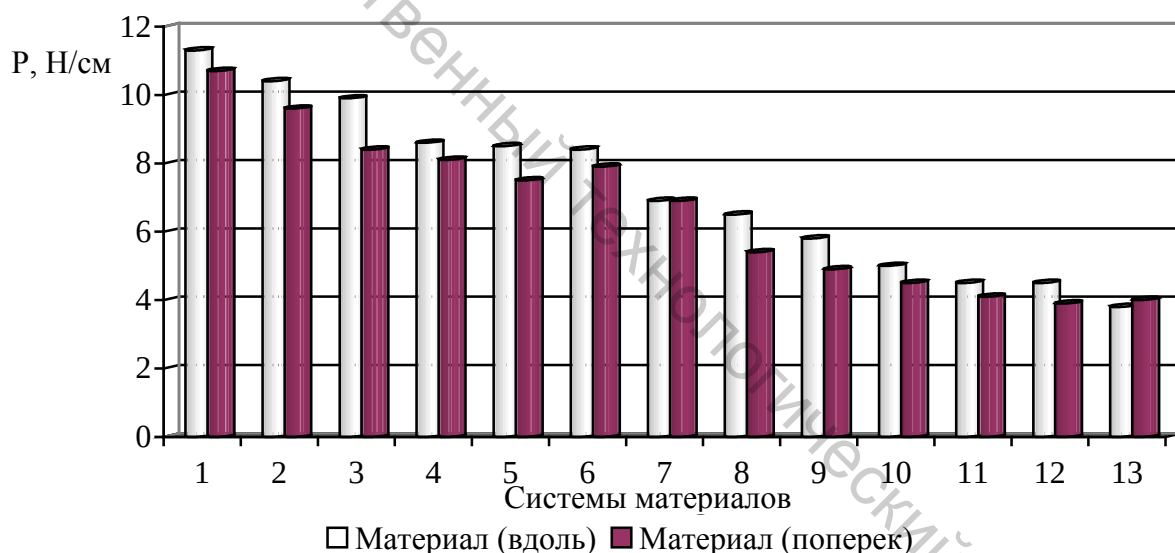


Рисунок 3.3 – Значение прочности склеивания систем материалов верха, имитирующих носочную часть обуви: 1) Транс 1,4-полиизопрен ($t=1,0$ мм); 2) Термопласт; 3) Biterm 332; 4) Sintex 311; 5) Biterm 331; 6) Biterm 330; 7) Sintex 308; 8) Biterm 327; 9) Biterm 336; 10) Sintex 316; 11) Sintex 310; 12) Sintex 312; 13) Транс 1,4-полиизопрен ($t=1,3$ мм).

Можно сделать вывод о том, что отечественные материалы не уступают итальянским по прочности склеивания. Также следует отметить, что направление раскроя влияет на прочностные характеристики при склеивании. Образцы, выкроенные в поперечном направлении, имеют прочность склеивания несколько ниже, чем в продольном.

Для определения формуемости системы материалов верха, имитирующих носочную часть обуви, деформировали на величину 15% с помощью специального приспособления для двухосного растяжения, описанного ранее (раздел 2.2). Метод испытания заключался в давлении шаровым сегментом на системы материалов при режимах формования, соответствующих технологической последовательности:

- обойму с образцом помещали в термостат на 2–5 мин для прогрева материала, температура воздуха в термостате – 150 °С;
- обойму надевали на основание, зажимали болтами и выдерживали в течение 10 мин на открытом воздухе в формованном состоянии, что примерно соответствует прохождению заготовки по обтяжно-затяжному участку;
- приспособление с образцом помещали в сушилку (термостат) на 20 мин;
- после сушки деформированные образцы выдерживали при нормальных условиях 30 мин (что примерно соответствует времени от операции "фиксация формы обуви" до "снятия обуви с колодки");
- измеряли высоту отформованных образцов с помощью индикатора часового типа;
- освобождали от зажимов и выдерживали в нормальных условиях (влажность 65±6%, температура 20±3 °С) не менее 24 часов;
- еще раз измеряли высоту образцов после выдержки.

Результаты испытаний и расчета статического коэффициента формоустойчивости представлены в табл. 3.10.

Таблица 3.10 – Влияние вида каркасного материала на статический коэффициент формоустойчивости систем материалов, имитирующих носочную часть обуви

Вид системы	Средняя толщина образца, мм	Среднее значение статического коэффициента формоустойчивости, K_{ϕ} , %
1	2	3
НК+термобязь+ Sintex308+подкладка	2,4	93
НК+термобязь+ Sintex310+подкладка	2,5	94
НК+термобязь+ Sintex311+подкладка	2,5	95
НК+термобязь+ Biterm 327+подкладка	2,9	94
НК + термобязь+ транс 1,4-полиизопрен + подкладка	2,6	85
НК+термобязь+ Biterm 327 +подкладка	2,5	98

1	2	3
НК+термобязь+термопласт+подкладка	2,2	87
ИК арт. NEVARA/B5 + термобязь + Sintex 308 + подкладка	2,6	88
ИК арт. NEVARA/B5 + термобязь + транс 1,4 – полиизопрен + подкладка	2,9	98
ИК арт. NEVARA/B5 + термобязь + Biterm 327 + подкладка	2,7	99
ИК арт. NEVARA/B5 + термобязь + термопласт + подкладка	2,5	93
ИК арт. EP + термобязь + Sintex 308 + подкладка	2,6	87
ИК арт. EP + термобязь + транс 1,4-полиизопрен + подкладка	2,9	91
ИК арт. EP + термобязь+Biterm 327 + подкладка	2,7	97
ИК арт. EP + термобязь+термопласт + подкладка	2,5	90
ИК арт. SP-3N + термобязь+Sintex 308 + подкладка	2,5	82
ИК арт. SP-3N + термобязь + транс 1,4-полиизопрен + подкладка	2,8	93
ИК арт. SP-3N + термобязь+ Biterm 327 + подкладка	2,7	99
ИК арт. SP-3N+ термобязь+термопласт + подкладка	2,4	93

Анализ экспериментальных данных свидетельствует о том, что формоустойчивость систем материалов, в которых в качестве наружного материала верха использовалась натуральная кожа, а в качестве подноски - итальянские материалы Sintex, примерно одинакова, но существенно превосходит формоустойчивость подобных систем материалов, где применялись материалы отечественного производства – транс 1,4-полиизопрен и термопласт. Материалы итальянского производства Sintex 308, 310, 311 предпочтительны для использования в качестве материала подноски в обуви с объемной носочной частью.

При использовании в качестве материала верха искусственных кож лучшим статическим коэффициентом формоустойчивости обладают те системы материалов верха, в которых в качестве подноски использовался Biterm 327, а меньшим – Sintex 308, который из всех марок термопластических материалов Sintex и в системах с натуральной кожей имел меньшее значение статического коэффициента формоустойчивости. Для наглядности данные испытаний представлены на диаграмме (рис. 3.4).

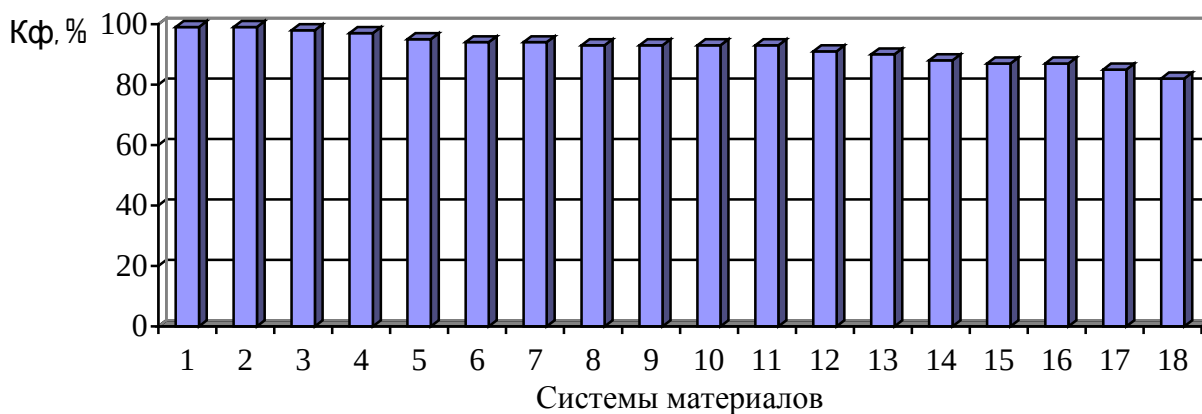


Рисунок 3.4 - Значение коэффициентов формоустойчивости систем материалов верха, имитирующих носочную часть обуви: 1) ИК арт. NEVARA/B5+термобязь+Biterm 327+подкладка; 2) ИК арт. SP-3N+термобязь+ Biterm 327+подкладка; 3) ИК арт. NEVARA/B5+ термобязь+транс1,4- полиизопрен+подкладка; 4) ИК арт. EP+термобязь+ Biterm 327+подкладка; 5) НК+термобязь+ Sintex 311+подкладка; 6) НК+термобязь+ Sintex 310 + подкладка; 7) НК+термобязь+ Biterm 327 + подкладка; 8) НК+термобязь+Sintex 308+подкладка; 9) ИК арт. NEVARA/B5 + термобязь+термопласт+подкладка; 10) ИК арт.SP-3N+ термобязь +транс1,4-полиизопрен+подкладка; 11) ИК арт. SP-3N+термобязь + термопласт+подкладка; 12) ИК арт. EP+термобязь+транс1,4- полиизопрен + подкладка; 13) ИК арт. EP + термобязь + термопласт + подкладка; 14) ИК арт. NEVARA/B5 +термобязь+Sintex 308+подкладка; 15) НК+термобязь+термопласт+подкладка; 16) ИК арт. EP+термобязь + Sintex 308+подкладка; 17) НК+термобязь+транс1,4-полиизопрен +подкладка; 18) ИК арт. SP-3N+термобязь+Sintex 308+подкладка.

Тем не менее, все исследованные системы материалов верха, имитирующих носочную часть обуви, независимо от вида используемого материала для верха и подноски, обеспечивают необходимый уровень формоустойчивости носочной части обуви, т.к., по литературным данным, статический коэффициент формоустойчивости, превышающий 75%, обеспечивает высокое качество формования обуви [75].

3.3 ФОРМОУСТОЙЧИВОСТЬ СИСТЕМ МАТЕРИАЛОВ ВЕРХА, ИМИТИРУЮЩИХ НОСОЧНУЮ ЧАСТЬ ОБУВИ, В ДИНАМИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

В обуви все материалы скреплены между собой и под влиянием внешних воздействий работают как единая система, причем по своим физико-механическим, прочностным и деформационным свойствам эти материалы абсолютно разные. Знание свойств отдельных материалов недостаточно для того, чтобы предсказать, как эти материалы поведут себя в системе верха обуви. Исходя из этого, необходимо провести ис-

следования систем материалов, имитирующих носочную часть обуви, с различными по свойствам материалами верха и подноски.

Для того чтобы сделать всесторонний анализ формоустойчивости систем материалов, имитирующих носочную часть обуви, в динамических условиях необходимо испытать большое количество образцов [82,83]. Ввиду достаточно большой длительности эксперимента и для отработки методики исследования, а также установления вида зависимости, связывающей величину остаточной деформации с количеством циклов нагружений, испытания систем материалов, имитирующих носочную часть обуви, проводили следующим образом.

Образец системы материалов, имитирующей носочную часть обуви, закрепляли на плите прибора для определения формоустойчивости носочной части обуви, описанного в разделе 2.2. Затем производили нагружение образца до 1000 циклов, как по немецкой методике, снимая при этом значения остаточной деформации через каждые 100 циклов.

Результаты испытаний занесены в табл. 3.11.

Аппроксимируем полученные данные по методу наименьших квадратов в электронных таблицах Excel. В результате аппроксимации были выявлены зависимости, связывающие величину остаточной деформации (выходной параметр «у») с количеством циклов (входной параметр «х») в различных системах материалов (рис. 3.5–3.8). Математические зависимости, устанавливающие взаимосвязь, выглядят следующим образом:

$$\text{Система 1: } y = 0,00046x \quad (3.1)$$

$$\text{Система 2: } y = 0,00021x \quad (3.2)$$

$$\text{Система 3: } y = 0,00029x \quad (3.3)$$

$$\text{Система 4: } y = 0,00055x \quad (3.4)$$

$$\text{Система 1а: } y = 0,00038x \quad (3.5)$$

$$\text{Система 2а: } y = 0,00032x \quad (3.6)$$

$$\text{Система 3а: } y = 0,00022x \quad (3.7)$$

$$\text{Система 4а: } y = 0,00018x \quad (3.8)$$

$$\text{Система 1б: } y = 0,00045x \quad (3.9)$$

$$\text{Система 2б: } y = 0,00034x \quad (3.10)$$

$$\text{Система 3б: } y = 0,00040x \quad (3.11)$$

$$\text{Система 4б: } y = 0,00082x \quad (3.12)$$

$$\text{Система 1в: } y = 0,00044x \quad (3.13)$$

$$\text{Система 2в: } y = 0,00029x \quad (3.14)$$

$$\text{Система 3в: } y = 0,00036x \quad (3.15)$$

$$\text{Система 4в: } y = 0,00059x \quad (3.16)$$

При этом коэффициенты корреляции (R^2) варьируют от 0,94 до 0,97, что говорит о достаточно высокой связи исследуемых параметров. Эксперимент показал, что на начальном этапе испытаний зависимости

Таблица 3.11 - Значения остаточной деформации при нагружениях систем материалов, имитирующих носочную часть обуви, до 1000 циклов

Код сис- темы	Вид системы материалов, имитирующих носочную часть обуви	Остаточная деформация, $D_{\text{ост}}$, мм									
		Количество циклов									
		100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
1	ИК арт. SP-3N + термобязь + транс 1,4-полиизопрен + подкладка	0,09	0,12	0,16	0,20	0,24	0,28	0,32	0,37	0,41	0,45
2	ИК арт. SP-3N + термобязь+Sintex 308 + подкладка	0,03	0,06	0,08	0,10	0,11	0,13	0,15	0,16	0,18	0,20
3	ИК арт. SP-3N+ термобязь+термопласт + подкладка	0,06	0,08	0,10	0,13	0,15	0,17	0,20	0,24	0,27	0,29
4	ИК арт. SP-3N + термобязь+ Biterm 327 + подкладка	0,10	0,15	0,21	0,25	0,32	0,36	0,39	0,43	0,46	0,50
1а	ИК арт. EP + термобязь + транс 1,4-полиизопрен + под- кладка	0,05	0,10	0,13	0,17	0,21	0,25	0,27	0,31	0,33	0,35
2а	ИК арт. EP + термобязь + Sintex 308 + подкладка	0,06	0,10	0,14	0,16	0,18	0,20	0,23	0,25	0,27	0,30
3а	ИК арт. EP + термобязь+термопласт + подкладка	0,04	0,07	0,1	0,11	0,13	0,15	0,16	0,17	0,18	0,20
4а	ИК арт. EP + термобязь+Biterm 327 + подкладка	0,03	0,05	0,07	0,08	0,10	0,12	0,13	0,14	0,15	0,17
1б	ИК арт. NEVARA/B5 + термобязь + транс 1,4 – поли- изопрен + подкладка	0,05	0,10	0,14	0,21	0,25	0,30	0,33	0,36	0,38	0,40
2б	ИК арт. NEVARA/B5+термобязь+Sintex 308+подкладка	0,07	0,09	0,14	0,16	0,19	0,23	0,25	0,26	0,28	0,30
3б	ИК арт. NEVARA/B5 + термобязь + термопласт + под- кладка	0,05	0,11	0,15	0,2	0,23	0,28	0,3	0,32	0,34	0,35
4б	ИК арт. NEVARA/B5 + термобязь + Biterm 327 + под- кладка	0,11	0,20	0,26	0,37	0,45	0,53	0,61	0,65	0,70	0,75
1в	НК + термобязь+ транс 1,4-полиизопрен + подкладка	0,10	0,15	0,19	0,23	0,26	0,28	0,31	0,34	0,37	0,40
2в	НК+термобязь+ Sintex308+подкладка	0,04	0,07	0,11	0,13	0,15	0,20	0,22	0,23	0,24	0,25
3в	НК+термобязь+термопласт+подкладка	0,05	0,09	0,12	0,15	0,19	0,22	0,25	0,28	0,32	0,35
4в	НК+термобязь+Biterm 327+подкладка	0,09	0,16	0,21	0,28	0,33	0,39	0,46	0,48	0,49	0,50

имеют не совсем линейный характер, связанный, по-видимому, с уплотнением материалов системы при начальных количествах вдавливания (до 500 циклов), а с дальнейшим увеличением же количества вдавливания этот процесс носит уже линейный характер. Поэтому на первом этапе довольно сложно осуществить прогнозирование формоустойчивости систем материалов верха, имитирующих носочную часть обуви.

Полученные уравнения (3.1–3.16), имеющие тесную корреляционную связь, показали, что изменение величины остаточной деформации можно характеризовать линейной зависимостью, причем это характерно с увеличением количества циклов.

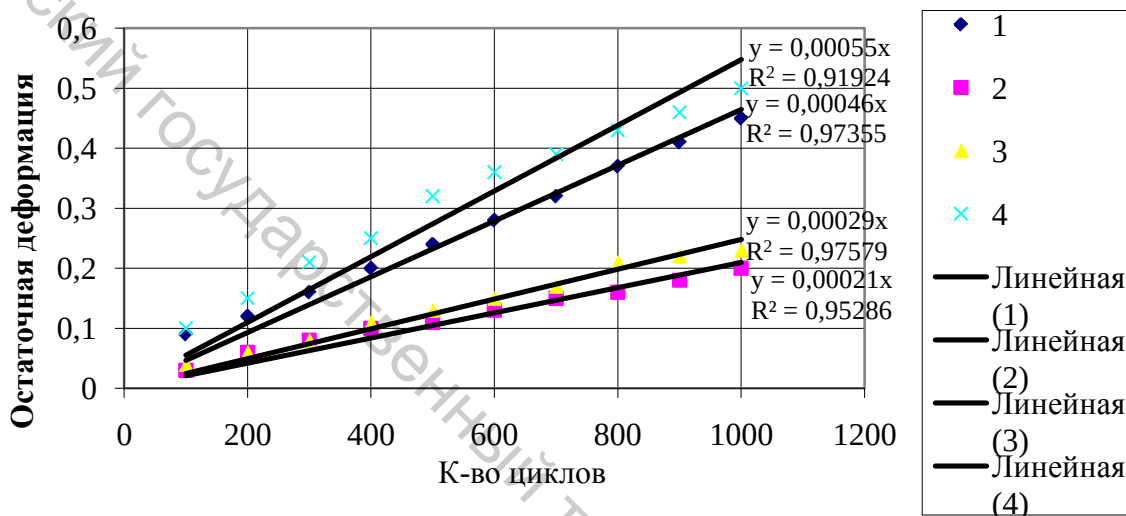


Рисунок 3.5 – Зависимости, связывающие величину остаточной деформации с количеством циклов

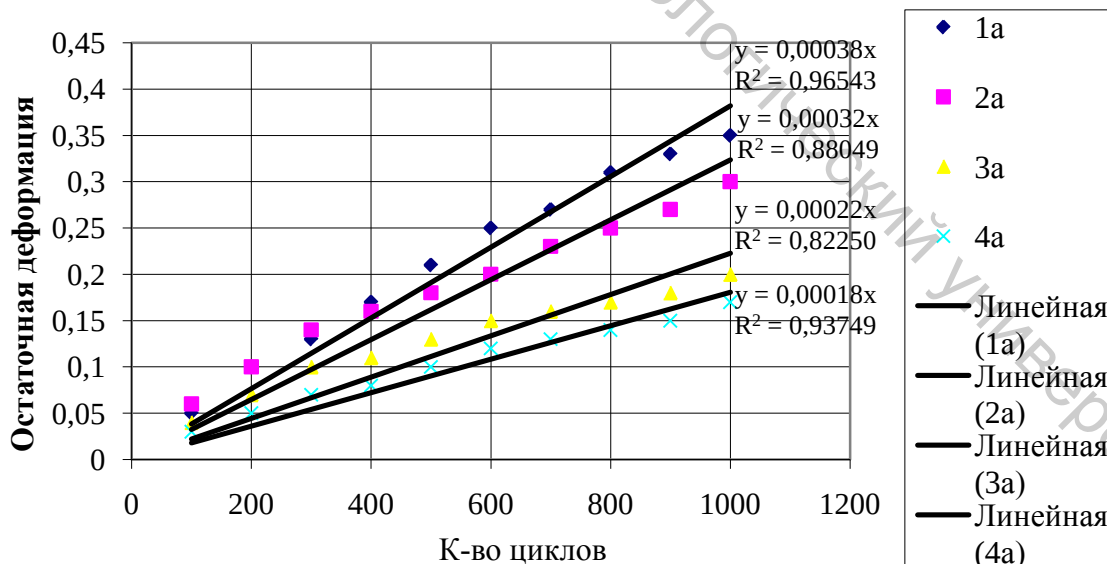


Рисунок 3.6 – Зависимости, связывающие величину остаточной деформации с количеством циклов

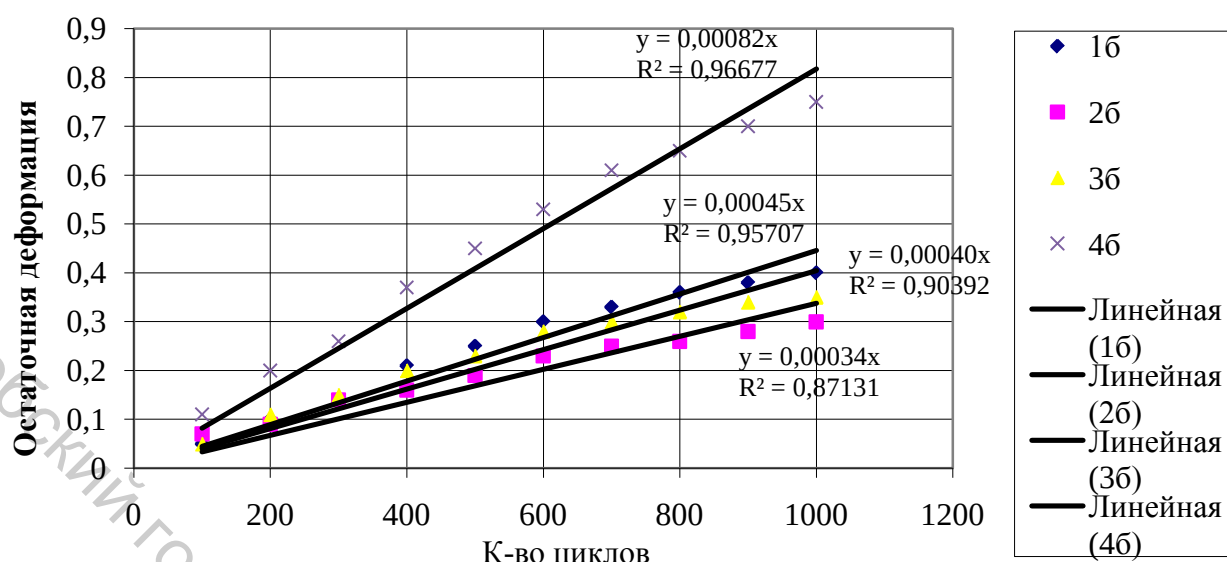


Рисунок 3.7 – Зависимости, связывающие величину остаточной деформации с количеством циклов

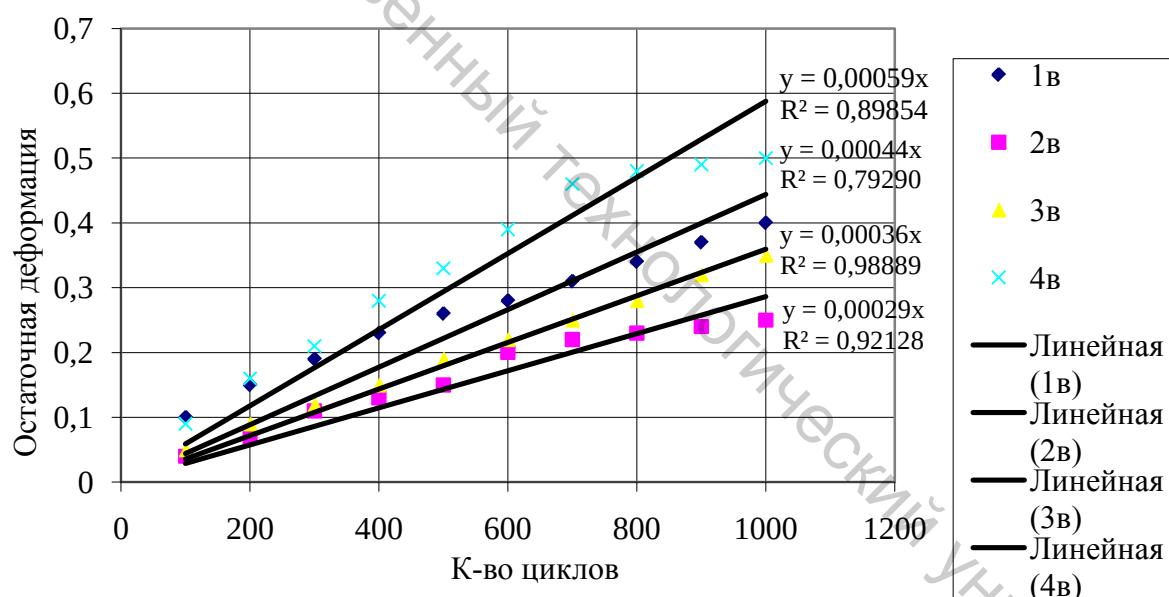


Рисунок 3.8 – Зависимости, связывающие величину остаточной деформации с количеством циклов

По существующей стандартной методике определения остаточной деформации на приборе ЖНЗО-2 [51] допустимая остаточная деформация носочной части может составлять не более 1мм. Поэтому вторым этапом проведения эксперимента было определение количества циклов, при котором величина вмятины систем материалов верха, имитирующей носочную часть обуви, составит 1 мм. Испытание систем производилось на приборе для определения формоустойчивости носочной части

обуви, описанного в разделе 2.1, в котором с помощью индикатора контролировалась величина вмятины, а с помощью счетчика оборотов – количество циклов вдавливания. Параллельно, пользуясь полученными уравнениями (3.1–3.16) расчетным путем были получены теоретические значения количества циклов, при котором величина вмятины систем материалов верха, имитирующих носочную часть обуви, составит 1 мм, и определяли относительную погрешность. Результаты исследований представлены в табл. 3.12.

Таблица 3.12 – Количество циклов вдавливания систем материалов верха, имитирующих носочную часть обуви при величине остаточной деформации 1 мм

Код системы	Вид системы	Количество циклов		Относительная погрешность, %
		экспериментальное	расчетное	
1	ИК арт. SP-3N + термобязь + транс 1,4-полиизопрен + подкладка	2170	2174	0
2	ИК арт. SP-3N + термобязь + Sintex 308 + подкладка	4900	4762	3
3	ИК арт. SP-3N+ термобязь + термопласт + подкладка	3650	3448	6
4	ИК арт. SP-3N + термобязь+ Biterm 327 + подкладка	1900	1786	6
1а	ИК арт. EP + термобязь + транс 1,4-полиизопрен + подкладка	2850	2632	8
2а	ИК арт. EP + термобязь + Sintex 308 + подкладка	3200	3125	2
3а	ИК арт. EP + термобязь+термопласт + подкладка	4550	4545	0
4а	ИК арт. EP + термобязь+Biterm 327 + подкладка	5550	5556	0
1б	ИК арт. NEVARA/B5 + термобязь + транс 1,4 – полиизопрен + подкладка	2450	2222	9
2б	ИК арт. NEVARA/B5 + термобязь + Sintex308 + подкладка	3200	2941	8
3б	ИК арт. NEVARA/B5 + термобязь + термопласт + подкладка	2750	2500	9
4б	ИК арт. NEVARA/B5 + термобязь + Biterm 327 + подкладка	1290	1219	5
1в	НК + термобязь+ транс 1,4-полиизопрен + подкладка	2450	2273	7
2в	НК+термобязь+ Sintex308+подкладка	3800	3448	9
3в	НК+термобязь+термопласт+подкладка	2850	2778	3
4в	НК+термобязь+Biterm 327+подкладка	1756	1667	5

Третьим этапом было установление степени точности, с которой можно прогнозировать формоустойчивость систем материалов верха, имитирующих носочную часть обуви, в динамических условиях, используя ранее полученные уравнения (3.1–3.16).

По известной немецкой методике [71] рекомендуется вдавливать пуансон в носочную часть обуви на глубину 5 мм. В предварительном эксперименте было установлено, что характер изменения вмятины на глубину 1 мм близок к линейному. Следовательно, используя те же зависимости (3.1–3.16), можно определить теоретически возможные значения количества циклов, при которых величина вмятины в образце будет составлять 5 мм. Для определения точности прогнозирования формоустойчивости были проведены испытания, при которых определялось количество циклов вдавливаний систем материалов верха, имитирующих носочную часть обуви, до образования вмятины 5 мм, устанавливалась относительная погрешность испытаний по сравнению с теоретическими подсчетами. Из-за большой длительности испытания одного образца (2,5 часа) каждого вида системы было испытано по десять образцов.

Результаты исследований динамической формоустойчивости систем материалов верха, имитирующих носочную часть обуви, сведены в табл. 3.13.

Таблица 3.13 - Количество циклов вдавливаний систем материалов верха, имитирующих носочную часть обуви при величине остаточной деформации 5 мм

Код системы	Вид системы	Количество циклов		Относительная погрешность, %
		экспериментальное	расчетное	
1	2	3	4	5
1	ИК арт. SP-3N + термобязь + транс 1,4-полиизопрен + подкладка	10400	10869	5
2	ИК арт. SP-3N + термобязь + Sintex 308 + подкладка	24700	23809	4
3	ИК арт. SP-3N+ термбязь+термопласт + подкладка	17500	17241	1
4	ИК арт. SP-3N + термобязь+ Biterm 327 + подкладка	8600	8929	4
1a	ИК арт. EP + термобязь + транс 1,4-полиизопрен + подкладка	12400	13158	6
2a	ИК арт. EP + термобязь + Sintex 308 + подкладка	15900	15625	2

1	2	3	4	5
3а	ИК арт. EP + термобязь+термопласт + подкладка	24700	22727	8
4а	ИК арт. EP + термобязь+Biterm 327 + подкладка	25750	27778	8
1б	ИК арт. NEVARA/B5 + термобязь + транс 1,4 – полиизопрен + подкладка	11700	11111	5
2б	ИК арт. NEVARA/B5 + термобязь + Sintex308 + подкладка	14100	14706	4
3б	ИК арт. NEVARA/B5 + термобязь + термопласт + подкладка	13150	12500	5
4б	ИК арт. NEVARA/B5 + термобязь + Biterm 327 + подкладка	6300	6098	3
1в	НК + термобязь+ транс 1,4-полиизопрен + подкладка	12200	11364	7
2в	НК+термобязь+ Sintex308+подкладка	16200	17241	6
3в	НК+термобязь+термопласт+подкладка	12900	13889	8
4в	НК+термобязь+Biterm 327+подкладка	7850	8333	6

Анализ табл. 3.13 показывает, что величины относительной погрешности варьируются от 2 до 8 %. Это свидетельствует о том, что для определения формоустойчивости систем материалов верха, имитирующих носочную часть обуви, можно пользоваться полученными уравнениями (3.1–3.16), дающими возможность, не проводя длительных испытаний, осуществлять прогноз формоустойчивости носочной части обуви с достаточно хорошей степенью точности, до 8 %.

3.4 ОЦЕНКА ФОРМОУСТОЙЧИВОСТИ СИСТЕМ МАТЕРИАЛОВ ВЕРХА, ИМИТИРУЮЩИХ НОСОЧНУЮ ЧАСТЬ ОБУВИ, ПО ШКАЛЕ ЖЕЛАТЕЛЬНОСТИ

В основу построения обобщенной функции желательности для оценки формоустойчивости систем материалов верха, имитирующих носочную часть обуви, были положены результаты исследований, описанных в предыдущем разделе. При этом использована методика, возможность пользования которой доказана в работе [84], где установлено, что между остаточной деформацией образцов и формоустойчивостью обуви существует довольно тесная связь.

Задача по оценке формоустойчивости носочной части обуви в динамических условиях может быть сформулирована в следующем виде:

$$\Phi = f(\Phi_1, \Phi_2) \rightarrow \max \quad (3.17)$$

где Φ – обобщенный параметр оптимизации;

Φ_1 – формоустойчивость статическая, в качестве параметра оптимизации принят $\varepsilon_{\text{ост}}^c$, %;

Φ_2 – формоустойчивость динамическая, параметр оптимизации – остаточная деформация при регламентированном количестве циклов $\varepsilon_{\text{ост}}^d$, мм.

Одним из наиболее удачных способов решения задачи оптимизации процессов с несколькими откликами является способ Харрингтона [85]. В основе построения лежит принцип преобразования натуральных значений откликов в безразмерную шкалу желательности.

Для построения шкалы желательности обычно пользуются методом количественных оценок с интервалом значений желательности от нуля до единицы. Расчетные данные для построения частных функций желательности приведены в табл. 3.11. Основанием для определения этих значений явился анализ большого объема экспериментальных данных (табл. 3.5, 3.10), который позволил сделать вывод, что для систем, имитирующих носочную часть обуви, необходимо брать более жесткие требования. По данным Файбищенко М.А. системы материалов, имеющие статическую формоустойчивость больше 75%, обеспечивают достаточное качество формования обуви [75]. Однако эти системы не включали в себя такую каркасную деталь, как подносок. На основании многочисленных исследований, проведенных авторами, было установлено, что для систем материалов, включающих подноски, эта величина должна быть больше, так как подносок – это каркасная деталь, участвующая в создании внешнего вида обуви. Поэтому для обеспечения высокой формоустойчивости носочной части обуви ее значение должно быть не менее 85 %.

Таблица 3.14 – Расчетные данные для построения частных функций желательности

Желательность, значение отклика	Оценка по шкале желательности	$\Phi_1, \varepsilon_{\text{ост}}^c, \%$	$\Phi_2, \varepsilon_{\text{ост}}^d, \text{мм}$
Очень хорошо	0,80 – 1,00	84 – 100	1,6 - 0
Хорошо	0,63 – 0,80	80 – 84	2,7 - 1,6
Удовлетворительно	0,37 – 0,63	75 – 80	5,0 – 2,7
Плохо	0,20 – 0,37	71 – 75	6,7 – 5,0
Очень плохо	0,00 – 0,20	> 71	> 6,7

По данным таблицы построены две частных функции желательности (рис. 3.9–3.10). Функции желательности в этом случае описываются уравнениями следующего вида:

$$d_1 = \exp \left\{ - \left[\frac{100 - y_1}{25} \right]^{3,46} \right\} \quad (3.18)$$

$$d_2 = \exp \left\{ - \left[\frac{y_2}{5} \right]^{0,48} \right\} . \quad (3.19)$$

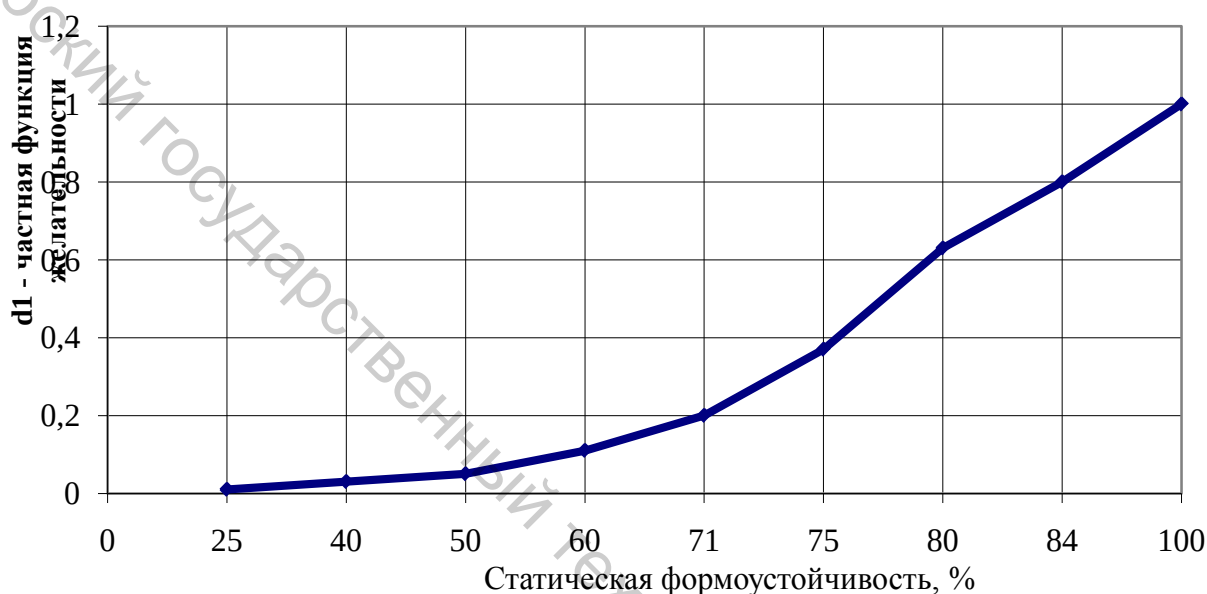


Рисунок 3.9 – Частная функция желательности, d_1

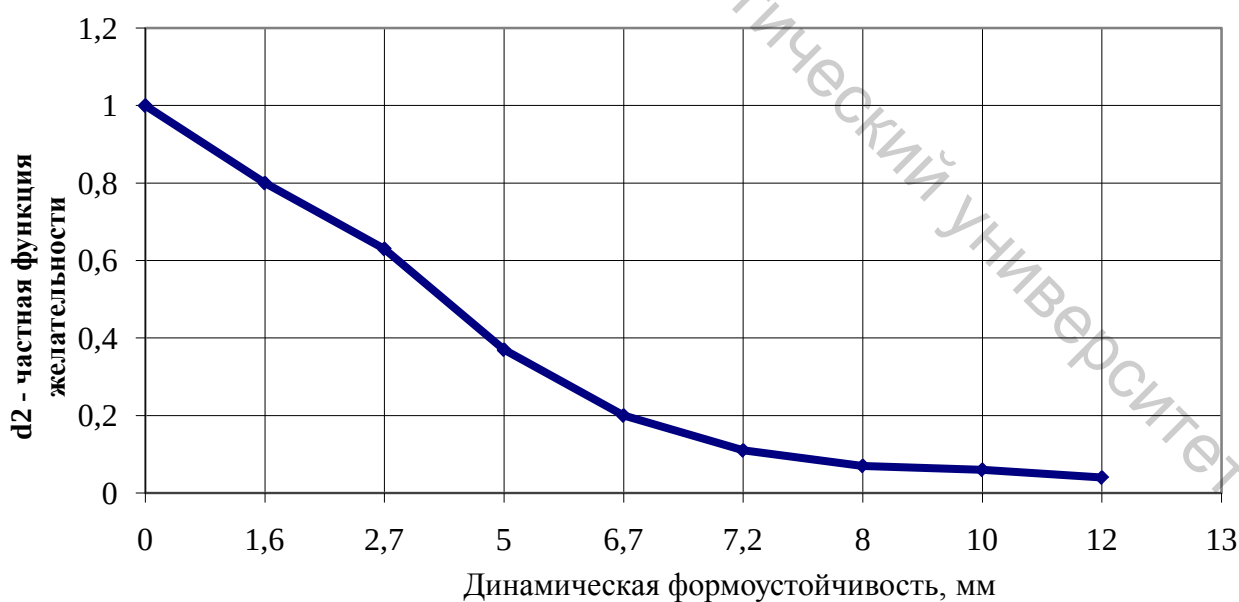


Рисунок 3.10 – Частная функция желательности, d_2

Построение шкалы желательности, которая устанавливает соотношение между значением отклика y_1 ($\varepsilon_{\text{ост}}^c$) и соответствующим ему значением d_1 (частная функция желательности), является в своей основе субъективным отношением (производства) к отдельным откликам, тогда как y_2 ($\varepsilon_{\text{ост}}^d$) и соответствующее ему значение d_2 – отношением потребителя.

Оценка по шкале желательности позволила определить качественный уровень по разработанным критериям и использовалась для расчета обобщенного показателя формоустойчивости носочной части обуви (D) по формуле

$$D = \sqrt{d_1 \cdot d_2}. \quad (3.20)$$

Формализация оценки формоустойчивости обуви позволила сопоставить данные, полученные в исследованиях, выполненных по разным методикам, и, кроме того, дала количественную оценку этому важному свойству изделия. Экспериментальные и расчетные данные приведены в табл. 3.15.

Таблица 3.15 – Экспериментальные и расчетные данные частных функций желательности

Вид системы	Натуральное значение отклика		Частные желательности		Обобщенный показатель функции желательности, D
	$\varepsilon_{\text{ост}}^c$ (y_1)	$\varepsilon_{\text{ост}}^d$ (y_2)	d_1	d_2	
1	2	3	4	5	6
НК+термобязь+Sintex308 + подкладка	93	0,25	0,88	0,88	0,88
НК+термобязь+транс1,4-полиизопрен + подкладка	85	0,40	0,63	0,76	0,69
НК+термобязь+Biterm327 + подкладка	98	0,50	0,98	0,71	0,83
НК+термобязь+термопласт+подкладка	87	0,35	0,70	0,80	0,75
ИК арт. NEVARA/B5 + термобязь + Sintex 308 + подкладка	88	0,30	0,75	0,82	0,78
ИК арт. NEVARA/B5 + термобязь + транс 1,4 – полиизопрен + подкладка	98	0,40	0,98	0,76	0,86
ИК арт. NEVARA/B5 + термобязь + Biterm 327 + подкладка	99	0,75	0,99	0,65	0,80
ИК арт. NEVARA/B5 + термобязь + термопласт + подкладка	93	0,35	0,88	0,80	0,84

1	2	3	4	5	6
ИК арт. EP + термобязь + Sintex 308 + подкладка	87	0,30	0,70	0,82	0,76
ИК арт. EP + термобязь + транс 1,4-полиизопрен + подкладка	91	0,35	0,80	0,80	0,80
ИК арт. EP + термобязь + Biterm 327 + подкладка	97	0,17	0,96	0,98	0,95
ИК арт. EP + термобязь + термопласт + подкладка	90	0,20	0,79	0,96	0,87
ИК арт. SP-3N + термобязь + Sintex 308 + подкладка	82	0,20	0,52	0,96	0,71
ИК арт. SP-3N + термобязь + транс 1,4-полиизопрен + подкладка	93	0,45	0,88	0,73	0,80
ИК арт. SP-3N + термобязь + Biterm 327 + подкладка	99	0,50	0,99	0,71	0,84
ИК арт. SP-3N + термобязь + термопласт + подкладка	93	0,23	0,88	0,90	0,89

Анализ табл. 3.15 показывает, что чем выше натуральное значение отклика $\epsilon_{\text{ост}}^c$ и ниже натуральное значение отклика $\epsilon_{\text{ост}}^d$, тем выше значение соответствующих частных желательностей. Кроме того, чем ближе значение обобщенного показателя функции желательности к единице, тем выше формоустойчивость соответствующих систем материалов верха в статических и динамических условиях [86].

Таким образом:

- проведено исследование термопластических материалов для подносков обуви по стандартным показателям и показателям, выбранным по нормативно-технической документации. Установлено, что показатель жесткости при изгибе по консоли характеризует упруго-пластические свойства и формоустойчивость термопластических материалов для подносков. С увеличением жесткости увеличивается и формоустойчивость при производстве, хранении и эксплуатации [87, 88];

- в результате исследований было установлено, что системы материалов, имитирующих носочную часть обуви, с различными видами термопластических материалов для подносков обеспечивают достаточный уровень формоустойчивости. Однако формоустойчивость систем материалов, в которых в качестве подноска применялись итальянские материалы Sintex 308, 310, 311, примерно одинакова, но существенно превосходит формоустойчивость подобных систем, где применялись подноски отечественного производства – транс 1,4-полиизопрен и термопласт, которые не обеспечивают достаточную формоустойчивость для каркасных деталей [89];

– предложено оценивать свойства систем материалов и обуви в статике и динамике с использованием функции желательности. Построены две частные функции желательности для оценки формоустойчивости носочной части обуви в статике и динамике. Оценка по шкале желательности позволила определить качественный уровень по разработанным критериям и использовалась для расчета обобщенного показателя формоустойчивости носочной части обуви. Это позволило сопоставить данные, полученные в исследованиях, выполненных по разным методикам;

– исследования систем материалов показали, что их формоустойчивость после динамических нагрузжений значительно отличается и изменяется в различных системах по-разному. Установлено, что изменения формоустойчивости в динамике носит линейный характер. Это позволяет, не проводя длительных испытаний, прогнозировать формоустойчивость систем материалов с хорошей степенью точности (до 8 %).

ГЛАВА 4

СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПОДНОСКОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ ОТХОДОВ ОБУВНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Функционирование предприятий обувной промышленности завершает производственный цикл изготовления обуви как окончательной продукции из широкого ассортимента вспомогательных сырья и материалов. Низкий коэффициент их использования, связанный с особенностями, присущими выпуску данного вида товара, определяет создание в больших объемах «дополнительной продукции» – отходов производства. Расширение ассортимента и повышение качества обуви, а также увеличение удельного веса использования импортных материалов сопровождается уменьшением объемов каждого вида отходов при росте их общего объема. Утилизация отходов на тех предприятиях, где изготавливаются материалы и полуфабрикаты, в настоящее время не применяется. В результате практически все отходы, образующиеся на обувных предприятиях, на них и остаются.

Проводимые в настоящее время исследования по разработке универсальной технологии термомеханической переработки отходов обувных материалов показывают, что возможно не только полностью осуществлять рециклинг отходов, но и перерабатывать их в обувные материалы, которые используются в основном производстве [90–94].

В данной главе рассматриваются методы предварительной переработки и производства материалов для подносков из отходов обувного производства, исследуются физико-механические свойства, формуемость и формоустойчивость новых материалов для подносков, полученных из отходов термопластических материалов. Кроме этого, исследуется статическая формоустойчивость нового материала для подносков из отходов обувного производства в системах материалов верха, имитирующих носочную часть обуви, как показатель, обеспечивающий высокое качество носочной части обуви.

4.1 МЕТОДЫ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ И ПРОИЗВОДСТВА МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПОДНОСКОВ ИЗ ОТХОДОВ ОБУВНОГО ПРОИЗВОДСТВА

В настоящее время при изготовлении обуви применяются различные по структуре материалы для подносков, обеспечивающие формоустойчивость носочной части. Как правило, это дорогостоящие материалы зарубежного производства, что отрицательно отражается на себестоимости обуви. Немалую роль в обеспечении конкурентоспособности обуви для покупателей играет стоимость обуви. Большая часть производимой в настоящее время обуви изготавливается из импортных ком-

плекующих, что отражается на себестоимости продукции. В обувной промышленности доля сырья и материалов в себестоимости продукции примерно составляет 75–93%. Поэтому для ее снижения актуальным является использование местной сырьевой базы и вторичных ресурсов. Современным направлением развития промышленности является разработка экологически чистых и энергосберегающих технологий, использующих в качестве сырья отходы производства, что обеспечивает большие экономические выгоды за счет увеличения масштабов производства при неизменном размере сырьевой базы [95].

В настоящее время существует ряд методов переработки отходов, образующихся в процессе производства обуви. Однако вопросу переработки отходов термопластических материалов для подносков обуви из-за сложности технологии уделялось мало внимания. Это связано с тем, что большинство термопластических материалов являются многослойными материалами, состоящими из разных по своей структуре слоев: основы (ткань, нетканый материал и др.), полимерной композиции (полиэфир, полиэтилен, сэвилен и др.) и клеевого слоя. В связи с этим сложно определить поведение материалов при переработке. В то же время на обувных предприятиях образуются десятки тонн отходов в год [96, 97].

Решение данной проблемы имеет особую практическую значимость, так как можно при минимальных затратах получить новый материал для подносков, уменьшая тем самым себестоимость и повышая конкурентоспособность обуви [98, 99].

Существуют две точки зрения на решение проблемы переработки промышленных твердых отходов. Суть их сводится к одинаковой схеме действия: превратить твердые отходы, насколько это возможно, в полезный продукт или перевести в такое состояние, чтобы отходы занимали минимальный объем, и поместить их в подходящее для захоронения место [100].

Наибольшая отдача, как в плане экономики, так и с экологической точки зрения, проявляется при переработке отходов термопластических материалов, к которым, в частности, относятся современные материалы для подносков обуви. Однако при утилизации отходов термопластических материалов возникают некоторые проблемы из-за непрерывного улучшения их свойств, повышения их стойкости к окислению, горению, биостойкости и т.д. Эти материалы, как правило, не поддаются естественным процессам уничтожения (гниению, выветриванию, растворению в воде). Такие способы уничтожения, как захоронение, затопление и сжигание, непригодны и приводят к загрязнению окружающей среды [101].

Основные способы утилизации термопластических материалов заключаются в регенерации для повторной переработки в изделия или превращение в другие полезные продукты путем разложения при высо-

кой температуре в соответствующих условиях. Основными факторами при выборе метода переработки являются капиталовложения, текущие затраты, оптимальное расходование сырья и энергии, возможности сбыта продукции из вторичного сырья, экологическая безвредность.

Из трех групп, на которые разделены все существующие термопластичные материалы для подносков, лишь материалы первой группы – пленочные, получаемые путем нанесения полимеров непосредственно на детали обуви, – позволяют создавать возможность практически безотходного производства. В остальных же двух группах образуется до 25 % отходов [102].

Отходы материалов первой группы – пленочные (безотходные) – достаточно легко подвергаются переработке методом экструзии и каландрования, в результате которого опять получается пленочный материал.

Проблемой переработки термопластических материалов третьей группы ни в России, ни в Республике Беларусь, ни в СНГ и странах дальнего зарубежья никто не занимался. Это, скорее всего, связано с достаточно большой разновидностью термопластических материалов, различием их структур и относительно небольшим объемом отходов. Кроме этого, процесс дробления и последующей переработки представляет определенные трудности.

В настоящее время уже имеется ряд разработок, позволяющих осуществить переработку полимерных материалов, которые вполне применимы к переработке термопластических материалов для подносков. При всем многообразии способов утилизации отходов полимеров и применяемого оборудования, для переработки термопластических материалов для подносков можно применить следующую общую схему процесса [103]: предварительная сортировка → измельчение → конфекционирование и грануляция → переработка в изделие. Следует отметить, что именно эта схема была реализована авторами для переработки отходов обувного производства и получения новых материалов для подносков.

Первая стадия включает в себя сортировку отходов по внешнему виду: отделение посторонних включений. Обычно на обувных предприятиях отходы термопластических материалов собираются отдельно, и поэтому эта стадия практически не нужна.

Вторая стадия – одна из наиболее ответственных в процессе. В результате одно- или двухстадийного измельчения материал достигает размеров, достаточных для того, чтобы можно было осуществлять его дальнейшую переработку.

Стадия измельчения отходов является обязательной и чрезвычайно ответственной при переработке. Часто от измельчения зависит возможность дальнейшей переработки отходов в изделие и области их применения. В настоящее время разработано большое число различных

типов оборудования для измельчения отходов. При выборе того или иного типа необходимо учитывать ряд факторов, главными из которых являются вид и характер отходов, их размеры и количество, необходимая степень измельчения и конечный размер дробленого материала.

В настоящее время в большинстве стран дробление отходов осуществляется вальцовочными машинами. Существенным их недостатком является низкая эффективность измельчения, т.е. необходимость многократного пропускания материала через рабочий зазор.

С точки зрения энергоемкости наиболее рациональным методом считается криогенное измельчение. Разработанный в 80-х годах способ [103] позволяет получать крошку с размером основной массы частиц до 1 мм. Однако при этом методе есть существенные недостатки, к которым относятся следующие:

- сложное аппаратное оформление;
- большой расход хладагента, что в общей сложности сводит на нет уменьшение энергозатрат, достигаемое за счет хрупкого механизма разрушения;
- требуется тщательная сортировка для удаления инородных включений.

Кроме того, для осуществления разрабатываемой технологии не требуется такое сверхтонкое измельчение. Поэтому наиболее оптимальным вариантом измельчения отходов термопластических материалов для подносков является использование дробилок роторно-ножевого типа [91]. Этот метод пригоден для получения крошки диаметром частиц до 2 мм, при этом размер крошки регулируется сменными решетками 4 с различными диаметрами отверстий. В большинстве дробилок такого типа подвижные ножи смонтированы на горизонтальном роторе, и число их может меняться.

Можно, конечно, получить более тонкий помол при использовании криогенной техники, однако, учитывая небольшие объемы измельчаемых отходов, их применение экономически невыгодно.

В настоящее время подобные измельчители имеются практически на всех предприятиях обувной промышленности, использующих литьевой метод получения низа из ТЭП и ПВХ, что является немаловажным фактором, определяющим выбор оборудования.

В третьей стадии дробленые отходы при необходимости смешивают со стабилизаторами, красителями, наполнителями и другими ингредиентами и гранулируют.

Заключительной стадией процесса использования отходов является переработка гранулята в изделия. Для реализации этой стадии при переработке термопластических материалов для подносков существуют три основных метода: метод прессования, метод литья, метод прокатки.

При прессовом способе применяются гидравлические прессы или карусельные пресс-автоматы. Плиты прессы нагреваются паром или

электрически. Плунжер пресса сжимает плиты, создавая давление в форме. При этом происходит формование разогретой в пресс-формах пластической смеси с вытеканием ее излишков и образованием выпрессовок. Этот метод осуществляется по следующей схеме:

- загрузка измельченных отходов в пресс-форму;
- подпрессовка – эта операция необходима для улучшения прогрева композиции, ее рекомендуется проводить под давлением 20 тонн;
- разогрев смеси – пресс-форма с находящейся в ней смесью выдерживается при температуре, необходимой для пластификации, но не приводящей к деструкции какого-либо компонента смеси (определяется временем, необходимым для полного прогрева композиции, обычно температура активации подносков – 160–180⁰С);
- прессование – разогретая смесь сдавливается при помощи гидравлического пресса, например, марки П-125 при давлении 20 тонн (величина давления обусловлена возможностями существующего оборудования);
- охлаждение – температура понижается до 40–50⁰С в течение 15–20 минут после прессования;
- извлечение полученного материала.

Однако при переработке отходов термопластических материалов для подносков обуви по данной схеме изготовление больших по площади пластин при их относительно малой толщине вызывает определенные трудности, т.к. материал плохо заполняет края пресс-формы. Кроме этого, метод достаточно трудоемок и требует длительного прогрева отходов. Поэтому его можно совместить с литьевым. Это можно осуществить следующим образом: вначале пластифицировать отходы в экструдере, а затем их заливать в охлажденную пресс-форму и додавливать прессом.

Технологический процесс литья отходов термопластических материалов для подносков под давлением осуществляется с помощью литьевой машины. Он заключается в том, что материал, из которого изготавливается изделие, размягчается до вязкотекучего состояния, впрыскивается под давлением в пресс-форму, заполняет ее и формуется.

Однако при этом методе получается не листовый материал, а подноски заданной пространственной формы. Поэтому данный метод пригоден для литья подносков специальной обуви, где форма носочной части не подвержена влиянию моды, и, следовательно, отпадает необходимость в большом количестве пресс-форм, различных по форме.

Третий метод переработки отходов термопластических материалов для подносков – метод прокатки – по особенностям подготовки материала в пластификационном цилиндре, он близок к методу литья под давлением. Этот метод еще называют экструзионным, и суть его заключа-

ется в выдавливании пластифицированного материала из пластификационного цилиндра через щель определенной конфигурации.

В этом случае прессовый узел отсутствует, а сама машина называется экструдером [104]. Отходы термопластических материалов для подносков обуви после того, как перешли в пластичное состояние, подвергаются пластической деформации с целью придания формы с помощью валков каландра.

Процесс получения заготовки материала заключается в получении листа неограниченной длины, но определенной толщины и ширины, с ровной и гладкой поверхностью. Достигается это путем пропуска смеси через зазор валков каландра.

При формовании смеси обычно применяются двухвалковые каландры. Основной их рабочей частью являются валки, в зазорах между которыми и происходит процесс каландрования. В зависимости от назначения каландры изготавливаются с разным количеством и расположением валков, работающих без фрикций.

В настоящее время питание каландров в производстве обуви осуществляется от подогревающих и питающих вальцов, где смесь гомогенизируется и равномерно нагревается до требуемой температуры и пластичности. С помощью транспортера она передается в начальный зазор каландра. Основным недостатком данной схемы является возможность захвата воздушных включений в массу материала в начальном вальцовом зазоре каландра. Для устранения этого недостатка для питания каландров стали применять червячные машины холодного питания. Размеры валков и червяков определяются ассортиментом выпускаемой продукции. Так, на выпускаемых серийно фирмой «Bersdorf» (Германия) агрегатах «Червячная машина – двухвалковый каландр» используются червячные машины с размерами червяка 250 мм и более и каландры с размерами валков от 500 до 700 × 2200 мм. Линейная скорость каландрования до 35 м/мин.

Для выпуска узких лент эффективно применение формующей головки валкового типа, представляющей собой два небольших ролика, снабженных приводом и присоединенных соответствующим образом непосредственно к фланцу цилиндра. Подобным методом получают пластины из монолитного термопластического полиуретана, согласно которому предварительно одним из известных способов получают пластическую массу, после чего ее вальцуют и проводят горячее и холодное прессование в листы, из которых вырубают подошвы [91].

Принципиально валки каландра в данной схеме технологического процесса выполняют функции гладильных валков. Поэтому для каландрования термопластических материалов для подносков можно остановиться на конструкции двухвалкового каландра [91].

Придание формы осуществляется в зазоре между двумя валками, при этом термопластическая смесь перераспределяется по ширине, по-

лимеризуется, остывает и принимает форму полосы. Регулированием зазора между валками, их скорости вращения можно добиться изменения толщины получаемой полосы. После выдержки в течение 15–20 минут получаемые полосы могут использоваться для вырубания деталей подносков обуви.

При реализации метода прокатки получается достаточно однородный по толщине и свойствам материал, который является наиболее приемлемым для переработки отходов термопластических материалов для подносков обуви.

Таким образом, на сегодняшний день, получены новые материалы для подносков обуви из отходов термопластических материалов. Наиболее перспективным методом – методом прокатки – были получены три вида материалов: первый – из отходов термопластического материала – термопласта, второй – из отходов термопласта с добавлением кожкартона, третий – из отходов термопластического материала итальянского производства Biterm 327. Методами прессования и прокатки были получены материалы из отходов термопластического материала – термопласта.

4.2 ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ФОРМОУСТОЙЧИВОСТЬ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПОДНОСКОВ ОБУВИ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ ОТХОДОВ ОБУВНОГО ПРОИЗВОДСТВА

В данном разделе приведены результаты исследования свойств новых материалов для подносков обуви, полученных из отходов термопластических материалов. Для того чтобы получить ясную картину о свойствах этих материалов, были проведены исследования материалов для подносков, полученных тремя описанными в предыдущем разделе методами переработки отходов.

Результаты измерений и расчета физико-механических свойств новых материалов для подносков обуви, полученных из отходов термопластических материалов, представлены в табл. 4.1 и 4.2.

Таблица 4.1 – Физико-механические показатели новых материалов для подносков, полученных из отходов термопластических материалов

№ образца	Метод получения материала	Толщина, мм	Твердость, усл.ед.	Плотность, г/см ³
1	2	3	4	5
1	Метод прессования	1,1	93,7	0,59
2	Метод литья	1,7	94,3	0,67
3	Метод прокатки из термопласта	1,4	94,2	0,62

1	2	3	4	5
4	Метод прокатки из термопласта с добавлением картона	2,5	89,7	0,51
5	Метод прокатки из термопластического материала Biterm 327	2,3	94,7	0,55

Анализ физико-механических свойств новых материалов показал, что они имеют достаточно хорошие показатели твердости и плотности, не уступая аналогичным показателям исходных материалов. Следует отметить, что, как и у исходных материалов, толщина новых материалов для подносков обуви, полученных из отходов производства, не влияет на их плотность (рис. 4.1).



Рисунок 4.1. – Значения плотности новых материалов, полученных различными методами переработки отходов термопластических материалов для обуви: 1) материал, полученный методом литья; 2) материал, полученный методом прокатки из термопласта марки Г; 3) материал, полученный методом прессования; 4) материал, полученный методом прокатки из термопластического материала Biterm 327; 5) материал, полученный методом прокатки из термопласта марки Г с добавлением картона.

Таблица 4.2 – Показатели жесткости при изгибе по консоли новых материалов для подносков, полученных из отходов термопластических материалов

Метод получения материала	Направление раскрытия	Толщина, см	Нагрузка, Н	Стрела прогиба, см	Модуль упругости, Н/м²	Момент инерции, м⁴	Жесткость, Н·м²
1	2	3	4	5	6	7	8
Метод прессования	попер.	0,11	0,04	0,95	4217,9	$3,3 \cdot 10^{-4}$	1,40
	вдоль	0,11	0,04	0,97	4130,9	$3,3 \cdot 10^{-4}$	1,36

1	2	3	4	5	6	7	8
Метод литья	попер.	0,17	0,15	0,92	4424,8	$1,2 \cdot 10^{-3}$	5,43
	вдоль	0,17	0,15	0,90	4523,1	$1,2 \cdot 10^{-3}$	5,42
Метод прокатки из термопласта	попер.	0,14	0,12	1,08	5398,9	$6,9 \cdot 10^{-4}$	3,70
	вдоль	0,14	0,12	1,13	5160,1	$6,9 \cdot 10^{-4}$	3,56
Метод прокатки из термопласта с добавлением картона	попер.	0,25	0,25	1,03	2071,2	$3,9 \cdot 10^{-3}$	8,08
	вдоль	0,25	0,25	0,97	2199,3	$3,9 \cdot 10^{-3}$	8,58
Метод прокатки из термопластического материала Biterm 327	попер.	0,23	0,20	1,03	2127,9	$3,0 \cdot 10^{-3}$	6,47
	вдоль	0,23	0,20	0,98	2236,4	$3,0 \cdot 10^{-3}$	6,71

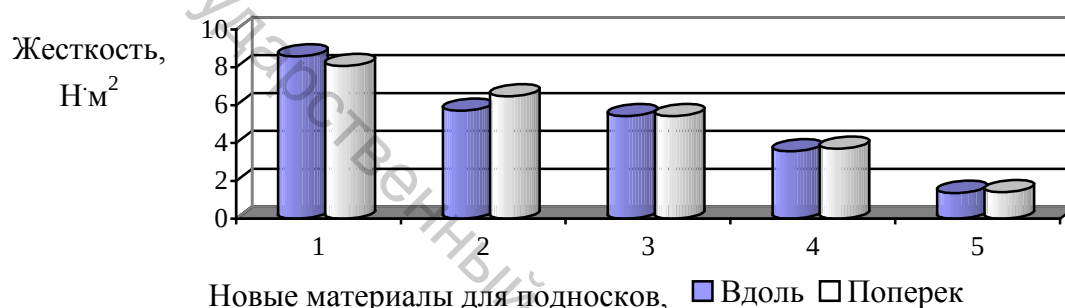


Рисунок 4.2 – Значение жесткости новых материалов, полученных различными методами переработки отходов термопластических материалов для обуви: 1) материал, полученный методом прокатки из термопласта марки Г с добавлением картона; 2) материал, полученный методом прокатки из термопластического материала Biterm 327; 3) материал, полученный методом литья; 4) материал, полученный методом прокатки из термопласта марки Г с добавлением картона; 5) материал, полученный методом прессования.

Новые материалы обладают более высокой жесткостью по сравнению с исходными материалами, и их значение увеличивается с повышением толщины (рис. 4.2). Это можно объяснить тем, что при переработке произошло частичное разрушение основы и проникновение пластика во внутрь материала. Кроме этого, материалы, полученные методом прокатки из термопласта марки Г и из Biterm 327, имеют большую толщину и жесткость, поэтому их целесообразно применять для подносков рабочей обуви.

Небольшие значения прочностных свойств новых материалов для подносков, полученных из отходов производства связаны с тем, что текстильная основа была разрушена в процессе переработки, т.к. при измельчении диаметр крошки достигал 2 мм (табл. 4.3). Улучшения этих

свойств можно достигнуть путем введения при переработке исходных материалов волокнистой основы.

Таблица 4.3 – Показатели деформационных и прочностных свойств термопластических материалов для подносков обуви

Метод получения материала	Условия испытания	Расположение образца	Показатели		
			Разрывная нагрузка R_p , Н	Удлинение разрыва, E_p , %	Разрушающее напряжение, σ , МПа
Метод прессования	А	вдоль	3,9	2	0,35
		поперек	4,8	2	0,44
	Б	вдоль	106,0	6	9,63
		поперек	102,6	5	9,33
Метод литья	А	вдоль	5,3	2	0,31
		поперек	5,6	3	0,33
	Б	вдоль	142,3	8	8,37
		поперек	135,8	7	7,99
Метод прокатки из термопласта марки Г	А	вдоль	5,3	3	0,38
		поперек	4,8	2	0,34
	Б	вдоль	137,5	7	9,82
		поперек	140,2	8	10,01
Метод прокатки из термопласта марки Г с добавлением картона	А	вдоль	37,5	8	1,50
		поперек	7,0	8	0,28
	Б	вдоль	6,5	8	0,26
		поперек	2,0	5	0,08
Метод прокатки из термопластического материала Biterm 327	А	вдоль	12,0	11	0,52
		поперек	17,5	8	0,76
	Б	вдоль	4,0	11	0,17
		поперек	7,0	14	0,30

Следует отметить, что направление раскроя существенно не влияет на исследуемые свойства термопластических материалов, однако свойства новых материалов несколько хуже свойств традиционных материалов. Это тоже объясняется тем, что при размельчении произошло полное разрушение основы, и раздробленные нетканые основы исходных материалов оказались несвязанными между собой. Исходя из всего вышесказанного, можно сделать вывод о том, что для улучшения свойств нового материала необходимо вводить добавки, повышающие прочность, но не снижающие другие свойства.

Одним из важных показателей при исследовании новых материалов, полученных из отходов термопластических материалов для подносков, как и для исходных материалов, является их формоустойчивость. Для определения этого показателя мы определяли остающийся угол по-

сле изгиба на 90^0 и формоустойчивость как в статических, так и динамических условиях.

Результаты измерений остающегося угла после изгиба на 90^0 и расчета статической формоустойчивости новых материалов для подносков обуви, полученных из отходов термопластических материалов, представлены в табл. 4.4.

Таблица 4.4 – Остающийся угол после изгиба на 90^0 образцов новых материалов для подносков обуви, полученных из отходов термопластических материалов

Метод получения материала	Условия испытания	Остающийся угол после изгиба на 90^0 , в направлении		Изменения остающегося угла, 0	Примечания
		продольном	поперечном		
Метод прессования	А	89	90	1-0	без видимых трещин
	Б	53	55	37-35	
Метод литья	А	89	90	1-0	без видимых трещин
	Б	43	51	47-39	
Метод прокатки из термопласта	А	90	89	0-1	без видимых трещин
	Б	52	46	44-38	
Метод прокатки из термопласта с добавлением картона	А	90	89	0-1	без видимых трещин видимые трещины
	Б	47	50	42-37	
Метод прокатки из термопластического материала Biterm 327	А	89	90	1-0	без видимых трещин
	Б	45	48	41-36	

Новые материалы имеют очень хорошие формовочные свойства, т.к. остающийся угол в среднем равен 88^0 при формовании после нагревания и 47^0 при формовании в холодном состоянии. Следует также отметить, что направление раскроя образцов существенно не влияет на остающийся угол. Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что новый материал обладает высокой формоустойчивостью, которая обеспечивается подвижностью раздробленных структурных элементов.

Исследование физико-механических свойств новых материалов, полученных в результате переработки термопластических материалов для подносков обуви, недостаточно для того, чтобы оценить его пригодность для использования в качестве подносков. Так как подносок служит для создания в носочной части обуви жесткой каркасной формы, то необходимо определить такой показатель, как формоустойчивость, которая оценивается статическим коэффициентом формоустойчивости.

Результаты определения статического коэффициента формоустойчивости новых материалов, полученных различными методами переработки отходов, сведены в табл. 4.5.

Таблица 4.5 – Влияние вида каркасного материала на статический коэффициент формоустойчивости

Метод получения материала	Толщина образца, мм	Среднее значение, Кф, %
Метод прессования	1,1	99
Метод литья	1,7	99
Метод прокатки из термопласта	1,4	98
Метод прокатки из термопласта с добавлением картона	2,5	92
Метод прокатки из термопластического материала Biterm 327	2,3	99

Анализируя таблицу, можно отметить, что полученные материалы из отходов имеют высокий коэффициент формоустойчивости, которая обусловлена отсутствием упругой основы. Графическое изображение результатов исследований статического коэффициента формоустойчивости новых материалов, полученных различными методами переработки, представлено на рис. 4.3.

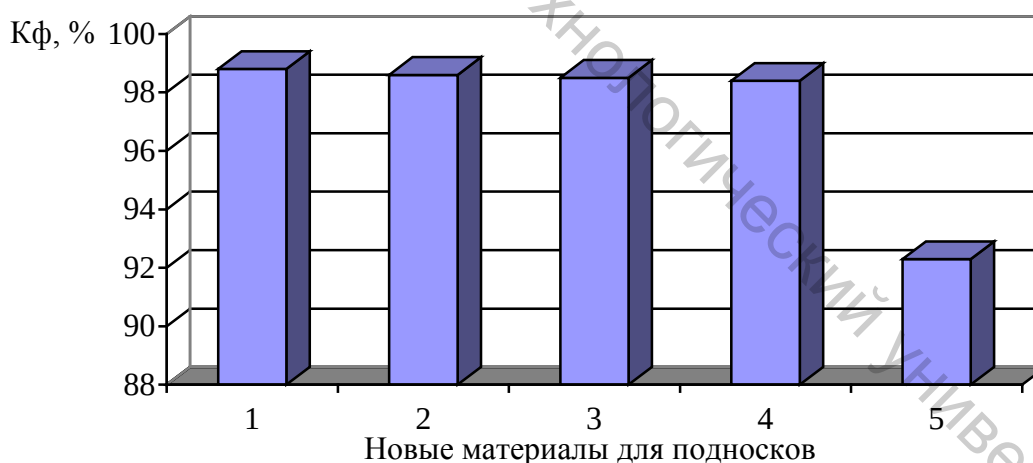


Рисунок 4.3 - Значение коэффициентов формоустойчивости новых материалов, полученных различными методами переработки отходов термопластических материалов для обуви: 1) материал, полученный методом прокатки из термопластического материала Biterm 327;

2) материал, полученный методом литья; 3) материал, полученный методом прессования; 4) материал, полученный методом прокатки из термопласта марки Г; 5) материал, полученный методом прокатки из термопласта марки Г с добавлением картона

4.3 СВОЙСТВА СИСТЕМ МАТЕРИАЛОВ С ПОДНОСКАМИ ИЗ ОТХОДОВ ОБУВНОГО ПРОИЗВОДСТВА В СТАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Клеящая способность систем материалов, имитирующих носочную часть обуви, в которых в качестве материала подноски использовались новые материалы, полученные различными методами переработки, является показателем прочности клеевых соединений материалов, входящих в систему верха обуви. Результаты проведенного исследования прочности склеивания новых материалов для подносков обуви представлены в табл. 4.6.

Таблица 4.6 – Определение прочности склеивания систем материалов

Метод получения материала, входящего в систему верха	Нагрузка при рас- слаивании, $Q_{ср}$, Н	Прочность склеи- вания, Н/см
Метод прессования	1,55	1,00
Метод литья	2,13	1,37
Метод прокатки из термопласта	1,93	1,25
Метод прокатки из термопласта с добавлением картона	1,48	0,96
Метод прокатки из термопластиче- ского материала Biterm 327	1,85	1,20

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что полученные различными методами переработки отходов материалы обладают невысокой клеящей способностью. Это связано с тем, что на стадии размельчения отходов произошло полное разрушение клеевой композиции. Поэтому для повышения этого показателя рекомендуется на готовый материал производить одностороннее нанесение клеевой композиции либо клеивать подноски из этого материала с помощью латексного клея, введя в технологический процесс операцию «намазка клеем верха с бахтармянной стороны, наклеивание подноски, нанесение клея на него и склеивание с подкладкой».

Знание статического коэффициента формоустойчивости недостаточно для того, чтобы оценить, как новые материалы поведут себя в соединении с другими материалами, т.е. в системе, имитирующей носочную часть обуви. Так как в отечественной обувной промышленности, несмотря на широкий ассортимент современных искусственных и синтетических кож, в большинстве случаев в качестве материала верха все же применяется натуральная кожа, то и в исследуемых системах верха обуви с новыми материалами, полученных из отходов, для наружного материала верха был выбран именно этот материал. Методика и приспособления, применяемые для определения статического коэффи-

та систем материалов верха с новыми материалами для подносков обуви, описаны в главе 2.

Результаты испытаний формоустойчивости в статических условиях систем материалов верха представлены в табл. 4.7.

Таблица 4.7 – Статическая формоустойчивость систем материалов с новыми материалами для подносков обуви, полученных различными методами переработки отходов

№ образца	Вид системы	Средняя толщина образца, мм	Среднее значение статического коэффициента формоустойчивости, K_{ϕ} , %
1	НК + термобязь + материал, полученный методом прессования + подкладка	2,9	95
2	НК + термобязь + материал, полученный методом литья + подкладка	3,5	95
3	НК + термобязь + материал, полученный методом прокатки из термопласта марки Г+ подкладка	3,2	94
4	НК + термобязь + материал, полученный методом прокатки из термопласта марки Г с добавлением картона+ подкладка	4,3	91
5	НК + термобязь + материал, полученный методом прокатки из термопластического материала Biterm 327 + подкладка	4,1	96

Анализ полученных данных позволяет сделать вывод, что все системы, в которых в качестве подноска использовались новые материалы, полученные различными методами переработки термопластичных материалов, обладают высокими показателями статической формоустойчивости, не уступая тем системам, в которых применялись традиционные материалы для подносков обуви.

4.4 СВОЙСТВА СИСТЕМ МАТЕРИАЛОВ С ПОДНОСКАМИ ИЗ ОТХОДОВ ОБУВНОГО ПРОИЗВОДСТВА В ДИНАМИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Для всестороннего анализа пригодности новых материалов для подносков также были проведены испытания систем материалов верха с этими видами подносков в динамических условиях. Методика проведения исследований динамической формоустойчивости аналогична той,

что использовалась для исследования систем верха с исходными материалами для подносков.

Результаты испытаний представлены в табл. 4.8. Аппроксимируя полученные данные по методу наименьших квадратов в электронных таблицах Excel (рис. 4.4. – 4.5), были выявлены следующие зависимости:

$$\text{Система 1: } y = 0,00033x \quad (4.1)$$

$$\text{Система 2: } y = 0,00026x \quad (4.2)$$

$$\text{Система 3: } y = 0,00024x \quad (4.3)$$

$$\text{Система 4: } y = 0,00028x \quad (4.4)$$

$$\text{Система 5: } y = 0,00019x \quad (4.5)$$

Коэффициент корреляции варьируется от 91 до 98, что свидетельствует о линейном характере связи исследуемых параметров. Проверка адекватности уравнений проводится по критерию Фишера для 5% уровня значимости.

Данные исследований систем материалов на приборе для определения формоустойчивости носочной части обуви, проведенные так же, как и для исходных материалов, представлены в табл. 4.9 – 4.10.

Таблица 4.9 – Количество циклов вдавливания систем материалов верха, имитирующих носочную часть обуви при величине остаточной деформации 1 мм

Код системы	Вид системы	Количество циклов		Относительная погрешность, %
		экспериментальное	расчетное	
1	НК + термобязь + материал, полученный методом прессования + подкладка	2920	3030	4
2	НК + термобязь + материал, полученный методом литья + подкладка	3790	3846	1
3	НК + термобязь + материал, полученный методом прокатки из термопласта + подкладка	3900	4167	7
4	НК + термобязь + материал, полученный методом прокатки из термопласта с добавлением картона + подкладка	3450	3571	4
15	НК + термобязь + материал, полученный методом прокатки из термопластического материала Biterm 327 + подкладка	5120	5263	3

Таблица 4.10 – Количество циклов вдавливания систем материалов верха, имитирующих носочную часть обуви при величине остаточной деформации 5 мм

Код системы	Вид системы	Количество циклов		Относительная погрешность, %
		экспериментальное	расчетное	
1	НК + термобязь + материал, полученный методом прессования + подкладка	14500	15152	4
2	НК + термобязь + материал, полученный методом литья + подкладка	18700	19231	3
3	НК + термобязь + материал, полученный методом прокатки из термопласта + подкладка	19600	20833	6
4	НК + термобязь + материал, полученный методом прокатки из термопласта с добавлением картона + подкладка	17300	17857	3
5	НК + термобязь + материал, полученный методом прокатки из термопластического материала Biterm 327 + подкладка	25400	26316	4

Величины относительной погрешности варьируются от 1 до 7. Это свидетельствует о том, что для определения формоустойчивости систем материалов верха, имитирующих носочную часть обуви, можно пользоваться полученными уравнениями (4.1 – 4.5), дающими возможность, не проводя длительных испытаний, осуществлять прогноз формоустойчивости носочной части обуви с достаточно хорошей степенью точности, до 7 %.

Исходя из этого, можно рекомендовать использовать материалы, полученные различными методами переработки отходов термопластичных материалов, для подносков повседневной и рабочей обуви. Термопластичные материалы, применяемые для подносков обуви, достаточно дорогие и поэтому даже частичная их экономия при их хороших показателях формоустойчивости дает значительный эффект.

Результаты данных исследований были опробованы на ОАО «Красный Октябрь». Для этого были разработаны режимы их применения, которые, как и для исходных материалов, достаточно близки по своим параметрам. Увлажнять необходимо до содержания влаги в коже – 25%, обязательно необходимо предварительное формование подносков до 10–15% в виду их недостаточной деформационной способности. Окончательное формование должно быть незначительным, в пределах 5–15%, температура воздуха в сушилке может колебаться в пределах от

80 °С до 120 °С в зависимости от типа установки. Область применения полученных материалов ограничена их деформационной способностью, и в связи с этим они рекомендуются для обуви внутреннего способа формования, с заготовкой пространственной и объемной формы. Кроме того, данные материалы можно рекомендовать для изготовления подносков пространственной формы.

Таким образом:

- разработана технология переработки отходов термопластических материалов для подносков, позволяющая получать из отходов производства, ранее не используемых и, соответственно, вывозимых на полигон, материалы, которые возвращаются в основное производство. Из отходов этих материалов путем переработки можно вновь получить термопластический материал, не заботясь о его внешнем виде, так как подносок – это промежуточная деталь обуви, и эстетические требования к нему не предъявляются. Согласно этой технологии предложены три метода переработки отходов термопластических материалов для подносков обуви: метод литья, прессования и прокатки;

- установлено, что по своим физико-механическим свойствам новые материалы, полученные различными методами переработки отходов, существенно отличаются от свойств традиционных термопластических материалов для подносков вследствие того, что при размельчении отходов происходит полное разрушение исходного сырья и во вновь полученных материалах структурные элементы оказываются недостаточно связанными. Поэтому предлагается при их переработке добавлять пластифицирующие добавки и наносить дополнительно клеевое покрытие;

- исследования показали, что, несмотря на не высокие показатели физико-механических свойств, новые материалы, полученные из отходов термопластических материалов, обладают достаточно высокими показателями коэффициента формоустойчивости в статических условиях;

- получены математические зависимости, связывающие величину остаточной деформации с количеством циклов, позволяющие с достаточной степенью точности прогнозировать формоустойчивость обуви с новыми материалами для подносков, полученных из отходов производства;

- разработаны режимы применения новых материалов для подносков, полученных из отходов производства. Область применения полученных материалов ограничена их деформационной способностью, и поэтому рекомендуется использовать их для обуви внутреннего способа формования, с заготовкой пространственной и объемной формы, а также для изготовления подносков пространственной формы.

Таблица 4.8 - Значения остаточной деформации при нагружениях систем материалов с новыми материалами для подносков обуви, полученных различными методами переработки отходов

Код системы	Вид системы материалов, имитирующих носочную часть обуви	Остаточная деформация, $D_{\text{ост}}$, мм									
		Количество циклов									
		100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	НК + термобязь + материал, полученный методом прессования + подкладка	0,02	0,04	0,06	0,14	0,18	0,21	0,25	0,28	0,30	0,32
2	НК + термобязь + материал, полученный методом литья + подкладка	0,03	0,06	0,08	0,11	0,13	0,16	0,17	0,19	0,21	0,23
3	НК + термобязь + материал, полученный методом прокатки из термопласта марки Г+ подкладка	0,05	0,07	0,10	0,12	0,15	0,16	0,18	0,20	0,22	0,23
4	НК + термобязь + материал, полученный методом прокатки из термопласта марки Г с добавлением картона+ подкладка	0,04	0,07	0,10	0,13	0,15	0,19	0,21	0,22	0,24	0,25
5	НК + термобязь + материал, полученный методом прокатки из термопластического материала Biterm 327 + подкладка	0,02	0,03	0,05	0,08	0,10	0,13	0,14	0,16	0,17	0,18

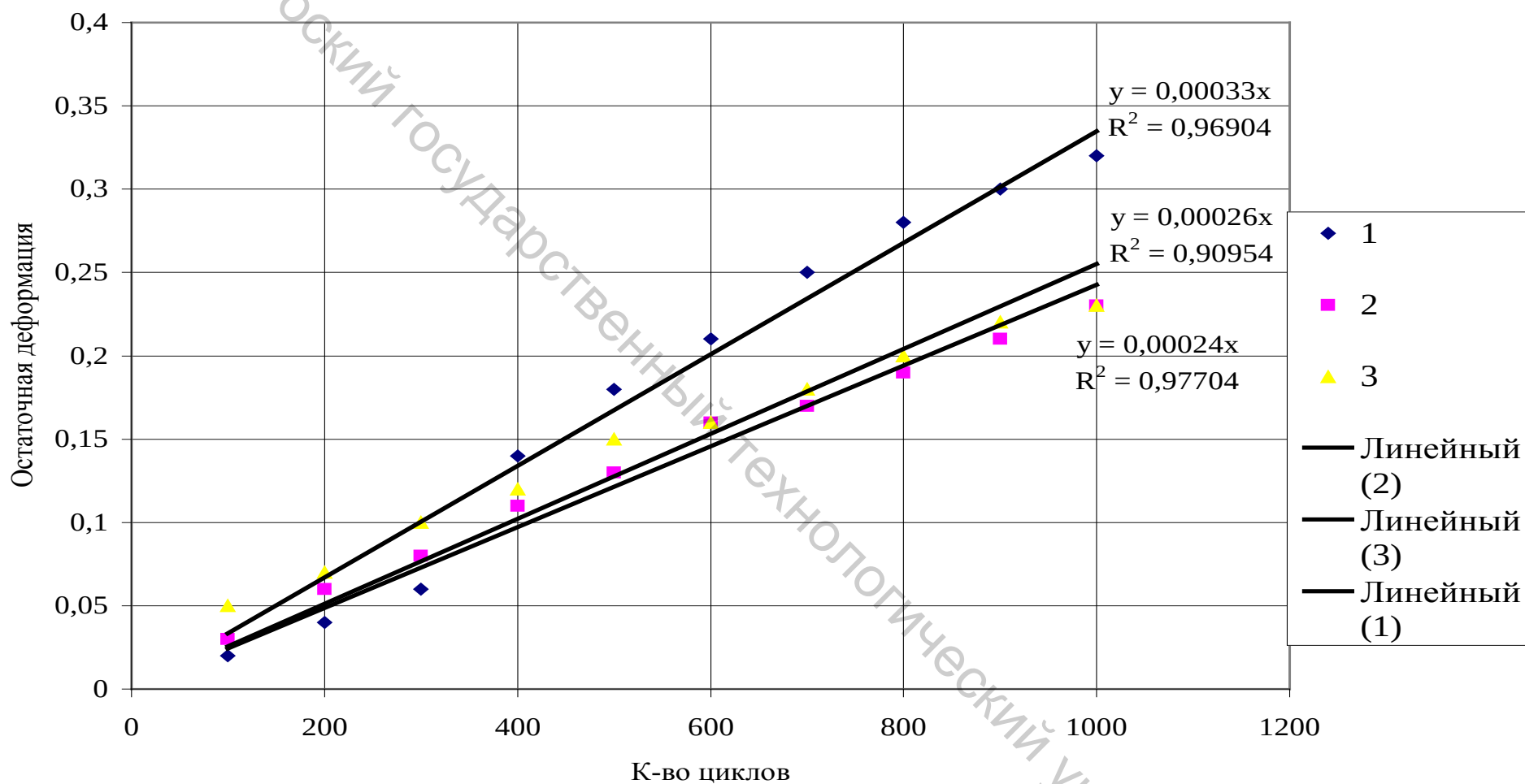


Рисунок 4.4 – Зависимости, связывающие величину остаточной деформации с количеством циклов

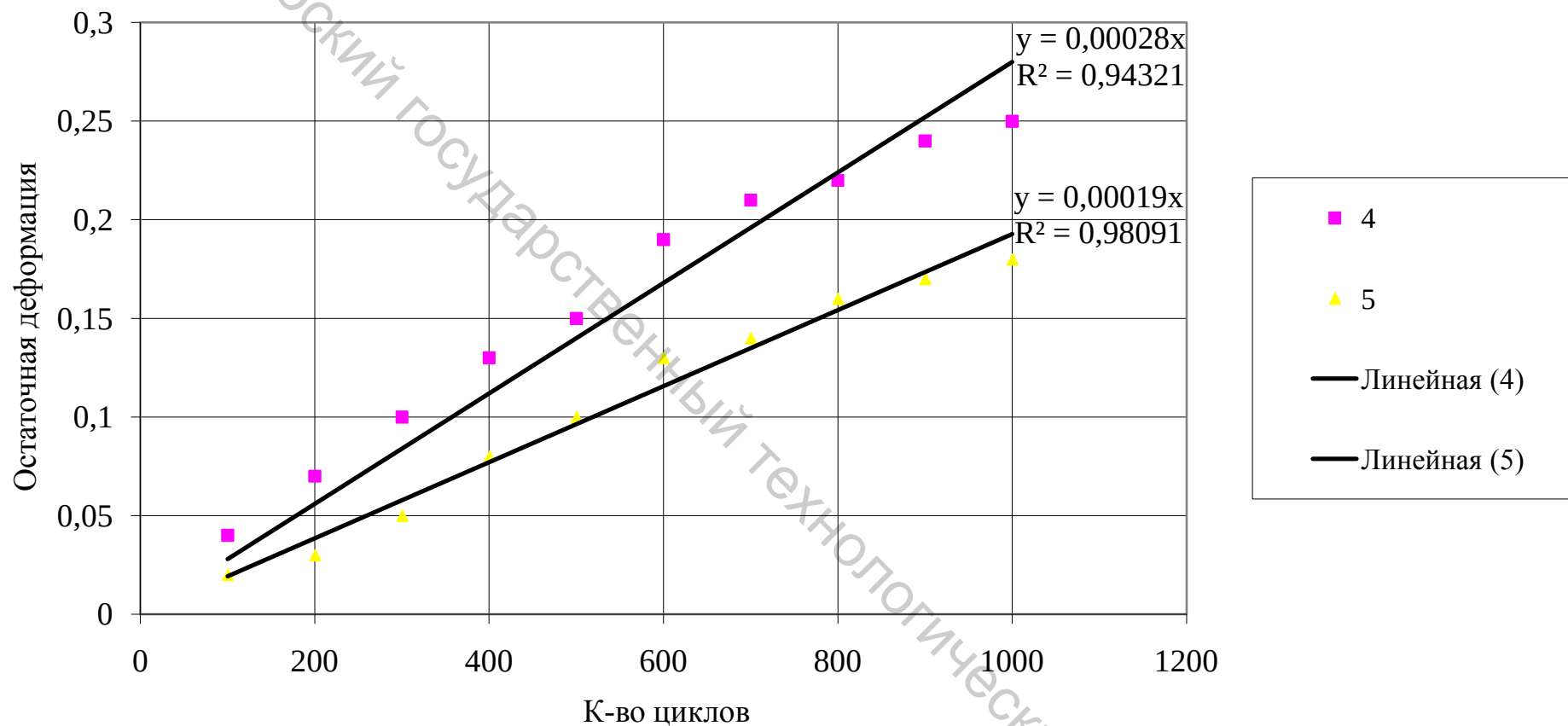


Рисунок 4.5 – Зависимости, связывающие величину остаточной деформации с количеством циклов

ГЛАВА 5

ОЦЕНКА ОБЩЕЙ И ОСТАТОЧНОЙ ДЕФОРМАЦИИ НОСОЧНОЙ ЧАСТИ ОБУВИ

На сегодняшний момент, как видно из вышеизложенного материала, эксплуатационные и потребительские свойства обуви, особенно в её носочной части, во многом определяются качеством подносков, используемых при её производстве [105]. Из-за потери каркасности подноски, вызванного его утолщениями, заминами, обувь в носочной части очень скоро приобретает неудовлетворительный внешний вид и перестаёт удовлетворять элементарные эстетические потребности покупателя. Поэтому в данном случае достаточно актуальным является вопрос о создании, обеспечении и сохранении требуемого качества материалов для подносков обуви.

Современные обувные предприятия уже мало применяют традиционные материалы для обуви, свойства которых были широко исследованы многими специалистами и хорошо известны технологам предприятий. Применение новых современных материалов, особенно для подносков обуви, требует не только изучения их технологических и эксплуатационных свойств, но и совершенствования имеющихся методов и средств по их оценке. Поэтому важным направлением является также разработка и внедрение, наряду с традиционными способами, новых методик, позволяющих учитывать большинство особенностей различных видов обуви. Кроме того, будь то совершенствование старых методик или разработка новых, постоянно требуется анализ затрат на их проведение, так как достижение требуемой точности исследований ещё не говорит об экономической эффективности процесса в целом. Поэтому необходимо, чтобы все наработки и совершенствования в области оценки формоустойчивости обуви согласовывались и с экономическими параметрами такой оценки.

В данном разделе авторами представлены собственные результаты изучения традиционного способа и прибора по оценке формоустойчивости носочной части обуви (в соответствии с ГОСТ 9135–2004) [51], приведена новая экспресс-методика по оценке общей и остаточной деформации носочной части обуви, представлен сравнительный анализ данных методик.

5.1 ИССЛЕДОВАНИЕ ОБЩЕЙ И ОСТАТОЧНОЙ ДЕФОРМАЦИИ НОСОЧНОЙ ЧАСТИ ОБУВИ НА ПРИБОРЕ ЖНЗО-2

Основными объектами исследования являлись системы материалов верха обуви, имитирующих её носочную часть. В качестве материала верха системы, имитирующей носочную часть обуви, была выбрана

натуральная кожа, в частности, полукожник хромовый, который вырабатывают из шкур телят в возрасте от 1 до 1,5 лет. Среди основных свойств полукожника можно выделить такие, как высокая плотность, повышенная жесткость к растяжению, максимальная износостойкость [99]. В качестве материала межподкладки в исследуемых системах использовался термопластичный материал с односторонним термоклеевым покрытием по ТУ РБ 00300417.037-96 под названием термобязь. Данный материал представляет собой тканевую основу полотняного переплетения с односторонним точечным полиамидным покрытием, обладающий хорошей паропроницаемостью и гигроскопичностью [106]. Основные физико-механические свойства материалов приведены в таблице 5.1.

Для материала подноски в исследуемых системах применялся термопластичный материал «Термопласт» с двухсторонним поливинилхлоридным покрытием, который отличается жёсткостью, твердостью, упругостью, водостойкостью, а также удобством в работе. Основные физико-механические свойства термопластичного материала были представлены в разделе 1.2.

Представленные материалы верха собирались в системы, моделирующие носочную часть обуви. Процесс формования проходил следующим образом. Вначале материал для верха (натуральную кожу) дублировали межподкладкой в соответствии с существующими технологическими режимами при температуре 120°С в течение 10 секунд.

Таблица 5.1 – Показатели физико-механических свойств материалов, входящих в систему, имитирующую носочную часть обуви

Наименование показателя	Наименование материала		
	Значение показателя		
	Полукожник хромового дублирования	Термобязь	Тиксаржа
Толщина, мм	1,42	0,42	0,76
Разрывная нагрузка, Н, в направлении:			
- продольном	21	28	24
- поперечном	25	21	21
Разрывное удлинение, %, в направлении:			
- продольном	26	16	60
- поперечном	12	19	70

Затем на продублированный материал накладывался термопластичный подносок и подкладка, система снова помещалась под пресс, где при температуре 120–130 °С в течение 15 секунд происходило пресование материалов. В обоих случаях давление на материалы составляло 4 МПа.

После прессования и последующего охлаждения системы материалов представляли собой образцы круглой формы диаметром 70 мм. Основные физико-механические параметры полученных систем представлены в таблице 5.2.

После прессования готовые системы материалов подвергались формованию для имитации носочной части обуви. Процесс формования проходил следующим образом. Система материалов диаметром 70 мм фиксировалась в обойме при помощи крепёжных деталей и выдерживалась в таком состоянии в течение 10 минут. По истечении времени обойма с материалом помещалась в термошкаф, где выдерживалась при температуре 100° С в течение 20 минут. После этого обойма извлекалась из термошкафа и находилась при нормальных климатических условиях в течение 30 минут. В результате процесса формования были получены образцы в виде полусферы с диаметром рабочего участка 35 мм.

Таблица 5.2 – Показатели физико-механических свойств готовой системы

Наименование показателя	Значение показателя
Разрывная нагрузка, Н, в направлении:	
- продольном	280
- поперечном	308
Разрывное удлинение, %, в направлении:	
- продольном	134
- поперечном	124

Таким образом, в результате предварительных действий было получено 20 образцов, сформованных в полусферу, обладающих в большинстве случаев однородностью по физико-механическим свойствам. Половина представленных образцов предназначалась для испытания на приборе ЖНЗО-2, оставшаяся часть – для испытания при помощи новой экспресс-методики, разработанной в УО «ВГТУ».

Испытание образцов, имитирующих носочную часть обуви, на приборе ЖНЗО-2 проводилось в испытательном центре УО «ВГТУ». Для испытания было отобрано 10 образцов, предварительно сформованных в полусферу, с порядковыми номерами от 1 до 10. Перед началом испытания для каждого образца была определена толщина при помощи электронного толщиномера LT-1500, а также высота образца при его формовании с пуансоном и стрела прогиба образца в мм, которые измерялись с использованием штангенрейсмуса. Исходные данные представлены в приложении А, таблица А.1.

Из данных таблицы А.1 видно, что при средних значениях толщины натуральной кожи 1,46 мм, термобязи – 0,42 мм, термопластичного материала – 0,65 мм и тик-саржи 0,77 мм общая толщина сформованного образца составляет примерно 2,58 мм. Это свидетельствует о том, что

одиноким материалы в процессе формования под влиянием давления и высокой температуры изменили свою толщину, в результате получились образцы, имитирующие носочную часть обуви, которые при оптимальной толщине обладают значительной гибкостью и жёсткостью. Соответственно, в данном случае не имеет смысла оценивать формоустойчивость отдельных материалов, так как, образуя систему, они способны в значительной мере изменять свои свойства.

В то же время среди сформованных образцов, предназначенных для испытания на приборе ЖНЗО-2, наблюдается некоторая их неоднородность по толщине. Поэтому для того, чтобы определить, насколько такая неоднородность может повлиять на результаты всего исследования, рассчитывались показатели рассеивания признака (X) относительно его средней ($\bar{X}$), а именно, дисперсия (σ^2), среднее квадратическое отклонение (σ) и коэффициент вариации (ν) соответственно [52]. Значения искомых показателей сведены в таблицу 5.3.

Таблица 5.3 – Статистические показатели для толщины образцов

$\bar{X}$, мм	σ^2 , мм ²	σ , мм	ν , %
2,58	0,004	0,063	2,43

Из таблицы 5.3 видно, что в исследуемых образцах невелик промежуток попадания величин, о чём свидетельствует среднее квадратическое отклонение и коэффициент вариации ($\sigma = 0,063$ мм и $\nu = 2,43\%$), то есть исследуемые образцы отклоняются от средней в пределах 2,43 %. Следовательно, отобранные образцы имеют незначительные колебания в пределах указанного признака, которые не повлияют на окончательные результаты исследования.

Далее на основе данных о высоте образца с пуансоном и стреле прогиба, представленных в таблице А.1 (приложение А), рассчитывается показатель формоустойчивости:

$$K_{\phi} = \frac{h_n}{h_k} \cdot 100\%, \quad (5.1)$$

где K_{ϕ} – статический коэффициент формоустойчивости, %;

h_k – высота образца с пуансоном, мм;

h_n – высота образца без пуансона (стрела прогиба образца), мм.

Результаты расчёта сведены в таблицу 5.4, а расчёт статистических показателей представлен в таблице 5.5.

Таблица 5.4 – Результаты расчёта коэффициентов
формоустойчивости

№ образца	Коэффициент формоустойчивости (Y), %
1	95,07
2	87,75
3	93,03
4	98,91
5	92,35
6	94,74
7	92,39
8	94,94
9	93,96
10	99,47
Среднее значение:	94,26

Таблица 5.5 – Статистические показатели для коэффициента формоустойчивости образцов

$\bar{Y}$, мм	σ^2 , мм ²	σ , мм	ν , %
94,26	10,124	3,182	3,38

Из представленных данных следует, что отобранные образцы обладают хорошей формоустойчивостью, так как характеризуются коэффициентами, в большинстве случаев значительно приближенными к 100 %. При этом колебания признака в пределах образцов являются небольшими и составляют всего лишь 3,38 %. Иными словами, можно сказать, что исследуемые системы материалов способны легко формоваться в обойме и в то же время при дальнейших испытаниях сохранять приданную им в результате формования форму.

В то же время существует определённая зависимость между толщиной образца и его формоустойчивостью, так как входящие в систему материалы оказывают непосредственное влияние на обеспечение каркасности всего образца в течение продолжительного периода времени.

Зависимость между толщиной образца и коэффициентами их формоустойчивости представлена на графике (рис. 5.1).

Как видно из рисунка 5.1, анализируемые показатели находятся во взаимосвязи, которую можно описать при помощи функции прямолинейного распределения и количественно выразить, используя линейный коэффициент корреляции [53]:

$$r_{XY} = \frac{\overline{X \cdot Y} - \bar{X} \cdot \bar{Y}}{\sigma_X \cdot \sigma_Y}, \quad (5.2)$$

где r_{XY} – линейный коэффициент корреляции;

X , Y – сравниваемые значения признаков;

$\bar{X}, \bar{Y}$ – средние значения признаков X и Y соответственно;
 σ_X, σ_Y – среднеквадратические отклонения признаков X и Y соответственно

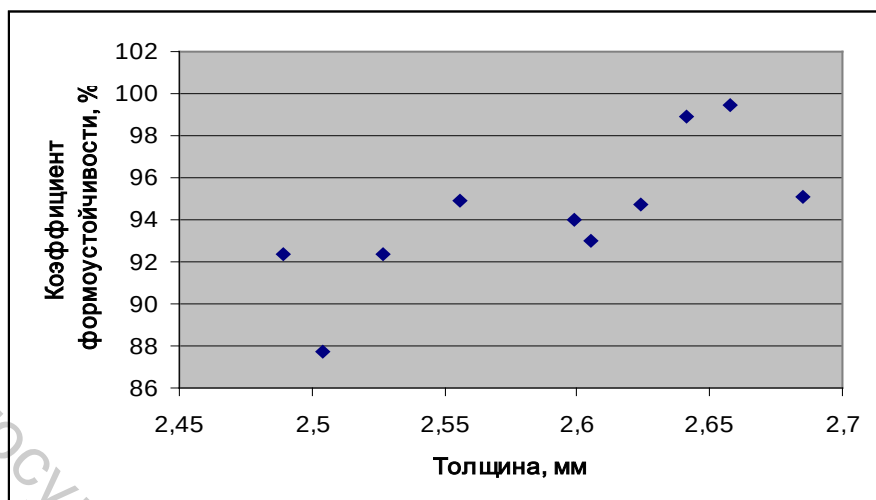


Рисунок 5.1 – Зависимость коэффициента формоустойчивости образцов от их толщины

Данные, необходимые для расчёта коэффициента корреляции, представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – Исходные данные для расчёта коэффициента корреляции между толщиной и формоустойчивостью

№ образца	Толщина образца (X), мм	Коэффициент формоустойчивости (Y), %
1	2,68	95,07
2	2,50	87,75
3	2,60	93,03
4	2,64	98,91
5	2,48	92,35
6	2,62	94,74
7	2,52	92,39
8	2,55	94,94
9	2,59	93,96
10	2,65	99,47
Среднее значение:	2,58	94,26

Используя формулу (5.2), получаем:

$$r_{XY} = \frac{244,174 - 2,5888 \cdot 94,261}{0,063 \cdot 3,182} = 0,75.$$

Полученный коэффициент корреляции $r_{XY} = 0,75$ показывает наличие тесной взаимосвязи между толщиной образца и формоустойчиво-

стью и влияние одного показателя на другой, описанное с помощью уравнения регрессии, является вполне надёжным.

Поэтому далее представим связь между показателями через уравнение регрессии, которое может показывать прямую зависимость (формула (5.3)):

$$Y = R_{\frac{Y}{X}} \cdot (X - \bar{X}) + \bar{Y}, \quad (5.3)$$

где $R_{\frac{Y}{X}}$ – коэффициент регрессии при прямой взаимосвязи.

$$R_{\frac{Y}{X}} = r_{xy} \cdot \frac{\sigma_X}{\sigma_Y}. \quad (5.4)$$

Используя формулы 5.3 и 5.4 получаем:

$$R_{\frac{Y}{X}} = 0,75 \cdot \frac{3,182}{0,063} = 37,88$$

$$Y = 37,88 \cdot X - 3,80.$$

Представим уравнение регрессии графически (рис. 5.2).

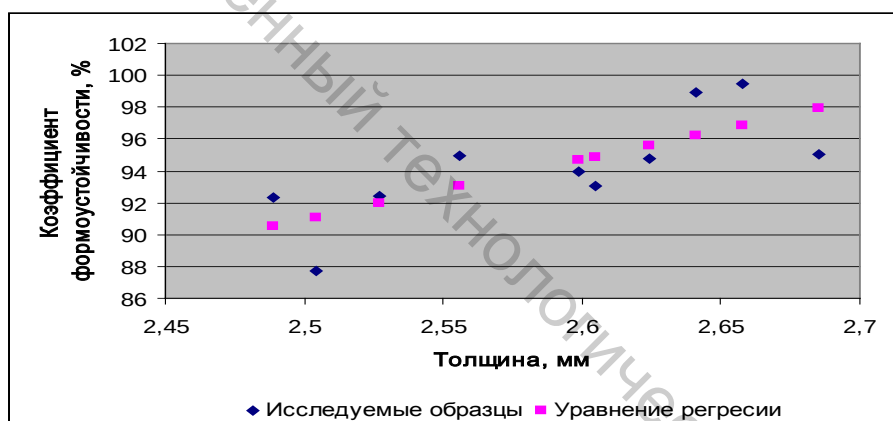


Рисунок 5.2 – Построение уравнения регрессии между толщиной и формоустойчивостью образцов

Таким образом, из всего вышесказанного следует, что толщина образца оказывает влияние на его формоустойчивость. То есть чем толще образец, тем выше коэффициент его формоустойчивости, соответственно, тем лучше он сохранит приданную ему форму.

В основе настоящего исследования лежит необходимость изучения образца в условиях, максимально приближенным к реальным условиям эксплуатации обуви. Исходя из этого, исследуемые образцы были испытаны на приборе ЖНЗО-2. Результаты исследования представлены в приложении А, таблица А.2.

Для более полного анализа по аналогии с предыдущими показателями рассчитывались также статистические показатели для остаточной деформации (X), результаты – в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Статистические показатели для остаточной деформации

$\bar{X}$, мм	σ^2 , мм ²	σ , мм	ν , %
0,31	0,007	0,084	27,18

Анализируя представленные в таблице А.2 и таблице 5.7 данные, можно сделать следующие выводы. Так, в процессе проведения испытания на приборе ЖНЗО-2 к образцам была приложена нагрузка в 5 кг, при этом характер общей деформации по 10 образцам показал, что последняя подвержена значительным колебаниям, которые обуславливаются влиянием различных факторов (материалами образца, условиями формования, процессом проведения самого испытания и др.). Исходя из этого, величина остаточных деформаций также является различной, причём различия колеблются в пределах 27,18 %, что говорит о некоторых расхождениях в данных и является предпосылкой для исключения некоторых из них.

Поэтому для того, чтобы проверить неслучайность получения таких данных, были сопоставлены посредством расчёта коэффициента корреляции, два показателя: коэффициент формоустойчивости материалов и величина остаточной деформации (табл. 5.8 и рис. 5.3).

Таблица 5.8 – Исходные данные для расчета коэффициента корреляции между показателями формоустойчивости и остаточной деформации

№ образца	Коэффициент формоустойчивости (X), %	Остаточная деформация образца (Y), мм
1	95,07	0,27
2	87,75	0,49
3	93,03	0,26
4	98,91	0,29
5	92,35	0,40
6	94,74	0,26
7	92,39	0,37
8	94,94	0,28
9	93,96	0,27
10	99,47	0,20
Среднее значение:	94,26	0,31

$$r_{xy} = \frac{28,913 - 94,261 \cdot 0,309}{3,182 \cdot 0,084} = -0,82$$

$$R_{\frac{x}{y}} = -0,82 \cdot \frac{3,182}{0,084} = -31,06$$

$$X = -31,06 \cdot Y + 103,86$$

Из представленных данных видно, что показатели формоустойчивости материалов и остаточные деформации находятся в обратной зависимости. При этом между ними существует гораздо более тесная связь, выражаемая коэффициентом корреляции $r_{xy} = -0,82$ с линейным видом уравнения регрессии. Соответственно, чем больше коэффициент формоустойчивости материалов, тем меньшей остаточной деформацией обладает образец, то есть чем выше формоустойчивость, тем быстрее образец будет возвращать свою первоначальную форму после воздействия на него определённых нагрузок.

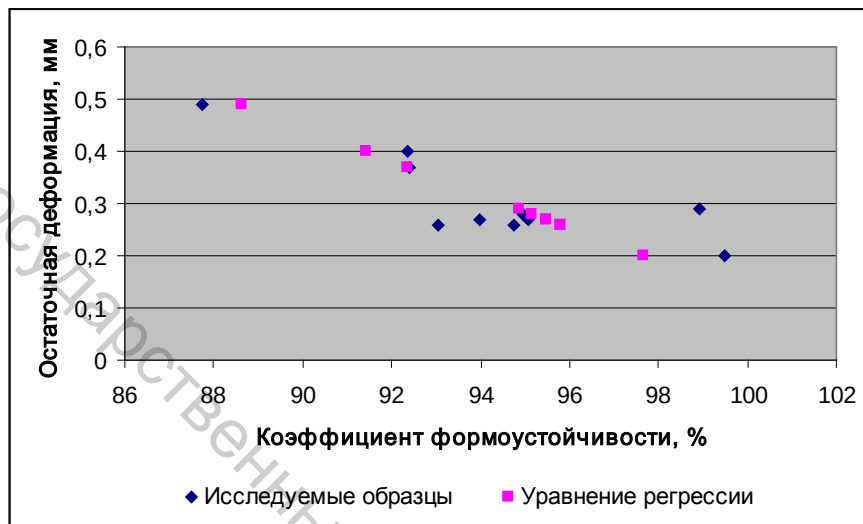


Рисунок 5.3 – Построение зависимости между коэффициентом формоустойчивости и остаточной деформацией

Можно также предположить наличие зависимости между толщиной и остаточной деформацией образца, поэтому была проанализирована эта зависимость (табл. 5.9 и рис. 5.4).

$$r_{xy} = \frac{0,796 - 2,5888 \cdot 0,309}{0,063 \cdot 0,084} = -0,82$$

$$R_{\frac{x}{y}} = -0,82 \cdot \frac{0,063}{0,084} = -0,615$$

$$X = -0,615 \cdot Y + 2,779$$

Таблица 5.9 – Исходные данные для расчёта коэффициента корреляции между толщиной образцов и остаточной деформацией

№ образца	Толщина образца (X), мм	Остаточная деформация образца (Y), мм
1	2	3
1	2,68	0,27
2	2,50	0,49
3	2,61	0,26

4	2,64	0,29
5	2,49	0,40
6	2,62	0,26
7	2,53	0,37
8	2,56	0,28
9	2,59	0,27
10	2,66	0,20
Среднее значение:	2,58	0,31

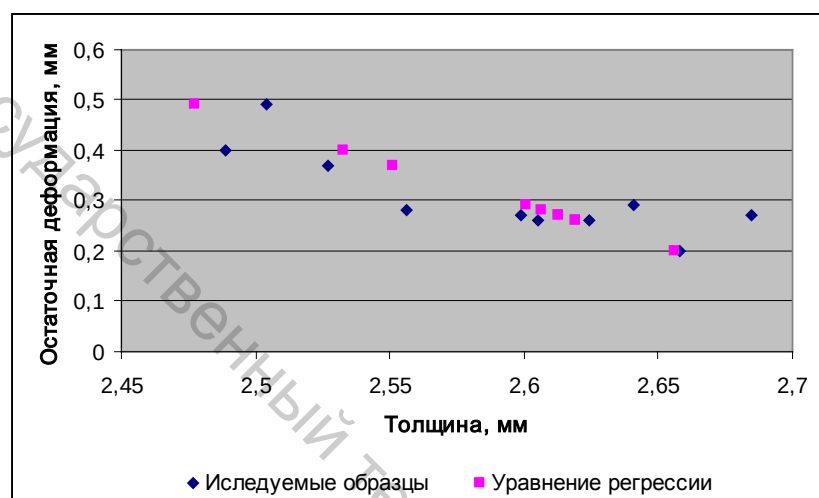


Рисунок 5.4 – Построение зависимости между толщиной образцов и их остаточными деформациями

Таким образом, подводя итог всему вышесказанному, следует, что прибор ЖНЗО-2, предназначенный для оценки общей и остаточной деформации, достаточно объективно оценил указанные показатели. Как следует из проведенного исследования, значения, полученные при испытании 10 образцов на отечественном приборе, являются достоверными и не подлежат определенной корректировке или проверке. Об этом говорят среднеквадратические отклонения и коэффициенты вариации показателей, которые в общем случае показывают относительную стабильность данных в пределах указанных образцов.

В то же время, выявив тесную связь сначала между толщиной образцов и их формоустойчивостью, а затем между формоустойчивостью и остаточной деформацией, мы сравнили также толщину образца и остаточную деформацию. В данном случае коэффициенты корреляции между соответствующими признаками находились в пределах 0,70–0,80, а уравнения регрессии однозначно выявляли прямые и обратные зависимости. То есть в конечном итоге исследование общей и остаточной деформации систем материалов, имитирующих носочную часть

обуви, на приборе ЖНЗО-2 показало следующую зависимость: чем толще образец обуви, тем выше коэффициент его формоустойчивости и, соответственно, меньше величина остаточной деформации.

5.2 ИССЛЕДОВАНИЕ ОБЩЕЙ И ОСТАТОЧНОЙ ДЕФОРМАЦИИ НОСОЧНОЙ ЧАСТИ ОБУВИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭКСПРЕСС-МЕТОДИКИ

Исследования, представленные в предыдущем разделе, показали, что применяемый в настоящий момент прибор для оценки общей и остаточной деформации ЖНЗО-2 достаточно полно, последовательно и объективно проводит испытания, о чём непосредственно свидетельствуют данные, полученные в процессе испытания 10 образцов. Однако, при современном подходе к выбору материалов, конструктивных решений обуви всё чаще стали возникать случаи, когда с помощью прибора ЖНЗО-2 нельзя оценить формоустойчивость систем материалов или обуви в целом. Поэтому и возникает необходимость в использовании других методов и средств по оценке общей и остаточной деформации, в частности, экспресс-методики, с помощью которой также быстро и, главное, объективно можно было бы оценить указанные показатели.

Анализ существующих методов и средств по оценке общей и остаточной деформации носочной части обуви, применяемых как в отечественной, так и зарубежной практике, показал, что данные методики в некоторых случаях бывают ограничены в применении, а иногда даже дают недостоверные данные. Исходя из этого, была разработана экспресс-методика определения остаточной деформации носочной части обуви (подноски) (приложение Б).

Данная методика может применяться для исследования свойств материалов верха обуви, а также систем материалов, имитирующих готовые изделия, и позволяет определить деформационную способность материалов и систем при продавливании сферической поверхностью. Сущность метода заключается в давлении металлическим пуансоном устройства на зажатый в специальном кольце образец и измерении деформации при испытании.

В качестве объектов исследования используют элементарные пробы, материала или системы (узлы) верха обуви, в форме круга диаметром 45 мм (размер рабочей части составляет 25 мм). Испытания проводят на устройстве, изображённом на рисунке 5.5.

Устройство состоит из скобы 1, в нижней части (на одном конце) которой имеется зажим в виде кольца с шайбой 7. В верхней части скобы находится гайка, в которой перемещается винтовой упор 3 с поджимной губкой 6. В поджимной губке имеется отверстие для формирующего упора 5 (пуансона). Пуансон 5 совершает поступательное движение под действием винта 2, перемещающегося в винтовом упоре

3 от вращения маховика 4. Для точности перемещения используется точечный контакт винта 2 с упором 5. На маховике 4 и винтовом упоре 3 нанесены круговая и продольная шкалы с ценой деления 0,1 и 1 мм соответственно. Наибольшая толщина (высота) контролируемого образца 9 материала (системы) – 20 мм. Для предотвращения вращения поджимной губки 6 в приборе имеется стопорная скоба 8.

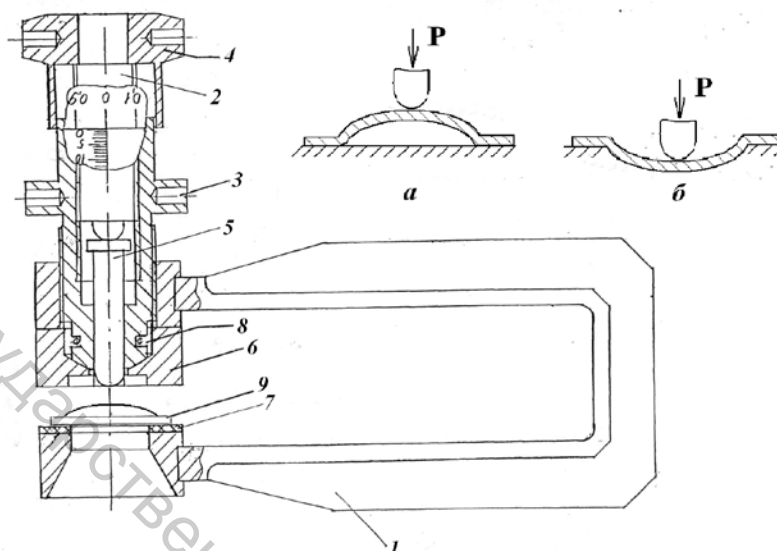


Рисунок 5.5 – Схема устройства для определения свойств материалов и систем верха обуви к продавливанию сферической поверхностью: 1) скоба; 2) винт; 3) винтовой упор; 4) маховик; 5) пуансон; 6) поджимная губка; 7) кольцо с шайбой; 8) стопорная скоба; 9) образец.

Схемы нагружения образца: *а* – снаружи; *б* – изнутри

Непосредственно перед началом проведения испытания вырезанные образцы маркируют порядковым номером и выдерживают при температуре $20 \pm 3^\circ\text{C}$ и относительной влажности воздуха $65 \pm 5\%$ не менее 24 часов. Определяют основные физико-механические показатели исследуемых образцов: толщину, разрывную нагрузку и разрывное удлинение (с точностью до 0,01 мм) в соответствии с ГОСТ 938.11–69.

Процедура испытания (по схеме *б*) проводится следующим образом. Испытываемый образец прижимается к шайбе 7 нижнего зажима поджимной губкой, приводимой в движение вращением винтового упора 3. В случае необходимости, для большего сжатия материала можно воспользоваться ключом, вставляемым в отверстия на винтовом упоре 3. После закрепления материала в зажиме, поворачивая маховик 4, вдавливаются пуансон 5 в образец на определенную или заданную величину (установленную экспериментально). Нагружение прекращается при достижении необходимой величины деформации или разрушения образца. По шкале устройства определяется стойкость материалов, их систем и соединений деталей верха обуви к продавливанию сферической поверхностью.

Результатом проведения испытания считается среднее арифметическое значение данных, полученных при испытании двух элементарных проб. Таким образом, данная экспресс-методика по принципу своего действия повторяет прибор ЖНЗО-2. Однако благодаря тому, что проводимые испытания осуществляются не на готовых изделиях, а лишь на их образцах, можно говорить о том, что методика упрощает процедуру испытания и сокращает время на её проведения.

Следующим этапом исследования явилось испытание следующих 10 образцов с порядковыми номерами 1а–10а (таких же, как и для испытания на приборе ЖНЗО-2) при помощи экспресс-методики.

Исходные данные, полученные в процессе исследования образцов при помощи экспресс-методики, представлены в приложении В. Порядок анализа данных аналогичен проведённому в подразделе 5.1 для прибора ЖНЗО-2.

Прежде всего проанализируем толщину образцов на основании таблиц В.1, 5.10 и 5.11.

Таблица 5.10 – Исходные данные для расчёта статистических показателей для толщины образцов № 1а–10а

№ образца	Толщина образца (X), мм
1а	2,50
2а	2,63
3а	2,68
4а	2,66
5а	2,55
6а	2,72
7а	2,35
8а	2,52
9а	2,61
10а	2,58
Среднее значение:	2,57

Таблица 5.11 – Статистические показатели для толщины образцов № 1а–10а

$\bar{X}$, мм	σ^2 , мм ²	σ , мм	ν , %
2,57	0,01	0,1	3,88

Исходя из представленных данных, получается, что по толщине используемых материалов: натуральной коже, термобязи, термопластичному материалу и тик-сарже образцы, изготовленные для экспресс-методики, практически в полной мере аналогичны образцам для испытаний на приборе ЖНЗО. Единственное существенное различие в толщине наблюдается по натуральной коже. Однако это можно объяснить

тем, что кожа как «природный» продукт обладает анизотропностью свойств по разным направлениям. В данном же случае кожа используется не как одиночный материал, а входит в систему, которая после прессования приобретает более тонкие размеры, соответственно, разница между толщиной кожи не приведет к заметному изменению результатов исследования.

Что же касается толщины образцов непосредственно в группе, то в среднем она составляет 2,57 мм. При этом различия в толщине между образцами являются незначительными и находятся в пределах 3,88 %. В данном случае результаты исследований представляют собой достаточно стабильные и достоверные данные, поэтому можно переходить к дальнейшему анализу.

Далее рассчитывались коэффициенты формоустойчивости образцов и прослеживалась их статистика (таблицы 5.12 и 5.13).

Таблица 5.12 – Результаты расчёта коэффициентов формоустойчивости для образцов № 1а–10а

№ образца	Коэффициент формоустойчивости (X), %
1а	94,76
2а	98,46
3а	97,03
4а	98,38
5а	96,28
6а	98,96
7а	91,45
8а	93,43
9а	96,10
10а	97,34
Среднее значение:	96,22

Таблица 5.13 – Статистические показатели для коэффициента формоустойчивости образцов № 1а–10а

$\bar{X}$, мм	σ^2 , мм ²	σ , мм	ν , %
96,22	5,179	2,276	2,37

По коэффициентам формоустойчивости (табл. 5.12) видно, что все образцы достаточно быстро способны восстанавливать свою первоначальную форму, так как K_ϕ в среднем равен 96,219. При этом все образцы находятся в относительной близости друг относительно друга ($\sigma = 2,276$ мм и $\nu = 2,37\%$), что позволяет в том же объёме сопоставить показатели формоустойчивости образцов с их толщиной.

Зависимость между указанными выше показателями графически представлена на рисунке 5.6.

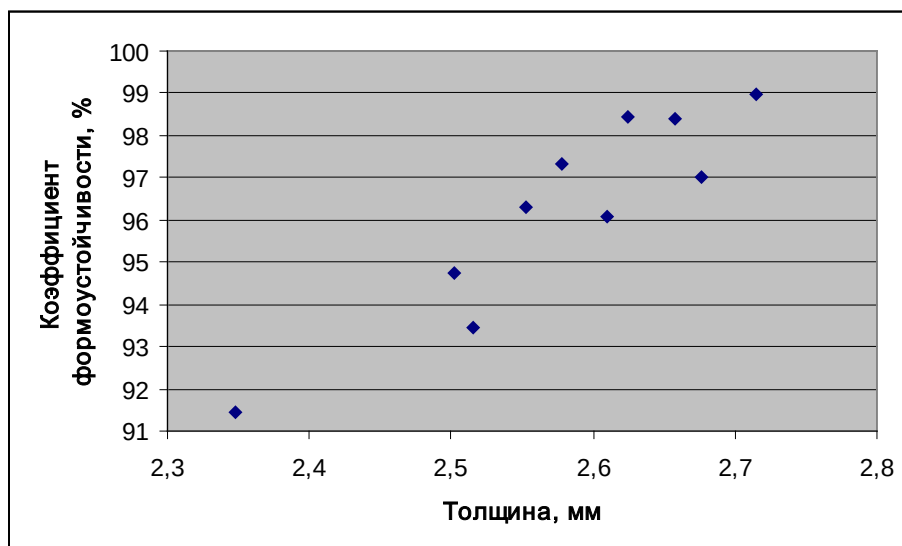


Рисунок 5.6 – Зависимость коэффициента формоустойчивости образцов от толщины

Из рисунка 5.6 видно, что данные находятся практически в одной плоскости, соответственно, связь между ними можно описать количественно, используя линейный коэффициент корреляции и соответствующее уравнение регрессии (табл. 5.14 и рис. 5.7):

$$r_{xy} = \frac{248,263 - 2,578 \cdot 96,219}{0,1 \cdot 2,276} = 0,92$$

$$R_{\frac{Y}{X}} = 0,92 \cdot \frac{2,276}{0,1} = 20,94$$

$$Y = 20,94 \cdot X + 42,24$$

Таблица 5.14 – Исходные данные для расчёта коэффициента корреляции между толщиной и коэффициентом формоустойчивости образцов № 1а–10а

№ образца	Толщина образца (X), мм	Коэффициент формоустойчивости (Y), %
1а	2,50	94,76
2а	2,63	98,46
3а	2,68	97,03
4а	2,66	98,38
5а	2,55	96,28
6а	2,72	98,96
7а	2,35	91,45
8а	2,52	93,43
9а	2,61	96,1
10а	2,58	97,34
Среднее значение:	2,57	96,22

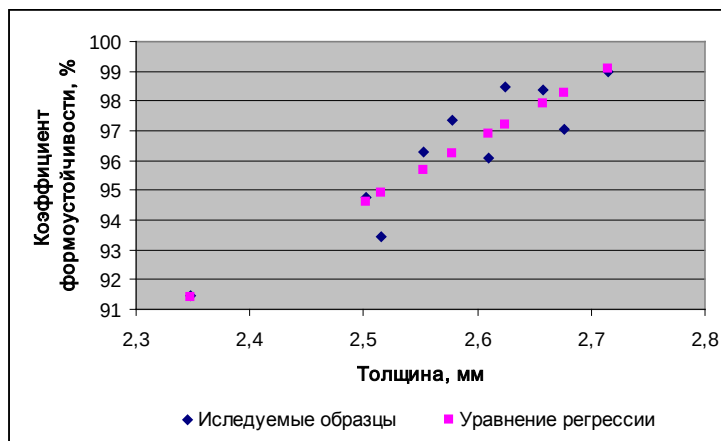


Рисунок 5.7 – Построение уравнения регрессии между показателями толщины и формоустойчивости образцов

Полученные в результате расчётов данные свидетельствуют о наличии плотной и тесной взаимосвязи между коэффициентом формоустойчивости и толщиной образцов, предназначенных для экспресс-методики ($r_{xy} = 0,92$). То есть в данном случае подтверждается тот факт, что с увеличением толщины материалов, используемых для носочной части обуви, увеличивается и их способность продолжительное время сохранять свою первоначальную форму.

Однако, несмотря на этот факт, проблема восстановления своей формы после воздействия на образцы определённой нагрузки остаётся открытой. Поэтому следующим шагом было проведение испытаний образцов с порядковыми номерами от 1а до 10а при помощи экспресс-методики. Данные, полученные в результате испытаний, представлены в приложении В, таблица В.2, а расчёт статистических показателей для остаточной деформации приведён в таблицах 5.15 и 5.16.

Таблица 5.15 – Исходные данные для расчёта статистических показателей для «остаточной деформации» образцов № 1а–10а

№ образца	Остаточная деформация образца (X), мм
1а	0,35
2а	0,25
3а	0,35
4а	0,25
5а	0,40
6а	0,30
7а	0,50
8а	0,45
9а	0,35
10а	0,25
Среднее значение:	0,35

Таблица 5.16 – Статистические показатели для остаточной деформации образцов № 1а–10а

$\bar{X}$, мм	σ^2 , мм ²	σ , мм	ν , %
0,35	0,07	0,084	24,35

Отличительной особенностью экспресс-методики является то, что для всех образцов величина общей деформации составляет 5 мм. То есть по аналогии с немецкой методикой пуансон вдавливается в образец только на 5 мм. Такая величина вдавливания считается оптимальной для определения формоустойчивости носочной части обуви, так как, во-первых, образцы испытываются в одинаковых условиях, а во-вторых, облегчается обработка полученных данных.

Статистические данные, представленные в таблице 5.16, показывают, что остаточная деформация имеет некоторый разброс данных. Однако в то же время при $\nu = 24,35\%$ ещё можно говорить о сопоставимости результатов, а колебания показаний объясняются малым количеством образцов.

Далее по аналогии с испытаниями на приборе ЖНЗО-2 сопоставим коэффициенты формоустойчивости образцов и их остаточные деформации (табл. 5.17 и рис. 5.8).

Таблица 5.17 – Исходные данные для расчёта коэффициента корреляции между формоустойчивостью и остаточной деформацией образцов № 1а–10а

№ образца	Коэффициент формоустойчивости (X), %	Остаточная деформация (Y), мм
1а	94,76	0,35
2а	98,46	0,25
3а	97,03	0,35
4а	98,38	0,25
5а	96,28	0,40
6а	98,96	0,30
7а	91,45	0,50
8а	93,43	0,45
9а	96,10	0,35
10а	97,34	0,25
Среднее значение:	96,22	0,35

$$r_{xy} = \frac{33,03 - 96,219 \cdot 0,345}{2,276 \cdot 0,084} = -0,90$$

$$R_{\frac{x}{y}} = -0,90 \cdot \frac{2,276}{0,084} = -24,39$$

$$X = -24,39 \cdot Y + 104,63$$

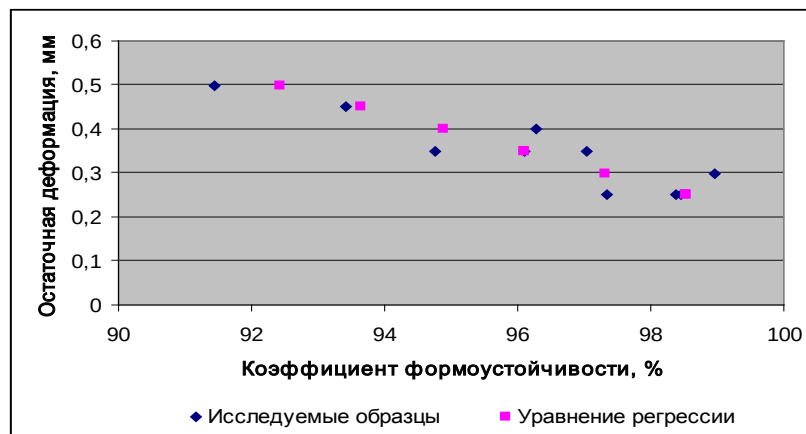


Рисунок 5.8 – Построение зависимости между показателями формоустойчивости и остаточной деформации образцов № 1а–10а

Из полученных данных следует явная зависимость между коэффициентом формоустойчивости и остаточной деформацией образцов. Наличие обратной связи и $r_{xy} = -0,90$ говорит о том, что для экспресс-методики также подтвердилось предположение, что чем выше коэффициент формоустойчивости, тем меньшая величина деформации остается на образце.

И наконец, из представленных связей «толщина – формоустойчивость» и «формоустойчивость – остаточная деформация» можно предположить, что между толщиной образцов и остаточными деформациями также имеется взаимосвязь. В подтверждении этого был рассчитан коэффициент корреляции и построено уравнение регрессии для данных показателей (табл. 5.18 и рис. 5.9).

Таблица 5.18 – Исходные данные для расчёта коэффициента корреляции между показателями толщины и остаточной деформации образцов № 1а–10а

№ образца	Толщина образца (X), мм	Остаточная деформация образца (Y), мм
1а	2,50	0,35
2а	2,63	0,25
3а	2,68	0,35
4а	2,66	0,25
5а	2,55	0,40
6а	2,72	0,30
7а	2,35	0,50
8а	2,52	0,45
9а	2,61	0,35
10а	2,58	0,25
Среднее значение:	2,57	0,35

$$r_{XY} = \frac{0,882 - 2,578 \cdot 0,345}{0,1 \cdot 0,084} = -0,75$$

$$R_{\frac{X}{Y}} = -0,75 \cdot \frac{0,1}{0,084} = -0,894$$

$$X = -0,894 \cdot Y + 2,89$$

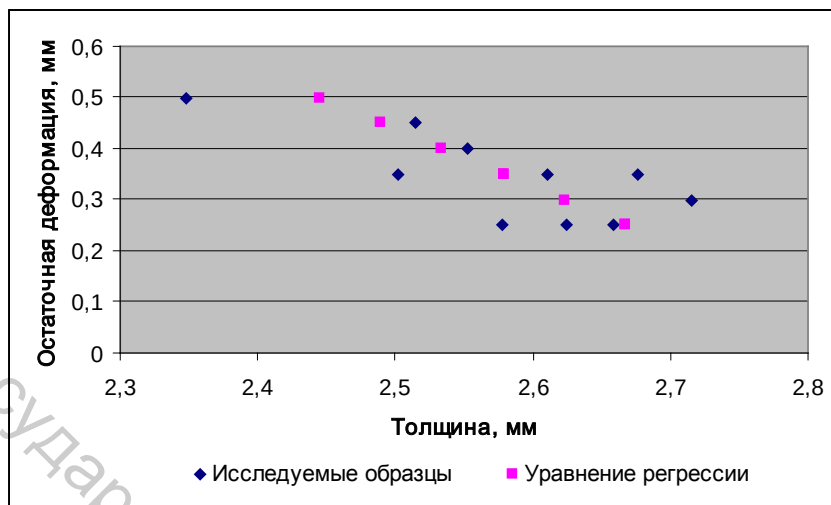


Рисунок 5.9 – Построение зависимости между показателями толщины и остаточной деформации образцов

В данном случае коэффициент корреляции получился не таким значительным, как в первых двух случаях, однако коэффициент $r_{XY} = -0,75$ показал, что связь между признаками все же имеется, а уравнение регрессии показало на её обратный линейный характер.

Таким образом, после проведённого анализа можно сказать, что экспресс-методика ничем не отличается от существующей и способна давать такие же точные и объективные данные, что испытания на приборе ЖНЗО-2. Полученные зависимости и коэффициенты корреляции между признаками подтвердили предположения в подразделе 5.1: с увеличением толщины образца увеличивается степень его формоустойчивости, при этом величина остаточных деформаций приближается к нулю. Таким образом, новая экспресс-методика не просто «повторяет» стандартный способ, но и даёт данные, наиболее приближенные к реальности.

5.3 СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СТАНДАРТНОЙ (ГОСТ 9135–2004) И РАЗРАБОТАННОЙ МЕТОДИК ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЩЕЙ И ОСТАТОЧНОЙ ДЕФОРМАЦИИ НОСОЧНОЙ ЧАСТИ ОБУВИ

Анализ предыдущих разделов показал, что каждая из методик способна давать объективные и достоверные данные и выявлять определённые зависимости между признаками. Однако проблема состоит в

том, что в силу последних достижений науки, техники и технологии известная методика (ГОСТ 9135-2004) при определении общей и остаточной деформации в отдельных случаях не способны давать объективные результаты испытаний. Поэтому необходима более совершенная методика для определения формоустойчивости материалов и обуви в целом, в качестве которой и предлагается разработанная экспресс-методика.

В данном подразделе приведен сравнительный анализ представленных методик, который в конечном итоге может стать предпосылкой и основным аргументом при замене стандартной методики на новую.

Для проведения сравнительного анализа все данные, полученные в подразделах 5.1 и 5.2 соответственно, сведены в таблицы, при этом данные представлены как по всем образцам в целом без деления их на методики (приложение Г), так и в отдельности по каждой из представленных методик (приложение Д).

Прежде чем приступить к непосредственному сравнению методик, было выяснено, насколько аргументированным является такое сравнение. Поэтому первым делом была проанализирована «основа» испытаний: показатели толщины исследуемых образцов, то есть насколько отобранные образцы для одной методики отличаются от образцов для другой. Для этого рассчитали так называемую ошибку опыта, которая выступает мерой точности результатов [100]:

$$m = \frac{\sigma}{\sqrt{n-1}} \quad (\text{при } n \leq 20), \quad (5.5)$$

где m – ошибка опыта;

σ – среднеквадратическое отклонение признака;

n – объем выборки.

Точность результатов устанавливается как интервал: $(\bar{X} \pm m)$

Используя формулы и данные исследований, представленные в приложении Г, получаем:

$$m = \frac{0,119}{\sqrt{20-1}} = 0,027$$

Интервал точных значений для показателя толщины составляет:

Толщина = (2,56; 2,60)

Толщина₁ = 2,59 ∈ (2,56; 2,60) – (образцов для испытаний по ГОСТ 9135-2004)

Толщина₂ = 2,57 ∈ (2,56; 2,60) – (образцов для испытаний по экспресс-методике)

Результаты исследований, полученные по двум методикам, оказались в интервале точных значений, при этом разница между самими показателями является минимальной. Соответственно, это говорит о том, что образцы для экспресс-методики практически идентичны образцам для существующей методики. Следовательно, с самого начала суще-

ствуется возможность сравнения методик и перенесения результатов одной из них на результаты другой.

Исходя из этого, были проанализированы коэффициенты формоустойчивости, полученные по двум методикам. Так, исходя из Приложения Г, следует, что разброс значений по данному показателю для всех образцов является небольшим и составляет 3 %. Для каждой же методики в отдельности (таблицы Д.1 и Д.2) колебания признака также являются незначительными и в общем случае приближаются к 3 %.

Однако прежде чем сравнивать значения данного показателя по обоим методикам, необходимо установить, насколько случайны или неслучайны расхождения значений одной методики от значений другой. Для этого рассчитаем критерий расхождения, который определяется по формуле [107]

$$t_{\bar{X}} = \frac{|\bar{X}_1 - \bar{X}_2|}{S_{\bar{X}}} \cdot \sqrt{\frac{n_1 \cdot n_2}{n_1 + n_2}}, \quad (5.6)$$

где $t_{\bar{X}}$ – критерий расхождения признаков;

$\bar{X}_1, \bar{X}_2$ – средние значения признака по первой и второй выборке соответственно;

$$S_{\bar{X}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n_1} (X_{1i} - \bar{X}_1)^2 + \sum_{i=1}^{n_2} (X_{2i} - \bar{X}_2)^2}{n_1 + n_2 - 2}}, \quad (5.7)$$

где n_1, n_2 – объём первой и второй выборки соответственно.

Рассчитанный критерий сравнивается с табличным значением, установленным с определённой степенью вероятности, причём если $t_{\bar{X}} > t_{табл}$, то расхождения являются существенными, зависящими от ситуации [100].

В нашем случае для коэффициента формоустойчивости критерий расхождения будет определяться следующим образом:

$$S_{\bar{X}} = \sqrt{\frac{101,2435 + 51,7879}{10 + 10 - 2}} = 2,916$$

$$t_{\bar{X}} = \frac{|94,261 - 96,219|}{2,916} \cdot \sqrt{\frac{10 \cdot 10}{10 + 10}} = 1,50$$

Табличное значение $t_{\bar{X}}$ с доверительной степенью вероятности $P = 0,95$ составляет $t_{\bar{X}} = 2,10$ [100]. В нашем случае $t_{табл} > t_{\bar{X}}$ ($2,10 > 1,50$). Соответственно, различия по показателю формоустойчивости среди двух методик являются несущественными, обусловленными действием случайных факторов. Последнее предположение даёт право на сравнение обеих методик, поэтому для выяснения наличия зависимости между ними по коэффициенту формоустойчивости были построены графики с

использованием данных, представленные в таблицах Д.1 и Д.2 (рис. 5.10, рис. 5.11).

Из рисунка 5.10 видно, что в общем случае (за исключением некоторых значений) данные по коэффициентам формоустойчивости по двум методикам близки друг относительно друга. Однако для того, чтобы такая связь была более наглядной, рассчитывается коэффициент корреляции и строится уравнение регрессии по слегка преобразованным данным (по каждой методике значения коэффициентов формоустойчивости расположены в порядке возрастания).

Такое преобразование вытекает из условия $t_{табл} > t_{\bar{x}}$ и, соответственно, не приведёт к существенным изменениям (табл. 5.19 и рис. 5.11).

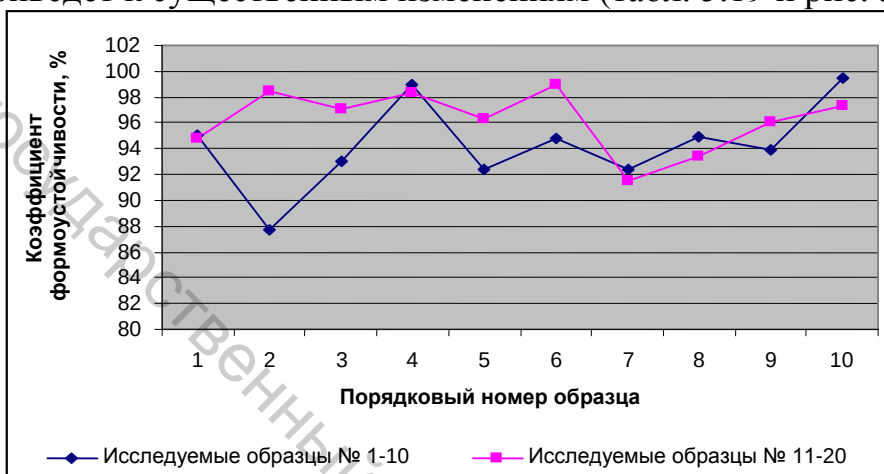


Рисунок 5.10 – Распределение показателя формоустойчивости среди образцов

Таблица 5.19 – Исходные данные для расчёта коэффициента корреляции по коэффициенту формоустойчивости между двумя методиками

№ образца	Коэффициент формоустойчивости, %	
	по методике ГОСТ (X)	по экспресс-методике (Y)
1 (1a)	87,75	91,45
2 (2a)	92,35	93,43
3 (3a)	92,39	94,76
4 (4a)	93,03	96,10
5 (5a)	93,96	96,28
6 (6a)	94,74	97,03
7 (7a)	94,94	97,34
8 (8a)	95,07	98,38
9 (9a)	98,91	98,46
10 (10a)	99,47	98,96
Среднее значение:	94,26	96,22
σ :	3,18	2,28

$$r_{xy} = \frac{9076,383 - 94,26 \cdot 96,22}{3,18 \cdot 2,28} = 0,92$$

$$R_{\frac{Y}{X}} = 0,92 \cdot \frac{2,276}{3,182} = 0,66$$

$$Y = 0,66 \cdot X + 34$$

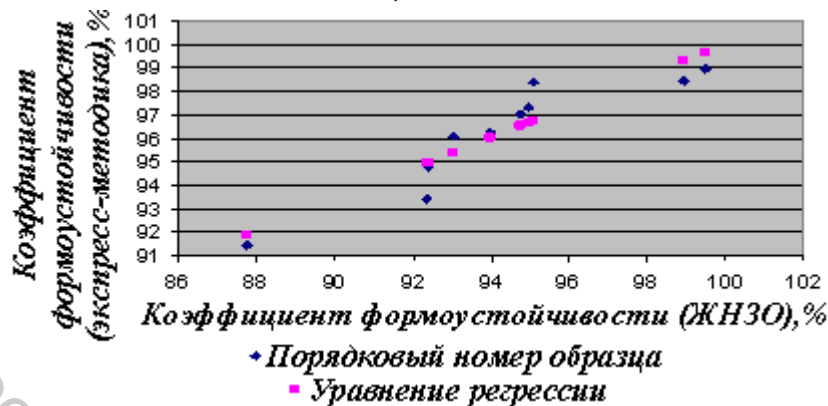


Рисунок 5.11 – Зависимость методик по коэффициенту формоустойчивости

Исходя из представленных расчётов, видно, что в результате сопоставления данных по двум методикам получена прямолинейная зависимость с коэффициентом корреляции $r_{xy} = 0,92$. Это свидетельствует о том, что при использовании одинаковых образцов в одинаковых условиях проведения испытания получают данные, практически идентичные друг другу. Небольшая разница между показателями в пользу образцов, подготовленных для экспресс-методики, объясняется особенностями их формования и последующего измерения.

Таким образом, исходя из анализа двух показателей (толщины и формоустойчивости образцов), вытекает обоснованная необходимость в непосредственном сравнении двух методик по процессу проведения испытания. То есть, другими словами, показатели толщины и формоустойчивости образцов показали, что для двух методик были созданы «однородные» условия, соответственно, это даёт нам возможность сравнить их по основному показателю.

Так, при проведении испытаний по обеим методикам были получены значения общих и остаточных деформаций. Однако сравнение методик было произведено только по последнему показателю, так как для экспресс-методики величина общей деформации является «фиксированной» величиной, что не позволяет достоверно сопоставить данные.

Что же касается остаточной деформации, то первым делом определили, насколько существенны расхождения между значениями, полученными для двух методик (табл. Д.1, табл. Д.2):

$$S_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{0,0657 + 0,1013}{10 + 10 - 2}} = 0,096$$

$$t_{\bar{x}} = \frac{|0,309 - 0,345|}{0,096} \cdot \sqrt{\frac{10 \cdot 10}{10 + 10}} = 0,839$$

$$2,10 > 0,839 \rightarrow t_{\text{табл}} > t_{\bar{x}}$$

Данные графически представлены на рисунке 5.12.

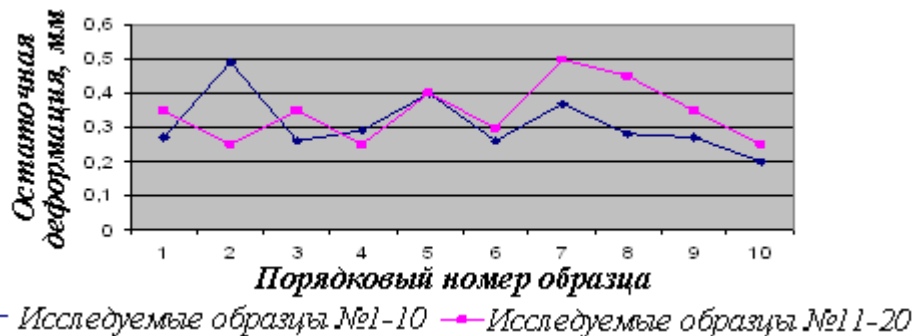


Рисунок 5.12 – Распределение показателя остаточной деформации среди образцов

Последнее утверждение ($t_{\text{табл}} > t_{\bar{x}}$) говорит о том, что расхождения между значениями остаточных деформаций по двум методикам являются несущественными, причём табличное значение намного превышает расчётное, что свидетельствует о достаточной близости полученных результатов. В то же время рисунок 5.12 подтверждает, что в общем случае значения являются достаточно приближенными друг к другу, несмотря на наличие нескольких расхождений между значениями, которые можно объяснить действием случайных факторов.

Поэтому далее был выявлен посредством коэффициента корреляции и построения уравнения регрессии характер взаимосвязи между двумя методиками (табл. 5.20 и рис. 5.13):

Таблица 5.20 – Исходные данные для расчёта коэффициента корреляции по показателю остаточной деформации между двумя методиками

№ образца	Остаточная деформация	
	по методике ГОСТ	по экспресс-методике
1 (1a)	0,20	0,25
2 (2a)	0,26	0,25
3 (3a)	0,26	0,25
4 (4a)	0,27	0,30
5 (5a)	0,27	0,35
6 (6a)	0,28	0,35
7 (7a)	0,29	0,35
8 (8a)	0,37	0,40
9 (9a)	0,40	0,45
10 (10a)	0,49	0,50
Среднее значение:	0,31	0,35
σ :	0,081	0,082

$$r_{xy} = \frac{0,1129 - 0,309 \cdot 0,345}{0,081 \cdot 0,082} = 0,95$$

$$R_{\frac{Y}{X}} = 0,95 \cdot \frac{0,082}{0,081} = 0,96$$

$$Y = 0,96 \cdot X + 0,05$$

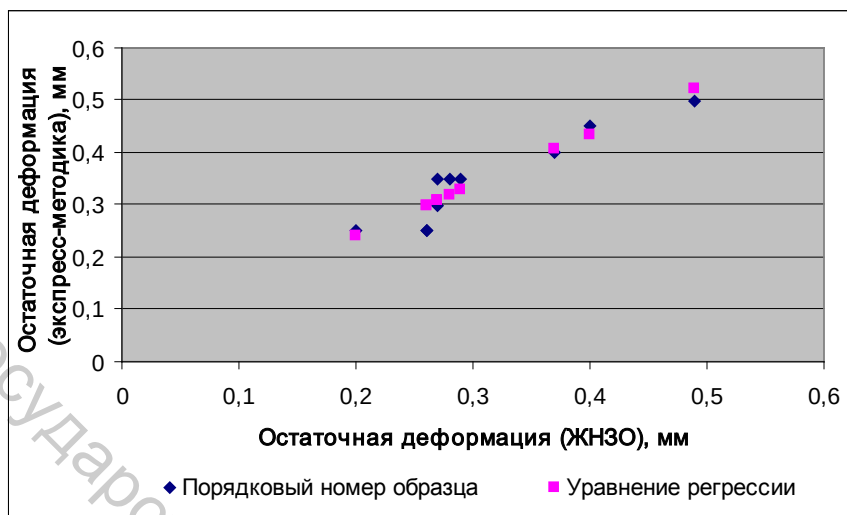


Рисунок 5.13 – Зависимость методик по показателю остаточной деформации

Таким образом, из результатов проведенного исследования следует, что между двумя методиками практически не существует различий в определении основного показателя, характеризующего носочную часть обуви, а именно, по остаточной деформации. Коэффициент корреляции и рисунок 5.13 показывают, что между значениями существует прямая линейная зависимость, причём результаты расположены практически рядом друг с другом. Это говорит о том, что полученные результаты по существующей методике с использованием прибора ЖНЗО-2 «перекрывают» такие же значения по экспресс-методике, и наоборот. Соответственно, выводом в данном случае является возможность замены стандартной методики (ГОСТ 9135-2004), на разработанную экспресс-методику.

Однако для того, чтобы последнее предположение обрело материальную форму, проанализируем качественные стороны обеих методик.

Так, стандартная методика и прибор ЖНЗО-2 зарекомендовали себя в обувной промышленности как надёжный и достоверный в определённых случаях способ по оценке общей и остаточной деформации носочной части обуви. Лёгкость измерений и механическое устройство для считывания результатов привело к тому, что способ достаточно широко использовался до настоящего времени. Однако в связи с развитием научно-технического прогресса, в частности, в связи с применением новых термопластичных материалов для подносков обуви, появлением новых способов формования обуви и др. прибор ЖНЗО-2 стал непригодным для использования в некоторых ситуациях.

Во-первых, прибор оценивает показатели формоустойчивости носочной части обуви только в статических условиях, тогда как большинство деформаций может возникать в обуви исключительно в процессе эксплуатации, то есть динамических условиях.

Во-вторых, прибор ЖНЗО не позволяет испытывать некоторые виды обуви, в частности, обувь типа мокасин, с тонкими подносками или вообще без них. В первом случае затруднение вызывает попадание шарового сегмента на верхний шов обуви, и тогда материалы просто не подвергаются нагрузке. В случае же тонких и рельефных подносков проблема заключается в величине нагружения, то есть в данной ситуации величина нагружения является достаточно большой, что приводит к продавливанию обуви до основной стельки.

В-третьих, существующая методика не даёт точного обоснования того, как оценивается величина погружения шарового сегмента в носочную часть обуви, а также как определяется степень её оседания под действием нагрузки. Кроме того, при использовании отечественной методики и, соответственно, прибора ЖНЗО-2 не удаётся объективно оценить формоустойчивость носочной части обуви, так как она связана, в основном, с суммарной толщиной пакета материалов для верха и, если материал подноска пластичный, то образец сразу же будет продавливаться, а если упругий, то продавливание будет происходить через некоторое количество циклов.

В-четвертых, сам принцип нагружения (снаружи, рис. 5.5) изначально не верен, так как стопа воздействует на обувь циклично изнутри, а внешнее нагружение элементов конструкции изделий крайне редка, разве, что в спортивной – для футбола. Очевидно, это положение требует дальнейших исследований и, следовательно, изменения нормативной базы.

Что же касается разработанной экспресс-методики, то во многом она «устраняет» недостатки ЖНЗО. Так, новая методика позволяет объективно оценивать формоустойчивость различных материалов, используемых для подносков обуви, начиная от гранитоля и заканчивая современными упругими материалами. При этом методика позволяет оценить общую и остаточную деформацию как для систем материалов в целом, так и для каждого материала в отдельности. Кроме того, при помощи данной разработки появилась возможность в оценке не только готовых изделий, но и образцов, предварительно сформованных в полусферу. Методика также устанавливает единую для всех величину общей деформации, которая в конечном итоге создаёт равные условия для оценки общей и остаточной деформации для всех видов и конструкций обуви. В то же время методика является более чувствительной к изменению формоустойчивости, нежели прибор ЖНЗО-2, о чем свидетельствуют соответствующие коэффициенты корреляции между признаками. Основным же достоинством новой методики является её возможность опе-

ративной оценки формоустойчивости всех видов обуви, включая мокасины и обувь без подносков.

Так, в результате сравнения методик выяснилась их «сопоставимость». То есть, другими словами, обе методики, предназначенные для испытания носочной части обуви, аналогичны по результатам проведенных исследований, соответственно, при возникновении спорных вопросов при исследовании общей и остаточной деформации на приборе ЖНЗО-2 его можно заменить на разработанную экспресс-методику, которая даёт такие же объективные данные, что и существующая методика, и в то же время способна «устранять» его недостатки.

Таким образом, проведённое исследование общей и остаточной деформации носочной части обуви показало наличие тесных взаимосвязей между определяемыми показателями: толщиной, формоустойчивостью и остаточной деформацией. При этом зависимость между толщиной и коэффициентом формоустойчивости является прямолинейной, то есть чем больше толщина образца, тем выше его формоустойчивость. В то же время при сравнении указанного коэффициента с показателем остаточной деформации была выявлена обратная связь, которая говорит о том, что чем выше коэффициент формоустойчивости, тем меньшей остаточной деформацией обладает образец. В целом же можно сказать, что при проведении исследования, включающего испытание подготовленных образцов по методике, регламентируемой ГОСТ 9135-2004, и по разработанной экспресс-методике, были получены данные, максимально приближенные к реальности, что и позволяет говорить об объективности и достоверности проведённого исследования, результатом которого явилось следующее утверждение: обувь, имеющая значительную толщину верха, меньше всего подвержена внешним механическим воздействиям, а при их наличии способна быстро восстанавливать внешний вид без ухудшения качества.

Сопоставление представленных методик показало, что обе методики, предназначенные для испытания носочной части обуви, аналогичны по результатам проведенных исследований, соответственно, при возникновении спорных вопросов при исследовании общей и остаточной деформации на приборе ЖНЗО-2 его можно заменить на разработанную экспресс-методику, которая даёт такие же объективные данные, что и отечественный прибор, и в то же время способна устранить его недостатки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящей монографии обобщены работы, связанные с изучением ассортимента материалов для подносков, технологией их применения, а также оценкой формоустойчивости носочной части обуви. Повышение требований к качеству обуви, увеличение многообразия ее конструкций в соответствии с направлениями моды, а также расширение ассортимента материалов, применяемых для изготовления подносков, являющихся элементом системы верха, обусловили необходимость повышения объективной оценки свойств носочной части обуви и расширения количества определяемых показателей.

Формоустойчивости обуви всегда уделялось большое внимание. Однако в проведенных исследованиях рассматривалась в основном формоустойчивость носочной части в статике, которая оценивает эффективность применения технологических процессов и оборудования обувного производства, а также материалов, конструкций и моделей различных видов обуви, т.е. формоустойчивость, которая по своей сути является показателем совершенства технологии и конструирования обуви. Однако обувь должна сохранять свои размеры и форму не только сразу после изготовления, но и длительное время быть устойчивой к продолжительным воздействиям стопы и окружающей среды в процессе носки. Именно в это время происходит значительное ухудшение формоустойчивости обуви. Поэтому возникает необходимость в эксплуатационной оценке формоустойчивости, т. е. в совершенствовании и разработке методов оценки формоустойчивости при воздействии динамических нагрузок, которые можно применить как при исследовании материалов для подносков, так и носочной части обуви, отражая реальные условия ее эксплуатации.

В монографии представлены исследования, выполненные авторами по изучаемой проблеме, и результаты экспериментальных исследований свойств современных материалов для подносков обуви, внедренных в последнее время на обувных предприятиях, их влияние на формоустойчивость систем материалов, имитирующих носочную часть обуви, с различными по структуре материалами верха.

Предложены методы, приборы и приспособления для оценки формоустойчивости материалов, их систем и носочной части обуви формоустойчивости, основанные на статическом и динамическом нагружениях образцов и изделий, принципиально отличающиеся от известных методов способом нагружения и многоцикловым воздействием.

Исследованы новые термопластические материалы для подносков обуви, а также системы, имитирующие ее носочную часть. Установлено, что их формоустойчивость при испытаниях в статических условиях изменяется незначительно.

Установлено, что формоустойчивость систем материалов после динамических нагружений, в отличие от этого же показателя в статических условиях, изменяется существенно. Предложено оценивать свойства систем материалов и обуви в статике и динамике с использованием функции желательности. Получено, что изменение показателя формоустойчивости систем и обуви в процессе многоцикловых нагружений носит линейный характер, что позволяет с высокой достоверностью прогнозировать это свойство при носке изделия.

Предложен метод переработки отходов термопластических материалов для подносков. Исследованы свойства новых материалов, полученных из отходов обувного производства, и установлено, что они могут быть использованы в качестве каркасных деталей обуви. Даны рекомендации по их применению в производстве обуви. Практическое внедрение предложенной ресурсосберегающей технологии позволяет получить экономический и экологический эффект за счет уменьшения количества отходов, вывозимых на полигон.

Результаты проведенных исследований прошли производственную апробацию и используются на ряде обувных предприятий Республики Беларусь. Были внедрены новые материалы, что позволило освоить выпуск продукции, обладающей высокой формоустойчивостью. В результате внедрений результатов работы авторов был получен экономический эффект за счет улучшения качества обуви и снижения ее себестоимости.

Проведенные исследования общей и остаточной деформации обуви с использованием двух методик показало явную зависимость между показателями толщины, формоустойчивости и остаточной деформации. Полученная зависимость говорит о том, что чем большей толщиной обладает готовая обувь или образец материала, тем лучше она противостоит внешним воздействиям, а при их наличии быстрее и без потери качества возвращается в своё первоначальное состояние. При этом указанная зависимость сначала была получена с использованием известной методики и прибора ЖНЗО-2 и в дальнейшем нашла подтверждение при использовании экспресс-методики. Другими словами, при обеспечении одинаковых условий испытания для двух методик получены результаты, которые по одной методике практически аналогичны для другой, о чём непосредственно свидетельствуют и коэффициенты корреляции, и выявленный характер зависимости между ними.

Анализируя экономическую сторону исследования, можно сказать, что разработанная экспресс-методика выгодно отличается от отечественной. Проведенное сравнение методик по времени, затраченному на испытания, и в целом по себестоимости испытания, показало, что в результате внедрения экспресс-методики будут сэкономлены трудовые и материальные ресурсы.

Таким образом, в результате проведенной работы получили тот факт, что лучшей альтернативой известной методики и прибору типа

ЖНЗО-2, предназначенному для испытания общей и остаточной деформации подноски и задника обуви, является разработанная экспресс-методика, которая по показателям объективности и результативности значительно превосходит все имеющиеся достижения в этой области.

Прибор оценивает показатели формоустойчивости носочной части обуви только в статических условиях, тогда как большинство деформаций может возникать в обуви исключительно в процессе эксплуатации, то есть динамических условиях.

Прибор ЖНЗО не позволяет испытывать некоторые виды обуви, в частности, обувь типа мокасин, с тонкими подносками или вообще без них. В первом случае затруднение вызывает попадание шарового сегмента на верхний шов обуви, и тогда материалы просто не подвергаются нагрузке. В случае же тонких и рельефных подносок проблема заключается в величине нагружения, то есть в данной ситуации величина нагружения является достаточно большой, что приводит к продавливанию обуви до основной стельки.

Существующая методика не даёт точного обоснования того, как оценивается величина погружения шарового сегмента в носочную часть обуви, а также как определяется степень её оседания под действием нагрузки. Кроме того, при использовании отечественной методики и, соответственно, прибора ЖНЗО-2 не удаётся объективно оценить формоустойчивость носочной части обуви, так как она связана, в основном, с суммарной толщиной пакета материалов для верха и, если материал подноски пластичный, то образец сразу же будет продавливаться, а если упругий, то продавливание будет происходить через некоторое количество циклов.

Сам принцип нагружения (снаружи) изначально не верен, так как стопа воздействует на обувь циклично изнутри, а внешнее нагружение элементов конструкции изделий крайне редка, разве, что в спортивной – для футбола. Очевидно, это положение требует дальнейших исследований и, следовательно, изменения нормативной базы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Георгиева, В. С. Состояние вопроса производства термопластичных материалов для задников и подносков обуви / В. С. Георгиева // Кожевенно-обувная промышленность. – 1981. – № 3 – С. 62-63.
2. Георгиева, В. С. Некоторые особенности производства материалов для жестких внутренних деталей обуви за рубежом / В. С. Георгиева, Н. Н. Губарева, В. А. Айзикович // Кожевенно-обувная промышленность. – 1984. – № 4. – С. 17–18.
3. Георгиева, В.С. Новое в производстве термопластических материалов для деталей обуви / В.С. Георгиева, Н.Н. Губарева / Обзорная информация ЦНИИТЭИлегпрома. – Москва : ЦНИИТЭИлегпром, 1987. – Вып. 4. – 52 с.
4. Георгиева, В. С. Полимеры для искусственных обувных материалов / В. С. Георгиева, Н. Н. Губарева, Г. Г. Виноградова, М. А. Голомшток // Кожевенно-обувная промышленность. – 1985. – № 5 – С. 12 – 14.
5. Георгиева, В. С. Применение термопластических материалов на высокопроизводительных потоках обувного производства / В. С. Георгиева, З. Г. Матвеева // Производство искусственных кож и пленочных материалов и перспективы его развития : тез. докл. Всесоюзной науч.-техн. конф. – Москва, 1981. – С. 58.
6. Губарева, Н. Н. Гигиенические свойства термопластичных подносков / Н. Н. Губарева // Кожевенно-обувная промышленность. – 1991. – № 10. – С. 9 – 10.
7. Кирейлене, Д. А. Исследование технологических и эксплуатационных свойств термопластических материалов для подносков обуви / Д. А. Кирейлене, М. Ю. Батисене, Г. В. Шунокене // Кожевенно-обувная промышленность. – 1985. – № 4. – С. 50–52.
8. Горюшина, Л. А. Исследование свойств материалов и систем материалов для верха обуви при двухосном растяжении / Л. А. Горюшина, Л. С. Беляев, Е. Я. Михеева // Исследования, направленные на экономическое исследование ресурсов в обувной промышленности : сб. трудов / ЦНИИТЭИлегпром; под ред. В. П. Рохлина. – Москва, 1983. – С. 66–72.
9. Горюшина, Л. А. О методе оценки формоустойчивости материалов и систем материалов в динамических условиях / Л. А. Горюшина [и др.] // Кожевенно-обувная промышленность. – 1985. – № 9. – С. 21–24.
10. Беляева, А. Л. Классификация свойств обуви / А. Л. Беляева, Т. Т. Фомина // Кожевенно-обувная промышленность. – 1980. – № 4. – С. 20–23.
11. Тарасюк, П. Е. Внутренние детали обуви из искусственных материалов / П. Е. Тарасюк, А. Н. Акоп, Г. Г. Краснопольский // Кожевенно-обувная промышленность. – 1978. – № 7. – С. 15–17.

12. А.с. 643516 СССР, М. Кл.² С 08 L 9/02, С 08 L 29/00, А 43 В 23/17. Композиция для получения подносков обуви : А. Д. Зайончковский, Б. Я. Краснов, Н. М. Волков ; Всесоюзный заочный институт текстильной и легкой промышленности, Обувное производственное объединение «Луч». – № 2105252/23-05 ; заявл. 07.02.75; опубл. 25.01.79 // Открытия. Изобрет. – 1979. – № 3 – 3 с.
13. Зурабян, К. М. Материаловедение изделий из кожи : учеб. для вузов / К. М. Зурабян, Б. Я. Краснов, М. М. Бернштейн. – Москва : Легпромбытиздат, 1988. – 416 с.
14. Сермягина, М. И. Упругопластические свойства материалов для подносков обуви / М. И. Сермягина // Кожевенно-обувная промышленность. – 1973. – № 6. – С. 49–51.
15. Ушакова, Н. С. Метод оценки формоустойчивости носочной части обуви / Н. С. Ушакова, Л. С. Беляев, Т. С. Горнецкая, Е. Я. Михеева // Совершенствование технологических процессов и исследование свойств новых материалов в производстве обуви : сб. трудов / ЦНИИлегпром. – Москва, 1985. – С. 31–38.
16. Михеева, Е. Я. Современные методы оценки качества обуви и обувных материалов / Е. Я. Михеева, Л. С. Беляев. – Москва : Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 248 с.
17. Зыбин, Ю. П. Технология изделий из кожи / Ю. П. Зыбин. – Москва : Легкая промышленность, 1975. – 464 с.
18. Адигезалов, Л. И. Интенсифицированные методы сушки обуви / Л. И. Адигезалов, А. С. Шварц. – Москва : Легкая индустрия, 1974. – 134 с.
19. Шварц, А. С. Современные материалы и их применение в обувном производстве / А. С. Шварц, Е. Ф. Кондратьков. – Москва : Легкая индустрия, 1978. – 224 с.
20. Verfahren zum Herstellen von Vorder-und / oder Hinterkappen aufmeissenden Schuhen : patent 3432828 (A1) DE, Int. Cl.⁴ A 43 D11/00 / K. Sterhan anmelder Gebrüder Kömmerling Kunststoffwerke GmbH. – № Р 34 32 828.9 ; anmeldetag 06.09.1984 ; offenlegungstag 13.03.1986 // Bulletin /Deutsches patentamt. – 1986. – 2 s.
21. 36-я международная выставка «Неделя кожи» в Париже. Экспресс-информация. Обувная промышленность за рубежом. – Москва : ЦНИИТЭИлегпром, 1979. – № 3 – С. 18–19.
22. Калашникова, Н. С. 12-я международная выставка обувной промышленности в Пирмаземе (ФРГ) / Н. С. Калашникова // Экспресс-информация. Обувная промышленность за рубежом. – Москва : ЦНИИТЭИлегпром, 1979. – № 12. – С. 12–17.
23. А. с. 798135 СССР, МКИ³ С08 L 23/08. Термопластичная композиция : опубл. 30.03.81, Бюллетень № 3.
24. А. с. № 937483 СССР, МКИ³ С08 L 27/24. Композиция для изготовления жестких внутренних деталей обуви : опубл. 14.04.82, Бюллетень № 23.

25. А. с. № 1183519 СССР, МКИ³ C09 I 3/14. Адгезивная композиция : опубл. 20.11.85, Бюллетень № 37.
26. А. с. № 979480 СССР, МКИ³ C08 L 23/08. Клей-расплав : опубл. 10.06.82, Бюллетень № 45.
27. А. с. № 724551 СССР, МКИ³ C08 L 75/04. Теплопроводная полимерная композиция : опубл. 20.02.80, Бюллетень № 12.
28. Смелков, В. К. Материалы для обуви : учебное пособие для студ. спец. Т.17.04 «Технология и конструирование изделий из кожи» : в 2 ч. / В. К. Смелков, А. Н. Буркин. – Витебск : Изд-во ВГТУ, 1997. – Ч. 1. – 66 с.
29. А.с. № 246536 ЧССР, МКП A43B 23/08. Obuvnicki vyztužovací díl. Červeňanský S. i t.d. : опубл. 15.12.87, Бюллетень № 41.
30. Конфекционирование материалов для обуви / УО «ВГТУ» ; сост. В. К. Смелков, Р. Н. Томашева, С. Л. Фурашова. – Витебск, 2005. – 45 с.
31. А. с. № 1054393 СССР, МКИ³ C08 L 19/00. Клеевая композиция для крепления резин : опубл. 15.08.83, Бюллетень № 42.
32. А. с. № 1014848 СССР, МКИ³ C08 L 9/00. Вулканизуемая резиновая смесь : опубл. 08.03.83, Бюллетень № 16.
33. Пат. 5609 Республика Беларусь, МПК7 А 43В 17/14. Композиции для внутренних деталей обуви / А. Н. Буркин, О. И. Трофименко, К. С. Матвеев, М. А. Васильев ; заявитель и патентообладатель УО «Витебский государственный технологический университет». – № а 19990293 ; заявл. 30.03.1999 ; опубл. 30.12.2003 // Афіцыйны Бюлетэнь Дзяржаўнага пат. ведамства Рэсп. Беларусь / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2003. – № 4 (39). – С. 92.
34. А. с. № 1186628 СССР, МКИ³ C08 L 27/06. Полимерная композиция для кабельного пластика : опубл. 15.04.85, Бюллетень № 39.
35. А. с. № 1214694 СССР, МКИ³ C08 L 45/02. Мягчитель для резиновых смесей : опубл. 12.02.86, Бюллетень № 8.
36. А. с. № 749867 СССР, МКИ³ C08 L 61/10. Электропроводная полимерная композиция : опубл. 24.05.80, Бюллетень № 27.
37. А. с. № 821470 СССР, МКИ³ C08 L 63/00. Электропроводящая композиция : опубл. 21.03.81, Бюллетень № 14.
38. А. с. № 891721 СССР, МКИ³ C08 L 63/02. Пресс-композиция : опубл. 18.10.81, Бюллетень № 47.
39. А.с. 1134164 СССР, МКИ А 43 D 21/18. Способ предварительного формования заготовки верха обуви и последующей затяжки обуви / В. Л. Матвеев, А. Н. Буркин, К. А. Загайгора ; МТИЛП. – № 3323978/28-12 ; заявлено 24.07.81 ; опубл. 15.01.84 // Открытия. Изобрет. – 1985. – № 2. – 2 с.
40. Михеева, Е. Я. Справочник обувщика (Технология) / Е. Я. Михеева, Г. А. Мореходов. – Москва : Легпромбытиздат, 1989. – 416 с.
41. Буркин, А. Н. Оптимизация технологического процесса формирования обуви / А. Н. Буркин. – Витебск : Изд-во ВГТУ, 2007. – 220 с.

42. Буркин, А. Н. Конструкторско-технологическое решение узлов современной обуви / А. Н. Буркин, К. Ф. Потапова, М. П. Чумакова, Л. П. Круглякова // Обзорная информация. Обувная промышленность. – Москва : ЦНИИТЭИлегпром, 1989. – № 3. – 54 с.
43. Буркин, А. Н. Рациональные режимы формования верха обуви / А. Н. Буркин, А. Н. Калита, С. И. Клобуков // Экспресс-информация. Обувная промышленность в СССР. – Москва : ЦНИИТЭИлегпром, 1978. – № 1. – 25 с.
44. ГОСТ 17073–71. Кожа искусственная. Методы определения толщины и массы 1 м.кв. – введ. 01.07.72. – Москва : Изд-во стандартов, 2000. – 4 с.
45. ГОСТ 263–75. Резина. Метод определения твердости по Шору А. – введ. 01.01.77. – Москва : Изд-во стандартов, 1989. – 8 с.
46. ГОСТ 267–73. Резина. Методы определения плотности. – введ. 01.01.75. – Москва : Изд-во стандартов, 1989. – 12 с.
47. Физические и механические испытания основных обувных материалов и обуви / Методы испытаний обувных материалов и обуви. – Москва : ГНТИ, 1954. – 492 с.
48. Серелягина, М. И. Упругопластические свойства материалов для подносков обуви / М. И. Серелягина // Кожевенно-обувная промышленность. – 1973. – № 6 – С. 49–51.
49. ГОСТ 938.11-69. Кожа. Метод испытания на растяжение. – Взамен ГОСТ 939-45 ; введ. 01.01.70. – Москва : Изд-во стандартов, 2003. – 12 с.
50. ГОСТ 22307-86. Обувь. Испытание прочности клеевых соединений на сдвиг и расслаивание. – Взамен ГОСТ 22307-75 ; введ. 01.01.87. – Москва : Изд-во стандартов, 1987. – 6 с.
51. ГОСТ 9135-2004. Обувь. Метод определения общей и остаточной деформации подноски и задника. – Взамен ГОСТ 9135-73 ; введ. 01.10.2006. – Минск : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2006. – 12 с.
52. Закатова, Н. Д. Эксплуатационные свойства обувных материалов и деталей / Н. Д. Закатова, Е. Я. Михеева – Москва : Легкая индустрия, 1966. – 211 с.
53. Акулова, Т. Е. Исследование деформации верха при носке / Т. Е. Акулова, Ю. П. Зыбин // Изв. вузов. Технология легкой промышленности. – 1958. – № 5. – С. 90–100.
54. Акулова, Т. Е. Исследование деформации верха обуви / Т. Е. Акулова, Ю. П. Зыбин // Научные труды МТИЛПа. – Москва, 1962. – № 22. – С. 221–229.
55. Жихарев, А. П. Материаловедение в производстве изделий легкой промышленности: учебник для вузов / А. П. Жихарев, Б. Я. Краснов, Д. Г. Петропавловский. – Москва : Издательский центр «Академия», 2004. – 464 с.

56. Зайончковский, А. Д. Некоторые вопросы динамической стойкости и структуры искусственной кожи / А. Д. Зайончковский. – Москва : Легкая индустрия, 1967. – 146 с.
57. Калита, А. Н. Исследование кожи для верха обуви при многократном изгибе / А. Н. Калита, Ю. П. Зыбин // Научные труды МТИЛП. – Москва, 1973. – № 39. – С. 89–93.
58. Кругляков, В. М. Ускоренный метод исследования устойчивости материалов для верха обуви к многократным механическим воздействиям / В. М. Кругляков, В. К. Смелков, А. Г. Воронин // Товароведение и легкая промышленность: сб. статей. – Москва: Высшая школа, 1982. – № 9. – С. 156–160.
59. Перельмитер, В. И. Способ исследования деформаций верха обуви / В. И. Перельмитер, Ю. П. Зыбин // Изв. вузов. Технология легкой промышленности. – 1960. – № 5. – С. 64–69.
60. Шеремет, Е. А. Устройство для исследования эксплуатационных характеристик верха обуви / Е. А. Шеремет // Актуальные проблемы науки, техники и экономики легкой промышленности: тезисы докладов международной науч.-тех. конф., Москва, 19–21 апреля 2000 г. / Московский гос. университет дизайна и технологии. – Москва, 2000. – С. 265–266.
61. Лабораторный практикум по материаловедению изделий из кожи / А. П. Жихарев [и др.] ; под общ. ред. А. П. Жихарева. – Москва : Легпромышлениздат, 1993. – 384 с.
62. Ябко, Я. М. Использование прибора 6-24-1 для испытания искусственной кожи / Я. М. Ябко, С. Л. Полинский, Г. Н. Смольникова // Кожевенно-обувная промышленность. – 1974. – № 1. – С. 55–59.
63. Полякова, Л. Г. Новый прибор для исследования на устойчивость к многократным механическим воздействиям материалов для верха обуви / Л. Г. Полякова // Совершенствование техники и технологии производства кожи, обуви и дубильных экстрактов : сб. статей. – Москва : Легкая индустрия, 1974. – № 1. – С. 112–116.
64. Акимова, Е. В. Исследование деформационно-прочностных свойств материалов, определяемых в статическом и динамическом режимах / Е. В. Акимова, Е. Я. Михеева, А. Ю. Зыбин // Совершенствование технологии производства обуви : сб. трудов ЦНИИКП / ЦНИИ-ТЭИлегпром ; под ред. В.П. Рохлина. – Москва, 1979. – С. 37–46.
65. Рохлин, В. П. О методе оценки формоустойчивости материалов и систем материалов для верха обуви / В. П. Рохлин, Е. Я. Михеева, Е. В. Акимова // Совершенствование технологии производства обуви: сб. трудов / ЦНИИТЭИлегпром ; под ред. В. П. Рохлина. – Москва, 1982. – С. 11–18.
66. Макарышева, Т. С. Методика определения формоустойчивости обувных дублированных текстильных материалов на приборе ПО-ИК / Т. С. Макарышева // Кожевенно-обувная промышленность. – 1984. – № 1. – С. 29–30.

67. Горюшина, Л. А. О методе оценки формоустойчивости материалов и систем материалов в динамических условиях / Л. А. Горюшина [и др.] // Кожевенно-обувная промышленность. – 1985. – № 9. – С. 21–24.
68. Пат. 6798 Республика Беларусь, G01 N33/36, 33/44. Способ определения эксплуатационных свойств материалов для верха обуви и устройство для его осуществления / Е. А. Шеремет, В. В. Щербачков ; заявитель и патентообладатель УО «Витебский государственный технологический университет». – № а 20000678 ; заявл. 13.07.2000 ; опубл. 20.10.2000 // Афіцыйны Бюлетэнь Дзяржаўнага пат. ведамства Рэсп. Беларусь / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2000. – № 3. – С. 151.
69. Буркин, А. Н. Портативное приспособление для исследования формоустойчивости обувных материалов: информ. листок / А. Н. Буркин, М. А. Васильев, В. Ф. Дардык. – Минск : БелНИИНТИ, 1983. – 3 с.
70. А.с. 89282 СССР, М. Кл. 42k. Прибор для испытания на износ образцов материалов для обуви / Р. Н. Гальперин, Я. И. Есиненко, В. Л. Битен. – № 406921 ; заявл. 03.11.49 ; опубл. 09.11.51 // Открытия. Изобрет. – 1951. – № 2. – 3 с.
71. Определение эластичности материалов для подносков : DIN 32 768 (EN 344-1) GFR, Стандарты ФРГ.
72. Михеева, Е. Я. Современные методы оценки качества обуви и обувных материалов / Е. Я. Михеева, Л. С. Беляев. – Москва : Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 248 с.
73. Пат. 960 Республика Беларусь, МПК7 G 01N 3/00 A 43D 1/00. Прибор для определения формоустойчивости носочной части обуви / А. Н. Буркин, К. С. Матвеев, М. В. Шевцова, О. А. Терентьева ; заявитель и патентообладатель УО «Витебский государственный технологический университет». – № u 20020266 ; заявл. 17.09.2002 ; опубл. 1.04.2003 // Афіцыйны Бюлетэнь Дзяржаўнага пат. ведамства Рэсп. Беларусь / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2003. – № 3 (38). – С. 307.
74. Материаловедение : лабораторный практикум для студентов специальности 1-54 01 01-04 «Метрология, стандартизация и сертификация (легкая промышленность)» высших учебных заведений : Раздел «Методы многоцикловых испытаний материалов для изделий легкой промышленности» / УО «ВГТУ» ; сост. А. Н. Буркин [и др.]. – Витебск, 2006. – 52 с.
75. Файбишенко, М. А. Влияние различных факторов на формоустойчивость обуви / М. А. Файбишенко // Кожевенно-обувная промышленность. – 1965. – № 9. – С. 27–33.
76. Любич, М. Г. Деформация заготовки при обтяжке и затяжке / М. Г. Любич // Вестник кожевенной промышленности и торговли. – 1930. – № 6 – С. 334–337.

77. Щербаков, В. В. Формоустойчивость систем материалов верха обуви / В. В. Щербаков, А. Н. Калита // Кожевенно-обувная промышленность. – 1980. – № 12. – С. 19–21.
78. Смелкова, С. В. Исследование влияния составленного пакета верха обуви внутреннего способа формования на его формоустойчивость / С. В. Смелкова, В. К. Смелков, И. И. Яцишина // Совершенствование конструкции и технологии изделий из кожи : сб. науч. тр. / ВГТУ. – Витебск, 1996. – С. 130–133.
79. Буркин, А. Н. Исследование влияния основных технологических процессов на стабилизацию формы верха обуви в радиационной и радиационно-вакуумной сушках / А. Н. Буркин, А. Н. Калита, О. И. Старосвитский, М. А. Клякотко // Изв. вузов. Технология легкой промышленности. – 1978. – № 2. – С. 96–101.
80. Буркин, А. Н. Оптимизация режимов формования носочной части обуви / А. Н. Буркин, М. В. Шевцова // Кожевенно-обувная промышленность. – 2002. – № 3. – С. 20–22.
81. Буркин, А. Н. Разработка технологических режимов и рекомендаций по применению 1,4-трансполиизопрена для задников / А. Н. Буркин, К. Ф. Потапова, В. В. Щербаков // Сб. науч. тр. МТИЛПа / МТИЛП. – Москва, 1987. – С. 56–58.
82. Тихомиров, В. Б. Планирование и анализ эксперимента / В. Б. Тихомиров. – Москва : Легкая индустрия, 1974. – 262 с.
83. Хартман, К. Планирование эксперимента в исследовании технологических процессов / К. Хартман [и др.]. – Москва : Мир, 1977. – 552 с.
84. Ратаутас, А. С. Влияние увлажнения на эффективность процесса фиксации формы верха обуви / А. С. Ратаутас // Совершенствование технологических процессов производства обуви. – Каунас : КПИ, – 1980. – 187 с.
85. Ахназаров, С. Л., Кафаров В. В. Оптимизация эксперимента в химии и химической технологии / С. Л. Ахназаров, В. В. Кафаров – Москва : Высшая школа, 1978. – 319 с.
86. Буркин, А. Н. Обобщенная функция желательности для оценки формоустойчивости обуви / А. Н. Буркин, М. А. Васильев, А. Н. Калита // Изв. вузов. Технология легкой промышленности. – 1981. – № 2. – С. 84–86.
87. Буркин, А. Н. Исследование формоустойчивости термопластичных материалов для подносков / А. Н. Буркин, М. В. Шевцова // Исторические аспекты и достижения ученых-обувщиков : сб. науч. труд. – Шахты, 2001. – С. 265–266.
88. Буркин, А. Н. Влияние вида материала подноска на качество обуви / А. Н. Буркин, М. В. Шевцова // Обеспечение качества и пути оптимизации ассортимента товаров в торговле : Материалы Республиканской науч.-практ. конференции БГЭУ, Минск. – 2001. – С. 77–75.

89. Буркин, А. Н. О формоустойчивости систем материалов для подносков / А. Н. Буркин, М. В. Шевцова // Кожевенно-обувная промышленность. – 2001. – № 3 – С. 35–36.
90. Разработка программы комплексной переработки и утилизации отходов обувных предприятий г. Витебска : отчет о НИР г/б 275 (заключ.) / ВГТУ; рук. А. Н. Буркин. – Витебск, 2000. – 119 с. – № Гр19991313.
91. Буркин, А. Н. Переработка твердых отходов обувных предприятий г. Витебска / А. Н. Буркин, К. С. Матвеев, В. К. Смелков ; под. общ. ред. А. Н. Буркина. – Витебск : Изд-во ВГТУ, 2000. – 118 с.
92. Буркин, А. Н. Технология переработки отходов кож для верха обуви / А. Н. Буркин, К. С. Матвеев // Высокоэффективные технологии переработки отходов кожевенного производства: тез. докл. Международной конф. / ФГУП ЦНИИКП.– Москва, 2001. – С. 16–18.
93. Буркин, А. Н. Применение отходов стелечных картонов при производстве деталей обуви / А. Н. Буркин, К. С. Матвеев, О. Н. Трофименко // Ресурсосберегающие экотехнологии: возобновление и экономия энергии, сырья и материалов : материалы четвертой Международной научно-технической конф. – Гродно, 2001. – С. 164–165.
94. Буркин, А. Н. Разработка технологий и оборудования для рециклинга отходов искусственных кож / А. Н. Буркин, К. С. Матвеев, Е. А. Егорова, Г. Н. Солтовец // Текстиль, одежда, обувь: дизайн и производство : сб. статей междунауч. конф. / ВГТУ. – Витебск, 2002. – С. 88–90.
95. Смелков, В. К. Исследование возможности получения новых материалов из продуктов переработки отходов обувного производства / В. К. Смелков, С. В. Смелкова, К. Ф. Потапова, Г. Н. Солтовец, К. П. Украинец // Научные труды, ВГТУ. – Витебск, 1995. – С. 104–106.
96. Шевцова, М. В. Экономические аспекты изготовления подносков из отходов обувного производства // Наука и образование в условиях социально-экономической трансформации общества : сб. докл. междунауч. конф. – Витебск, 2001. – С. 455–457.
97. Шевцова М. В. Применение современных технологий в обувной промышленности // Актуальные проблемы гармонизации социально-трудовых отношений : Материалы V Международной науч.-практ. конф. – Витебск, 2002. – С. 170–174.
98. Буркин, А. Н. Исследование возможности переработки термопластичных материалов для подносков / А. Н. Буркин, К. С. Матвеев, М. В. Шевцова // Ресурсосберегающие экотехнологии: возобновление и экономия энергии, сырья и материалов : Материалы 4-й Международной науч.-техн. конф. – Гродно : ГрГУ, 2001. – С. 157–159.
99. Буркин, А. Н. Изготовление подносков для обуви из отходов термопластичных материалов / А. Н. Буркин, В. В. Петухов,

- М. В. Шевцова // Наука и инновации в регионах Беларуси : Материалы Республиканской науч.-практ. конф. – Могилев, 2001. – С. 142–145.
100. Калашников, В. Г. Переработка и эффективное использование вторичного сырья и отходов производства предприятиями легкой промышленности / В. Г. Калашников. – Москва : ЦНИИТЭИлегпром, 1989. – 41 с.
101. Карпухина, Л. И. Переработка отходов кожевенно-обувного производства / Л. И. Карпухина. – Киев : Техніка, 1983. – 85 с.
102. Разработка технологии переработки отходов обувного производства : отчет по НИР / ВГТУ ; рук. В. В. Савицкий. – Витебск, 1997. – 210 с. – № Гр1997379.
103. Быстров, Г. А. Обезвреживание и утилизация отходов в производстве пластмасс / Г. А. Быстров, В. М. Гальперин, Б. П. Титов. – Ленинград : Химия, 1982. – 264 с.
104. Разработка и изготовление опытного образца экструдера для переработки отходов обувного производства : отчет по НИР / ВГТУ ; рук. В. В. Савицкий. – Витебск, 1997. – 210 с. – № Гр 1997228.
105. Щербина, Н. А. Проблемы массового производства качественной обуви / Н. А. Щербина, Д. Е. Медзерян // Кожевенно-обувная промышленность. – 2001. – № 2. – С. 10–14
106. Куприянов, М. П. Деформационные свойства кож для верха обуви / М. П. Куприянов. – Москва : «Легкая индустрия», 1969. – 248 с.
107. Виноградов, Ю. С. Математическая статистика и её применение в текстильной и швейной промышленности / Ю. С. Виноградов. – Москва : Легкая индустрия, 1970. – 312 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Результаты исследования образцов № 1-10 на приборе ЖНЗО-2

Таблица А.1 – Данные, полученные в процессе подготовки образцов к испытанию на приборе ЖНЗО-2

№ образца	Материал образца				Толщина, мм					Высота образца с пуансоном, мм	Стрела прогиба образца, мм
	для верха	для межподкладки	для подноски	для подкладки	материала для верха	материала для межподкладки	материала для подноски	материала для подкладки	Суммарная		
1	Натуральная кожа	термобязь	Термопластичный материал	Тик-саржа	1,31	0,42	0,63	0,79	2,68	10,15	9,65
2					1,53	0,40	0,65	0,75	2,50	10,20	8,95
3					1,52	0,43	0,65	0,75	2,60	10,05	9,35
4					1,5	0,42	0,66	0,77	2,64	9,15	9,05
5					1,46	0,43	0,62	0,75	2,48	9,80	9,05
6					1,45	0,39	0,62	0,79	2,62	9,50	9,00
7					1,47	0,44	0,66	0,78	2,52	9,85	9,10
8					1,43	0,41	0,65	0,77	2,55	9,90	9,40
9					1,49	0,43	0,65	0,77	2,59	9,10	8,55
10					1,41	0,42	0,66	0,74	2,65	9,45	9,40
Среднее значение:					1,46	0,42	0,65	0,77	2,58		
Примечание											
Среднее арифметическое данных рассчитывается по формуле											
$\overline{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}, \tag{A.1}$											
где $\overline{X}$ – среднеарифметическое данных по группе;											
X_i – значение признака;											
n – количество значений в группе											

Таблица А.2 – Данные, полученные в процессе испытания образцов на приборе ЖНЗО-2

№ образца	Толщина, мм	Показания индикатора			Общая деформация, мм	Остаточная деформация, мм
		начальное	через 30 с.	через 3 мин.		
1	2	3	4	5	6	7
1	2,68	10,52	15,28	10,79	4,76	0,27
2	2,50	11,06	16,92	11,55	5,86	0,49
3	2,60	10,02	14,65	10,28	4,63	0,26

Окончание таблицы А.2

1	2	3	4	5	6	7
4	2,64	11,09	18,95	11,38	7,86	0,29
5	2,48	11,08	18,53	11,48	7,45	0,40
6	2,62	11,05	17,81	11,31	6,76	0,26
7	2,52	10,88	17,58	11,25	6,70	0,37
8	2,55	10,53	14,43	10,81	3,90	0,28
9	2,59	10,13	14,98	10,4	4,85	0,27
10	2,65	10,53	14,85	10,73	4,32	0,20

Примечания

1 Общая деформация рассчитывается по формуле

$$D_{\text{общ}} = D_2 - D_1, \quad (\text{A.2})$$

где $D_{\text{общ}}$ – общая деформация образца, мм;

D_1 – начальное показание индикатора (до нагружения), мм.

D_2 – показание индикатора после нагрузки в течение 30 с, мм;

2 Остаточная деформация рассчитывается по формуле

$$D_{\text{ост}} = D_3 - D_1, \quad (\text{A.3})$$

где $D_{\text{ост}}$ – остаточная деформация образца, мм;

D_1 – начальное показание индикатора (до нагружения), мм;

D_3 – показание индикатора через 3 мин. после снятия нагрузки, мм

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Экспресс-методика определения остаточной деформации носочной части обуви (подноски)

Настоящий метод распространяется на материалы для верха обуви, а также на системы материалов, имитирующие готовые изделия, и устанавливает метод определения остаточной деформации при продавливании сферической поверхностью.

Метод заключается в давлении металлическим пуансоном устройства на зажатый в специальном кольце образец и измерении деформации в процессе и после нагружения образца.

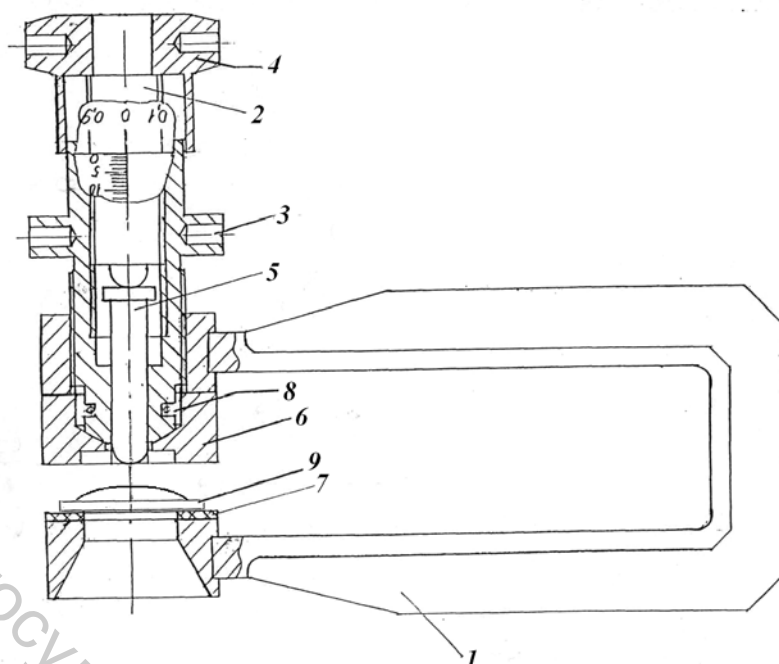
1. ОТБОР ПРОБ

1.1 Пробы отбирают по ГОСТ 938.0—75 из участка кожи, предназначенного для физико-механических испытаний, рядом с образцами для определения предела прочности при растяжении. Отбор проб из некожевенных материалов производится в соответствии с соответствующими ТНПА.

1.2 Из каждой пробы вырубают по два образца в форме круга диаметром 45 мм (диаметр рабочей части образца 25 мм).

2. АППАРАТУРА

2.1 Устройство состоит из скобы 1, в верхней части (на одном конце) которой имеется верхний зажим в виде кольца с шайбой 7. В нижней части скобы находится гайка, в которой перемещается винтовой упор 3 с поджимной губкой 6. В поджимной губке имеется отверстие для формирующего наконечника 5 (пуансона). Упор 5 совершает поступательное движение под действием винта 2, перемещающегося в винтовом упоре 3 от вращения маховика 4. Для точности перемещения используется точечный контакт винта 2 с упором 5. На маховике 4 и винтовом упоре 3 нанесены круговая и продольная шкалы с ценой деления 0,1 и 1 мм соответственно. Наибольшая толщина контролируемого образца материала – 10 мм. Для предотвращения вращения поджимной губки 6 в приборе имеется стопорная скоба 8.



3. ПОДГОТОВКА К ИСПЫТАНИЮ

3.1 Подготовку к испытанию производят по ГОСТ 938.12–70 и ГОСТ 938.14–70.

3.2 Толщину образцов измеряют в середине образца с точностью до 0,01 мм по ГОСТ 938.15–70.

4. ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ

Испытываемый образец прижимается к шайбе 7 верхнего зажима поджимной губкой, приводимой в движение вращением винтового упора 3. В случае необходимости, для большего сжатия материала можно воспользоваться ключом, вставляемым в отверстия на винтовом упоре 3. После зажатия материала в зажиме, поворачивая маховик 4, вдавливаем пуансон 5 в образец на определенную величину (установленную экспериментально). Нагружение прекращаем при достижении необходимой величины деформации образца или разрушении материала. По шкале устройства определяют ход пуансона.

Определение остаточной деформации производят следующим образом. Образец устанавливают в устройстве таким образом, чтобы вершина его сферической части находилась под центром пуансона. В намеченную точку опускают пуансон до касания поверхности образца. Записывают значение по шкале устройства. Затем осуществляют вдавливание пуансона в поверхность образца на величину 5 мм и выдерживают под нагрузкой в течение 30 секунд. После этого отводят пуансон в исходное положение. По истечении 3 минут пуансон опускают в ту же точку до касания с поверхностью образца и вновь записывают значение по шкале устройства.

Показателем остаточной деформации носочной части обуви является разность между начальным показанием шкалы устройства и показанием через 3 минуты после снятия нагрузки.

$$D_{\text{ост}} = D_{\text{н}} - D_3$$

где $D_{\text{н}}$ – начальное показание шкалы (до нагружения), мм;

D_3 – показание шкалы через 3 минуты после снятия нагрузки, мм.

5. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ

За результат испытания принимаем среднее арифметическое результатов испытаний двух образцов.

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Результаты исследования образцов № 1а–10а с использованием
экспресс-методики

Таблица В.1 – Данные, полученные в процессе подготовки образ-
цов к испытанию на экспресс-методике

№ образ- ца	Материал образца				Толщина, мм					Высота образца с пуан- соном, мм	Стрела прогиба образ- ца, мм
	для вер- ха	для меж- под- клад- ки	для под- носки	для под- клад- ки	мате- риала для верха	мате- риала для межпод- кладки	мате- риала для под- носки	мате- риала для под- кладки	Сум- мар- ная		
1a	Натуральная кожа	Термобязь	Термопластичный мате- риал	Тик-саржа	1,46	0,43	0,65	0,77	2,50	9,55	9,05
2a					1,47	0,42	0,65	0,78	2,63	9,75	9,60
3a					1,54	0,42	0,64	0,75	2,68	10,10	9,80
4a					1,39	0,38	0,67	0,78	2,66	9,25	9,10
5a					1,43	0,45	0,66	0,76	2,55	9,40	9,05
6a					1,41	0,44	0,65	0,77	2,72	9,65	9,55
7a					1,37	0,42	0,68	0,77	2,35	9,95	9,10
8a					1,34	0,42	0,68	0,77	2,52	9,90	9,25
9a					1,41	0,41	0,67	0,74	2,61	10,25	9,85
10a					1,32	0,44	0,62	0,78	2,58	9,40	9,15
Среднее значение:					1,41	0,42	0,66	0,77	2,57		
Примечание											
Среднее арифметическое данных рассчитывается по формуле											
$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}, \tag{B.1}$											
где $\bar{X}$ – среднеарифметическое данных по группе;											
X_i – значение признака;											
n – количество значений в группе											

Таблица В.2 – Данные, полученные в процессе испытания образ-
цов при помощи экспресс-методики

№ образ-ца	Толщина, мм	Показания		Общая дефор-мация, мм	Остаточная де-формация, мм
		начальное	конечное		
1	2	3	4	5	6
1а	2,50	9,05	8,70	5	0,35
2а	2,63	9,60	9,35	5	0,25
3а	2,68	9,80	9,45	5	0,35

1	2	3	4	5	6
4a	2,66	9,10	8,85	5	0,25
5a	2,55	9,05	8,65	5	0,40
6a	2,72	9,55	9,25	5	0,30
7a	2,35	9,10	8,60	5	0,50
8a	2,52	9,25	8,80	5	0,45
9a	2,61	9,85	9,50	5	0,35
10a	2,58	9,15	8,90	5	0,25

Примечание

Остаточная деформация рассчитывается по формуле

$$D_{ост} = h_n - h_k, \quad (B.2)$$

где $D_{ост}$ – остаточная деформация образца, мм;

h_n – начальное показание индикатора (до нагружения), мм;

h_k – конечное показание индикатора (после нагружения), мм

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Обработанные результаты исследования по 20 образцам

Таблица Г.1 – Обработанные результаты исследования 20 образцов

№ образца	Толщина образца, мм	Коэффициент формоустойчивости, %	Остаточная деформация, мм
1	2,68	95,07	0,27
2	2,50	87,75	0,49
3	2,60	93,03	0,26
4	2,64	98,91	0,29
5	2,48	92,35	0,40
6	2,62	94,74	0,26
7	2,52	92,39	0,37
8	2,55	94,94	0,28
9	2,59	93,96	0,27
10	2,65	99,47	0,20
1a	2,50	94,76	0,35
2a	2,63	98,46	0,25
3a	2,68	97,03	0,35
4a	2,66	98,38	0,25
5a	2,55	96,28	0,40
6a	2,72	98,96	0,30
7a	2,35	91,45	0,50
8a	2,52	93,43	0,45
9a	2,61	96,10	0,35
10a	2,58	97,34	0,25
$\bar{X}$:	2,58	95,24	0,33
σ :	0,084	2,934	0,083
ν :	3,25	3,08	25,38

Примечания

1 Среднее арифметическое данных рассчитывается по формуле

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}, \quad (\text{Г.1})$$

где $\bar{X}$ – среднеарифметическое данных по группе;

X_i – значение признака;

n – количество значений в группе.

2 Дисперсия признака σ рассчитывается по формуле

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n}}. \quad (\text{Г.2})$$

3 Коэффициент вариации ν рассчитывается по формуле

$$\nu = \frac{\sigma}{\bar{X}} \cdot 100\%. \quad (\text{Г.3})$$

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Обобщённые результаты исследования по двум методикам

Таблица Д.1 – Сводная таблица результатов исследования на приборе ЖНЗО-2

№ образ- ца	Материал образца				Толщи- на об- разца, мм	Коэффициент формоустой- чивости, %	Общая дефор- мация, мм	Остаточ- ная де- формация, мм
	для верха	для меж- подклад- ки	для под- носки	для под- кладки				
1	натуральная кожа	термобязь	термопластичный мате- риал	тик-саржа	2,685	95,07	4,76	0,27
2					2,504	87,75	5,86	0,49
3					2,605	93,03	4,63	0,26
4					2,641	98,91	7,86	0,29
5					2,489	92,35	7,05	0,40
6					2,624	94,74	6,76	0,26
7					2,527	92,39	6,70	0,37
8					2,556	94,94	3,91	0,28
9					2,599	93,96	4,85	0,27
10					2,658	99,47	4,32	0,20
$\bar{X} :$					2,5888	94,26		0,31
$\sigma :$					0,063	3,182		0,084
$\nu :$					2,43	3,38		27,18
Примечание – Значения $\bar{X}$, σ и ν определяются по формулам (Г.1)–(Г.2), пред- ставленным в приложении Г								

Таблица Д.2 – Сводная таблица результатов исследования по экспресс-методике

№ образ- ца	Материал образца				Тол- щина образ- ца, мм	Коэффициент формоустойчи- вости, %	Общая деформа- ция, мм	Остаточ- ная де- формация, мм
	для вер- ха	для меж- подкладки	для поднос- ка	для под- кладки				
1a	Натуральная кожа	Термобязь	Термопластичный мате- риал	Тик-саржа	2,502	94,76	5	0,35
2a					2,625	98,46	5	0,25
3a					2,676	97,03	5	0,35
4a					2,658	98,38	5	0,25
5a					2,553	96,28	5	0,40
6a					2,715	98,96	5	0,30
7a					2,348	91,45	5	0,50
8a					2,515	93,43	5	0,45
9a					2,61	96,10	5	0,35
10a					2,578	97,34	5	0,25
$\bar{X} :$					2,578	96,22		0,35
$\sigma :$					0,1	2,276		0,084
$\nu :$					3,88	2,37		24,35
Примечание – Значения $\bar{X}$, σ и ν определяются по формулам (Г.1)–(Г.2), пред- ставленным в приложении Г								

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Введение.....	3
Условные обозначения.....	6
Глава 1. Материалы для подносков обуви.....	9
1.1. Материалы для подносков обуви, требования к ним и технология получения.....	10
1.2. Свойства материалов для подносков обуви.....	31
Глава 2. Методы оценки свойств материалов, применяемых для подносков обуви.....	59
Глава 3. Свойства современных материалов для подносков обуви.....	81
3.1. Физико-механические свойства и формоустойчивость материалов для подносков обуви.....	82
3.2. Свойства систем материалов верха, имитирующих носочную часть обуви, в статических условиях.....	91
3.3. Формоустойчивость систем материалов верха, имитирующих носочную часть обуви, в динамических условиях.....	98
3.4. Оценка формоустойчивости систем материалов верха, имитирующих носочную часть обуви, по шкале желательности.....	105
Глава 4. Свойства материалов для подносков, полученных из отходов обувного производства.....	111
4.1. Методы предварительной переработки и производства материалов для подносков из отходов обувного производства.....	111
4.2. Физико-механические свойства и формоустойчивость материалов для подносков обуви, полученных из отходов обувного производства.....	117

4.3. Свойства систем материалов с подносками из отходов обувного производства в статических условиях.....	123
4.4. Свойства систем материалов с подносками из отходов обувного производства в динамических условиях.....	124
Глава 5. Оценка общей и остаточной деформации носочной части обуви.....	131
5.1. Исследование общей и остаточной деформации носочной части обуви на приборе ЖНЗО-2.....	131
5.2. Исследование общей и остаточной деформации носочной части обуви с использованием экспресс-методики.....	141
5.3. Сравнительный анализ стандартной (ГОСТ 9135-2004) и разработанной методик определения общей и остаточной деформации носочной части обуви.....	149
Заключение.....	158
Список использованных источников.....	161
Приложения.....	170