

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Учреждение образования
«Витебский государственный технологический университет»

В.Е. ГОРБАЧИК

ЭРГОНОМИЧНОСТЬ И ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ КОНСТРУКЦИИ ОБУВИ

Конспект лекций

для студентов специальности 1-50 02 01 «Производство одежды, обуви
и кожгалантерейных изделий» специализации 1-50 02 01 02
«Конструирование и технология изделий из кожи»

Витебск
2020

УДК 685.34.02
ББК 37.25
Г 67

Рецензенты:

доцент кафедры «Техническое регулирование и товароведение»
УО «ВГТУ», к. т. н., доцент Шеремет Е.А.;

заместитель начальника отдела подготовки производства
ООО «Управляющая компания холдинга «Белорусская кожевенно-
обувная компания «Марко» Кузьмина Д.А.

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом
УО «ВГТУ», протокол № 6 от 19.06.2020.

Горбачик, В. Е.

Г 67 Эргономичность и технологичность конструкции обуви : конспект
лекций / В. Е. Горбачик. – Витебск : УО «ВГТУ», 2020. – 212 с.
ISBN 978-985-481-656-2

Конспект лекций содержит материал, предусмотренный учебной программой по дисциплине «Эргономичность и технологичность конструкции обуви» для студентов специальности 1-50 02 01 «Производство одежды, обуви и кожгалантерейных изделий», специализация 1-50 02 01 02 «Конструирование и технология изделий из кожи».

Может использоваться для самостоятельной работы. В конспекте лекций изложены принципы оценки качества обуви в роли обобщенного критерия рациональности выбора конструктивных параметров при ее проектировании.

УДК 685.34.02
ББК 37.25

ISBN 978-985-481-656-2

© УО «ВГТУ», 2020

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1 КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОБУВИ	6
2 ЭРОНОМИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ «СТОПА – ОБУВЬ – СРЕДА»	12
2.1 Антропометрические показатели качества «впорность, соразмерность»	12
2.1.1 Эволюция внутренней формы обуви	13
2.1.2 Конструктивные характеристики колодок	15
2.1.3 Основные положения проектирования колодок	23
2.1.4 Особенности проектирования колодок для различных типов обуви	34
2.1.5 Размеры колодок в серии	37
3 ФОРМА И РАЗМЕРЫ ДЕТАЛЕЙ ОБУВИ С УЧЕТОМ ИХ РАБОТЫ	44
3.1 Работа деталей верха обуви	44
3.2 Работа деталей низа обуви	51
3.3 Форма и размеры деталей обуви	60
4 КОНСТРУКТИВНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ШВОВ, СКРЕПЛЯЮЩИХ ДЕТАЛИ ОБУВИ	79
4.1 Скрепление деталей верха обуви	80
4.2 Скрепление верха с низом обуви	84
4.2.1 Штифтовые крепления	87
4.2.2 Ниточные крепления	91
4.3 Крепление каблуков	103
5 ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ОБУВИ	108
5.1 Влагообменные свойства обуви	108
5.2 Влагозащитные свойства обуви	116
5.3 Теплозащитные свойства обуви	124
6 ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ОБУВИ	140
6.1 Жесткость обуви	140
6.1.1 Изгибная жесткость обуви	141
6.1.2 Распорная жесткость обуви	150
6.1.3 Опорная жесткость обуви	156
6.1.4 Жесткость и упругость геленочной части обуви	160
6.2 Приформовываемость верха и низа обуви к стопе	164
6.3 Масса обуви	173
6.4 Фрикционные свойства обуви	176
6.5 Амортизационные свойства обуви	181
6.6 Перекатываемость, устойчивость, удерживаемость,	183

7 ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОБУВИ	186
8 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОНСТРУКЦИИ	187
8.1 Материалоемкость конструкции	187
8.2 Трудоемкость конструкции	196
Литература	211

Витебский государственный технологический университет

ВВЕДЕНИЕ

Задача повышения качества продукции является одной из главных как в нашей стране, так и за рубежом. Это объясняется той ролью, которую качество продукции занимает в удовлетворении быстро растущих потребностей современного человека. Качество продукции становится решающим фактором, определяющим желание потребителей приобрести продукцию. Кроме того качество продукции является наиболее значимым слагаемым проблемы повышения эффективности общественного производства. Чем выше качество продукции, тем эффективнее весь общественный труд.

Возрастающий товарообмен между странами вызывает необходимость сертификации продукции. Как показывает международный опыт, сертифицированная продукция ценится на международном рынке более высоко. Сертификация же тесно связана с оценкой качества продукции, обеспечения его высокого уровня и стабильности.

Обеспечение требуемого уровня качества возможно только при проведении соответствующих мероприятий на всех этапах «жизненного цикла» продукции, т. е. высокий уровень качества должен закладываться на стадии проектирования и разработки, достигаться в процессе производства, поддерживаться в процессе эксплуатации. При этом этап проектирования является определяющим в формировании качества будущей продукции и эффективности ее производства.

1 КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОБУВИ

Согласно ГОСТ 15467-79 «Качество продукции. Термины» качество продукции определяется как совокупность свойств продукции, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением. Потребности же конкретизируются в форме требований, предъявляемых к определенным предметам. К обуви как предмету массового потребления и массового производства предъявляются требования, как со стороны потребителя, так и со стороны производителя. Причем требования эти многообразны и зачастую противоречивы.

Чтобы удовлетворять этим многообразным требованиям, обувь должна обладать определенным комплексом свойств. Под свойством понимается объективная особенность продукции, проявляющаяся при ее создании, эксплуатации или потреблении и которая может описываться качественно или количественно. Количественная характеристика одного или нескольких свойств продукции, составляющих ее качество, рассматриваемая применительно к определенным условиям ее создания и эксплуатации или потребления, представляет собой, в соответствии с ГОСТ 15467-79, показатель качества продукции. Показатель качества, характеризующий одно из свойств продукции, называется единичным, несколько свойств – комплексным.

Составным элементом любой системы управления качеством является подсистема оценки качества, так как для того, чтобы управлять качеством, необходимо, прежде всего, надежно его оценивать как в начале процесса управления, так и в его конце. Количественная оценка качества различных изделий представляет собой самостоятельную и очень важную проблему, которая является предметом изучения в квалиметрии.

Теоретические основы оценки качества любых объектов, в том числе и обуви, разрабатывает новая научная дисциплина – к в а л и м е т р и я (от латинского «квали» – качество и древнегреческого «метрео» – мерить, измерять). В квалиметрии обоснован алгоритм проведения оценки качества любых объектов, который целесообразно использовать и при оценке качества обуви.

Качество обуви оценивается в три этапа. На первом этапе в результате проведения структурного анализа должна быть разработана научно обоснованная классификация эксплуатационно-потребительских свойств обуви. В дальнейшем это понятие будет называться свойством. На втором этапе выявляются отдельные совокупности свойств для типовых конструкций обуви определенного целевого назначения (этому этапу должна предшествовать разработка классификации ассортимента

обуви по целевому назначению). На третьем этапе свойства каждой отдельной совокупности распределяют по степени весомости, уточняют показатели свойств и их пределы и непосредственно оценивают качество обуви.

Классификация свойств обуви является производной от классификации требований и служит основой классификации показателей свойств обуви.

Классификация разрабатывается в виде *дерева свойств обуви*. Этапы ее построения включают получение наиболее общих свойств и их последовательную детализацию.

В квалиметрии основополагающим методологическим принципом при создании модели для оценки уровня качества изделий является системный подход.

Однако, как показывает анализ литературы и нормативно-технической документации по вопросам построения классификации показателей качества обуви, до сегодняшнего дня не разработано единой, чёткой номенклатуры показателей качества, несмотря на значительное количество работ, направленных на совершенствование оценки качества обуви. Поэтому, разработка номенклатуры показателей качества, а также объективных методов их оценки является актуальной задачей.

В связи с этим нами была разработана развёрнутая номенклатура показателей качества бытовой обуви, учитывающая общие принципы оценки качества промышленных товаров и современную характеристику показателей качества продукции, в соответствии с методическими указаниями РД 50-64-84.

На первом уровне иерархии система оценки качества обуви подразделяется на две подсистемы показателей, определяющих ее потребительские и технико-экономические свойства.

Потребительские свойства представляют ту часть свойств, которые присущи изделиям и проявляются в процессе потребления, а их общественная ценность зависит от того, как и в какой мере они удовлетворяют материальные и культурные потребности определенных групп потребителей.

Технико-экономические свойства определяют степень технического совершенства конструкции, методов проектирования и технологии обуви с учетом затрат на ее производство и потребление.

Потребительский показатель качества обуви на втором уровне структурной схемы характеризуется пятью комплексными показателями (рис. 1.1):

- **назначение** характеризует свойства продукции, определяющие основные функции, для выполнения которых она предназначена, и обуславливают область ее применения;
- **надежность** характеризует свойство изделия выполнять

заданные функции, сохраняя свои эксплуатационные показатели в заданных пределах в течение требуемого промежутка времени, т. е. сохраняемость во времени свойств изделия в заданных пределах, обеспечивая его нормальное использование;

– **эргономичность** характеризует систему «человек – изделие – среда» и обуславливает эффективность деятельности человека в этой системе, удобство пользования изделием;

– **безопасность потребления** характеризует степень защищенности человека от воздействия опасных и вредных факторов, возникающих при его потреблении;

– **эстетичность** характеризует способность изделия удовлетворять эстетические потребности человека, соответствие его сложившемуся стилевому направлению, вкусам и моде.

Эргономические показатели характеризуют систему «человек-изделие-среда» и обуславливают эффективность деятельности человека в этой системе, удобство пользования изделием.



Рисунок 1.1 – Структура потребительских показателей качества обуви

Согласно разработанной номенклатуре показателей качества обуви к эргономическим показателям качества относятся следующие групповые показатели:

– *антропометрические*, которые характеризуют соответствие изделия форме и размерам тела человека, т. е. соответствие формы и размеров обуви форме и размерам ноги;

– *гигиенические*, характеризующие соответствие изделия санитарно-гигиеническим нормам и рекомендациям, обеспечивающим комфортные условия микроклимата внутриобувного пространства;

– *физиологические*, которые характеризуют соответствие изделия силовым и энергетическим возможностям человека;

– *психофизиологические*, характеризующие соответствие изделия особенностям функционирования органов чувств человека.

В соответствии с классификацией, групповой показатель антропометрического соответствия подразделяется на три показателя:

– соответствие обуви форме стопы и голени (впорность), которая оценивается такими единичными показателями, как рациональность носочной части обуви, рациональность формы и высоты каблука, рациональность формы и высоты берца (голенища), рациональность конструктивных линий и расположения швов;

– соответствие обуви размерам стопы и голени (соразмерность), состоящее из таких показателей 5-го уровня, как соответствие длины обуви (размера) длине стопы, соответствие периметра обуви в пучках (полноты) обхвату стопы, соответствие ширины голенища сапог обхвату голени;

– регулируемость геометрических размеров обуви, оцениваемая такими единичными показателями, как наличие вкладышей, амортизирующих прокладок, наличие приспособлений, позволяющих регулировать обхватные размеры обуви, диапазон изменения обхватных размеров.

Таким образом, антропометрические показатели характеризуют впорность и соразмерность обуви и в целом определяют её размерную комфортность с учетом изменений формы и размеров стопы при движении. Соответствие формы и размеров стопы и внутриобувного пространства, как известно, в основном определяется колодкой. Необходимую информацию для разработки рациональной обувной колодки дают антропометрические исследования стоп. При этом, учитывая постоянное изменение физического развития детей различных возрастов, обмеры стоп детей и корректировка форм и размеров обувных колодок для данной категории носчиков должны проводиться периодически каждые 10–15 лет.

Кроме того, в последнее время на отечественных предприятиях для производства обуви используют в основном образцы импортных колодок, параметры которых в большинстве случаев не соответствуют

размерам стоп белорусских людей. Поэтому наблюдается неудовлетворенность потребителей выпускаемой обувью.

Групповой показатель гигиенического соответствия состоит из двух показателей: влажность внутриобувного пространства и температура внутриобувного пространства, которые могут сами выступать в роли единичных показателей гигиенических свойств обуви, так как могут быть непосредственно измерены в обуви. Однако чаще они выступают в роли комплексных показателей, которые косвенно оцениваются рядом единичных показателей.

Влажность внутриобувного пространства оценивается такими единичными показателями, как влагопоглощение (сорбционная способность), паропроницаемость, влагоотдача, влагопроводность, намокаемость, водопроницаемость в статических и динамических условиях, воздухопроницаемость и так далее.

Температура внутриобувного пространства оценивается такими единичными показателями, как суммарное тепловое сопротивление обуви, коэффициент температуропроводности, коэффициент теплоотдачи, показатель тепловых потерь, относительная скорость охлаждения и так далее.

В свою очередь, микроклимат внутриобувного пространства в решающей мере зависит от гигиенических свойств обувных материалов, входящих в конструкцию обуви. Поэтому действующий в настоящее время Технический регламент «О безопасности продукции, предназначенной для детей и подростков» строго ограничивает ассортимент материалов с низким комплексом гигиенических свойств, недопустимых для производства детской обуви.

Групповой показатель физиологического соответствия подразделяется на два показателя:

– соответствие конструкции обуви силовым возможностям человека, которое характеризует силовое взаимодействие системы «стопа – обувь», т. е., в основном, распределение давления;

– соответствие конструкции обуви энергетическим возможностям человека, которое характеризует влияние конструкции обуви на затраты энергии человеком при стоянии и ходьбе в обуви, связанные с дополнительным напряжением мышц для компенсации влияния обуви на биомеханику стопы.

Показатель соответствие конструкции обуви силовым возможностям человека предлагается оценивать такими единичными показателями, как приформовываемость низа обуви к стопе, изгибная жесткость, приформовываемость верха обуви к стопе, опорная жесткость, распорная жесткость, жесткость и упругость геленочной части, амортизационная способность.

Показатель соответствия конструкции обуви энергетическим возможностям человека оценивается такими единичными показателями,

как масса обуви, устойчивость к скольжению, перекатываемость, устойчивость, удерживаемость.

Таким образом, от физиологических свойств обуви зависит удобство эксплуатации изделия, определяемое затратами сил и энергии человека, степенью его утомляемости и так далее. Именно поэтому физиологические свойства обуви являются важнейшим критерием ее качества.

Показатель психофизиологического соответствия предложено подразделять на два:

– удобство пользования оценивается такими единичными показателями, как удобство одевания и снятия обуви, удобство пользования отдельными элементами обуви и среднее время на одевание и снятие обуви;

– воздействие на органы чувств оценивается такими единичными показателями, как бесшумность при ходьбе, способность аккумулировать и выделять запахи и др.

2 ЭРГНОМИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ «СТОПА – ОБУВЬ – СРЕДА»

2.1 Антропометрические показатели качества «впорность, соизмерность»

Процесс проектирования новых моделей обуви разделяется как бы на два этапа: проектирование колодок, определяющих в основном внутреннюю форму обуви, и проектирование конструктивных основ моделей обуви, определяющих не только внешний вид модели, но и в большой степени ее удобство и комфортность.

Внутренняя форма обуви (колодки)

Для придания обуви требуемой формы в обувном производстве применяются колодки. Форма и размеры колодки определяют в основном внутреннюю форму и размеры обуви. А так как обувь плотно облегает стопу почти всей своей внутренней поверхностью, то удобство обуви и ее рациональность зависят, прежде всего, от правильности соотношения размеров и формы стопы и внутренней формы обуви, т. е. колодки, по которой изготавливается обувь.

Колодка же по своим размерам и форме значительно отличается от стопы. Установлено, что обувь, изготовленная по колодке, сделанной точно по гипсовому слепку стопы, для носки не пригодна. Ее длина слишком мала, а поперечные размеры чрезвычайно велики, что не только неудобно в носке, но и приводит к повреждению стопы.

На величину изменений, вносимых в форму колодки по сравнению с формой стопы, влияют вид обуви и ее конструкция, определяемая в значительной степени анатомо-физиологическими особенностями стопы и ее работой, возможности механического производства обуви и эстетические требования, связанные с модой.

Для обуви массового производства чрезвычайно важно правильно установить основные размеры колодок, так как в этом случае обувь пошивается на неизвестного потребителя и в то же время она должна удовлетворять большинство из них.

В настоящее время вся обувь изготавливается на колодках стандартных размеров. Стандартные колодки разрабатываются научно-исследовательскими организациями, и размеры их фиксируются в соответствующих государственных общесоюзных стандартах (ГОСТах). Только носок колодки разрешается менять модельерам фабрик в зависимости от требований моды.

Утвержденные для массового производства колодки оформляются в виде чертежей. На чертеже дается: проекция колодки со стороны

следа, продольно-осевое сечение колодки, развертка следа колодки (стелька), поперечно-вертикальные сечения, проекции внутреннего и наружного боковых ребер.

2.1.1 Эволюция внутренней формы обуви

Более четырехсот лет назад колодки имели симметричную форму и примитивную конструкцию. Обувь пошивали на колодках ручным способом, для каждого заказчика создавали новую колодку.

Однако с переходом на массовое производство обуви возникла необходимость разработки таких колодок, пошиваемая на которых обувь была бы пригодной для неизвестных потребителей. В результате этого появляется много работ (начиная с XVII века), целью которых явилось создание такой колодки.

По характеру затрачиваемых вопросов всех исследователей до 1930 года можно разбить на 3 группы.

К **первой группе** относятся работы Г. Мейера, Г.Г. Керма и др., основная заслуга которых заключалась в самой постановке вопроса о необходимости соответствия формы и размеров обуви форме и размерам стопы. Кроме этого основного положения указанные авторы касались также и ряда других вопросов: направление оси следа колодки, положение большого пальца, высота каблука и др. Однако, их рекомендации были недостаточно доказаны и не подтверждены экспериментальными исследованиями.

Ко **второй группе** относятся работы О.Б. Линдау, И.М. Яковлева, И.И. Приклонского, М.А. Петрова, Л.П. Николаева, которые в основу разработки рациональной колодки положили антропометрические данные, полученные в результате массовых обмеров стоп. Большое значение этих работ в том, что они показали необходимость массовых обмеров и изучения стоп для построения внутренней формы обуви массового производства, разработали методику массового обмера, выделили средние типы стоп и дали научные данные для построения колодок.

Недостатком этих работ явилось то, что в них отсутствуют научно-обоснованные данные по изменению размеров стопы при ее функционировании; при обмерах стопа была охвачена недостаточно полно; методика измерения не была увязана с методами построения колодки и требованиями технологии.

К **третьей группе** относятся работы Г. Кнофеля, Н. Салина и др. Эти авторы, являясь в большинстве своем производителями колодок и обуви, посвятили свои работы, главным образом, вопросам создания систем графического изображения колодки. Ценным положением всех

этих работ явилась постановка вопроса о необходимости создания системы построения чертежа колодки по данным измерения стоп. Но во всех этих работах данные массового обмера стоп почти не использовались, построение чертежей колодки производилось на основе индивидуального опыта и практически выработанных коэффициентов, переход от размеров стопы к колодке делался произвольно, без учета данных о работе стопы, эти системы не охватывали колодку полностью.

Однако работы всех трех направлений наметили некоторые пути подхода к научно-обоснованному методу построения внутренней формы обуви.

Для создания такого метода нужно было обобщить все положительные данные трех указанных направлений, провести научные исследования по массовому изучению размеров и формы стопы, определить правила перехода от типичных стоп к колодке, а также разработать систему графического построения колодки, увязанную как с данными массового обмера стоп, так и с технологическим процессом производства обуви.

Комплексное изучение всех этих вопросов было проведено в ЦНИИКПе, обувной отдел которого, начиная с 1930 года, провел целый ряд научно-исследовательских работ по колодке совместно с медиками и антропологами. Это позволило советским ученым (Ю.П. Зыбин, Б.П. Хохлов, Х.Х. Лиокумович и др.) создать научно-обоснованную методику построения внутренней формы обуви и заложить прочный фундамент для последующих работ по созданию рациональной обуви массового производства.

Впервые система графического построения колодки, увязанная с системой измерения стопы, была разработана Б.П. Хохловым, который показал возможность перехода от сечений гипсовых слепков стопы к соответствующим сечениям колодки.

Однако при этом отсутствовал способ перехода от чертежа колодки к изготовлению модели, т. е. графическое изображение колодки не было увязано с методом ее моделирования, отсутствовала база построения колодки. Это явилось причиной того, что на деле графическое построение колодки не могло найти широкого практического применения.

В дальнейшем начатые работы продолжаются, обрабатывается форма колодок, совершенствуется ее графическое оформление.

В ЦНИИКПе (Ю.П. Зыбин, К.И. Ченцова и др.) разрабатывается метод проектирования и графического изображения колодки, увязанный с методом воспроизведения модели по данным чертежа и метод контроля ее, разрабатываются коэффициенты перехода от размеров стопы к размерам колодки с учетом физиологических функций стопы, составляются расчетные таблицы для каждого вида колодок.

В УКРНИИКПе (Е.А. Дубинский, О.В. Фарниева, В.Н. Макуха) разработали метод графического изображения сечений колодки с расположением центра пересечения лучей на оси, соответствующей линии закрепления колодки в копировальном станке, т. е. была сделана попытка увязать графическое изображение колодки с ее изготовлением.

В МТИЛПе (А.А. Рындич, Т.С. Кочеткова, В.А. Фукин под руководством Ю.П. Зыбина) проведен ряд работ по усовершенствованию формы колодки на основе данных биомеханического исследования стоп, разработан метод радиусографического построения чертежей колодок.

В ЦНИИКПе (под руководством К.И. Ченцовой) проводились работы по унификации и стандартизации формы колодок. В МТИЛПе ведутся работы по математическому описанию сложной формы колодки и применению ЭВМ при проектировании и изготовлении колодок.

2.1.2 Конструктивные характеристики колодок

В древние времена обувь изготовлялась без колодок. Требуемая форма придавалась ей соответствующим выкройкам и главным образом самой стопой, которая отформовывала обувь во время носки. Очевидно, стопа испытывала при этом значительные неудобства, поэтому уже в глубокой древности начинают применять колодки.

Термин «колодка», видимо, произошел от родственного слова «колодочка», обозначающего короткую ручку инструмента – рубанка, напильника и т. д. Колодкой назывался и грубо обрубленный кусок дерева, на котором заплетался лапоть.

Первым видом колодки было правило, которое применялось для растяжки и придания требуемой формы уже пошитой обуви. Еще недавно при изготовлении чукчак вручную на Кавказе подошву пришивали к верху без колодки, а затем для формования в обувь вставляли правило. Правило состоит из колодки и специальной вставки в виде выгнутой палки – расправки.

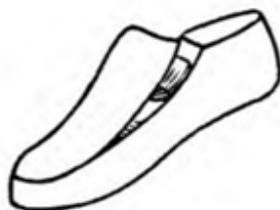
Следующей, более совершенной конструкцией явилась колодка с выпиленным клином, заменившим расправку. Такая колодка применялась до недавнего времени в Сибири при производстве ичиг. Выпиленная передняя часть этих колодок имела то же назначение, что и расправка в правило. Для изменения объема колодки, а отсюда и обуви, под выпиленную часть подкладывались или деревянные клинья или же куски кожи.

В последующих конструкциях клин укорачивают, размеры его ограничивают пределами подъема стопы, не затрагивая носочной части.

У современных колодок массового механического производства также имеется выпиленный клин, который удерживается на теле колодки при помощи двух упоров – штифтов, направленных под углом 75° один к другому и входящих в соответствующие отверстия в колодке:



правило



колодка с полностью
выпиленным клином



колодка с частично
выпиленным клином

Один из этих упоров снабжен пружиной, что дает возможность при установке и снятии клина, надавливая на штифт, прятать его в теле колодки.

Главный недостаток колодки такой конструкции заключается в том, что при съеме с нее обуви возникает большая деформация как верха, так и низа обуви, зачастую переходящая допустимые пределы и приводящая к повреждению обуви.

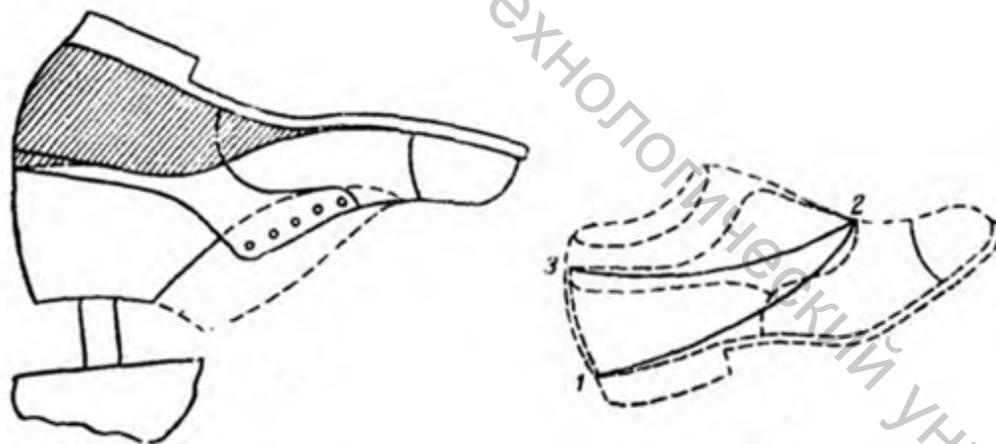


Рисунок 2.1 – Деформация обуви при съеме с колодок с выпиленным клином

Для снятия обуви с колодки, имеющей выпиленный клин, надо заднюю часть обуви настолько сдвинуть с пятки колодки, чтобы нижняя часть последней вышла из задника обуви. Так как передняя часть колодки остается при этом фиксированной в обуви, то такой сдвиг пяточной части обуви по пятке колодки вызывает большой изгиб низа обуви, который тем больше, чем меньше выпил под клин в носочной

части. Это нередко приводит к поломке геленка и образованию значительного количества складок верха.

Кроме того, происходит большое растяжение верха обуви от заднего шва и вдоль берец до пучковой части обуви. Это происходит потому, что более широкую нижнюю часть пятки колодки надо проташить через участок обуви, имеющей меньшие размеры. Периметр нижнего сечения 1–2 колодки на 17 % больше периметра ее верхнего сечения 2–3. Следовательно, материал верха обуви в верхнем сечении будет вытянут на 17% при прохождении через это место нижнего сечения пятки колодки. При такой значительной деформации даже небольшое отклонение в построении заднего шва обуви или неправильность в конструкции места стыка берцев и союзки может вызвать перенапряжение материала верха и шов в этом месте может разорваться.

Указанные недостатки колодки с выпиленным клином привели к необходимости разработать конструкцию, в которой они были бы устранены. Так появились сочлененные колодки, у которых пятка соединена с передней частью шарниром или делается объемной.

Благодаря такой конструкции при съеме обуви с колодки можно сначала извлечь пятку, а потом вынуть всю колодку без какой-либо деформации обуви.

По форме распила разъемных частей и их соединению сочлененные колодки очень разнообразны, но во всех сочлененных колодках клин не выпиливается.

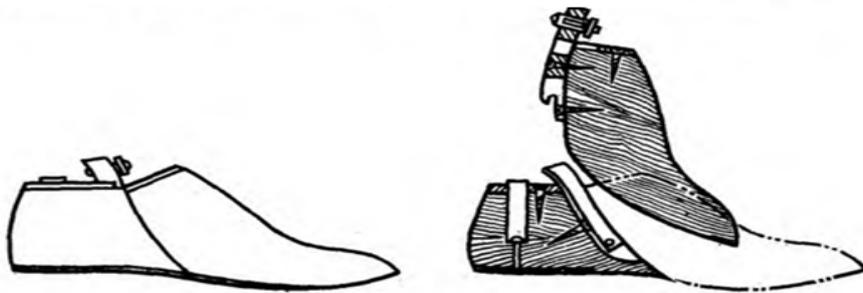
Для жесткого соединения пятки колодки с передней частью в рабочем состоянии применяются замки-пружины. Жесткость пружины настолько велика, что дает возможность производить на колодке все операции с гарантией того, что пяточная часть будет плотно притянута к передней, и колодка будет представлять собой как бы одно целое.

В настоящее время сочлененные колодки получили очень широкое распространение.

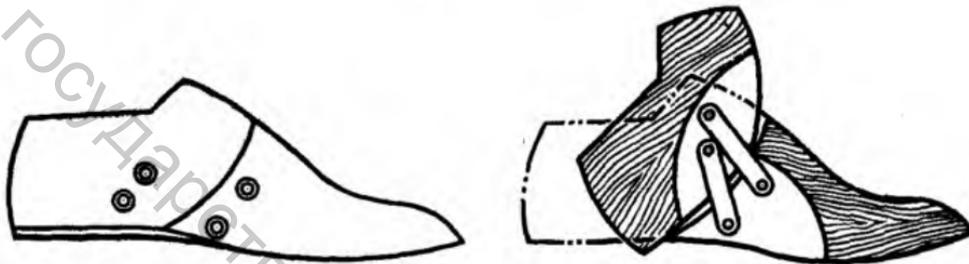
Для однопроцессного внутреннего способа формования применяются *раздвижные колодки*. Имеются три принципиальных решения в конструкции этих колодок:



– с прямым разрезом и продольным движением передней и задней частей колодки;



– с разрезом по дуге и с продольным перемещением задней части при скользящем дугообразном движении передней части колодки;



– с разрезом по дуге и с продольным перемещением передней части при скользящем дугообразном движении задней части колодки.

Механизмы раздвижения колодок различны, как и механизмы сочленений.

Имеются колодки для формования, выполненные из металла, которые раздвигаются не только вдоль, но и поперек. Для этого передняя часть имеет распил, обеспечивающий раздвижение колодки в поперечном направлении. Такие колодки конструктивно увязываются с конструкцией машины, на которой производится формование обуви.

В настоящее время существует две классификации обувных колодок: конструктивно-технологическая, в которой колодка рассматривается как элемент техоснастки, и ассортиментная классификация, в которой колодка рассматривается как внутренняя форма обуви.

Таким образом, подводя итог сказанному выше, можно сделать следующий вывод: **по конструкции** колодки подразделяются на *цельные, с выпиленным клином, сочлененные и раздвижные*.

По технологическому назначению колодки подразделяются на *основные* (затяжные и прессовые) и *вспомогательные* (гладильные, отделочные и растяжные). *Затяжные* колодки служат для придания плоским деталям верха обуви (заготовке) требуемой пространственной формы.

В зависимости от способа закрепления затяжной кромки верха обуви при формовании затяжные колодки подразделяются по степени укрепления следа:

- с металлическими пластинами по всему следу;
- с металлическими пластинами в пяточной части;
- с металлическими пластинами в пяточно-геленочной части;
- без металлических пластин.

Прессовые колодки применяют для прикрепления низа обуви, изготавливаемой методами горячей вулканизации и литьевыми. Они являются составными частями (пуансонами) прессов для горячей вулканизации и литьевых машин. Колодки для литья низа обуви в свою очередь могут быть несъемными, съемными и формовочно-прессовыми.

Вспомогательные колодки предназначены для сохранения и восстановления формы обуви при ее отделке и при носке.

На **гладильных колодках** на специальных машинах производится оглаживание подошвы изготавливаемой обуви. Главной отличительной особенностью гладильных колодок является отсутствие гребня. Площадка этих колодок горизонтальная, без подъема передней части. Нижний задний край пятки по сравнению с аналогичной частью затяжной колодки более изогнут. По всей длине следа колодки прикрепляется сплошная 3 мм металлическая пластина. Металлической пластиной укреплена также вся поверхность площадки. На площадке имеется втулка.

Отделочные служат для сохранения формы обуви в процессе ее отделки. Они по форме соответствуют затяжным колодкам аналогичных фасонов, отличаясь от них размерами и сильно скругленной внизу пяточной частью, благодаря чему они легче вставляются в обувь и вынимаются из нее. Длина следа их меньше на 10 мм, обхваты меньше на 3 мм, в пяточной части след их уже на 5 мм, а в остальных участках – на 1 мм.

Растяжные (расправочные) колодки и приспособления широко применяют в обувных мастерских, для растяжения отдельных участков верха обуви, а расправочные для сохранения формы готовой обуви в процессе ее транспортирования и хранения.

К **расправочным** относятся колодки для сохранения формы готовой обуви и колодки для растяжения отдельных частей обуви в области союзки. Колодки, применяемые для сохранения формы готовой обуви при ее транспортировке и хранении, а также для восстановления формы обуви, деформирующейся в процессе носки, имеют много различных конструктивных решений. Например, одна из таких конструкций состоит из трех частей: пустотелой передней части, соответствующей по форме переднему отделу готовой обуви, металлической пружины и шарообразного деревянного наконечника.

По материалам: деревянные, пластмассовые, металлические.

Деревянные. Для их изготовления используют в основном древесину бука и граба. Для отделочных колодок, а также для пошива чуквяк, домашних туфель и т. д. используют березовую древесину.

Пластмассовые. Для их изготовления используют, как правило, полиэтилен низкого давления в композиции с полиэтиленом высокого давления. По сравнению с деревянными они отличаются большей устойчивостью к нагрузкам. Вышедшие из строя полиэтиленовые колодки могут повторно перерабатываться.

Металлические. Для их изготовления используют алюминий или сталь.

Ассортиментная классификация обувных колодок

Классификация по ассортиментному назначению основана на рассмотрении обувных колодок как внутренней формы обуви, которая весьма разнообразна, в зависимости от рода, типа, приподнятости пяточной части, формы носочной части, размеров, полнот.

По роду обувные колодки по ГОСТ 3927-88 «Колодки обувные» подразделяются на следующие группы с интервалом по длине следа между смежными размерами 5 мм, кроме обуви из юфтевых кож и обуви специального назначения, армейской и флотской, которую изготавливают с интервалом по длине следа 7,5 мм.

Таблица 2.1 – Подразделения обуви и колодок по группам и размерам

Номер группы	Наименование группы	Номера колодок	Исходный номер группы	Исходный штихмассовый размер
0	Пинетки	95–125	110	18
1	Для ясельного возраста (гусарики)	105–140	130	21
2	Малодетская	145–165	155	25
3	Дошкольная (детская)	170–200	185	29
4	Для школьников девочек (школьная для девочек)	205–240	225	35
5	Девичья	225–260	235	37
6	Для школьников мальчиков (школьная для мальчиков)	205–240	230	36
7	Мальчиковая	245–280	265	41
8	Женская	210–275	240	37,5
9	Мужская	245–305	270	42

По типу (целевому назначению) колодки подразделяются на следующие группы, указанные в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Подразделения обуви по назначению

Индекс группы	Тип колодки
1	для обуви закрытого типа (ботинки, полуботинки, туфли, опанки)
2	для обуви легкого типа (сандалии, домашние туфли, чупаки, спортивные и дорожные туфли)
3	для летней открытой обуви (туфли с открытой носочной и пяточной частями, пантолеты)
4	для утепленной обуви
5	для особо изящной обуви
6	для обуви с верхом из юфти
7	для сапог с верхом из кож хромового дубления
8	для спортивной обуви
9	для обуви специального назначения

По приподнятости пяточной части в зависимости от высоты каблуков колодки подразделяют на следующие группы:

- 1 – без каблуков;
- 2 – низкая – 5, 10, 15, 20, 25;
- 3 – средняя – 30, 40, 45;
- 4 – высокая – 50, 60, 70;
- 5 – особо высокая – более 70.

По форме носочной части, которая определяется отношением припуска по следу в носочной части к ширине следа колодки в сечении на расстоянии $1,0D_{\text{стопы}}$, считая от крайней точки пятки, колодки подразделяют:

- 1 – с широкой носочной частью ($K \leq 0,25$);
- 2 – с средней ширины носочной частью ($K = 0,251-0,549$);
- 3 – с узкой носочной частью ($K \geq 0,55$).

Интервал между смежными номерами колодок по длине равен 5 мм при метрической нумерации и 2/3 см (1 штих) – при штихмассовой системе нумерации.

Таблица 2.3 – Система индексации обувных колодок

Шифр индекса	Род	Тип обуви	Приподнятость пяточной части	Форма носочной части
1	2	3	4	5
0	Пинетки	–	0	–
1	Для ясельного возраста	закрытая (ботинки, туфли, ...)	низкая 5÷10	широкая

Окончание таблицы 2.3

1	2	3	4	5
2	Малодетская	легкая (сандалии, домашняя, дорожная)	низкая 15÷25	средняя (средней ширины)
3	Дошкольная	летняя (туфли с открытой носочной и пяточной частями)	средняя 30	узкая
4	Для школьников девочек	утепленная	средняя 40	–
5	Девичья	особо изящная	высокая 50	–
6	Для школьников мальчиков	с верхом из юфти	высокая 60	–
7	Мальчиковая	сапоги из кож хромового дубления	более 70	–
8	Женская	спортивная	особо высокая 80	–
9	Мужская	специальная	особо высокая 90	–

Колодки двух соседних номеров отличаются размерами.

Таблица 2.4 – Размеры колодок в штихмассовой и метрической системах нумерации

Измерения	Разница в размерах (мм)	
	штихмассовая система	метрическая система
По длине следа	6,67	5
По ширине следа в пучках	1,3	1
По ширине следа в пятке	0,9	0,7
По обхвату в пучках	4	3
По обхвату в прямом взъеме	4	3

По полнотам колодки подразделяются в зависимости от объемных размеров. Интервал между полнотами при штихмассовой системе нумерации равен 5,0 мм, а при метрической – интервал зависит от группы колодок, вида и назначения обуви и должен быть 8,0 или 6,0 мм. Для колодок групп 4, 5, 6, 7, 8 и 9 – 8 мм. Для колодок групп 0, 1, 2,

3 и 8 (с приподнятостью пяточной части 50 мм и более), а также для колодок модельной обуви – 6 мм.

В колодках различают следующие поверхности: нижнюю, называемую следом, верхнюю, называемую площадкой, и боковую, расположенную между следом и площадкой.

По длине колодка делится на пяточную, геленочную (среднюю) и носочно-пучковую части.

Выступ, имеющийся в верхней части колодки, называется гребнем, а наиболее высокая его часть – вершиной гребня.

Кроме таких колодок для указанной цели применяются также пустотелые колодки из папье-маше, ПВХ и других материалов.

Для растяжения отдельных частей обуви в области союзики применяются разъемные колодки и раздвигающий их прибор. В заднем отделе такой колодки имеется клинообразное отверстие. Клин прибора при помощи винта углубляется в это отверстие и раздвигает колодку, растягивая вместе с тем соответствующие части надетой на нее обуви.

2.1.3 Основные положения проектирования колодок

Определение базовой плоскости колодки

От правильного выбора базы в колодке зависит правильность графического оформления сложного пространственного тела колодки, точность изготовления запроектированной модели по чертежу и возможность закрепления колодки в заданном положении в технологическом оборудовании.

Базовой плоскостью построения колодки является плоскость, проходящая в основании тела колодки через точку ребра, лежащую на оси следа в пяточной части (точка O), и через точку O' , находящуюся в носочной части в точке нормального припуска, нормируемого ГОСТом (рис. 2.2). Такая базовая плоскость не зависит от изменения величины декоративного припуска в носочной части и позволяет осуществлять проектирование сопоставимых сечений колодки при различной приподнятости пяточной части.

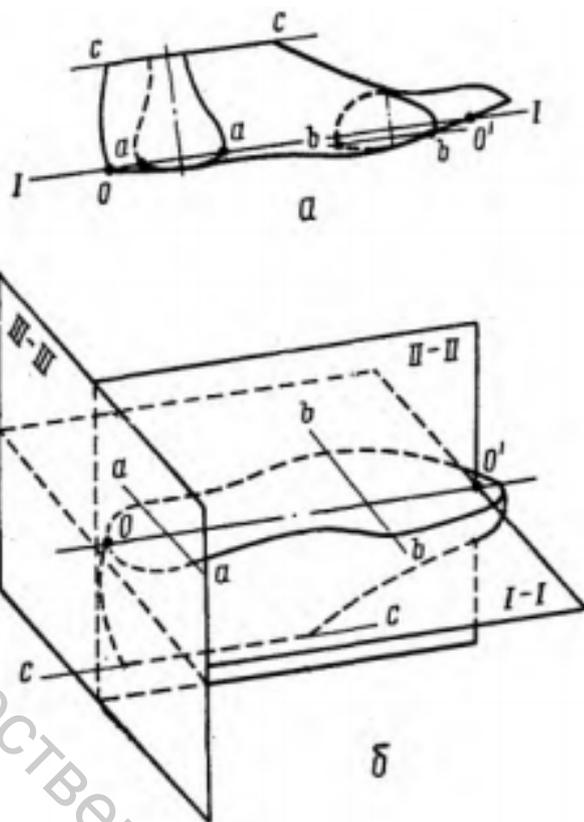


Рисунок 2.2 – Система проектирования колодок ЦНИИКП: а – базовые плоскости колодки, б – система графического построения колодки

Параллельно базовой плоскости расположена плоскость **верхней установочной площадки** (с–с). До последнего времени линия установочной площадки заканчивалась площадкой гребня колодки, расположенной под углом 145° к установочной площадке. В последних работах ЦНИИКПа и МТИЛПа было установлено, что высокий гребень не имеет практического значения в процессе сборки и формования обуви, но вместе с тем увеличивает расход материала на изготовление колодок, что приводит к удорожанию колодки и увеличению ее веса. Принятая в последнее время конструкция прямой верхней площадки позволяет устранить отмеченные недостатки и значительно упростить метод моделирования колодки по чертежу.

Система графического построения колодок

В основе графического построения колодок лежит система прямоугольных координат, которая облегчает переход от пространственной формы стопы к колодке и позволяет использовать чертеж колодки при проектировании обуви и технологического оборудования.

Базовая плоскость является *продольно-горизонтальной плоскостью* построения колодки.

Перпендикулярно ей расположена *продольно-вертикальная плоскость* (II–II), проходящая через условную ось построения следа.

Перпендикулярно этим двум плоскостям располагается *поперечно-вертикальная плоскость* (III–III) (рис. 2.2).

Таким образом, все три плоскости построения колодки взаимно перпендикулярны и линии их пересечения являются осями прямоугольных координат, в которых строят все сечения колодки.

Способ перехода от формы и размеров стопы к колодке

Так как колодка не является копией стопы, возникла необходимость разработать способ перехода от среднетипичной стопы к колодке с учетом изменения формы и размеров стопы в различных положениях и данных о допустимом сжатии стопы обувью в отдельных анатомических участках.

Колодку проектируют по сечениям. Вначале проектируют основные, базисные сечения колодки, которые соответствуют наиболее ответственным анатомическим участкам стопы. По отношению к базисным сечениям затем уже строят все тело колодки.

Базовыми участками в колодке являются:

1. Середина пяточной части колодки (сечение 0,18Д).
2. Середина пучков (сечение 0,68Д), занимающая промежуточное положение между наружным и внутренним пучками.

В стопе этот участок соответствует расположению плюснефалангового сочленения и близок к наиболее широкому месту стопы.

3. Место перехода гребневой части колодки к носочной (сечение 0,73Д), соответствующее началу пальцевого отдела стопы.

В остальных участках колодки поперечные сечения проектируют в соответствии с базисными, учитывая статико-динамическое состояние стопы.

Все поперечные сечения, как правило, имеют ребро по месту перехода боковой поверхности к следу. Ребро обеспечивает условия правильного формования и сборки обуви.

Построение условной развертки следа колодки

По следу колодки в обуви оформляется стелька, которая служит опорной поверхностью для стопы.

Форма и размеры следа колодки, т. е. ее стелечной части разрабатываются исходя из размеров горизонтальной проекции (габарита (абриса)) стопы, гипсового слепка и контура отпечатка ее плантарной части, т. е. плантограммы условной средней стопы, полученной в результате массовых обмеров.

Так как стелька является опорной частью для стопы нужно контур ее делать по контуру отпечатка стопы.

В некоторых случаях, как, например, в туфлях на высоком каблуке контур стельки в пучках заходит за контур отпечатка. В этом нет ничего порочного, потому что согласно исследованиям давление стопы на опору по краям контура приближается к нулю и потому ширина стельки может несколько заходить за контуры отпечатка.

В обычной обуви контур стельки проходит между габаритом и контуром отпечатка для того, чтобы сделать более прямоугольным пересечение граней боковой и стелечной поверхности (рис. 2.3). Только в носке контур обязательно выходит за предел абриса (контура) стопы.

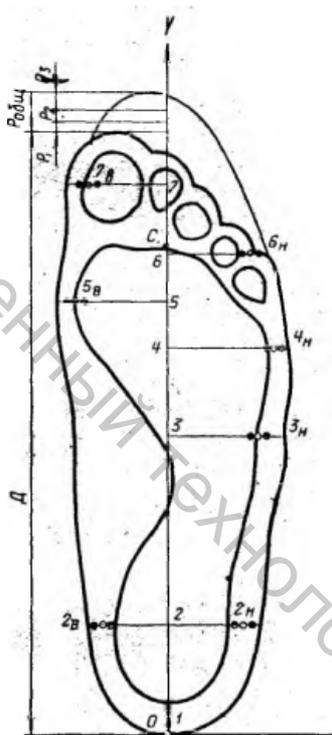


Рисунок 2.3 – Схема построения контура стельки по плантограмме

Так, в пятке в юфтевых сапогах стелька почти совпадает с абрисом стопы, отступая от него в продольном направлении на 2–3 мм. Это объясняется формой пятки обуви у тяжелых сапог. Боковая поверхность ее идет почти отвесно, без округления свойственного пятке стопы.

В бытовой обуви этот сдвиг «S» достигает 4–7 мм и зависит от длины стопы «D_{ст}» и высоты каблука h_к и выражается формулой

$$S = 0,02D_{ст} + 0,05h_{к}.$$

Увеличение сдвига при повышении каблука объясняется конструктивно-эстетическими соображениями.

Во-первых, при подъеме каблука сдвигается вперед центр приложения силы через пяточную кость стопы. А это приводит к увеличению расстояния между задней точкой, абрисом пятки и центром давления стопы на опору. Следовательно, верхняя опорная часть каблука должна быть сдвинута вперед в обуви с высоким каблуком.

Во-вторых, если делать задний профиль пятки колодки с высоким каблуком с учетом этого сдвига, но не укорачивать стельку, то в месте соединения пяточной части обуви (задника) с каблуком получается перелом линии заднего контура обуви. Значительно лучше пятка выглядит в такой обуви, когда боковая поверхность пятки плавно переходит в линию каблука.

Практика показывает, что с увеличением высоты каблука на 10 мм сдвиг стельки $S_{от}$ абриса стопы должен увеличиваться на 0,5 мм, что отражено в уравнении.

В носке колодки обычно делается припуск P на свободное расположение пальцев в обуви и возможность некоторого сдвига стопы вперед при движении человека.

Припуск P в значительной степени зависит от фасона носка обуви и типа обуви. Если носок обуви не сжимает пальцев и высота его такова, что не упираются в твердый носок обуви, то припуск P может быть сделан минимально. Но если обувь не охватывает плотно стопу, и стопа при движении человека может несколько сдвигаться вперед, следует припуск в носке увеличивать.

Обычно, даже при широких носках их продольный профиль таков, что для предотвращения давления жесткого носка на верхний (ногтевой) конец пальца, приходится удлинять стельку в носке, то есть увеличивать припуск.

Необходимо отметить, что в женской обуви и, особенно на высоком каблуке, этот припуск фактически равен нулю. Объясняется это тем, что при выборе себе обуви, некоторые женщины берут ее явно не по ноге для того, чтобы обутая стопа выглядела меньше, чем на самом деле. В такой обуви пальцы не только упираются в жесткий носок, но иногда и сгибаются. Ношение такой обуви приводит к травмированию стопы и должно быть совершенно исключено.

Поскольку P и S изменяются независимо друг от друга длина стельки может быть равна больше и меньше длины стопы

$$Z = D + P - S \text{ (мм).}$$

Поперечный контур в пятке делается по тем же правилам, что и в продольном направлении: чем выше каблук, тем уже стелька; чем грубее обувь, чем жестче ее задник, тем шире стелька в пятке.

В плюснефаланговом сочленении ширина стельки также зависит от типа обуви. В этой области благодаря некоторой подвижности костей

и наличием достаточно большой жировой подкладки давление стопы на опору по краям отпечатка, также очень не велико. Поэтому в женской обуви ширина стельки в пучках делается даже уже отпечатка стопы. В остальной обуви контур стельки проходит в пределах между контуром отпечатка и контуром абриса. В таблице приведены соответствующие данные.

Больше всего варьирует ширина стельки по переходу. Общим правилом является, во-первых, построение ее наружного края, близкого к прямой линии с малой вогнутостью вовнутрь и, во-вторых, значительным сужением перехода в обуви на высоком каблуке, что обычно связано с формой каблука. В обуви на низком каблуке и особенно в сандалиях и юфтевых сапогах вогнутость с внутренней стороны стопы делается также небольшой, отчего переход в этих типах обуви получается значительно шире, чем в обуви на высоком каблуке.

Ю.П. Зыбиным установлено, что линия носочной части стельки выражается параболическим уравнением $Y = aX^b$.

Для использования этого уравнения при проектировании носочной части следует, прежде всего, наметить вершину – начало внутренней системы координат (рис. 2.4). Начало координат может лежать не только на пересечении оси La с контуром носка стельки, но и может быть смещено влево (т. е. к внутренней стороне стопы) или вправо. Проектирующий должен установить величину смещения, делая эскизы носка стельки карандашом на чертеже стельки и проводя через вершину носка ось Ox или заранее задаваясь величиной t и проводя на этом расстоянии линию Ox . Пересечение оси носка с контуром (точка O) будет служить началом координат.

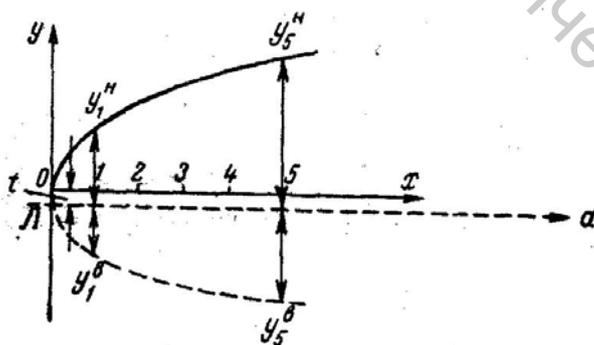


Рисунок 2.4 – Схема разметки носка стельки для математического анализа

Далее по эскизу линии носка нового фасона, который выбран для данной обуви, определяют параметры a и b для уравнения. Показатель a устанавливают из формулы $Y = aX^b$, поскольку при $X = 1$ $Y = a$. Следовательно, a определяет собой ширину полуноска на

расстоянии 1 см от наиболее выступающей точки носка. Сумма параметров для внутренней Y_1^B и наружной Y_1^H стороны носка дает ширину носка на расстоянии 1 см от вершины (сечение 1).

Величину b определяют из уравнения параболы логарифмированием $b = (\lg Y_i - \lg a) / \lg X_i$.

Для нахождения величины b необходимо задаться второй величиной X и определить по чертежу соответствующее значение Y . Установлено, что лучше всего принимать сечение 5, т. е. проводить вторую линию перпендикулярно осевой линии на расстоянии 5 см от вершины носка стелек для женской и мужской обуви. Значение Y_5 для внутренней и наружной стороны носка определяют из уравнения $b = (\lg Y_5 - \lg a) / \lg X_5$. Затем по уравнению рассчитывают точки параболы в сечениях 2–4.

Проектирование продольно-осевого сечения колодки

Проектирование продольно-осевого сечения проектируют на основе фронтальной проекции условной средней стопы.

Контур стопы (пунктирная линия на рисунке 2.5) ориентирован так, чтобы пальцевый участок следа был расположен на опоре (прямая HH), а пяточная часть приподнята. Центр C изгиба стопы в пучках совпадает с серединой головки первой плюсневой кости ($X_c = 0,73D, Z_c = 0,09D$), поэтому ее проекцию на линию HH принимаем за центр опоры в пучковой части следа. Для обеспечения лучшего переката носочная часть обуви должна приподниматься над линией опоры на величину B_n , зависящую от рода обуви и высоты приподнятости пяточной части B_n (табл. 2.5).

Для обуви с жестким низом и верхом типа юфти приподнятость носа следует увеличить на одну треть.

Таблица 2.5 – Приподнятость носка B_n для разных групп колодок

Группа колодок	0	1	2, 3	4–7	9	8		
						$B_n=20$	$B_n=40$	$B_n=60$
Приподнятость носка, мм	5–6	7–8	9–10	11–12	14–15	11–12	9–10	7–8

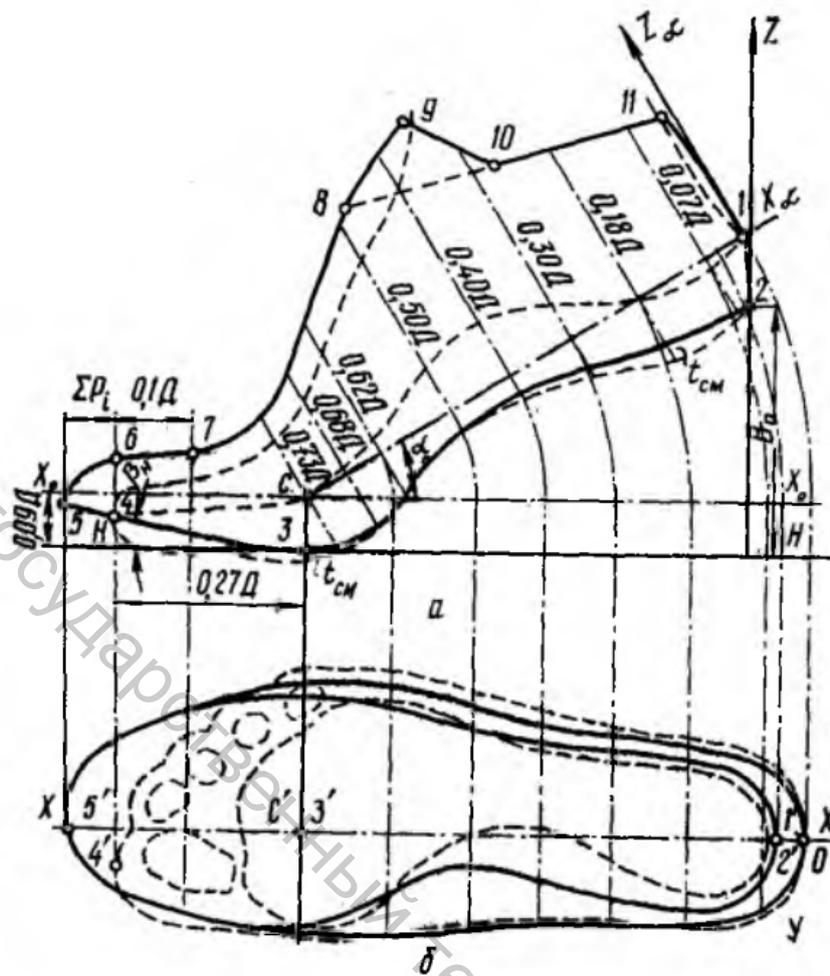


Рисунок 2.5 – Фронтальная (а) и горизонтальная (б) проекции колодок

Из точки 3в сторону носка проводится луч под углом $\beta_n = \arctg \frac{B_n}{0,27D_{ст}}$, на который проектируется наиболее выступающая вперед точка 4 стопы. На перпендикуляре к опоре, опущенном из точки 1, приподнятость пяточной части колодки (высота каблука) определяет вершину 2 ребра.

Ребро колодки, которое является линией пересечения ее боковой поверхности со следом, связано с технологическими особенностями изготовления обуви из плоских деталей. В кустарном производстве ребро являлось ориентиром, по которому обрезали прибитый к следу кусок кожи – стельку обуви. И в настоящее время детали низа ориентируют относительно ребра колодки. В стопе след плавно переходит в боковую поверхность, и, с точки зрения удобства обуви, ребро в колодке является лишним и, по всей вероятности, исчезнет, например, в обуви цельноформованной (литьевой) и собираемой из формованных узлов.

Прямая $1 - C$ (рис. 2.5 а) является нейтральным базисом – осью абсцисс внутренней системы координат. Ось аппликата OZ_α проводится касательно к контуру пяточной части.

Форма следа существенно влияет на удобство обуви. Критерием рациональности можно считать распределение давления стопы на обувь, которое должно меняться от предельно допустимого до нуля. Это обеспечит нормальное кровоснабжение, а, следовательно, и правильное функционирование стопы. Опорная поверхность должна быть такой, чтобы давление стопы на опору, во-первых, распределялось равномерно на отдельных участках, и соотношение давления в пяточном, перейменном и пучковом отделах обуви при различной приподнятости пятки приближалось к соотношению давления в обуви без каблука и, во-вторых, предупреждало бы возникновение патологических явлений в стопе.

Используемые колодки часто не отвечают этим требованиям. Исследования, проведенные Т.С. Кочетковой, показали, что в обуви, изготовленной на колодках со средней и высокой приподнятостью пяточной части, нагрузка на след в динамике распределяется крайне неравномерно. Наружный свод почти не касается стельки, т. е. в этом случае обувь не выполняет функции опоры, что перегружает передний отдел стопы. В пяточной части при сравнительно плоской стельке (стрела прогиба продольного профиля 1,5–2 мм) давление концентрируется на ограниченном участке, что утомляет человека и приводит к расстройству функций стопы.

Исходя из сказанного, при проектировании в основу перехода от формы стопы к колодке в области следа должны быть положены следующие принципы:

- форма пяточного и перейменного (со стороны наружного свода) участков плантарной поверхности стопы должна быть отражена в следе колодки;
- след пучково-носочного участка колодки не должен быть профилированным и не иметь выпуклостей, соответствующих головкам плюсневых костей, так как давление под ними у разных лиц распределяется различно.

Придерживаясь этих принципов, линию следа продольно-осевого сечения между точками 2 и 3 проводят по линии стопы, стрела прогиба в пятке может достигать 7 мм для женской обуви и 9 мм для мужской. Участок от пучков до носка делают с незначительной выпуклостью (стрела прогиба 1,5–2 мм) и с обязательным припуском $\sum P_i$ от точки 4 до точки 5. На припуск влияют различные факторы, в том числе и форма носочной части стельки, поэтому окончательно его определяют при совместном конструировании фронтальной и горизонтальной проекций.

Верхняя линия носка до пучков (рис. 2.5 а) зависит от задуманного фасона колодки, причем необходимо выдерживать высоту ногтевой фаланги первого пальца в точках 6 и 7 (соответственно $0,08 O_{\text{пуч}}$ и $0,11 O_{\text{пуч}}$). Верхнюю линию гребня определяют с учетом высоты поперечных и длины горизонтальных сечений. Исходными позициями при вычерчивании этой линии являются следующие:

- чем уже верхняя часть пяточной части колодки, тем больше высота гребня;
- чем шире пучковая часть колодки, тем ниже может быть опущена передняя часть гребня при одном и том же обхвате колодки;
- верхняя точка 9 гребня должна находиться на 10–20 мм выше сечения $0,41D$ в колодках для обуви с высокими берцами и голенищами. Для прочих колодок целесообразно изменить геометрию установочной площадки: сделать ее удлиненной (точки 8 и 11), без характерного выступа гребня (точки 8–10), так как высокий гребень в колодках не влияет на процесс сборки и формования обуви с низкими берцами (туфли и полуботинки). Высоту установочной площадки B_k от базисной плоскости определяют по уравнению $B_k = 0,02N + 20$, где N – размер колодки, мм.

Задний контур пяточной части от вершины 2 ребра до установочной площадки (точка 11) представляет выпуклую кривую, которая контура стопы касается в точке 1.

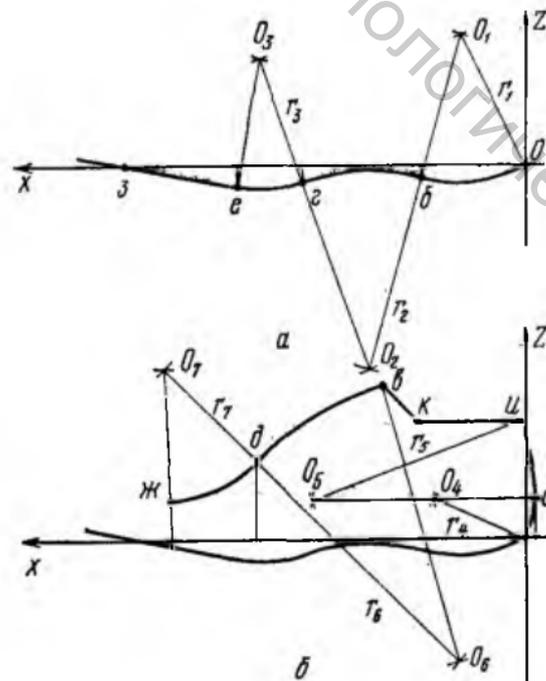


Рисунок 2.6 – Схема конструирования продольно-осевого сечения:
a – линия следа, *б* – линия пятки и гребня

Поперечные сечения колодки

Поперечное сечение пятки (0,18Д) строят исходя из того, что форма его различна для разных видов обуви. Пяточная часть туфель должна иметь такую форму, чтобы задник и верхний край берцев плотно охватывали пятку и закрепляли обувь на стопе. Верхнюю часть боковых сторон колодок для различных видов обуви строят по-разному. В колодках для туфель (особенно «лодочек») от верхней площадки вниз на 10–15 мм идет прямая линия, образующая с линией ребра площадки прямой угол. Затем она плавно переходит из вогнутой в выпуклую. В колодках для полуботинок и ботинок прямой линии от верхней площадки нет. Кривая, соединяющая линию площадки с наиболее выпуклым местом пяточной части, имеет вначале вогнутую, а затем выпуклую форму. В колодках для сапог эту линию делают слегка выпуклой. Высота наиболее выступающих точек пятки в сечении 0,18Д от базисной плоскости равна 14–15 мм для женских колодок и 15–16 мм – для мужских колодок.

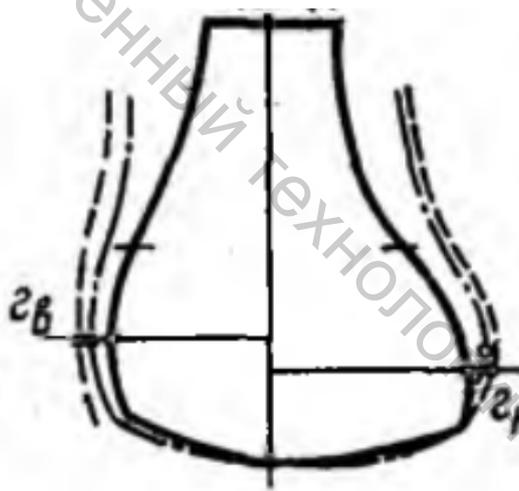


Рисунок 2.7 – Поперечное сечение стопы и колодки в пятке

Для различных видов обуви продольные и поперечные сечения колодки в области вершины гребня строят по-разному. У колодок для обуви из юфти они будут близки по форме к аналогичным сечениям стопы, в то время как у колодок для туфель гребень делают высоким, чтобы сохранить обхват колодки через пятку и сгиб таким же, как у стопы.

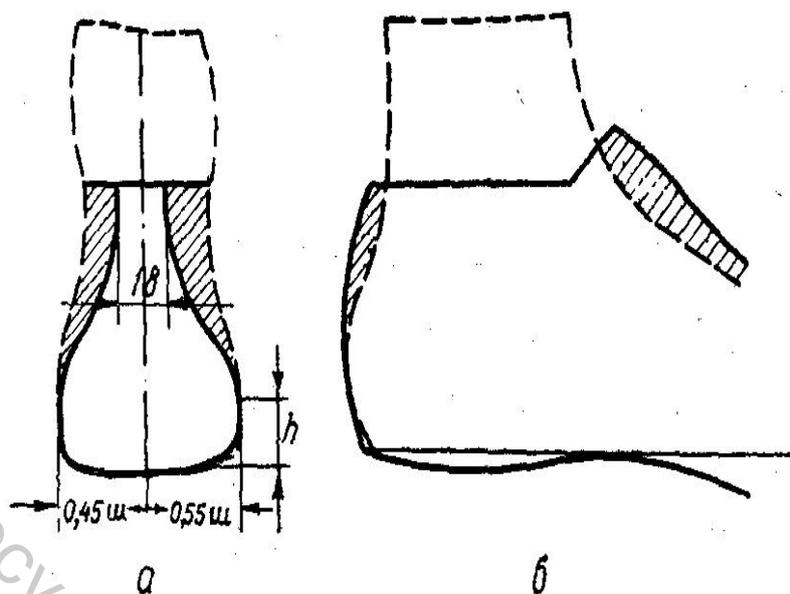


Рисунок 2.8 – Построение поперечного сечения пятки колодки

Установив форму поперечного сечения пяточной части, можно определить ширину, длину и конфигурацию горизонтальных сечений, расположенных на высоте жесткого задника и туфли, которые в совокупности с ранее рассмотренными линиями позволяют последовательно построить любое число поперечных сечений.

2.1.4 Особенности проектирования колодок для различных типов обуви

Колодки для различных типов обуви проектируют на базе исходных форм колодок обуви закрытого типа.

Колодки для летней обуви открытого типа. Как правило, летнюю обувь открытого типа проектируют с открытой носочной и пяточной частью. В такой обуви стопа не имеет достаточной поддержки с боков и поэтому нависает над опорной поверхностью (стелькой), что приводит к омозолелости плантарной поверхности. Во избежание этого след колодок для летней обуви проектируют шире в пучках на 1,0 мм и в пяточной части на 2,0 мм. Кроме того уменьшается припуск в носочной части по длине. Это связано с тем, что в обуви с открытой носочной частью лишняя величина припуска за пределами пальцев стопы приводит к деформации обуви. Как показала практика, для летней обуви с открытой носочной частью всех родовых групп припуск по длине следа целесообразно принять равным 5,0 мм. В этом случае

носочная часть следа не должна сужаться и в соответствии с шириной следа корректируют и поперечно-вертикальные сечения.

Для летней обуви с клиновидным каблуком след колодки в пяточно-геленочной части проектируют аналогично проектированию стельки исходной группы. В этом случае симметричность контура следа до сечения $0,56D$ и ребро следа с внутренней и наружной сторон располагают в одной плоскости, что позволяет разрабатывать клиновидный каблук симметричной формы и обеспечивает плотное прилегание его по всей длине к следу затянутой обуви.

Колодки для утепленной обуви

В этих колодках по сравнению с исходными (базовыми) увеличивается высота колодки (т. е. расстояние между установочной площадкой и базовой плоскостью) на 10 мм.

Передняя линия гребня проходит выше, чем у базовых колодок, причем величина этого смещения будет различной для сапожек и утепленных ботинок и рассчитывается по коэффициентам от периметра в сечении $0,72 / 0,68D$.

Проектирование колодок для утепленной обуви

Для того, чтобы стопа легко проходила в сапожек, периметр сечения $0,55D$ увеличивают по сравнению с размером данного периметра в колодках исходной базовой формы.

Переход от исходной базовой формы колодок к колодкам для утепленной обуви осуществляется следующим образом. На продольно-вертикальном сечении колодки по оси от начальной точки установочной площадки (точка a_1) откладывают влево по горизонтальной оси площадки отрезок величиной 2,5–3,0 мм (точка a_2).

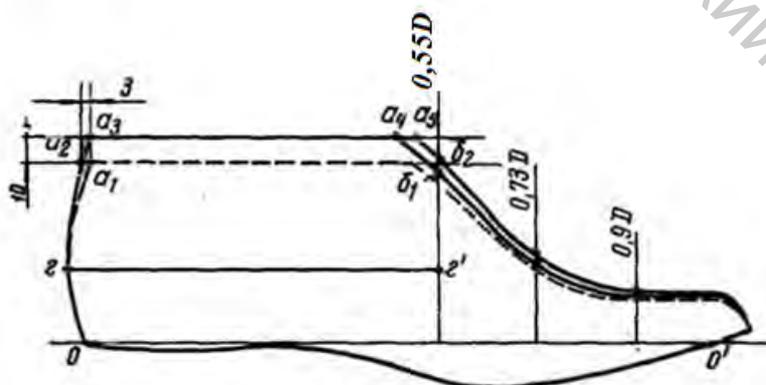


Рисунок 2.9 – Переход от базовой формы колодки к колодке для обуви утепленной

Полученную точку a_2 соединяют с помощью контрольного шаблона с габаритной точкой пяточной части продольно-вертикального сечения (точка 2) и продолжают кривую вверх. От точки a_1 восстанавливают перпендикуляр вверх и на нем откладывают 10 мм. Точка пересечения перпендикуляра с кривой профиля пяточной части (точка a_3) является точкой начала верхней площадки колодки для утепленной обуви.

От точки 2 проводят вспомогательную прямую, параллельную базовой плоскости, и на ней откладывают величину равную 0,55Д (точка 2'). Из точки 2' восстанавливают перпендикуляр к базовой плоскости и продолжают его вверх до пересечения с линией установочной площадки.

От базовой плоскости вверх по перпендикуляру откладывают величину, подсчитанную по коэффициенту от величины периметра в сечении 0,72/0,68Д. Величина этих коэффициентов не одинакова для сапожек и утепленных ботинок, поэтому верхняя точка сечения 0,55Д для ботинок (точка b_1) расположена ниже верхней точки сечения для сапожек (точка b_2).

Для построения линии гребня колодок на базовой оси отмечают положение сечений 0,73Д и 0,90Д и на перпендикулярах к базовой оси, восстановленных из полученных точек, откладывают величины отрезков, также определяемых по коэффициентам от обхвата сечения 0,72/0,68Д.

Полученные точки соединяют плавной кривой и продолжают ее до пересечения с установочной площадкой.

Коэффициенты для определения положения верха точек

Таблица 2.6 – Коэффициенты для определения положения верха точек

Группа колодок для обуви	Вид обуви	Сечение колодки			
		0,55Д	0,73Д	0,90Д	
мужской	ботинки	0,300	0,132	0,075	
	сапожки	0,320	0,135	0,077	
женской	на низком каблуке	ботинки	0,305	0,148	0,076
		сапожки	0,325	0,151	0,078
	на среднем каблуке	ботинки	0,295	0,132	0,076
		сапожки	0,315	0,135	0,078
на высоком каблуке	ботинки	0,285	0,127	0,076	
	сапожки	0,305	0,130	0,078	
детской	ботинки	0,325	0,146	0,086	
	сапожки	0,345	0,149	0,088	

2.1.5 Размеры колодок в серии

При построении колодок для массового производства обуви большое значение имеет правильное установление размеров не только исходного (среднего) номера, но и серии колодок той или иной группы.

В серию входит ряд колодок различных размеров одного и того же фасона. Например, в женскую группу входят колодки от 210 до 275 размера. Колодки в серии будут иметь аналогичную форму, так как фасон один и тот же, но будут различаться размерами.

С переходом от размера к размеру изменяется длина колодки, а вместе с ней и все остальные длиннотные и поперечные размеры. Причем, изменение размеров подчиняется определенной закономерности, аналогичной той, которая установлена для размеров стоп.

Зная, на какую величину изменяется длина колодки с переходом от одного номера к другому, можно определить все ее продольные размеры, так как все длиннотные размеры пропорциональны длине колодки.

Все размеры поперечных сечений колодки связаны между собой также пропорциональной зависимостью. За исходные для определения поперечных размеров берут ширину и обхват колодки в пучках. Поэтому, зная на какую величину изменяться поперечные размеры в пучках при переходе от одного номера к другому, можно определить все поперечные размеры колодок.

Остается установить приращения, которые должна получать колодка по ширине при переходе от одного номера к другому. Так как ширина стопы в пучках – $Ш_{пуч}$ связана с ее длиной – $Д$ линейной зависимостью, то и ширина стельки в пучках будет связана с длиной колодки также линейной зависимостью

$$Ш_{ст} = AN + C.$$

Теперь вопрос сводится к нахождению коэффициентов A и C в данном уравнении (коэффициент A представляет собой приращение стельки по ширине при переходе от одного номера к другому).

Так как ширина стопы в пучках связана с длиной зависимостью

$$Ш_{пуч} = 0,25Д + 30 \text{ (для мужчин и женщин),}$$

то при изменении длины стопы на 1 см ширина стопы изменится в среднем на 0,25 см.

Соответственно, по аналогии в метрической системе нумерации при увеличении длины колодки на 1 см ширина стельки в пучках

должна увеличиться в среднем на 0,25 см. При штихмассовой же системе нумерации если длина колодки увеличивается на 1 штих, то приращение стельки соответственно будет равно $0,25 \cdot 2/3 = 0,167$ см.

Учитывая, что приращение размеров колодки относится не к ширине стопы, а к ширине стельки, которая уже стопы на 10–16 %, вносят поправку и в величину коэффициента приращения, несколько уменьшая его. Учитывая также, что практическая точность замеров не может быть выше 0,5 мм, все размеры колодки округляют до 0,5 мм. При этом получим, что изменение ширины стельки с переходом от номера к номеру при штихмассовой системе нумерации равно 1,5 мм, при метрической – 2,0 мм.

Установив величину коэффициента A и зная, что ширина стельки для исходного номера колодки N_k взята равной $Ш_{ст}$, можем вычислить значение коэффициента C .

$$\text{Так как } Ш_{ст} = AN_k + C, \text{ то } C = Ш_{ст} - AN_k.$$

Например, в метрической системе нумерации связь между шириной стельки и номером будет выглядеть для средней полноты мужских колодок следующим образом:

$$Ш_{ст} = 0,2N_{сов} + 28,3.$$

Для других групп колодок значение коэффициента C будет другое, так как ширина стельки для разных видов обуви будет различной.

Так как между всеми поперечными размерами имеется пропорциональная зависимость, то остальные приращения размеров колодки в поперечном направлении можно определить умножением полученной величины на соответствующие коэффициенты пропорциональности для размеров стопы по ширине и высоте. При этом зависимость поперечных размеров от номера обуви сохранится такой же, изменятся только коэффициенты в уравнении.

Так, зависимость ширины стельки в пятке от номера обуви для мужских колодок средней полноты (группа 9) будет иметь следующий вид:

$$Ш_{пят} = 0,15N_{сов} + 18,3.$$

Не менее важное значение для серии колодок имеет правильное установление размера обхвата колодки в пучках. Так как обхват в пучках в стопе в 2,5 раза больше ширины в пучках, т. е. $O_{пуч} = 2,5Ш_{пуч}$, то подставляя вместо ширины пучков – $Ш_{пуч}$ его значение получим

$$O_{пуч} = 2,5(0,25Д + 30) = 0,625Д + 75.$$

Подставляя вместо D номер обуви N и учитывая, что приращение размеров колодки относится не к стопе, а к стельке, которая уже стопы, получим

$$O_{\text{пуч}} = 0,6N_{\text{сов}} + 75 \text{ [мм]}.$$

Таким образом, мы установили, как изменяются размеры колодки при переходе от номера к номеру.

Но колодки выпускаются также и разных полнот, т. е. номер колодки один, а полноты разные. Поэтому необходимо определить величину, на которую необходимо изменить поперечные размеры колодки при переходе от одной полноты к другой. Способ определения этой величины базируется на методе выделения подтипов стоп.

Выделение подтипов стоп по поперечным размерам при одной и той же длине стопы связано с понятием «интервала безразличия» – т. е. величины, на которую можно изменить поперечный размер обуви без заметного ощущения для человека. При штихмассовой системе нумерации величина интервала безразличия по обхвату в плюснефаланговом сочленении была принята равной – 5 мм. В метрической системе нумерации эта величина взята 6 или 8 мм. Следовательно, дополнительные типы стоп будут иметь величину размера по обхвату на 6 или 8 мм большую или меньшую, чем среднетипичные стопы.

По аналогии, обхват в пучках у колодок при переходе от одной полноты к другой будет изменяться на 6 или 8 мм. С изменением же обхвата в пучках будут изменяться и другие поперечные размеры колодок.

Величины изменения поперечных размеров колодок при переходе от одной полноты к другой приведены в таблице 2.7.

Таблица 2.7 – Приращение отдельных размеров при переходе от одной полноты к другой для различных значений предела безразличия стопы

Параметры	Приращения при пределе безразличия по обхвату стопы в пучках в мм		
	5,0	6,0	8,0
Ширина стельки:			
в пучках	2,0	3,0	4,0
в пятке	1,5	2,0	3,0
Обхват колодки:			
в пучках	5,0	6,0	8,0
по середине стопы	5,0	6,0	8,0

Таким образом, на основании антропометрических данных можно установить основные размеры колодок для стопы среднего размера (о чем говорилось в предыдущих лекциях) и градацию размеров, которую следует принять при построении серии колодок по номерам и полнотам.

Выражая аналитически сказанное выше о закономерности изменения размеров в серии колодок, приходим к следующему уравнению связи между номером колодки – N , полнотой – W и исследуемым признаком – y .

$$y = AN + BW + C,$$

где A и B – соответствующие коэффициенты приращения; C – свободный член уравнения.

Например, для ширины стельки в пучках при метрической системе нумерации $A = 0,2$ и $B = 4,0$ (при пределе безразличия по обхвату в пучках 8 мм). Следовательно, уравнение будет выглядеть следующим образом:

$$Ш_{\text{пуч}} = 0,2N_{\text{сов}} + 4W + C, \text{ мм.}$$

Аналогично для штихмассовой системы нумерации

$$Ш_{\text{пуч}} = 1,5N_{\text{ст}} + 2W + C, \text{ мм.}$$

Однако при метрической системе нумерации для удобства подбора обуви по полнотам интервалы между соседними рядами размеров по полнотам стельки сделаны не на целую, а на $\frac{1}{2}$ полноты, а обозначения полнот приняты в целых числах (1, 2, 3 и т. д.).

Поэтому в уравнениях, выражающих связь между всеми размерами колодок по метрической системе, приходится брать не коэффициент B , а $B/2$, так как коэффициент B выражает переход на одну полноту. В связи с этим уравнение при метрической системе нумерации будет выглядеть так:

$$Ш_{\text{пуч}} = 0,2N_{\text{сов}} + 2W + C, \text{ мм.}$$

Свободный член уравнения – C отражает величину изменения ширины стельки по сравнению с шириной стопы. А так как ширина стельки делается уже ширины стопы в различной обуви на различную величину, то и C для разных типов обуви будет различно.

Так, для колодок мужских полуботинок и ботинок $C = 28,3$ при метрической системе нумерации, для женских колодок – 23,5. Коэффициенты A и B являются постоянными для всех стандартных

колодок, так как приращения размеров при переходе от номера к номеру и от полноты к полноте для разных групп колодок одинаковы.

Установив коэффициенты для каждого размерного признака, получают таблицы основных размеров обувных колодок различных номеров и полнот, которые и приведены в ГОСТе. В ГОСТ 3927-88 на колодки метрической системы нумерации имеются два типа таблиц: первые – с интервалом по обхвату в пучках 8 мм (4 мм в полуполнотах) при обязательном выпуске обуви в трех полнотах; и вторые – с интервалом 6 мм (3 мм в полуполнотах) при обязательном выпуске обуви в четырех полнотах. Коэффициент В, отображающий приращение по обхвату в пучках при переходе от полноты к полноте в этих таблицах различен.

Начиная с 1950 года, в американской литературе появилось большое количество статей, рекламирующих новую систему нумерации обуви и обувных колодок, которая называется геометрической. Если при обычной системе нумерации обуви каждый последующий номер отличается от предыдущего на определенную величину – единицу измерения (например, см, штих, 1/3 дюйма), то новая американская система нумерации исходит из того, что каждый последующий номер увеличивается или уменьшается в длину не на одну и ту же абсолютную величину ΔL , а на одну и ту же относительную величину $\mu = \frac{\Delta L}{L}$, например на 0,03 или на 3 %.

Таким образом, интервал между номерами будет для разных номеров не одинаковым, а различным. Чем выше номер – тем больше интервал.

Если относительное приращение в длину принять равным 0,02 или 2 % и за начало шкалы принять какую-нибудь единицу измерения, например 1 см, то при этом первый номер будет равен 1,02 этой единицы; второй – 1,04; третий – 1,061; четвертый – 1,082 и т. д. Такой ряд является уже рядом не арифметической, а геометрической прогрессии.

Связь между линейным размером L и номером обуви по этой шкале будет выражаться уравнением

$$L = l_0(1 + \mu)^N,$$

где L – длина стельки в принятых единицах измерения, например в см, l_0 – начальная длина (единица длины в той же системе), μ – относительное приращение, N – номер обуви.

Приняв $l_0 = 1$ см и $\mu = 0,02$, получим для конкретного случая $L = 1,02^N$.

Из этого уравнения можно определить N

$$N = \frac{\lg L}{\lg 1,02} = \frac{\lg L}{0,0086} = 116,2 \lg L.$$

Номера обуви с 17 по 30 или 105–190 по метрической системе, по штихмассовой системе лежат в пределах 118–180 номеров новой геометрической системы нумерации при $\mu = 2\%$. При этом интервал для мужской обуви будет равен примерно 5–6 мм, а для детской 3,5–4 мм.

Кроме того, в этой системе относительное приращение размеров колодки в длину равно относительному приращению в поперечном направлении.

В остальных системах, действующих у нас и за рубежом, относительное приращение колодки в длину больше относительного приращения ее в поперечном направлении. Это базируется на закономерности изменения размеров стоп.

Изготовление колодок

После того, как модельер построил контуры следа колодки, продольного профиля и поперечных сечений, он по чертежам делает из плотной бумаги шаблоны для изготовления модели колодки. На шаблонах стельки, продольного профиля и поперечных сечений отмечают номер колодки, полноту, фасон и высоту каблука.

После этого изготавливают серию шаблонов для всех номеров и полнот колодок в данной группе. Серийное размножение шаблонов может быть осуществлено на специальных машинах, называемых градир-машинами или вручную. Шаблоны служат для проверки колодок в различных стадиях производственного процесса.

После этого изготавливается модель колодки среднего (исходного) номера средней (исходной) полноты. Модель колодки модельер изготавливает вручную из грубой колодочной болванки особо твердой породы дерева, например граба. Модельер вначале придает болванке грубую форму колодки с припусками, необходимыми для окончательной обработки колодки. Затем, равномерно удаляя ножом излишек древесины, придает колодке требуемую конфигурацию.

Вначале обрабатывают след колодки, а затем верхнюю часть, контролируя форму и размеры изготовленными шаблонами. Для окончательной отделки модели колодки применяют рашпиль по дереву и напильник, после чего модель обрабатывают на шлифовальной катушке наждачной бумагой.

К моделям колодок по сравнению с чертежами даются небольшие припуски, рассчитанные на шлифовку при изготовлении партии колодок.

Грани следа и площадки модели околачиваются гвоздями, предохраняющими их от повреждения водящим роликом

копировального станка. Клин, отверстия и фурнитура в модели колодки отсутствует.

Таким способом изготавливается модель колодки среднего номера.

После этого переходят к изготовлению колодок всех размеров серии. Для этой цели служат копировальные станки. Принцип действия копировального станка сводится к следующему: модель колодки, закрепленная в станке, обкатывается водящим роликом, с которым при помощи системы рычагов соединена фреза, совершающая те же движения, что и ролик, и выпиливающая из болванки копию колодки.

На колодочно-копировальных станках для изготовления колодок имеется пантограф, при помощи которого пропорциональное увеличение размеров колодки по длине и ширине происходит автоматически. Поэтому, имея только модель среднего размера, на копировальном станке делают полную серию колодок, т. е. все номера колодок, входящих в данную группу.

После копирования колодок производится укрепление их площадок, вставка втулок, заклепок, прикрепление металлических пластин к следу, выпиливание и укрепление клина и т. д. После всего этого колодки шлифуют и полируют, для придания колодке ровной, гляцевитой поверхности.

3 ФОРМА И РАЗМЕРЫ ДЕТАЛЕЙ ОБУВИ С УЧЕТОМ ИХ РАБОТЫ

При носке обуви ее детали и швы подтверждаются простым и сложным нагрузкам повторного и переменного характера.

3.1 Работа деталей верха обуви

Детали верха обуви, покрывающие тыльную часть стопы и боковые стороны стопы и голени, подвергаются меньшему воздействию, чем детали низа.

Наружные детали верха обуви, в зависимости от их положения на стопе, подразделяются на *более ответственные и менее ответственные*. К первым относятся детали, охватывающие переднюю часть стопы от пальцев до начала плюсны, ко вторым – охватывающие плюсну, пятку, голень.

Участок обуви над пальцами (носок) является наиболее выступающей частью обуви, поэтому он должен иметь и долго сохранять красивый внешний вид. Так как носок воспринимает наибольшее количество внешних воздействий, оставляющих на детали следы в виде загрязнений или царапин, то материал, из которого он изготавливается, должен иметь красивое, стойкое к внешним воздействиям лицо, он должен хорошо очищаться от грязи и реставрироваться.

Наибольшее воздействие при движении человека испытывает участок верха над плюсне-фаланговым сочленением стопы. При переносе опоры стопы на пучки эта часть верха подвергается наибольшему изгибанию. При сгибании стопы на материале над плюсне-фаланговым сочленением образуются складки, в направлении, перпендикулярном к продольной линии стопы или близком к нему (85–120°). Зона образования складок расположена на расстоянии 0,70–0,78Д_{ст} на тыле стопы и 0,78–0,84Д на боковых сторонах.

В зависимости от толщины материала и конструкции обуви величина складок (их радиус кривизны) различна: от 0,5–1 мм в мягких и тонких до 5–10 мм в жестких и толстых (юфть). Многократные изгибы материала приводят к его разрушению. Примерно считают, что нормальный материал выдерживает до разрушения не менее 1,5 мил. Повторных изгибов.

Когда стопа опирается на пучки, происходит ее расширение в области плюсне-фалангового сочленения и периметр сечения стопы увеличивается в пучках на 10–15 мм и по ширине стопы на 4–5 мм, что

составляет около 4–7 % размера стопы в исходном положении (эти данные относятся к голой стопе).

В обуви, плотно охватывающей стопу, она ведет себя, как сжатая пружина: стремясь распрямиться, она оказывает давление на материал. Если бы сопротивление материала растяжению было бы мало, то стопа распрямилась бы полностью. Но так как материал верха обуви обладает определенной жесткостью, то он не дает возможности стопе полностью распрямляться, т.е. в обуви стопа бывает несколько сжата.

Чтобы уменьшить обхват стопы примерно на 5 мм необходимо к бандажу приложить силу в 10 Н. Уменьшение обхвата на 20–25 мм вызывает болезненные ощущения.

Если условно принять, что материал верха не растягивается, то стопа в таком случае будет сжата на 10–15 мм при опоре на пучки (так как на такую величину увеличивается периметр в плюсне-фаланговом сочленении). Такое сжатие уже будет травмировать стопу.

Поэтому при применении для верха обуви более жестких материалов необходимо увеличивать периметр колодок в пучках, что и делают на практике.

Наибольшие деформации растяжения союзка испытывает в поперечном направлении в области мизинца и внутреннего плюсне-фалангового сочленения. Суммарная величина растяжения (от одевания обуви на стопу и дополнительного растяжения при ходьбе) в этой области колеблется от 2,9 до 10,9 %.

Следовательно, в зависимости от величины сопротивления материала растяжению, т.е. от механических свойств материала, стопа будет распрямляться больше или меньше.

1. Надевание обуви «нога на весу»:

поперек (растяжение) – пучки – 1,0–1,5 %, центр – 1,0–1,5 %;
продольное направление (сжатие) – пучки – 0,5–1,5 %, центр – 0,2–0,7 %.

2. Опора на обе ноги:

поперек (растяжение) – пучки – 2,0–5,0 %, центр – 0,5–1,0 %;
вдоль (растяжение) – пучки – 0,5–1,5 %, центр – 0,2–0,7 %.

3. Перекат через передний отдел:

поперек (растяжение) – пучки – 4,0–7,0 %, центр – 1,0–3,0 %;
вдоль – пучки (растяжение) – 3,0–6,0 %; центр (сжатие) – 1,5–1,7 %.

Усадка – 4–5 % .

При надевании обуви на стопу в положении «нога на весу» происходит растяжение союзки в поперечном направлении и сокращение в продольном. Деформация союзки в поперечном направлении в области внутреннего, наружного пучков и в центре приблизительно одинакова и составляет 1,0–1,5 % в мужской и женской обуви.

В продольном направлении деформация сжатия в области внутреннего и наружного пучков составляет 0,5–1,5 %, в центре же союзки продольная деформация в два раза меньше.

При опоре на обе ноги происходит дополнительное растяжение союзки в поперечном направлении, связанное с увеличением обхвата стопы в области плюсне-фалангового сочленения. При этом в области пучков деформация союзки в поперечном направлении составляет 2,0–5,0 % в мужской и женской обуви, в центре союзки она в 4–5 раз меньше. В продольном направлении происходит растяжение союзки и в области пучков деформация достигает 2,0–4,0 %. В центре же союзки деформация растяжения приблизительно в 2 раза меньше.

При ходьбе в фазу «перекат через передний отдел» деформация союзки достигает своего максимального значения и в области пучков в поперечном направлении относительная деформация растяжения составляет 3,5–6,0 % в мужской обуви и 4,0–7,0 % в женской. В центре союзки деформация растяжения в 2–3 раза меньше (1,0–3,0 %).

В продольном направлении относительная деформация растяжения в области пучков достигает 2,5–5,5 % в мужской обуви и 3,0–6,0 % в женской.

В центре же союзки в продольном направлении происходит сжатие и относительная деформация составляет 1,5–1,7 %.

Существенное влияние на величину деформации союзки при силовом взаимодействии со стопой оказывает жесткость материалов верха. Так, в обуви с верхом из эластичных материалов деформация союзки как в области пучков, так и в центре союзки в 1,5–2,0 раза больше, по сравнению с верхом из жестких материалов.

Таким образом, при силовом взаимодействии верха обуви со стопой союзка в области плюсне-фалангового сочленения испытывает сложные двухосные деформации с различной степенью двухосности. Причем в поперечном направлении происходит только растяжение союзки и величина деформации меняется от 1,0 до 7,0 % в зависимости от фазы шага, а в продольном направлении происходит деформация как сжатия, так и растяжения и величина ее меняется от – 1,0–2,0 % до + 3,0–6,0 %.

Максимальное значение деформации в области пучков наблюдается в фазу «перекат через передний отдел».

Как при опоре на всю стопу, так и в фазу «перекат через передний отдел» в области пучков происходит растяжение союзки близкое к двухосному симметричному. При этом величина деформации в области внутреннего пучка несколько выше, чем в области наружного.

Поэтому, как было сказано, обувь из плотного материала делают несколько шире стопы. Следует также учитывать, что верх заготовки после снятия с колодки усаживается на 4–5 % в области союзки.

Материалы, обладающие большим удлинением (например, некоторые ткани и шеврет), при многократных воздействиях, оказываемых стопой, значительно вытягиваются, поэтому при изготовлении верха обуви из такого материала наружные детали укрепляют плотной межподкладкой и подкладкой.

Детали обуви, охватывающие плюсневую часть стопы и следующие за ней голеностопный сустав и голень, менее выступают вперед, чем детали передней части обуви; поэтому к их внешнему виду предъявляют менее жесткие требования. Кроме того, их работа значительно меньше. Берцы полуботинок, чересподъемный ремень и частично берцы ботинок и перед сапог работают в основном на повторное растяжение, в диагональном направлении. Это вызывается, во-первых, увеличением размеров плюсневой бесстелечной области в момент передачи опоры на пучки, во-вторых, движением стопы внутри обуви, при котором, в зависимости от жесткости подошвы, стопа при изгибе стремится отойти от стельки в пяточной части. Этому движению препятствуют детали, охватывающие плюсневую часть стопы, на которые она давит, при изгибе обуви.

Те детали, которые охватывают голеностопный сустав, подвергаются повторным изгибам в продольном направлении, вследствие чего в соответствующей части обуви появляются складки на берцах и в голенищах. Но так как эти изгибы невелики, а материал обуви неплотно облегал ногу (верх берцев и начало голенищ), складки получаются большого радиуса и не распрямляются.

Большие складки с нижней внутренней стороны голенищ сапог вызывают истирание материала вследствие трения складок одного сапога о складки другого, когда одна стопа проходит мимо другой. В этой части обуви материал должен обладать способностью к упругому изгибанию в вертикальном направлении и небольшой жесткостью, чтобы образующиеся складки были мелки и не выступали во внутреннюю сторону.

Указанным требованиям лучше других удовлетворяют кожаные голенища.

Что касается износа в складках, то они при некоторых материалах появляются уже через 1,5 месяца носки. По данным опыта, средний срок появления сквозного износа можно принять в зависимости от материала голенищ, от 6,5 до 10 месяцев.

В обуви некоторых конструкций задний шов укрепляется наружным ремнем, который отчасти препятствует излишнему изгибанию берцев или голенищ. Так как наружный ремень укрепляет шов, его делают из материала, почти равноценного по качеству материалу, идущего на ответственные детали.

Внутренние детали, находящиеся в пучковой области стопы, подвергаются тем же воздействиям, вызывающим их изгиб и

растяжение, что и наружные. С этой точки зрения наружные и внутренние детали рассматриваются совместно, как система, выполняющая одинаковую работу.

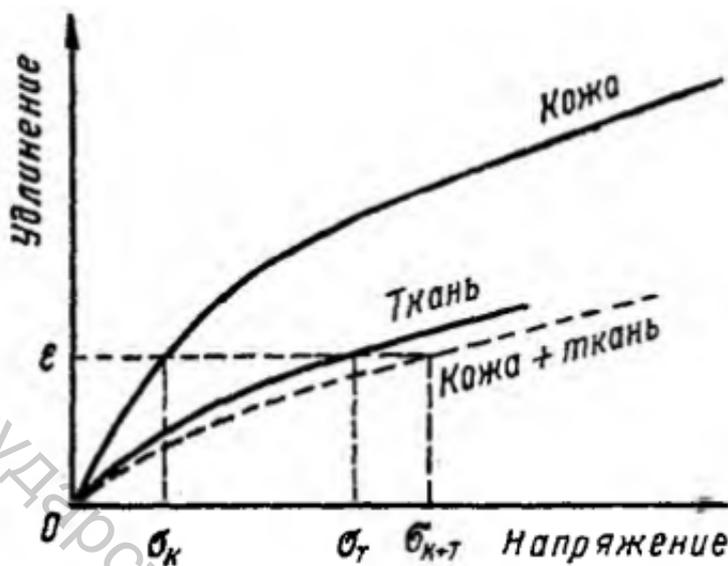


Рисунок 3.1 – Кривые растяжения системы «кожа – ткань»

Работа такой системы (кожа – ткань) хорошо иллюстрируется кривыми растяжения.

Наружные детали из кожи обычно имеют несколько большую прочность и удлинение при разрыве, чем внутренние детали из ткани.

Представим себе, что при воздействии стопы на обувь происходит растяжение союзки на величину ϵ . При этом в ткани возникнет напряжение σ_t , которое больше напряжения в коже – σ_k .

Следовательно, ткань работает с меньшим запасом прочности и поэтому выйдет из строя быстрее кожи. Этому также способствует разрушающее действие пота.

После того, как произойдет разрыв внутренней детали из ткани, начнет работать только наружная деталь. Через определенный промежуток времени она также разрушится.

Если бы детали работали под более или менее одинаковым напряжением (т. е. их механические свойства были бы близки), то срок их службы был бы продолжительнее.

С этой точки зрения был бы весьма желателен подбор ткани с механическими свойствами, близкими к свойствам наружных деталей. Однако вследствие относительно большой тягучести кожи нужно было бы подбирать и ткань с такой же тягучестью, в результате чего, как было показано выше, удлинения были бы значительно больше, и обувь быстрее теряла бы свою форму. Чтобы избежать этого, под детали верха, подвергающиеся сильному растяжению или выкроенные из материала с большим удлинением, ставят, кроме внутренних деталей,

межподкладку, имеющую меньшее удлинение, чем кожа. Они укрепляют верх, воспринимая на себя часть растягивающей силы.

Промежуточными тканевыми деталями обычно подклеивают детали верха из кож хромового дубления (опойка и выростка), имеющих толщину менее 0,9 мм в союзке и менее 0,7 в берцах. Детали из шевро и шеврета, и тканей подклеивают независимо от их толщины. В качестве межподкладки применяют тонкие бязи или бортовки. Более правильно было бы подклеивать детали редкими, тонкими, но сильно аппретированными тканями.

Кроме того, подкладочные детали изнашиваются от трения, особенно сильно истираются внутренние детали верха в пятке и в области мизинца. Но, кроме того, значительное истирание происходит по открытым (наружным) краям деталей обуви, потому что эти края деталей обычно более плотно прилегают к стопе, а иногда даже вдавливаются в мягкие ткани.

В процессе ходьбы при изгибании стопы в плюсне-фаланговом сочленении пятка отделяется от стельки и начинает двигаться вверх, опережая движение пяточной части обуви.

При движении пятки вверх внутренняя поверхность пяточной части подвергается истирающему воздействию. Поэтому подкладка в пяточной части особенно быстро истирается.

В связи с этим для изготовления подкладки в пяточной части надо применять материал с большим сопротивлением истиранию.

Работа промежуточных деталей

Задник. Является одной из ответственных деталей, повреждение которой приводит обувь в негодное состояние. Он испытывает при движении человека давление пятки, так как она отрывается от стельки при ходьбе и скользит по поверхности задника.

Давление стопы на задник является максимальным в момент ступания на опорную поверхность. При этом сила давления стопы на задник может быть расположена на две составляющие: p – горизонтальную и q – вертикальную. *Горизонтальная* составляющая направлена назад и вызывает его изгиб в области стелечного ребра. *Вертикальная* составляющая направлена вдоль задника и стремится осадить его вниз, вызывая деформацию граней задника, т. е. оседание его и потерю формы обуви.

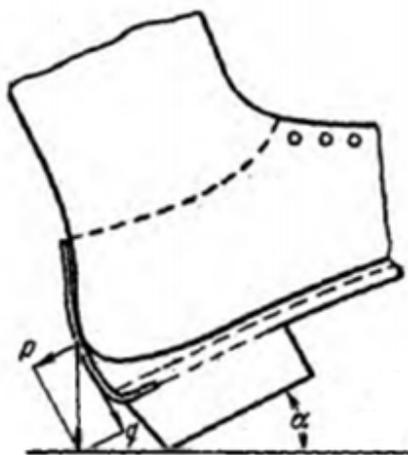


Рисунок 3.2 – Схема сил, возникающих при касании каблука с опорой в продольном направлении

Следовательно, материалы для задников должны иметь такую толщину и жесткость, чтобы он сопротивлялся этим нагрузкам и не деформировался у основания. В то же время сверху, по краю, он должен иметь малую жесткость, чтобы не натирать стопу, но при этом должен хорошо сохранять форму в течение всего срока носки обуви.

Задники делают из различных материалов. К ним в первую очередь относится кожа, а также ткани, пропитанные специальными веществами, для придания задникам стойкости в носке (гранитоль). Широко применяются специальные картоны. В последнее время получают распространение различные термопластические материалы.

Кожаные задники ставят почти исключительно в тяжелой обуви (сапоги) или в модельной. Изготавливают их из одного или двух слоев кожи.

Гранитолиевые задники обычно изготавливают из двух или трех слоев гранитоля в зависимости от толщины его.

У хороших кожаных задников форма сохраняется до полного износа обуви. Гранитолиевые задники сохраняют форму в среднем в течение 11 месяцев. Стойкость формованных задников из спецкартона несколько ниже.

Жесткий подносок служит для сохранения формы носочной части обуви и предохранения наиболее выступающей части стопы от внешнего воздействия. Жесткий подносок препятствует потере формы мягкой носочной части обуви. Кроме того препятствует протиранию верха обуви в области носка ногтем большого пальца. Большой палец давит на внутреннюю поверхность носка и повторные такие давления приводят к тому, что в точке соприкосновения материал протирается.

Подноски изготавливают из кожи, гранитоля, мофорина, термопластических материалов, тканей, пропитанных латексами и т. д.

Толщина их максимальна в передней части и плавно уменьшается к месту прикрепления подноски к верху обуви.

3.2 Работа деталей низа обуви

Детали низа обуви располагаются между стопой и опорной поверхностью (землей, полом). Соприкасаясь непосредственно с опорными поверхностями в процессе ходьбы и бега человека они воспринимают, помимо статической, также и всю динамическую нагрузку. Детали низа работают с большим напряжением, чем детали верха обуви.

Более тяжелые условия работы деталей низа обусловлены также и тем, что они соприкасаются зачастую с влажными опорными поверхностями, имеющими также повышенную или пониженную температуру, подвергаются истирающему действию грунта и т. д.

Низ обуви работает в процессе ходьбы на сжатие, изгиб, трение качения и скольжения. Причем эти слагающие участвуют как в сочетаниях друг с другом, так и в отдельности.

Подошва – наиболее ответственная деталь низа, определяющая в основном длительность носки обуви. Она предохраняет стопу от соприкосновения с грунтом, смягчает механические воздействия при ходьбе, защищает обувь от износа, проникновения в нее воды и грязи. При носке обуви подошва подвергается интенсивным воздействиям – истиранию о грунт, многократным деформациям сжатия и изгиба, увлажнению и высушиванию и т. д.

Рассмотрим работу подошвы в различные фазы шага.

Фаза переката через пятку

В первый момент соприкосновения с опорной поверхностью (передний толчок) между плоскостью каблука и опорной поверхностью образуются продольный угол α (в вертикальной плоскости, совпадающей с направлением движения) и поперечный угол β (в вертикальной плоскости, перпендикулярной к направлению движения). При этом величина угла α колеблется в пределах $5-14^\circ$, а угла β – в пределах $0-20^\circ$.

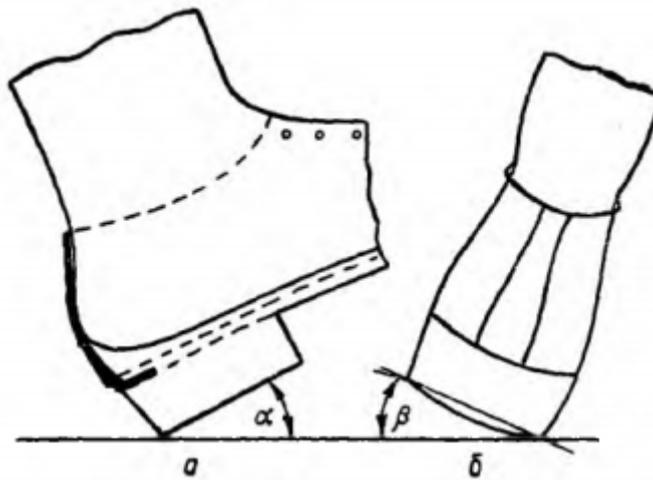


Рисунок 3.3 – Углы соприкосновения каблука с опорой
 а – в продольном направлении, б – в поперечном направлении

Вертикальная составляющая опорных реакций в эту фазу достигает большой величины (120–150 % веса тела человека), а учитывая небольшую площадь соприкосновения каблука с опорой давление достигает значительной величины порядка 20 МПа (200 кг/см²). То есть при ступании на опорную поверхность краем каблука возникает ударное давление, которое вызывает быстрый износ в этом месте.

Горизонтальная составляющая опорной реакции направлена по ходу движения и достигает максимума в момент переднего толчка. Если она превосходит силу трения каблука с опорной поверхностью, то возникает скольжение, что так же будет способствовать быстрому износу.

Это подтверждается и результатами исследований износа каблуков. В таблице представлена топография износа каблуков по результатам массовых осмотров.

Топография износа по массовым осмотрам

Левый	Правый	Левый	Правый	Левый	Правый
96,8 %		2,2 %		1,0 %	

Фаза опоры на всю стопу

При опоре на всю площадь каблука и подошвы давление постепенно передается на одну ногу и начинается перенос другой ноги.

В этот период подошва работает на сжатие под действием вертикального давления. Однако удельные нагрузки в это время невелики, так как опорная площадь больше, чем в других фазах.

Значения горизонтальной составляющей в этот период небольшие, так как кривая горизонтальной составляющей опорного давления в это время проходит через нулевое положение. В связи с этим трение скольжения в этой фазе может возникнуть лишь при очень малых коэффициентах трения между низом обуви и опорной поверхностью.

Фаза переката через передний отдел

В эту фазу происходит изгиб подошвы и перемещение места приложения опорного давления к носку при одновременном уменьшении площади касания.

Подошва получает максимальный изгиб на участке, соответствующем плюсне-фаланговому сочленению стопы. Причем максимум изгиба достигается незадолго до конца опорного периода.

В зависимости от конструкции и физико-механических свойств материалов низа обуви (главным образом от толщины и жесткости деталей) радиус кривизны изгиба подошвы колеблется от 40 до 80 мм.

Поскольку нейтральная поверхность изгиба системы деталей, образующих низ обуви, лежит близко к середине его вертикального сечения, то в подошве при изгибе происходит в основном растяжение, а в стельке – сжатие. В тех же конструкциях, где нет стелек, внутренние слои подошвы работают на сжатие.

Относительное удлинение на поверхности кожаной подошвы при ее изгибе достигает 16 %. В резиновых подошвах, имеющих большую толщину, удлинение на отдельных участках поверхности доходит до 25 %. Общее вертикальное давление к концу касания опорной поверхности возрастает. Это происходит потому, что при отрыве подошвы от опоры резко уменьшается опорная поверхность, в результате чего давление достигает 10 МПа и выше.

Вследствие того, что давление по площади стопы распределяется неравномерно, особенно в области пучков, в отдельных участках подошвы возникают довольно высокие местные нагрузки. Обычно они составляют 0,4–0,7 МПа в передней части подошвы и около 0,2 МПа – в пучковой.

Однако, благодаря большой неровности поверхности подошвы, контакт ее с опорной поверхностью при нагрузке 0,5–0,6 МПа составляет около 2–3 % площади касания с опорной поверхностью. Поэтому фактическое удельное давление достигает весьма большой величины (до 20 МПа). При этом происходит мгновенное повышение температуры до 80–100 °, что способствует разрушению подошвы.

Естественно, что наиболее интенсивное истирание происходит в местах сосредоточенного давления в результате трения деталей низа об опорную поверхность.

Как уже говорилось выше, трение скольжения подошвы по опорной поверхности может возникать в начале и конце периода опоры, и то только в том случае, когда горизонтальная составляющая будет больше силы трения. Это приводит к быстрому износу низа обуви в носке и пятке. Скольжение возможно также при волочении ног по опорной поверхности.

Обычно в процессе нормальной ходьбы наблюдается трение качения, возникающее при перекате стопы. Трение качения происходит относительно мгновенных центров вращения при переменных радиусах кривизны. В этом случае также происходит истирание подошвы в результате вертикального вдавливания зерен почвы в подошвенный материал, обладающий по сравнению с материалом опоры значительно меньшей твердостью. Это вдавливание сопровождается повышением температуры, разрушением межмолекулярных связей и механическими разрывами в поверхностном слое материала. При очень большом количестве воздействий эти факторы приводят к износу подошвы.

Износ подошвы имеет характерную топографическую картину, положение и величина которой полностью зависят от распределения давления стопы на опорную поверхность. Наибольший износ наблюдается под подушками плюсне-фаланговых сочленений и большим пальцем стопы.

Во время носки обуви эти участки стопы, производя концентрированное давление на стельку и через нее на простилку, как бы выдавливают подошву в соответствующих местах наружу, что приводит к медленному ее истиранию.

Скорость износа подошвы из разных материалов различна. Так, черная резиновая подошва клеевого типа изнашивается на 1 мм толщины за 60–80 дней. Кожаная подошва изнашивается неравномерно, по слоям.

Анализ показывает, что топография износа подошвы самая разнообразная, и очевидно зависит от высоты каблука и индивидуальных особенностей носчика.

Однако с увеличением высоты каблука зона интенсивного износа перемещается с пучковой части в носочную. При этом износу более подвержена носочная часть, находящаяся под большим пальцем. Это связано с тем, что с повышением высоты каблука давление на носочную часть увеличивается, что видно из данных таблицы.

Таблица 3.1 – Топография износа кожаной подошвы женской обуви в зависимости от высоты каблука

Высота каблука (мм)	Место износа подошвы	Доля износа отдельных участков подошвы, %
20	1. Носочная часть 2. Пучковая часть 3. Носочная и пучковая части	35 25 45
40	1. Носочная часть 2. Пучковая часть 3. Носочная и пучковая части	55 10 35
60 и более	1. Носочная часть 2. Пучковая часть 3. Носочная и пучковая части	85 5 10

Скорость износа подошвы обуславливается категорией носчика, почвенными условиями, временами года и метеорологическими условиями, в которых происходит носка и уход за обувью.

Установлено, что почтальон, например, изнашивает обувь в 2,5 раза быстрее, чем служащие в учреждениях.

Величина динамической нагрузки при ходьбе человека также оказывает влияние на скорость износа подошвы, так как чем выше нагрузка, тем больше давление на подошву.

Следовательно, уменьшение опорных усилий при ходьбе должно способствовать увеличению срока службы подошвы. Известно, что во многих конструкциях уменьшение динамических нагрузок достигается путем установления различного рода амортизаторов, обладающих способностью поглощать часть нагрузки.

Чем меньше нагрузка будет передаваться на опорную поверхность, тем большей амортизационной способностью будет обладать низ обуви. Амортизационные свойства низа обуви меняются в зависимости от свойств материалов и их толщин.

При определении толщины подошв необходимо учитывать, что с бахтармянной стороны слой кожаной подошвы примерно в 0,8 мм является нерабочим. При понижении толщины подошвы при износе до 0,7–0,8 мм кожа прорывается и образует сквозное отверстие. Это объясняется ослаблением связанности волокон в тонком слое. В монолитной резине нерабочий слой достигает 1,4 мм.

Стелька испытывает такое же поперечное сжатие и поверхностный изгиб в пучках, как подошва, она также истирается в области плюсне-фалангового сочленения, где стопа при переносе опоры

на пучки несколько сдвигается вперед. Износ стельки отличается от износа подошвы тем, что первая истирается стопой, обутой в чулок или портянку, обычно несколько влажной от пота. Радиус кривизны изгиба у стельки меньше, чем у подошвы (примерно на 1–1,5 см). При изгибе низа обуви стелька, находящаяся на внутренней стороне системы подвергается в отличие от подошвы продольному сжатию. Повторные изгибы приводят к образованию поперечных складок и даже переломам стельки. Картонные стельки подвергаются также расслаиванию и «скатыванию».

Если стельки и простилка обладают малой твердостью и большой пластичностью, что новая обувь довольно быстро прирабатывается к стопе путем образования ложа на стельке.

Выработка ложа, обеспечивающего более равномерное распределение нагрузки, приводит к увеличению срока носки подошвы, большое значение здесь оказывает простилка. По данным ЦНИИКП, износ до дыры кожаной подошвы с простилкой из войлока произошел в среднем через 127,5 дней, а с простилкой из спецкартона через 91 день. Таким образом, наличие хорошо формирующейся войлочной прокладки удлинит срок носки кожаной подошвы на 36,5 дня, или на 29 %.

При пористой резиновой подошве такого эффекта не наблюдалось, так как сама резина является амортизатором и перекрывает влияние простилки.

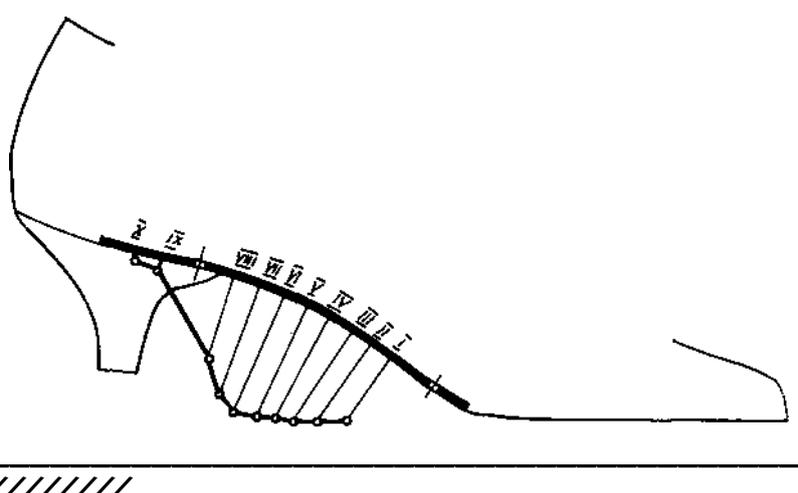
В большинстве современных типов обуви стелька является деталью, при помощи которой верх обуви соединяется с низом, поэтому она изготавливается из материала, который прочно связывается со скрепляющими элементами – гвоздями, шпильками, нитками и пр. При ослаблении этой связи в обуви швы разрушаются. В клеевой и выворотной обуви, верх которой скрепляется с низом непосредственно, роль стельки уменьшается.

Работа промежуточных деталей низа обуви

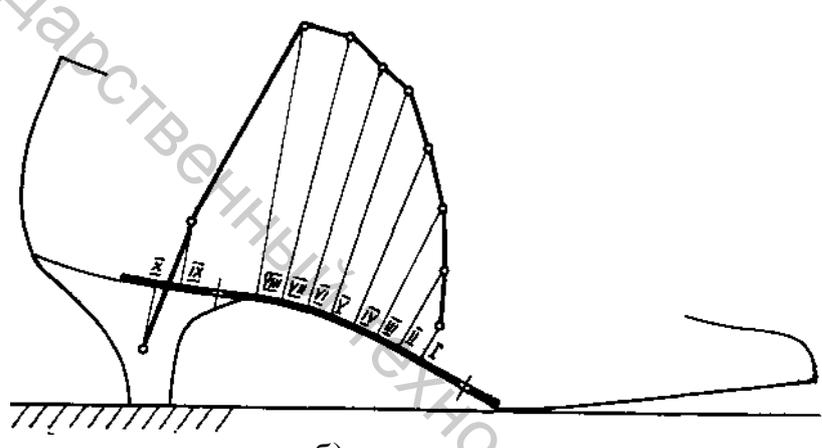
Простилка работает на повторное сжатие и изгиб. К ней в значительной степени применимо сказанное о подошве и стельке. Однако, находясь между стелькой и подошвой, т. е. ближе к нейтральному слою при изгибе она не испытывает больших напряжений и деформации.

Простилка должна быть достаточно мягкой, пластичной в начальный момент носки, упругой после приформовывания, чтобы служить хорошим амортизатором.

Анализ результатов исследования напряженного состояния балки-геленка показал, что общая картина нагружения переиomy обуви у всех носчиков в процессе функционирования в основном одинакова.



а)



б)

Рисунок 3.4 – Эпюры напряжений балки-геленка: а – в положении «нога на весу», б – при равномерной опоре на обе ноги

Так, при одевании обуви на ногу происходит изгиб геленка выпуклостью вверх, то есть в сторону стопы, и в его сечениях возникают отрицательные изгибающие моменты. Это объясняется тем, что при одевании обуви стопа деформирует ее. Деформация вызывается, с одной стороны, давлением пяточной части стопы на жесткий задник и, с другой – давлением плюсны стопы на верх и низ обуви в пучковой части. В результате этого происходит деформация деталей низа обуви и, как следствие этого, изгиб геленка в сторону стопы. Максимальные значения напряжений, порядка 10–25 МПа, наблюдаются при этом в сечениях, расположенных в середине геленка (рис. 3.5 а). Некоторое различие в характере напряженного состояния геленка и значительная вариация абсолютных значений напряжений у разных носчиков объясняются разнообразием форм и размеров стоп,

которое приводит к различной деформации обуви при одевании ее на стопу.

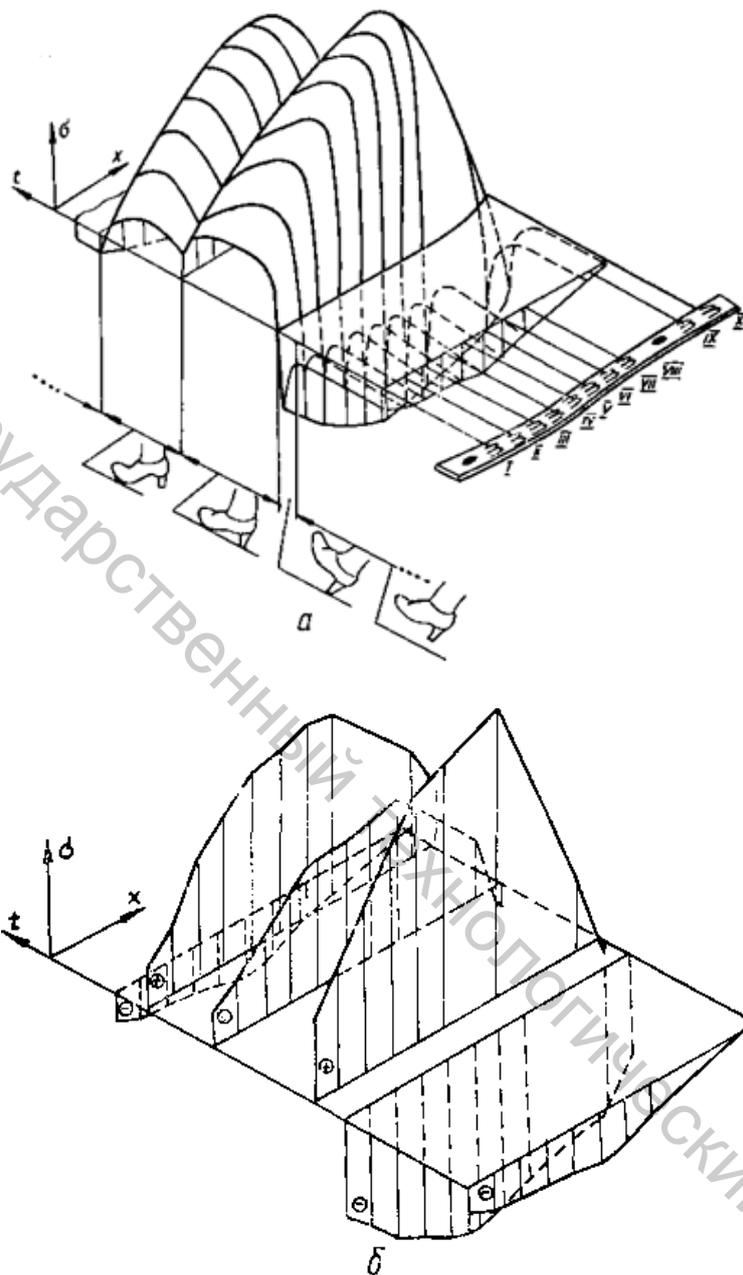


Рисунок 3.5 – Пространственная эпюра действительных напряжений, возникающих в сечениях балки-геленка при ходьбе (а), и эпюры экстремальных напряжений в различные фазы шага (б)

При равномерной опоре на обе ноги геленок изгибается в противоположную сторону, т. е. выпуклостью книзу, что является результатом действия давления наружного свода стопы на перемычку обуви. Изгибающие моменты, действующие в сечениях геленка, при этом меняют знак на противоположный. Эпюра σ в этом случае имеет вид кривой с одним максимумом (рис. 3.5 б). Наибольшие значения

напряжений, порядка 30–50 МПа, возникают в сечениях геленка, расположенных около линии фронта каблука (VII–VIII сечения).

При ходьбе под действием переменных по величине и направлению нагрузок на переходу обуви напряжения в сечениях геленка меняются как по величине, так и по знаку (рис. 3.6).

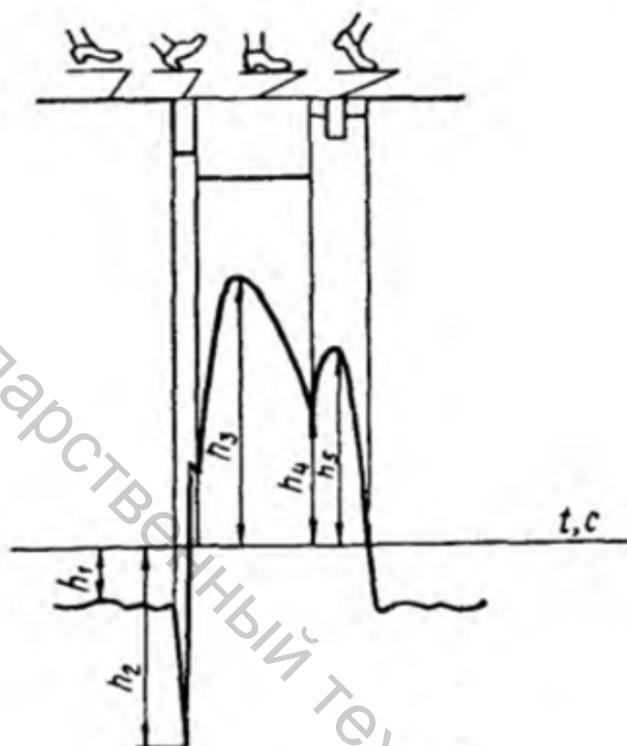


Рисунок 3.6 – Характерные осциллограммы изменения напряжений в сечении балки-геленка

В переносный период в сечениях геленка наблюдаются отрицательные напряжения, обусловленные изгибом геленка в сторону стопы при одевании обуви. Абсолютные значения напряжений и вид эпюры в эту фазу шага такие же, как в положении «нога на весу».

В фазу переката через пятку отрицательные напряжения значительно возрастают в течение короткого промежутка времени, достигая максимальных значений. Эпюра напряжений имеет такой же характер, как и в переносный период, то есть максимальные значения напряжений порядка 60–70 МПа возникают в сечениях, расположенных в средней части балки, а к концам напряжения уменьшаются. Значительный рост напряжений в эту фазу шага объясняется ударными нагрузками, возникающими в момент касания опоры каблуком.

В фазу опоры на всю стопу напряжения меняют знак на противоположный и достигают максимальных значений за весь период шага в результате давления, оказываемого наружным сводом стопы на переходу обуви. Эпюра предельных напряжений имеет такой же вид, как и при

стоянии. Максимальных значений, порядка 80–130 МПа, напряжение достигает в сечениях, расположенных около линии фронта каблука.

К концу периода опоры на всю стопу в результате смещения центра тяжести вперед и уменьшения давления на перейму со стороны наружного свода стопы напряжения уменьшаются, достигая, примерно, половины величины максимальных значений.

В фазу переката через передний отдел напряжения в сечениях геленка снова возрастают. Это объясняется изгибом обуви в эту фазу шага. Достигнув определенной величины, порядка 60–80 МПа в опасном сечении, расположенном около линии фронта каблука, напряжения резко уменьшаются, достигая начальных значений в переносный период и меняя при этом знак на противоположный. После этого весь цикл повторяется.

Характер напряженного состояния геленка как в статике, так и в динамике у различных людей в основном одинаков, хотя в зависимости от строения стопы и организма в целом имеются значительные колебания абсолютных значений напряжений.

Как при стоянии, так и во время ходьбы наиболее опасными являются сечения геленка, расположенные около линии фронта каблука.

Это хорошо подтверждается результатами обмера поломанных при носке обуви геленок. Излом геленок происходит преимущественно в зоне, расположенной около фронта каблука.

Во время ходьбы напряжения в сечениях геленка меняются как по величине, так и по знаку, т. е. геленок подвергается действию знакопеременных циклических напряжений. Это обстоятельство и является причиной частых поломок геленок в процессе носки обуви, так как при действии переменных напряжений разрушение материалов происходит при значительно меньших напряжениях, чем при статическом нагружении.

При ходьбе напряжения в сечениях геленка возрастают примерно в 2–2,5 раза по сравнению со статикой в результате динамического действия нагрузок на перейму обуви. Максимальных значений напряжения в сечениях геленка достигают в период опоры на всю стопу.

3.3 Размеры и форма деталей обуви

Требования, предъявляемые к форме и размерам деталей обуви можно подразделить на три группы:

1. Требования, которые обуславливаются формами и размерами стопы.

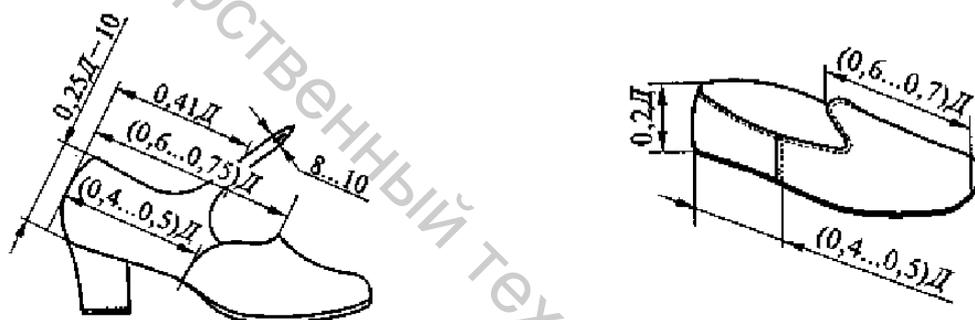
2. Требования, которые обуславливаются технологическими соображениями.

3. Требования, которые обуславливаются эстетическими соображениями.

Верх обуви

Туфли. Верх туфель закрывает боковую поверхность стопы и в наибольшей степени подвергается влиянию моды. Особенно это касается модельной женской обуви. Однако влияние моды не должно переходить границы допустимого в части рациональности конструкции, так как размеры ряда деталей определяются исходя из формы и размеров стопы.

Так, *высота задней части* туфли, или высота берца, определяется формой пяточной части стопы. Если высота пяточной части обуви будет занижена, то обувь будет плохо держаться на стопе (особенно туфли «лодочка»). Чтобы обувь удерживалась на стопе, верхний край берцев в пяточной части должен располагаться выше выпуклости пятки



Однако чтобы верхний край берцев не натирал лодыжек, он должен быть расположен ниже на 10 мм. А так как наружная лодыжка лежит на высоте примерно $0,21D$ от опоры, то высота берцев не должна превышать размера $0,21D - 10$ мм. В ГОСТах эта величина определяется как $N + 24$ (где N – номер обуви в штихмассовой системе нумерации) или же $0,15 N + 25,5$ (где N – номер обуви метрической системе).

Глубина выреза союзки делается различной в зависимости от типа модели, которая может быть более или менее открытой. Но эти размеры могут колебаться только в определенных пределах. Нельзя делать союзку слишком закрытой, т.к. в этом случае будет трудно надеть обувь: пятка стопы будет находиться над задником до тех пор, пока пальцы и передняя часть стопы не вдвинута в носочную часть обуви. Как показала практика верхний край союзки может лежать на расстоянии не ближе $0,6D$ от пятки.

Нижний предел глубины выреза устанавливают исходя из положения сочленений первых фаланг пальцев, которые лежат

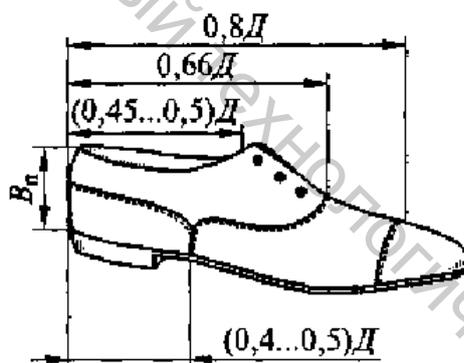
примерно на расстоянии $0,8D$. Чтобы край союзки не давил на эти сочленения, он должен располагаться не далее $0,7-0,75D$ от пятки.

Шов, соединяющий союзку с задинкой, обычно располагают на расстоянии $0,4-0,5D$ от крайней точки пятки. Делать крылья союзки более длинными неэкономично, т. к. выкраивается она из самых лучших участков кожи. Слишком короткими также делать нельзя, т. к. шов может попасть на выпуклости плюсне-фалангового сочленения и будет натирать стопу в этом месте. Наибольшая выпуклость стопы находится на расстоянии $0,6-0,7D$.

В туфлях с *чересподъемным ремнем*, он должен охватывать тыльную часть стопы и ни в коем случае не заходить за точку сгиба стопы, которая находится на расстоянии $0,42D$.

Полуботинки. *Высота берцев* такая же, как и у туфель ($N + 24$) ($0,15N + 25,5$). Исходя из этого, высоту задинки берут на 13 мм меньше ($N + 11$) ($0,15N + 12,5$), а высоту жесткого задника еще меньше ($N + 7$) ($0,15N + 8,5$).

Передняя часть берцев закрывает тыльную часть стопы и не должна заходить за точку сгиба стопы ($0,45D$). В женских и детских полуботинках берцы обычно закрывают стопу не выше, чем на половину длины стопы ($0,5D$).

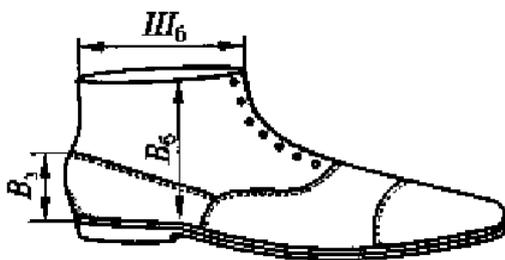


Союзку проектируют по тем же правилам, что и у туфель. В стандартных полуботинках она строится с таким расчетом, чтобы крыло одной союзки входило в вырез другой, что повышает укладываемость. В модельной обуви этого правила не придерживаются.

Носок обычно располагается на расстоянии $0,8-0,86D$. Проектируют его по радиусу, т. к. при вытяжке материала в готовой обуви он должен иметь прямую линию.

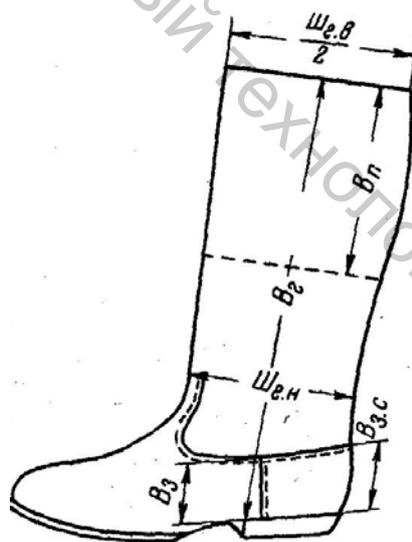
У полуботинок имеются приспособления для закрепления на стопе. Самым распространенным является закрепление при помощи шнурков. В этом случае расстояния между *блочками* должно быть примерно 8–10 мм. Приблизительно на таком же расстоянии они должны находиться от переднего и верхнего краев берцев.

Ботинки. Ботинки представляют собой более закрытую обувь, чем полуботинки и в основном отличаются от них высотой берцев. У ботинок верхний край берцев обязательно находится выше лодыжек. Расстояние верхнего края ботинок от лодыжки должно быть таким, чтобы во время движения этот край не натирал лодыжку.



Так как высота внутренней лодыжки лежит в пределах $0,3-0,4Д$, то верхний край берца ботинок делают выше лодыжки на 35 мм. $0,35Д + 35$. Для мужских ботинок высота берцев подсчитывается $2N + 42$ ($0,4N_c + 60$).

Сапоги. В сапогах перед делают с язычком, чтобы вывести шов, прикрепляющий перед к голенищу, из зоны постоянных изгибов в голеностопном суставе.



Размер жесткого подноски обычно соответствует размеру носка обуви. Он должен спускаться по краям на нет. Если подносок делается из нескольких слоев, то край следующего слоя должен отстоять от края предыдущего на столько, чтобы обеспечить плавный спуск края носка в целом. В детской обуви и туфлях подносок делают несколько короче, чем в полуботинках и ботинках, что связано с наличием большей выемки у союзки. Форма также несколько иная. Край подноски не должен быть очень твердым, так как будет натирать стопу.

Задники – размеры и форма зависят от типа обуви. Крылья обычно доходят до стыка союзки с задинкой (0,4–0,5Д). Для туфель на высоком каблуке крылья делают длиннее (не менее 0,5Д). У сапог – короче.

Высота – примерно на 4 мм ниже задинки ($B_{жз} = N_{st} + 7$) ($0,15N + 8,5$). У юфтевых полусапог и ботинок высота задника больше, т. к. верхний край его попадает под строчку задинки. Еще больше высота фигурного задника для юфтевых сапог ($N_{st} + 44,5$).

При этом следует обязательно учитывать, что в указанные размеры входит не только высота задника, но и толщина стельки, верха и задника, т. к. размеры даны для готовой обуви, которая обмеряется по наружной стороне. Высота задника изнутри будет меньше на толщину стельки и задника (сумма ≈ 5 мм) и толщину верха ($\approx 0,8$ – $1,5$ мм). Следовательно, высота задника изнутри обуви будет равна примерно $N_{st} + 1,0$ мм ($0,15N + 2,5$).

В сандалиях размер задника указывают изнутри и по ГОСТ он равен $N_{st} + 4,5$ мм ($0,15N + 6$).

Внизу задники по затяжной кромке спускают на ширину 13–15 мм для хромовой обуви и 18–20 – для юфтевых сапог.

Способы создания жесткости в носочной и пяточной частях обуви

Совершенствованию конструктивных решений и материалов пяточных и носочных узлов обуви уделяется большое внимание как в отечественной обувной промышленности, так и за рубежом. Это связано с тем, что они создают каркасность обуви и в значительной степени обеспечивают ее формоустойчивость.

Условно можно выделить три способа создания жесткости носочной и пяточной частей обуви. Это:

- конструктивные решения верха и низа обуви;
- технологические решения;
- использование промежуточных деталей верха (жестких подносков и задников).

К конструктивным решениям относятся такие, как накладные детали в бесподкладочной обуви, конструкция подошвы с приливами на носочную и пяточную части заготовки, пространственная конструкция заготовки и т. д.

Например, в мокасинах или в обуви «типа мокасин» каркасность носочной части обеспечивается пространственной конструкцией заготовки и мокасиновым швом. В спортивной обуви каркасность носочной и пяточной частей зачастую обеспечивается введением в конструкцию дополнительных накладных деталей из материалов верха или других материалов.

К технологическим решениям относятся такие, как создание каркасности путем пропитки верха различными составами, например,

водными дисперсиями натуральных или синтетических каучуков с добавлением синтетических смол (полистирола, фенопластов и др.). В ряде случаев после пропитки носочной или пяточной частей заготовки с бахтармянной стороны осуществляется затяжка заготовки на колодку, а затем полимеризация путем термообработки при температуре 90–120 °С в течение 4–5 мин.

Разработана и применяется технология изготовления обуви, в которой формоустойчивость носочной и пяточной частей обеспечивается за счет «приливов» (наплывов) термопластов, полиуретанов, термоэластопластов (ТЭПов) на соответствующую часть заготовки одновременно с литьем низа на обуви. Пресс-формы литьевого агрегата позволяют получать «наружные задинки» нужной толщины и соответствующих конфигураций и размеров.

Жесткость носочной и пяточной частей обуви получают также нанесением расплава или раствора полимера с последующим его отверждением. С этой целью в заготовку верха между верхом и подкладкой впрыскивают расплавленную термопластическую полимерную композицию, которая после остывания позволяет получить жесткую и формоустойчивую носочную или пяточную часть обуви.

В большинстве же видов выпускаемой обуви жесткость носочной и пяточной частей создается за счет применения жестких подносок и задников.

Жесткие подноски предохраняют пальцы стопы от внешних механических воздействий, препятствуют деформации носочной части обуви, обеспечивая сохранение ее формы и внешнего вида.

В зависимости от рода, вида и назначения обуви, свойств материалов, конструкции заготовки, метода крепления существуют различные конструкции подносок. Чаще всего используются плоские однослойные или двухслойные подноски по форме аналогичные отрезному носку верха обуви или же носочной части. Край, направленный к союзке, может быть различным по форме в зависимости от конструкции верха обуви. В обуви типа «мокасин» и в мокасинах подносок делают по форме обсоюзки или же полусоюзки.

Подноски выкраивают из натуральной кожи или искусственных материалов (эластичных или термопластических) различных толщин от 0,3 до 2,5 мм. Большинство подносок изготавливают из материалов на тканевой основе, с нанесенным термопластическим слоем с двухсторонним или односторонним термopокpытием.

При изготовлении бесподкладочной обуви применяют подноски с односторонним нанесением термопластического слоя. Существуют также пленочные (безосновные) материалы для подносок. Такие подноски в основном вставляют в заготовку или скрепляют с ней в плоском виде.

В производственной обуви часто используют формованные подноски из пластмасс или металла, получаемые, как правило, способом литья. Конструкции их отличаются положением затяжной кромки. Она бывает отогнута внутрь, или наружу, торцевая. Иногда в них делают перфорацию для улучшения гигиенических свойств. Встречаются также агрегированные узлы из пластмассы, включающие стельку и подносок.

Жесткие задники могут быть плоскими, предварительно отформованными и литыми в зависимости от применяемых материалов.

Плоские задники изготавливают в основном из кожи, термопластических материалов на тканевой или нетканой основе и крайне редко встречаются задники из пленочных (безосновных) материалов.

Полуформованные и формованные задники изготавливают в большинстве случаев из специальных картонов, а также материалов, полученных прессованием из термопластических волокон.

Известны технологии изготовления формованных задников из полистирола, ПВХ и полиэтилена.

Основные геометрические размеры задников (высота, длина крыльев) зависят от вида, назначения обуви и конструкции заготовки.

Высокие задники используют в основном при производстве сапог.

По длине крыльев различают задники:

- особоукороченные ($0,2-0,24D_{ст}$);
- укороченные ($0,25-0,36D_{ст}$);
- обычные ($0,37-0,52D_{ст}$);
- удлиненные ($0,53-0,60D_{ст}$).

Форма верхнего контура задника бывает прямолинейной, криволинейной, фигурной и с вытянутой головкой.

По конфигурации крыльев различают задники симметричные и асимметричные.

Задники могут иметь различную конструкцию затяжной кромки. Она может быть отогнута наружу, загнута внутрь или быть вертикальной. Задники торцевые (без затяжной кромки или с вертикальной затяжной кромкой) обычно применяются в обуви внутреннего способа формования литьевого метода крепления.

В некоторых видах спортивной и производственной обуви используют конструкции задника со стелькой или задника с геленком.

Низ обуви

Стелька. Контур стельки выполняется по контуру следа колодки. Наиболее простой по конструкции является стелька для прикрепления подошвы внутренним швом (прошивной, гвоздевой способ), а также для клеевых способов и способа горячей вулканизации.

Обычно стелька делается точно по следу колодки и имеет спуск края по периметру, чтобы выровнять его по отношению к колодке. Но в пятке для лучшего прилегания задника проще было бы сделать так, чтобы край стельки отступал от края следа колодки на 1,5–2,0 мм в зависимости от толщины стельки.

В настоящее время широкое распространение получила *стелька с наклеенной полустелькой* и прикрепленным супинатором (так называемая «гибкая стелька» конструкции ЦНИИКП). Контур полустельки делается соответственно контуру стельки. Передний край ее располагается на расстоянии 10 мм от линии пучков в сторону пятки. Толщина полустельки 2,1–3,5 мм. По контуру и по переднему краю полустелька спускается. Ширина спуска по переднему краю 14–15 мм, в остальных частях 8–10 мм.

Особую конструкцию имеет стелька при рантовом способе крепления низа. У *рантовой стельки* по всему периметру (иногда исключая пяточную часть) имеется выступ (губа), к которому прикрепляется верх обуви и рант.

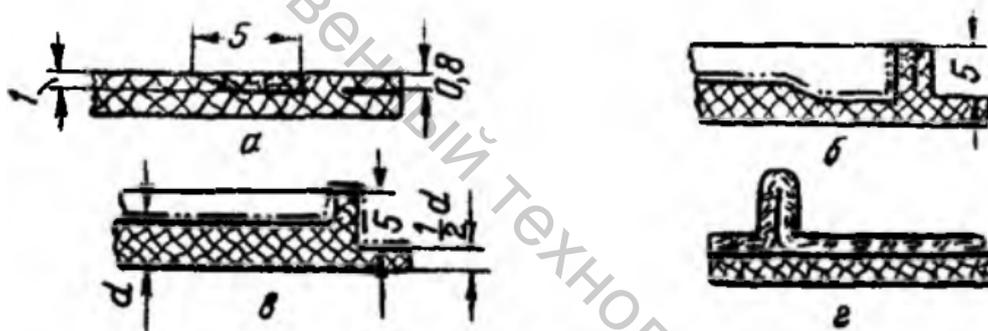


Рисунок 3.7 – Конструкции стелек рантовой обуви

Имеется несколько разновидностей рантовой стельки:

1) с односторонней подрезкой губы (рис. 3.7 а, в). Толщина стельки в этом случае должна быть 2,8 мм. Для увеличения стойкости губу оклеивают плотной тканью (равентухом). Причем ткань обрезают по периметру стельки.

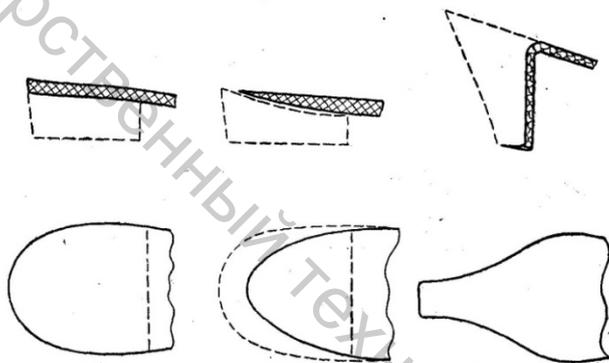
2) с двухсторонней подрезкой губы (двойная губа) (рис. 3.7 б). Толщина стельки в этом случае может быть уменьшена до 2,4 мм. При двойной губе ткань оклеивают лишь внутреннюю сторону губы и поверхность стельки внутри губы. Обрезка ткани производится по торцу губы.

3) комбинированная рантовая стелька (рис. 3.7 г). В этом случае стельку делают из кожи и ткани типа кирзы. Губу формуют из ткани и наклеивают на кожаную стельку толщиной 1,8–2,0 мм. Часто применяют губу, отформованную из тесьмы.

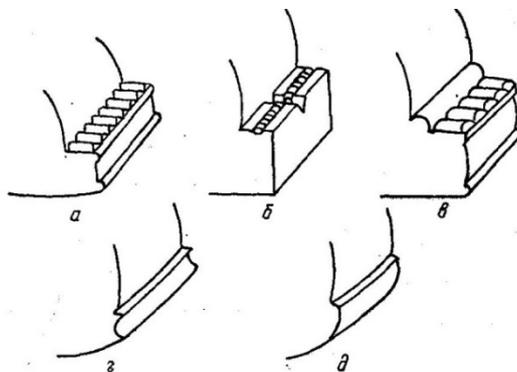
Если губа доходит только до пяточной части, то на пятку прикрепляют подпяточник, который имеет контур пятки и упирается в поднятую губу. Такой подпяточник увеличивает жесткость пяточной части и выравнивает высоту стельки по высоте губы.

Подошва. Наиболее распространенной является одинарная плоская подошва. Она имеет контур, соответствующий контуру стельки, и отличается от нее только размерами. Последние зависят от припусков, которые делаются по краям стельки и зависят от толщин материалов верха и промежуточных деталей, способа крепления подошвы и фасона обуви, т.е. от ширины открытого края подошвы.

В зависимости от конструкции каблука и способа его прикрепления сильно изменяется форма пяточной части подошвы. Ее размеры и форма могут быть аналогичны размерам и форме верхней части каблука; иногда эта часть прячется под каблук, в других случаях, наоборот, она выпущена на переднюю поверхность каблука (крокуль).



Торец подошвы имеет форму прямого среза или фигурный профиль. *Толщину* и внешнюю форму подошвы необходимо проектировать с учетом характера износа подошв. Наиболее утолщенной должна быть область переднего края подошвы. В геленочной части она должна иметь минимальную толщину, допускаемую требованиями технологии.



В *монолитных подошвах* из резины или пластмасс иногда делают ребра, заменяющие простилку, или делают на ходовой поверхности

ребра жесткости, заменяющие геленок. Такие подошвы весьма экономичны в технологическом отношении, так как исключается ряд операций при их применении. Монолитные подошвы делаются вместе с каблуком. В каблуках обычно делают пустоты с внутренней стороны для облегчения веса.

Каблуки. Форма и размеры их разнообразны и зависят от моды. Они выполняют различные функции в обуви:

1. Защищают от износа и нарушения крепления пяточную часть подошв.
2. Улучшают тепловые свойства обуви, т. к. уменьшают поверхность соприкосновения подошв с опорной поверхностью.
3. Препятствуют проникновению влаги в геленочно-пяточной части.
4. Придают обуви красивый внешний вид и изменяют осанку человека, т. е. рисунок фигуры человека.

Так как в процессе носки каблуки испытывают значительные ударные нагрузки, то они должны быть достаточно твердыми, выдерживать вес тела, не деформируясь, обладать высокой механической прочностью. Каблук должен быть построен так, чтобы он не затруднял движение человека и увеличивал срок носки обуви.

Высота каблука в рациональной обуви должна быть 20–40 мм. Однако этот вопрос до настоящего времени не исследован с надлежащей точностью.

Следует отметить, что до сих пор имеется некоторая путаница в определении понятия «высота каблука». Под этим термином понимают и высоту неприкрепленного каблука, и высоту приподнятости пяточной части колодки, и высоту каблука в обуви.

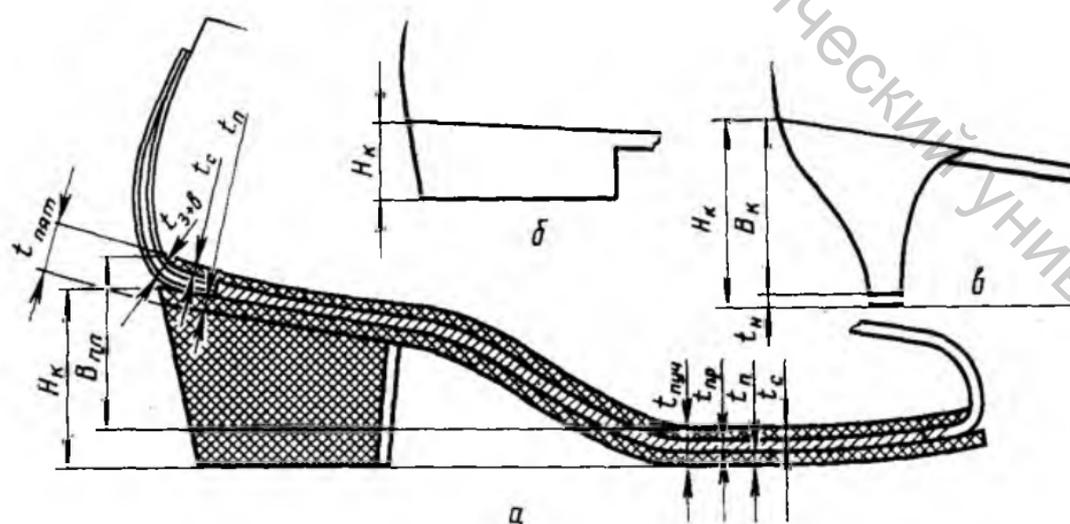


Рисунок 3.8 – Измерение высоты каблука

Ю.П. Зыбин предложил следующую терминологию:

1. **Высота каблука в обуви** – H_k – расстояние по вертикали от опорной поверхности до ребра следа обуви в крайней точке пятки. В этот размер, следовательно, входит толщина подошвы лежащей под каблуком, высота каблука и толщина набойки.

2. **Высота приподнятости пяточной части колодки** – $V_{п.п.}(h_k)$ – расстояние по вертикали от опорной поверхности колодки до ее стелечного ребра в крайней точке пятки.

3. **Высота неприкрепленного каблука** – V_k – расстояние по вертикали от опорной поверхности до верхнего края каблука.

Высота каблука в обуви H_k не всегда равна приподнятости пятки колодки h_k , так как на них влияет толщина деталей низа в пятке $t_{пяток}$ и в пучках $t_{пуч}$ (без учета небольшого угла наклона верхней поверхности каблука), обозначим:

$t_{п}$ – толщина подошвы в пятке и пучках;

t_c – толщина стельки;

$t_{пр}$ – толщина простилки;

$t_{з+в}$ – толщина задника и верха в месте загибки его на стельку;

t_n – толщина набойки.

Для примера возьмем обувь с подошвой, прикрепленной по всему следу с резиновым каблуком (включающим набойку), предполагаем, что

$$t_{пяток} = t_c + t_{з+в} + t_{п}$$

и равна

$$t_{пучк} = t_c + t_{пр} + t_{п}$$

В этом случае высота каблука $V_k = h_k$, а $H_k = V_k + t_{п}$. Но если $t_{п} \neq t_{пучк}$, разница между ними

$$t_{пяток} - t_{пучк} = t_{з+в} - t_{пр} = \Delta t.$$

Тогда для сохранения h_k в готовой обуви высоту H_k нужно уменьшить или увеличить на Δt в зависимости от ее знака. В этом случае соотношение примет вид:

$$V_k = h_k \pm \Delta t,$$

$$H_k = V_k + t_{п} \pm \Delta t.$$

В остальных случаях, что бывает значительно чаще, высота каблука не равна высоте приподнятости колодки в пятке, и в

промышленности делают ошибку, принимая то и другое за одинаковую величину. Это приводит к неполному соприкосновению плоскости набойки с опорой, что в обуви совершенно недопустимо.

Верхнюю пяточную поверхность каблука проектируют по контуру пяточной части подошвы. Длина делается такой, чтобы обеспечить хорошую опору для пятки стопы.

Известно, что центр опоры пятки лежит на расстоянии $0,18D_c$. Расстояние от контура пятки до края ее отпечатка равно $0,05 \div 0,06 \cdot 0,18 - 0,06 = 0,12$.

Откладывая такую же величину в направлении от центра пятки к носку, получим длину опорной поверхности $0,24D$.

Размеры верхней поверхности каблука проектируют по унифицированному следу колодок для трех смежных полнот.

Ширина верхней поверхности каблука (капронового и деревянного) проектируется уже ширины стельки на величину, в низких каблуках – $0,8$ мм, в средних и высоких – $1,8$ мм.

Размеры набоечной поверхности определяются в основном запроектованной формой каблука.

Чтобы каблук был устойчив в обуви, необходимо, чтобы вертикаль, опущенная из центра опоры пятки ($0,18D$) попадала на набойку.

В тонких каблуках с небольшой набоечной поверхностью ось нагрузки должна проходить через центр набойки.

Геленок и простилка – почти во всех видах обуви есть деталь – геленок. Геленок немецкое слово и обозначает сочленение (сочленяет пятку с пучками). Для поддержания свода стопы. Нет геленка в детских сандалиях и в резиновой обуви. В сандалиях подошва изнашивается в геленке, так как стопа прогибается, поддержки нет в этой части. Длина геленка и его положение должны отвечать следующим требованиям.

В области плюсне-фалангового сочленения геленок не должен заходить в область повторных изгибов, так как он, имея относительно большое сопротивление на изгиб, будет препятствовать изгибу подошвы и стельки, прорывать их или разрушаться сам. Геленок должен заканчиваться в области стопы не далее $0,6D$ от края пятки. Задний конец геленка должен заходить на каблук настолько, чтобы было обеспечено хорошее закрепление геленка, а также устойчивость каблука. По-видимому, достаточно, чтобы геленок несколько заходил за центр опоры пятки. Применяются также штампованные металлические геленки – неправильно их называют супинаторами.

Простилка. Простилку делают такой формы и размеров, чтобы заполнить пространство между стелькой и краем затяжной кромки, а в рантовой обуви пространство, образованное губой рантовой стельки.

При использовании конструкции «гибкой стельки» (стелька – полустелька – геленок), учитывая, что в пяточно-геленочной части

толщина стелечного узла значительно больше, чем в носочно-пучковой части, используют простилку из двух частей: первый слой – по всему следу, а второй слой только в носочно-пучковой части.

Геленок. Что касается геленка, то рассмотрим вопрос несколько шире, т. е. конструктивные решения создания жесткости в геленочной части обуви.

Конструктивные решения создания жесткости в геленочной части обуви

Одним из основных требований, предъявляемых к рациональной обуви, исходя из анатомических и функциональных особенностей стопы человека, является правильное моделирование и достаточное укрепление геленочной части обуви или переймы.

Чтобы наружный свод стопы имел надлежащую опору в обуви с различной высотой каблука, геленочная часть обуви должна обладать определенной жесткостью и оказывать сопротивление нагрузкам во время стояния и ходьбы. В противном случае произойдет продавливание геленочной части под действием давления со стороны стопы и наружный свод стопы, не имея опоры, будет прогибаться, что может привести к деформации стопы и развитию плоскостопия.

Создание необходимой жесткости в геленочной части обуви может быть осуществлено тремя путями:

- конструкцией наружных деталей низа (подошвы, каблука).
- конструкцией внутренних деталей низа (стелек).
- промежуточными деталями низа (геленками).

Укрепление геленочной части за счет конструкции подошвы применяется в большинстве случаев в обуви с небольшой приподнятостью пяточной части и монолитными формованными или литыми подошвами, а также в цельнолитной из пластмасс и резиновой обуви. Необходимая жесткость в перейме создается в этом случае или проектированием сплошных подошв с плоским следом по ходовой поверхности, или ребрами жесткости в геленочной части из того же материала, что и подошва. При этом ребра жесткости могут находиться как с ходовой стороны подошвы, так и с неходовой (рис. 3.9 а, б, в).

Такие конструкции подошв весьма экономичны в технологическом отношении, так как их применение исключает ряд операций, связанных с установкой и прикреплением промежуточных деталей.

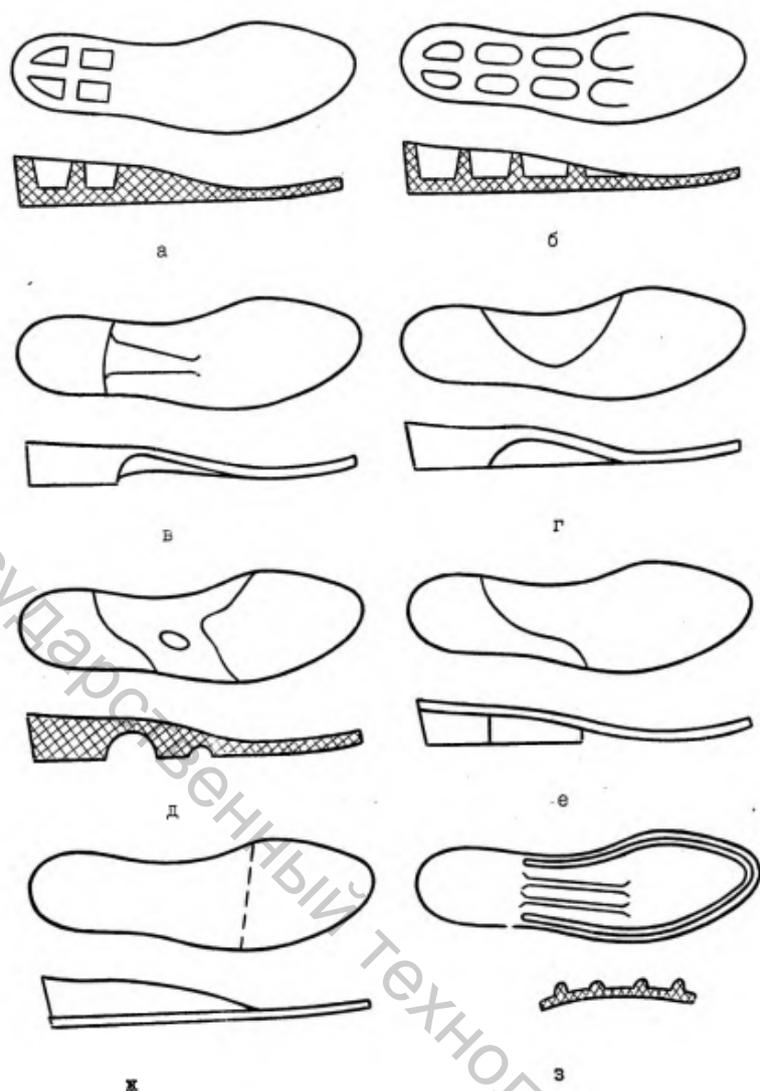


Рисунок 3.9 – Конструкция подошв (а–д), каблуков (е–ж) и стелек (з), обеспечивающих жесткость геленочной части обуви

При проектировании подошв с плоским следом по ходовой поверхности для уменьшения веса обуви и расхода материала целесообразно делать выемку с внутренней стороны подошвы (рис. 3.9 г), так как в этом месте свод стопы не оказывает на нее давления.

В некоторых конструкциях подошв (рис. 3.9 д) применяется сочетание ребер жесткости с плоским следом по ходовой поверхности.

Создание жесткости в геленочной части может быть достигнуто также конструкцией каблука. Примером могут служить клиновидные каблуки (рис. 3.9 ж), широко используемые в летней открытой обуви типа «пантолет», и каблуки с выступом по наружному краю (рис. 3.9 е), предложенные авторами детской обуви. Такие конструкции каблуков оказывают достаточную опору наружному своду стопы, и в этом случае в обуви не требуется дополнительное укрепление геленочной части.

Необходимая жесткость геленочной части может быть достигнута также созданием специальной конструкцией внутренних деталей низа – стелек.

Так, в пластмассовых стельках, разработанных для рантовой и клеевой обуви, укрепление переймы осуществляется ребрами жесткости с нижней стороны стельки и утолщением ее в этой части (рис. 3.9 з).

По такому же принципу создается жесткость в перейме и в агрегированных узлах (подносок, задник и стелька) из пластмасс.

При такой конструкции стелек нет необходимости в дополнительном укреплении геленочной части обуви, однако несмотря на это преимущественно, они не нашли широкого применения в промышленности, так как не в полной мере отвечают гигиеническим требованиям стопы.

Вообще, укрепление переймы обуви за счет конструкции наружных и внутренних деталей низа используется в настоящее время в определенных конструкциях обуви и довольно редко.

В большинстве же конструкций выпускаемой обуви создание необходимой жесткости в геленочной части осуществляется промежуточными деталями низа – геленками.

Основным назначением геленка является укрепление пяточно-геленочной части обуви в целях сохранения ее формы и создания опоры для свода стопы. Он придает перейме обуви стабильность и прочность и предотвращает продавливание геленочной части обуви.

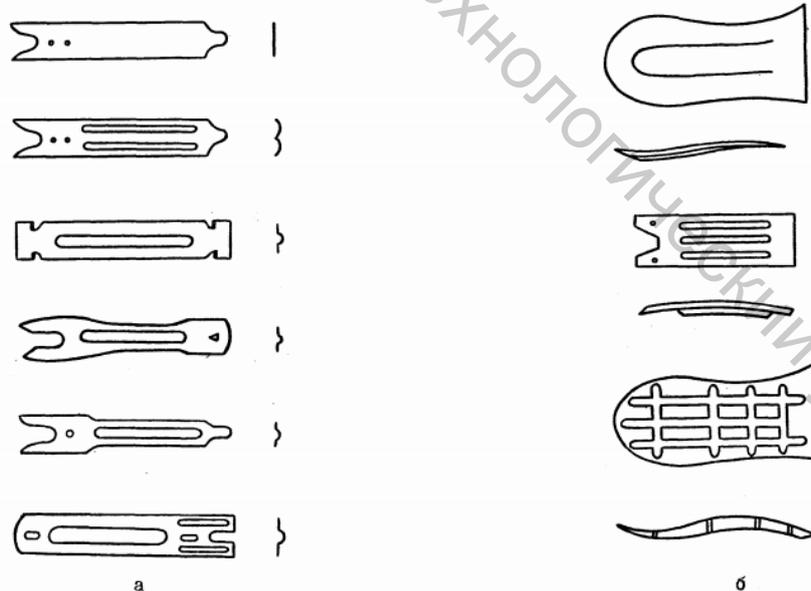


Рисунок 3.10 – Различные конструкции геленков: а – стержневые, б – пластинчатые

Конструкции геленков весьма разнообразны в зависимости от вида и назначения обуви, высоты каблука, материала, из которого они

изготовлены и т. д. Однако, несмотря на большое многообразие конструкций, их можно классифицировать по целому ряду признаков.

1. Исходя из назначения и работы геленков в обуви, их можно подразделить по конструктивным решениям на два вида: стержневые, пластинчатые.

К стержневым относятся геленки, у которых два измерения (ширина и толщина) гораздо меньше третьего – длины (рис. 3.10 а).

К пластинчатым относятся геленки, у которых толщина много меньше двух других измерений (ширины и длины) (рис. 3.10 б).

Стержневые геленки применяются в большинстве видов выпускаемой обуви и изготавливаются в форме узких профилированных полосок шириной 10–18 мм различных форм и поперечных сечений. Они могут иметь расширенный передний и пяточный концы, различные профили поперечных сечений (выпуклые, плоские с ребрами жесткости), образовывать в пяточной части вилку и т. д. Различные конструкции стержневых геленков показаны на рисунке 3.10 а.

Пластинчатые геленки выполняются обычно по форме пяточно-геленочной части стелек и могут быть плоскими, выпуклыми или же с ребрами жесткости. Ширина их бывает различной в зависимости от метода крепления подошвы. Так у обуви клеевого метода крепления форма и размеры геленка соответствуют форме и размерам аналогичных участков стельки. В обуви рантового метода крепления геленок должен заполнять пространство, образованное губой рантовой стельки.

2. По расположению геленков относительно деталей низа обуви они подразделяются на геленки внутреннего и наружного крепления.

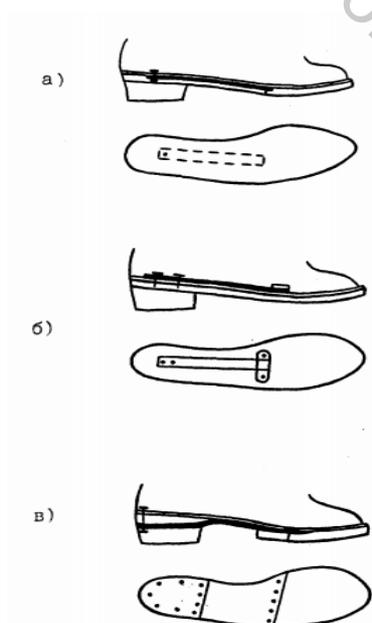


Рисунок 3.11 – Расположение геленков относительно деталей низа обуви

К геленкам внутреннего крепления относятся те, которые располагаются между основной стелькой и подошвой обуви (рис. 3.11 а). Такое расположение геленка является характерным для большинства видов и конструкций выпускаемой обуви.

К геленкам наружного крепления относятся те, которые располагаются или сверху основной стельки (рис. 3.11 б), или же с наружной стороны подошвы (рис. 3.11 в).

Недостатком расположения геленка сверху основной стельки является то, что в случае поломки геленок может травмировать стопу, несмотря на то, что применяются защитные прокладки. При внутреннем креплении геленка это не может произойти, так как он отделен от стопы жесткой стелькой.

Недостатком расположения геленка с наружной стороны подошвы является ухудшение эстетического оформления низа обуви.

3. В зависимости от высоты каблука обуви геленки делятся на низкокаблучные, среднекаблучные и высококаблучные. Они отличаются между собой стрелой прогиба, зависящей от продольного профиля колодки. Обычно в марках геленков буква указывает, для какой обуви предназначен данный геленок: В – для высококаблучной; С – для среднекаблучной; Н, М – для низкокаблучной.

4. По материалам, применяемым для изготовления геленков, они могут быть подразделены на деревянные, картонные, металлические и геленки из пластмасс.

Деревянные геленки изготавливаются в основном из бука и применяются для прошивных методов крепления низа. Благодаря незначительному весу они главным образом используются для тех видов обуви, где важен легкий вес. Например, деревянные геленки хорошо зарекомендовали себя в спортивной обуви. В бытовой обуви в настоящее время они почти не употребляются.

Картонные геленки используются главным образом в клеевой и прошивной обуви таких видов, как домашняя или же дешевая текстильная, а также в детской обуви. Основным же недостатком в том, что они при действии влаги быстро размягчаются и теряют свою форму.

Металлические геленки представляют собой стальные штампованные пластины, изогнутые по профилю следа колодки. Они составляют наибольшую часть используемых в обувной промышленности геленков. В бытовой обуви всех методов крепления применяются в основном стержневые металлические геленки, называемые супинатором. Их изготавливают из среднеуглеродистой стальной ленты или листа.

В медицинской и некоторых других видах производственной и спортивной обуви, у которых необходимо исключительно стабильное укрепление перемычки, применяются пластинчатые металлические геленки, выштампованные из листов стали. У них кроме изгиба в

продольном направлении существует еще и поперечный изгиб, соответствующий применяемым колодкам.

Пластмассовые геленки изготавливаются в основном из полиэфирных смол. Они уступают металлическим по упругости и восприятию переменных нагрузок, поэтому часто их армируют проволочными включениями или сеткой из стекловолокна.

Изготовление пластмассовых геленков может осуществляться двумя путями:

– смолу в пастообразном состоянии наносят непосредственно на эластичную стельку, прикрепленную к колодке. При этом пластмассовый геленок принимает точную форму колодки и скрепляется со стелькой;

– литьем пластмассы в простую форму, являющуюся копией следа колодки.

Второй путь является более простым, однако при этом возникает необходимость в скреплении геленка с основной стелькой.

Благодаря незначительному удельному весу, высокой упругости и прочности пластмассовые геленки находят все более широкое применение в обувной промышленности.

В последнее время большое распространение получило укрепление геленовой части за счет комбинации различных видов геленков, например, картонных и пластмассовых с металлическими.

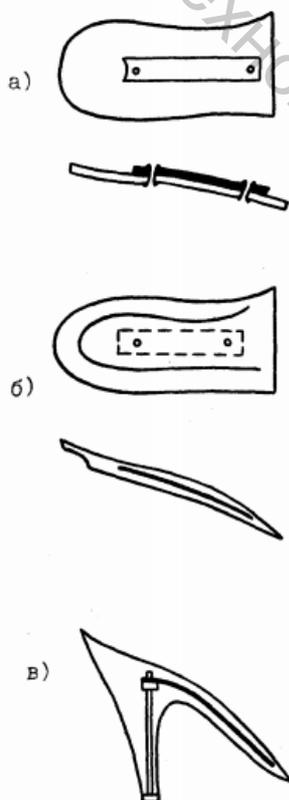


Рисунок 3.12 – Комбинации различных видов геленков

При этом металлический геленок скрепляется с картонным или, как его называют, полустелькой, при помощи блочек, хольнитенов, скоб, гвоздей или клея, а затем этот узел приклеивается к основной стельке (рис. 3.12 а, б).

В литературе также описаны конструкции пластмассовых каблучков с полустельками, которые армированы металлическими геленками (рис. 3.12 в).

В таких конструкциях достигается правильность расположения металлического геленка относительно следа колодки и исключается возможность сдвига его в процессе производства.

Место геленка на стельке характеризуется условной осью симметрии пяточно-геленочного участка, по которой располагается продольная ось контура геленка, и положением его пучкового и пяточного концов.

При определении границы пучкового конца геленка исходит из того, что он не должен заходить в область повторных изгибов в плюсне-фаланговом сочленении, поскольку имея относительно большую жесткость геленок будет препятствовать изгибу подошвы и стельки и даже может прорывать их. Он должен заканчиваться не далее $0,6D_{ст}$ от края пятки.

Обычно пучковый конец рекомендуется располагать в зависимости от формы и конструкции геленка на расстоянии 10–23 мм от линии пучков в сторону пятки.

Пяточный конец геленка должен заходить под каблук настолько, чтобы было обеспечено хорошее закрепление геленка и устойчивость каблучка. Согласно действующим технологиям изготовления обуви длина конца геленка, расположенного над каблучком, должна быть не менее 16–20 мм.

Что же касается формы и размеров поперечных сечений геленков, то их устанавливают только на основании опытных данных, проверенных многолетней практикой. Это зачастую приводит к тому, что некоторые конструкции геленков не соответствуют предъявляемым к ним требованиям, т. е. не обеспечивают необходимую жесткость и прочность переймы, а иногда и преждевременно выходит из строя (ломаются).

Величина захода пяточного конца металлического геленка за линию фронта каблучка в среднем составляет 27–51 мм в зависимости от длины ляписной поверхности каблучка в импортной обуви и 23 мм в отечественной.

Расстояние пучкового конца металлического геленка от линии пучков, то в обуви зарубежного производства оно в среднем составляет 30 мм, в отечественной – 36 мм. Расстояние переднего края картонного геленка от средней линии пучков в импортной обуви составляет 0–30 мм (в среднем 10 мм), в отечественной 16–31 мм (в среднем 24 мм).

4 КОНСТРУКТИВНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ШВОВ, СКРЕПЛЯЮЩИХ ДЕТАЛИ ОБУВИ

Детали обуви скрепляются между собой при помощи ниток, шпилек, винтов, гвоздей и клея.

Работа шва в основном определяется работой деталей, конструкцией шва и условиями носки обуви. Однако при всех условиях шов не должен разрушаться до износа скрепленного материала.

Разрушение швов вызывается разнообразными воздействиями. Можно подразделить на три вида:

– **механические** – силы среза, действующие вдоль поверхностей, и силы отрыва, направленные нормально к поверхностям скрепленных деталей.



– **гигротермические** – вызывают изменение физических свойств и размеров материалов. Например, под действием влаги размеры скрепляющих и скрепляемых материалов изменяются неодинаково, что приводит к ослаблению связи между ними. Наиболее сильно гигротермические воздействия проявляются в начальный период носки обуви. Экспериментальные исследования показали, что только первые повторные намокания (до десяти) оказывают значительное влияние на прочность скрепления. Постепенно это влияние уменьшается.

– **химические** – разрушение материалов под действием пота и коррозии металлических крепежителей (винтов, гвоздей).

По условиям работы и свойствам скрепляемого материала швы можно подразделить на три группы:

1. *Швы, скрепляющие тонкие и мягкие материалы* (толщина до 3 мм и жесткость $D = 200 - 1200$ Н). Они характерны для соединения деталей верха обуви, работающих с большим изгибом. Эти швы образуются посредством ниток, прочностью от 12 до 80 Н, клеев и ТВЧ.

2. *Швы. Скрепляющие материалы средней толщины и средней жесткости* (толщина 7–8 мм и жесткость $D = 1300 - 5000$ Н). Они характерны для прикрепления подошв, работающих с меньшим изгибом, чем детали верха. Образуются они посредством ниток, прочностью от 120 до 200 Н, шпилек, винтов, гвоздей и клеев.

3. *Швы, скрепляющие детали большой толщины и жесткости, работающие без изгиба.* Характерны для прикрепления каблуков, образуются посредством штифтов, гвоздей и клеев.

4.1 Скрепление деталей верха обуви

Детали верха ввиду малой толщины, малой жесткости и значительной подвижности скрепляют почти исключительно нитками. В основном в обувной промышленности применяются х/б нитки, реже шелковые. Шелковые нитки применяют в основном для соединения деталей верха модельной обуви, что улучшает внешний вид строчки. Синтетические нитки.

При сборке заготовок тяжелой обуви в отдельных случаях взамен хлопчатобумажных применяют капроновые нитки. Они характеризуются повышенной стойкостью к действию влаги, пота, хорошо выдерживают многократные изгибы, увеличивают прочность шва и т. д.

Ниточные швы заготовки подвергаются механическим воздействиям, как при изготовлении обуви, так и во время носки. Шов должен быть настолько прочным, чтобы выдерживать усилия, возникающие при обтяжке, затяжке и снятии обуви с колодок. Он должен хорошо сопротивляться действию переменных нагрузок, возникающих в период носки.

В зависимости от этого и выбирают различные конструкции швов для соединения тех или иных деталей.

Детали обуви должны быть скреплены так, чтобы при растяжении материала заготовки в процессе обтяжки, т. е. примерно на 10 % швы не расходились, т. е. чтобы не были видны вертикальные звенья шва.

В противном случае, после съёмки обуви с колодок натяжение ниток ослабится и будет ухудшена утяжка шва, что приведет к уменьшению трения между скрепляемыми деталями и будет способствовать разрушению шва.

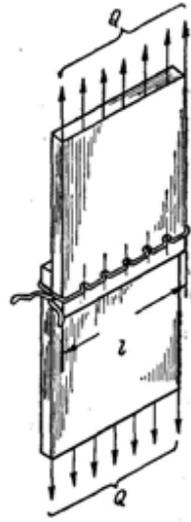
Утяжка оказывает большое влияние и на внешний вид строчки (хорошо утянутая строчка выглядит красивее, чем слабо утянутая).

Прочность ниточных швов складывается из прочности ниточных стежков и прочности участков материала между проколами. Она зависит от многих факторов: прочности ниток, частоты проколов, числа строчек, диаметра иглы, расстояний между строчками и т. д.

Прочность шва определяется

$$P_{\text{ш}} = \frac{Q}{l} \quad [\text{Н/мм}],$$

где Q – сопротивление шва разрыву в Н; l – длина шва в мм.



Качество шва характеризуется величиной отношения прочности шва $P_{ш}$ к прочности P непроколотого материала, т. е. $-\frac{P_{ш}}{P}$.

С увеличением числа проколов материал будет ослабляться. При определенном числе проколов прочность материала может дойти практически до нуля.

Прочность P_1 проколотого иглой материала можно определить по формуле

$$P_1 = P (1 - \alpha dn) \text{ [Н/мм]},$$

где P – прочность непроколотого материала в Н/мм; d – диаметр иглы в мм; n – число проколов на 1 см длины строчки; α – коэффициент ослабления кожи, зависящий от ее свойств.

Коэффициент α имеет следующие примерные значения для различных материалов: опоек – 0,20–0,30, шевро – 0,25–0,35, выросток 0,35–0,40. Значения коэффициента зависят от топографии кожи. Чем плотнее участок кожи, тем сильнее повреждение его волокон при проколе иглой и тем больше α . Чем рыхлее участок (например, пола, вороток), тем меньше поврежденных волокон и тем ниже значение α .

Например, при среднем шаге стежка 1,3 мм (т. е. $n = 7,7$), среднем значении $\alpha = 0,3$ и $d = 0,86$ мм (игла N 85) поправочный коэффициент $1 - \alpha dn = 0,8$. Следовательно, прочность проколото́й кожи составляет в этом случае 0,8 прочности непроколото́й, т. е. ниже на 20 %.

Как мы уже сказали, частота проколов сильно влияет на ослабление материала. Чем меньше шаг стежка, тем больше уменьшается прочность материала. Поэтому с точки зрения прочности материала выгоднее делать как можно меньше проколов.

Но уменьшение числа проколов снижает количество стежков на единицу длины строчки, а это вредно отражается на прочности

скрепления деталей.

Поэтому необходимо установить оптимальное количество стежков на единицу длины, при котором получился бы шов с равным сопротивлением по нитке и проколотому материалу.

При $n_{\text{опт}}$ будет самое надежное скрепление, т. к. и материал, и ниточная часть шва обладают одинаковой прочностью.

P

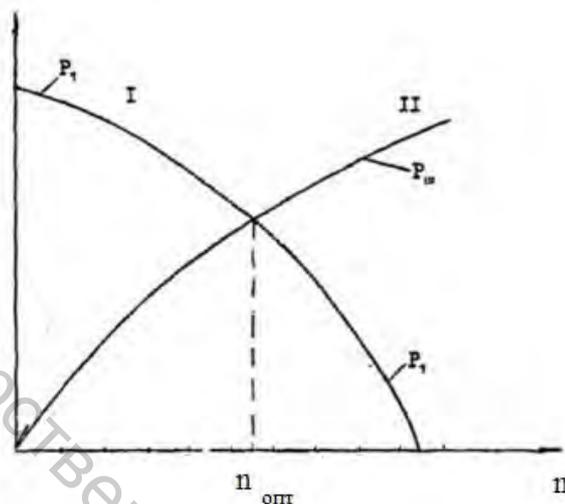


Рисунок 4.1 – График зависимости прочности шва от числа стежков на 1 см шва

Если проследить, как изменяется прочность шва с увеличением числа стежков на единицу длины строчки (т. е. с уменьшением шага стежка), то видно, что сопротивление разрыву шва вначале возрастает, потому что количество проколов незначительно и разрыв идет только по нитке. Это происходит потому, что прочность проколотого материала значительно выше прочности нитки шва.

Однако это возрастание идет до определенного предела, после чего начинает снижаться, т. к. шов начинает рваться по материалу, который вследствие роста числа проколов настолько ослабляется, что становится менее прочным, чем нитки.

Для различных материалов имеется свой оптимум, называемый уравновешенной строчкой, который зависит от сочетания указанных выше факторов. Он колеблется в пределах от 3,5 до 6,5 стежка на 1 см длины строчки или в пределах от 1,8 до 1,15 мм шага стежка.

Строчка при этом понижает прочность материала примерно на 15–25 %, т. е. $\frac{P_{\text{ш}}}{P} \approx 0,8$.

Для тканей оптимальной частотой строчки является 6–7 стежков на 1 см.

Число строчек оказывает определенное влияние на прочность шва. Так, вторая строчка увеличивает прочность шва примерно на 70 %. Это объясняется тем, что в уравновешенном шве прочность материала,

проколотого иглой, равна прочности ниток шва, а так как кожа – материал с неравномерной прочностью и нитки тоже отличаются некоторой неравномерностью по прочности, то при определенных сочетаниях в случае однорядной строчки происходит разрыв либо по нитке, либо по коже в зависимости от того, какое место является более слабым.

При двухрядной строчке разрыв происходит почти всегда по коже, а при трехрядной и больше – исключительно по коже.

Поэтому, увеличение числа строчек больше трех при том же размере стежка, не увеличивает прочность шва.

С увеличением расстояния между строчками прочность шва возрастает незначительно, но увеличивается расход материала на припуск (на 1–5 %). Поэтому, наиболее рациональным является расстояние между строчками 0,8–1,5 мм.

Число стежков в строчке стандартизировано и должно быть равно:

– при сшивании деталей из выростка, опойка, шевро, замши, лака и текстильных материалов – 4–6 на 1 см;

– при сшивании деталей из яловки, полукожника, свиной кожи. Шеврета и ворсита – 5–6 на 1 см.

Число строчек зависит от ответственности шва и равно:

– *одна строчка* – при пришивании З.Н.Р в п/ботинках и туфлях, строчке верхнего канта берцев и сострачивании деталей подкладки;

– *две строчки* – при пришивании носка к союзке (за исключением мужской и мальчиковой обуви), союзок к берцам, задинок к берцам и З.Н.Р в ботинках;

– *три строчки* – при пришивании носков к союзкам в мужской и мальчиковой обуви или если соединяются детали с перфорацией.

Расстояние первой строчки от края должно быть 0,8–1,2 мм, а между двумя смежными строчками 0,8–2,0 мм при отсутствии перфорации.

В настоящее время ведутся исследования в направлении замены ниточных швов при сборке заготовки клеевыми. Это позволит, во-первых, сократить припуски деталей под швы, т. к. не происходит разрушение материала иглой и, во-вторых, повысить производительность труда за счет параллельного соединения деталей. Однако этот процесс сложен, т. к. требует шершевания поверхности материала и т. д., но, несмотря на это, очень перспективный.

Кроме того, с внедрением искусственных материалов для верха обуви возможно соединение деталей заготовки методом сваривания токами высокой частоты.

Этот метод открывает большие перспективы, так как при этом не требуется скрепляющих материалов (ниток, клея), повышается производительность труда за счет параллельного соединения деталей,

появляется возможность имитации строчки, что улучшает внешний вид заготовки.

4.2 Скрепление верха с низом обуви

Скрепление верха обуви с низом осуществляется при помощи шпилек, винтов, гвоздей, ниток и клеев.

По характеру взаимодействия со скрепляемыми материалами и по природе сил, обуславливающих держание крепителей, крепители верха обуви с низом можно подразделить на:

- 1) механические – с подразделением на штифтовые и ниточные;
- 2) химические (клеевые, ГВ, литые).

В зависимости от применяемых крепителей бывают различные конструкции швов, скрепляющих верх и низ обуви, что в свою очередь определяет название метода крепления низа.

Типичные конструкции швов, скрепляющих подошву с верхом обуви

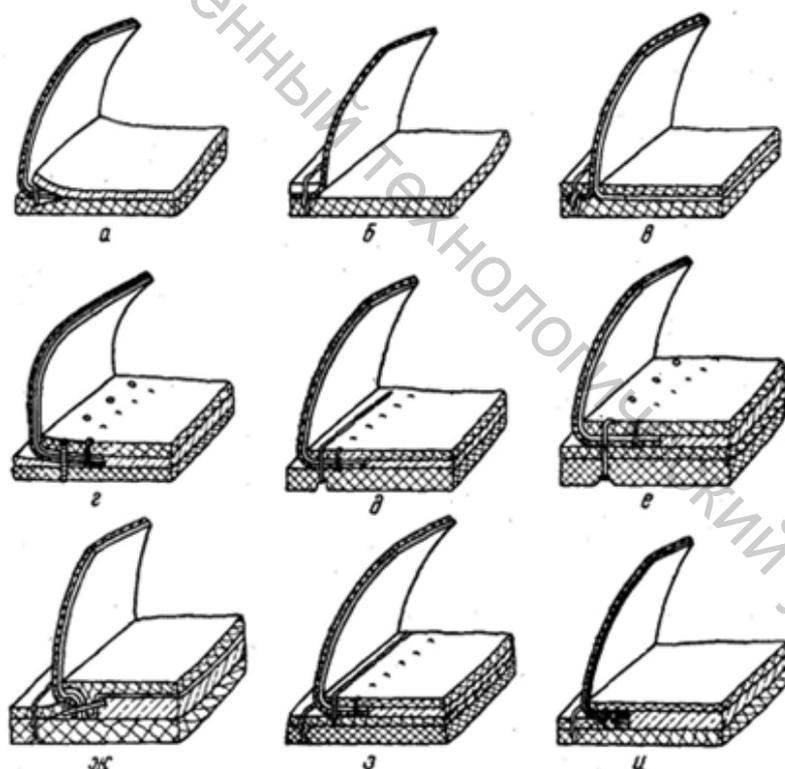


Рисунок 4.2 – Типичные конструкции швов, скрепляющих подошву с верхом обуви: а – выворотный, б – сандаальный, в – допдельный, г – винтовой, д – прошивной, е – гвоздевой, ж – рантовый, з – рантово-прошивной, и – парко

Выбор конструкции шва зависит от назначения обуви. Основными факторами при этом являются: прочность шва, требуемая жесткость

обуви, водоупорность шва, толщина материалов, применяемых для низа, внешний вид шва, а также затраты труда.

Работа швов, скрепляющих верх и низ обуви, в основном определяется работой деталей низа обуви и конструкцией шва. Картина нагружения крепителей низа обуви очень сложная, недостаточно изученная. В основном крепители работают в условиях пространственного напряженного состояния.

Основные силы, действующие на шов, можно разделить на силы, направленные нормально к поверхности скрепляемых деталей и стремящиеся разъединить их, т. е. силы отрыва, и силы, действующие вдоль поверхностей деталей и стремящиеся сдвинуть их друг относительно друга, т. е. силы сдвига.

Кроме того, взаимное скольжение подошвы и стельки создает для жестких крепителей изгибающий момент, равный произведению сдвигающей силы – T на плечо – l .

$$l \approx 0,5 (h_{\text{стельки}} + h_{\text{подошвы}}) + h_{\text{простилки}}$$

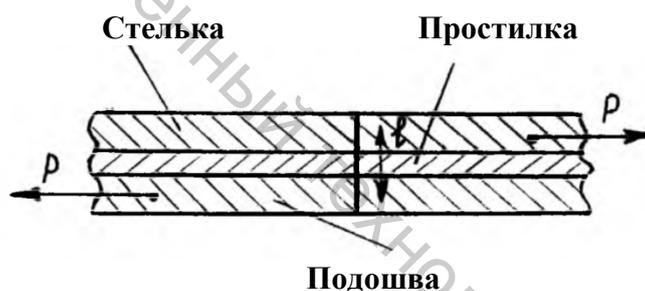


Рисунок 4.3 – Изгибающий момент, действующий на крепители

Следовательно, главная задача крепителей, входящих в конструкцию шва, состоит в том, чтобы предотвратить разъединение деталей в направлении по нормали к поверхности деталей, т. е. их отрыв, и создать сопротивление скольжению деталей друг относительно друга, т. е. их сдвигу.

Прочность шва зависит от большого числа факторов, основными из которых являются качество скрепляемых и скрепляющих материалов, их взаимная связь и расположение.

Испытание прочности производится на разрывной машине при помощи специальных приборов. Результаты испытаний обычно выражаются или абсолютной нагрузкой, требуемой для отрыва, или же относительной (т. е. на единицу длины шва, единицу скрепляющего стержня, и т. д.).

Если через Q обозначить абсолютную нагрузку, под действием которой происходит разрыв шва, то удельная нагрузка выразится

следующим образом:

– сопротивление отрыву на единицу длины шва

$$q = \frac{Q}{l} [\text{Н/мм}];$$

– сопротивление отрыву на один стержень

$$P = \frac{Q}{n} [\text{Н/стержень}],$$

где n – число стержней.

В зависимости от того, какой фактор подвергается изучению, выбирают то или иное выражение для определения прочности крепления.

Наиболее удобным для общей характеристики качества крепления является показатель сопротивления отрыву на единицу длины шва – q Н/мм. Это как бы обобщенный показатель, учитывающий все факторы, влияющие на качество крепления.

Механические скрепления

Рассмотрим общие закономерности механических креплений и особенности его различных видов.

Как мы уже сказали, испытание прочности механических креплений производится путем отрыва двух элементов, соединенных крепителями, при этом нагрузка прикладывается нормально к поверхности скрепляемых деталей.

Прочность шва при этом определяется реактивными силами контактного взаимодействия крепителя и элементов низа в направлении оси крепителя.

Эти силы могут быть двух основных видов:

– силы контактного трения крепителя и элементов низа;

– силы сопротивления отдельных контактных площадок деформациям различного вида (смятию, срезу, изгибу и т. д.).

Однако эти два вида сил редко действуют изолированно. Чаще наблюдается их совместное действие. Поэтому в каждом отдельном случае нужно установить, какие силы преобладают при сопротивлении нарушения соединения.

Если обозначить силы контактного трения через – P_T , а силы сопротивления деформациям через P_D , то общее сопротивление соединения (или сила держания крепителей) будет равна сумме этих слагаемых:

$$P = P_T + P_D.$$

Обозначив отношение сил трения и сил сопротивления деформации через $\alpha = \frac{P_T}{P_d}$, можно видеть какой из факторов играет ту или иную роль в разных способах крепления.

Если $\alpha < 1$, то прочность соединения будет в основном определяться силами сопротивления деформациям, если же $\alpha > 1$, то такой силой будет контактное трение.

Таблица 4.1 – Значения коэффициента α для механических креплений

Скрепление	Значение α
Деревянношпилечное для кожаной подошвы	$\rightarrow \infty$
Винтовое для резиновой подошвы	2,0–2,5
для подошвы из пласткожи	0,8–1,0
для кожаной подошвы	0,4–0,5
Гвоздевое для кожаной подошвы	0,4–0,5
для резиновой подошвы	0,2–0,4
Ниточное для кожаной подошвы	0,4–0,5

Рассмотрим основные различия механизма держания отдельных видов крепителей.

4.2.1 Штифтовые методы крепления

К штифтовым методам крепления низа относятся деревянношпилечный, винтовой и гвоздевой.

При **деревянношпилечном** креплении прочность шва зависит только от силы контактного трения деревянной шпильки и подошвенного материала. Поэтому коэффициент α очень велик.

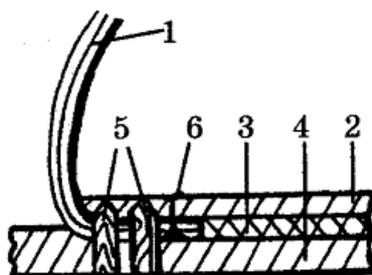


Рисунок 4.4 – Деревянношпилечный метод крепления низа:

- 1 – заготовка; 2 – стелька; 3 – простилка; 4 – подошва;
5 – деревянная шпилька; 6 – затяжной текст

Трение между стенками прокола и поверхностью шпильки обеспечивается упругими силами, которые возникают между волокнами материала деталей и телом шпильки. Силы, необходимые для выравнивания деревянной шпильки из кожи, возрастают пропорционально условному модулю упругости.

Связь между осевой силой P держания шпильки и ее размерами выражается следующим соотношением:

$$P = pSa,$$

где p – сила сцепления, зависящая от радиального давления, оказываемого на шпильку, коэффициент трения и т. д.; S – площадь контактной поверхности на 1 мм длины шпильки; a – толщина скрепляемого материала.

По сравнению с другими механическими методами крепления деревянношпильчатый метод хорошо сохраняет прочность обуви даже при большом увлажнении, причем при этом обеспечивается высокая водопроницаемость за счет разбухания деревянной шпильки. Деревянношпильчатые конструкции отличаются также низкой теплопроводностью в местах прохождения крепителей.

Однако, как следует из уравнения ($P = pSa$) одним из решающих моментов в прочности крепления является толщина подошвы и стельки, т. е. a . Для этого способа нужно иметь стельку толщиной не ниже 2,5 мм из чепрачной части кожи, а также подошву значительной толщины. Это является серьезным недостатком шпильчатого способа крепления.

В последние годы этот способ применяется только для специальных видов обуви.

Винтовое крепление. Прочность шва при винтовом методе создается силой, состоящей из двух слагаемых: трения поверхностей скрепляемых материалов и винта и силой сопротивления деформациям изгиба, среза и сжатия витков материалов, входящих во впадины нарезки винта. Соотношение величин этих слагаемых зависит в первую очередь от упругих свойств подошвенных материалов: для материалов с легко деформируемыми витками, таких как резина, преобладает первое слагаемое, а для материалов жестких, например, кожа – второе.

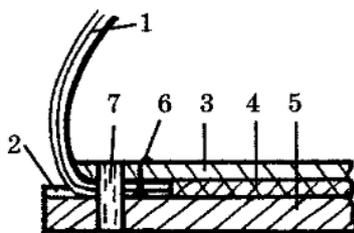


Рисунок 4.5 – Винтовой метод крепления низа:
1 – заготовка; 2 – обводка; 3 – стелька; 4 – простилка;
5 – подошва; 6 – текст; 7 – винт

Сопротивление вырыванию винта превышает силу держания единичной шпильки в 3–8 раз (для жестких кож).

Винтовое крепление, как и деревянношпилечное в последнее время находит очень ограниченное применение.

Гвоздевое крепление. Прочность шва при гвоздевом методе скрепления зависит также от силы трения стержня гвоздя с материалом подошвы. Эта сила зависит, прежде всего, от диаметра стержня гвоздя и имеет небольшую величину. Гораздо большее влияние на прочность скрепления оказывает сила сопротивления материала стельки прорыву загнутым острием гвоздя, а также сила сопротивления материала подошвы прорыву шляпкой гвоздя.

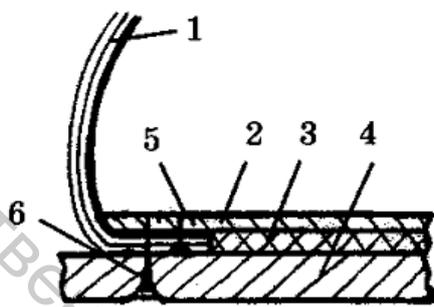


Рисунок 4.6 – Гвоздевой метод крепления: 1 – заготовка; 2 – стелька; 3 – простилка; 4 – подошва; 5 – текст; 6 – гвоздь

Наличие шляпки со стороны ходовой части подошвы и загнутого острия гвоздя в стельке позволяет получить прочное крепление. Так, прочность скрепления подошв гвоздями выше, чем винтами в 2–3 раза. Особо большое преимущество перед винтовым и шпилечным методами гвоздевой метод имеет при прикреплении резиновых подошв, так как не требует от последних большой твердости. Сила держания гвоздя в резиновой подошве (толщиной 6–7 мм) в три раза выше, чем винта.

Гвоздевой метод может быть применен для крепления пористой резиновой подошвы при определенных механических свойствах ее и подборе соответствующей шляпки гвоздя.

Благодаря образованию крючка при загибке острия гвоздя, сила, необходимая для вырывания его из стельки, значительно выше, чем у винта. Это дает возможность уменьшить толщину стельки и ее плотность.

Прочность гвоздевого крепления зависит также от сопротивления подошвы прорыву шляпкой гвоздя. Поэтому, после истирания шляпки в процессе носки обуви, прочность гвоздевого скрепления снижается до величины контактного трения стержня гвоздя, которое имеет незначительную величину (удельный вес силы контактного трения в общей силе держания гвоздя составляет 20–30 %). Следовательно,

размеры и форма шляпки гвоздя в значительной мере определяют прочность гвоздевого крепления.

Величина загибки острия также оказывает большое влияние на прочность крепления. Она связана с длиной острия и соотношением между длиной гвоздя и толщиной скрепляемой системы. Нормальной загибкой острия должна быть величина, равная 3,5 мм. Отсюда, длина гвоздя должна быть равна толщине скрепляемых материалов плюс 3,5 мм на загибку и минус глубину утопления шляпки (1–2 мм).

Если гвоздь длиннее нормального – его стержень изгибается, а если короче – получается малая загибка.

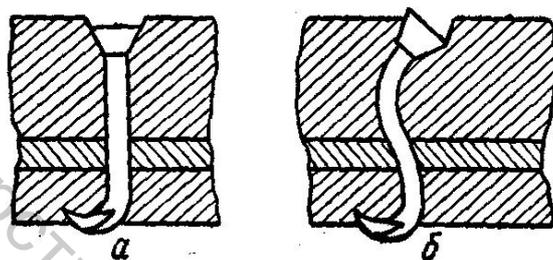


Рисунок 4.7 – Расположение гвоздя при: а – нормальной длине, б – излишней длине

Для прикрепления подошв обычно применяют гвозди 18–20 номера (номер гвоздя обозначает его длину), диаметром 2 мм, диаметр головки – $3,8 \pm 0,2$ мм, высота головки – 1,8 мм, длина острия не менее 7 мм.

Большое сопротивление вырыванию гвоздя позволяет увеличить шаг гвоздя по сравнению с винтовым креплением.

Для прикрепления резиновой подошвы гвоздями установлены следующие нормативы (в мм):

- расстояние между гвоздями – 10–13;
- расстояние от края стельки – 3–6;
- величина загибки – 3,5–4,0;
- утопление шляпки – 1–2.

Недостатком гвоздевого крепления является большая жесткость и крайне затруднительный ремонт. Это ограничивает его применение только в тяжелой обуви.

Между диаметром шляпки d и силой сопротивления прорыву подошвы гвоздем имеется следующая зависимость:

d , мм	2,0	2,6	3,2
P , Н	76	120	195.

4.2.2 Ниточные скрепления

Характерной особенностью ниточных скреплений является наличие замкнутого звена, образованного нитью. Замкнутое звено прочно стягивает скрепляемые детали и обеспечивает надежное их соединение.

Работу ниточного шва в процессе носки обуви можно подразделить на два этапа: в первом этапе стежки шва не разрушены и он работает, как полноценное звеньевое соединение; во втором этапе, когда происходит износ верхнего слоя подошвы, а вместе с ним разрушение ниточных звеньев, шов представляет собой своеобразное шпилечное крепление.

В первом этапе работы прочность ниточного шва определяется сопротивлением межзвенных участков подошвенного материала прорыву ниткой, а также сопротивлением ниточных звеньев разрушению под действием нагрузок со стороны этих межзвенных участков. Таким образом, чтобы нарушить соединение, надо разорвать прочную нитку шва или же прорвать ею материал скрепляемых деталей. Исходя из этого, прочность шва в первом этапе зависит в первую очередь от прочности ниток и межзвенных участков подошвенных материалов, а также степени их ослабления при строчке.

Продолжительность первого этапа работы шва зависит от предохранения ниточных звеньев от разрушающих воздействий опорной поверхности.

Во втором этапе работы прочность крепления определяется теми же параметрами, что и прочность шпилечного крепления, т. е. силами трения между ниткой и стенками отверстия в материале. На этом этапе прочность ниточного крепления в 3–4 раза ниже, чем в первом этапе.

Исходя из условий работы ниточного шва, и определяются требования к материалам деталей и крепителей, технологии выполнения шва, конструкции его и т. д.

Так как на первом этапе носки, до нарушения звена стежка, отрыв подошвы происходит за счет разрыва нитей, то поэтому для ниточных швов используют толстые и прочные нитки, в основном льняные (средний диаметр их $d = 1,0–1,3$ мм, а разрывная нагрузка $\approx 130–200$ Н).

С увеличением номера ниток, т. е. с повышением их предела прочности и толщины, прочность шва значительно возрастает. Например, прочность шва при использовании ниток N 600 по сравнению с нитками N 500 увеличивается на 15 %.

Увеличение толщины нитки увеличивает также сцепление (т. е. контактное трение) между нитками и материалом подошвы. Это также

способствует увеличению прочности шва на первом этапе носки, так как часть нагрузки при отрыве подошвы воспринимается этими силами.

Увеличение сцепления увеличивает также силу держания нитяной шпильки во втором этапе работы шва. Так, при использовании N 600 нитки по сравнению с N 500 сила держания нитяной шпильки возрастает на 58 %.

Однако нитки большей толщины требуют применения шила и иглы больших диаметров, так как иначе происходит ослабление нитки при протаскивании ее через отверстие в скрепляемых материалах.

Применение же больших диаметров шила и иглы увеличивает ослабление материала низа от проколов, ограничивает применение частой строчки, а, следовательно, уменьшает число нитяных шпилек на 1 см шва, что ведет к ослаблению шва во втором этапе носки.

Поэтому правильный подбор соотношения размеров шила, иглы и толщины ниток – один из основных факторов, определяющих прочность ниточного шва.

Прочность стежка (ненарушенного) при используемых в производстве номерах ниток, игл и шилев составляет примерно 65–75 % от удвоенной разрывной нагрузки наиболее слабой нитки стежка.

В последнее время для ниточных скреплений верха обуви с низом широко применяют капроновые нитки, которые отличаются большой прочностью и малой толщиной. По сравнению с льняными нитками соответствующего номера они примерно вдвое прочнее при диаметре меньшем на 5–10 %. Высокая прочность капроновых ниток позволяет применять более тонкие иглы, что также является положительным фактором.

Однако удлинение капроновых ниток значительно больше чем у льняных (19–21 % вместо 3–4 %), и кроме того они менее термоустойчивы, что требует некоторого изменения технологии изготовления обуви.

На прочность ниточного шва большое влияние оказывает также шаг стежка (или частота строчки).

С увеличением числа стежков на 1 см длины шва прочность крепления повышается за счет снижения нагрузки на каждую единицу крепителей при сохранении общей нагрузки на крепление. Так, с увеличением числа стежков с 1,5 до 3,5 на 10 мм прочность ниточного шва при пришивании кожаной подошвы возрастает с 30 до 65 Н/мм.

Однако увеличение частоты строчки понижает сопротивление нагрузкам материалов низа. Поэтому кривая прочности шва отстает от пунктирной прямой, характеризующей прямую пропорциональность прочности шва числу стежков на 1 см. Увеличение частоты проколов может привести к тому, что сопротивление участков материала,

ограниченных звеньями, прорыву нитью станет ниже прочности ниточных звеньев.

Оптимальная частота строчки должна соответствовать равнопрочности межзвеньевых участков материала и ниточных звеньев: первых – на прорыв стежками, вторых – на сопротивление разрыву. При несоблюдении этого условия, т. е. применении слишком частой строчки, подошва будет просекаться строчкой в процессе крепления или в период носки, и шов будет быстро разрушаться.

Большой запас прочности ниточных звеньев не требует слишком частой строчки, а если учесть, что сопротивление ранта (толщина 2 мм) прорыву ниточным звеньями при частоте строчки 2,5 стежка на 10 мм составляет 20–25 Н/мм, то станет очевидным ненужность увеличения числа стежков выше этой нормы с точки зрения равнопрочности шва.

Во втором этапе работы шва прочность крепления также увеличивается с увеличением числа стежков на 1 см. Это объясняется тем, что чем чаще строчка, тем больше нитяных шпилек в подошве и тем естественно больше прочность крепления. Но при этом также возникает опасность просечки подошвы (при частоте проколов 3,5 стежка на 1 см толщина стенок материала между проколами составит 0,8 мм).

На прочность шва влияет также *утяжка стежков*. Если утяжка шва слабая, то он плохо противодействует усилиям сдвига деталей относительно друг друга. Это в свою очередь приводит к быстрому перетиранию стежков и разрушению крепления.

Значительное влияние на прочность шва оказывает также *пропитка нитей*. Пропитка нитей преследует много целей, в частности: повысить сопротивляемость истиранию при трении о скрепляемые материалы и поверхности рабочих механизмов, повысить стойкость к разрушению под действием пота и гигротермических воздействий и т. д., а главное – увеличить сцепление между ниткой и материалом подошвы, что особенно важно и на втором этапе работы шва.

Наиболее распространенным пропитывающим составом для нижней подошвенной нитки является вар (смесь канифоли с машинным маслом).

Пропитывают варом только нижнюю нитку, так как верхняя служит своего рода украшением и поэтому ее нельзя загрязнять. В этом случае верхнюю нитку пропитывают другими бесцветными растворами для уменьшения трения о детали и механизмы.

Пропитка ниток расплавленным варом увеличивает скольжение их при прохождении через рабочие органы машины, облегчает утяжку, увеличивает прочность нити и шва.

За счет увеличения сцепления между ниткой и кожаной подошвой при пропитке варом, сопротивление вырыванию ниточной шпильки увеличивается в 2–3 раза.

Пропитка варом уменьшает также относительное удлинение нитки на 20–30 %, что является положительным фактором, так как облегчает утяжку стежка; оставшийся запас удлинения достаточен для нормальной работы шва в подошве. Для пропитки капроновых ниток применяют 3 % полиамидный раствор.

При ниточном скреплении резиновых подошв пропитки эти не дают хороших результатов, так как не обеспечивают достаточного склеивания нитки с резиной (особенно в резинах большой пористости).

В МТИЛПе был предложен оригинальный способ пропитки нитки, увеличивающий сопротивление вырыванию ниточной шпильки из пористой подошвы. В этом случае нитку пропитывают смолой, содержащей порообразователь. После пришивания подошвы ее нагревают до $t = 75$ °С. Под действием порообразователя нить увеличивает свой диаметр, а часть смолы вдавливается в поры резины, что значительно увеличивает прочность держания.

Большое влияние на прочность ниточного скрепления оказывает *утопляемость стежков*. Значительная прочность ниточного шва при ненарушенных стежках требует такого конструктивного решения подошвенного крепления, которое позволило бы на наиболее длительный срок предотвратить истирание стежков на ходовой поверхности подошвы. Практически для этих целей используют утопление стежков в толщине подошвы на ее ходовой поверхности в открытой и закрытой подрезке. Чем глубже подрезка, а, следовательно, более утоплены в толще подошвы стежки, тем позднее наступает момент их истирания. Но глубина подрезки лимитируется допустимым уменьшением межзвенных участков, которое определяется свойствами подошвенного материала и нагрузками на крепление в процессе носки обуви.



Рисунок 4.8 – Виды подрезок

Для открытой подрезки допускается небольшая глубина утопления – в пределах 1–1,5 мм и не более $\frac{1}{4}$ толщины подошвы.

Более совершенной, позволяющей прокладывать строчку на глубине до $\frac{1}{2}$ толщины подошвы, является закрытая подрезка, при которой после укладки стежка поднятая кромка плотно и прочно прикрепляется к подошве.

Для скрепления верха обуви с низом в основном применяются два вида швов: *однониточный* и *двуниточный*. При однониточном шве

размеры наиболее слабого участка звена значительно больше, чем в двуниточном; узлы переплетения нитки более подвижны и не образуют жесткого замка, как в двуниточном шве. Нагрузки на звено распределяются более равномерно, причем нагрузки воспринимаются не только участком, образованным одной ниткой, но и частично передаются на двуниточную часть звена.

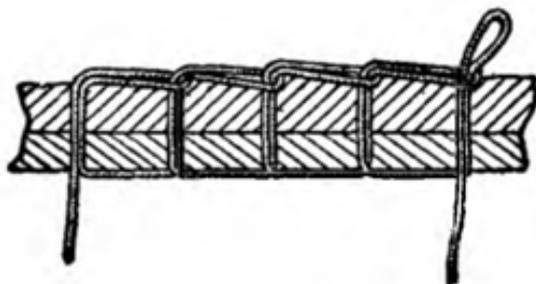


Рисунок 4.9 – Однониточный стежок наружного переплетения

Таким образом, звено в однониточном шве работает в более благоприятных условиях, чем в двуниточном. Благодаря этим особенностям конструкции однониточного шва его предел прочности при растяжении значительно выше, чем у двухниточного шва. Указанные преимущества делают однониточный шов одним из лучших при креплении подошв в легкой спортивной обуви, где шов подвергается большим механическим нагрузкам и необходима высокая эластичность шва.

Однако при повреждении хотя бы одного стежка однониточного шва на ходовой поверхности низа обуви нитки распускается на значительном отрезке. Предохранить же стежки от быстрого разрушения крайне трудно вследствие особенности их конструкции. Значительная длина (из-за более редкой строчки) и ширина стежков однониточного шва и малое натяжение ниток в шве ограничивают возможность утопить его в толще подошвы. Поэтому звенья разрушаются быстрее, чем в двухниточном шве.

Сила же держания нитяной шпильки, оставшейся в толще материала после разрушения внешних участков мала и не в состоянии противостоять усилиям отрыва подошвы. Это происходит в силу значительного разрушения материала проколом иглы ($d_{\text{иглы}} \approx 2,2-2,4$ мм).

Эти недостатки однониточного шва сильно ограничивают его применение для скрепления верха с низом обуви.

Гораздо более высокую прочность при скреплении верха с низом обуви обеспечивает *двуниточный шов*.



Рисунок 4.10 – Двуниточный стежок внутреннего переплетения

Тонкий и более утягиваемый стежок двухниточного шва позволяет легко утопить его в толще материала и предохранить от преждевременного разрушения.

Использование более тонких шпильев и игл, а, следовательно, и меньшее ослабление от проколов подошвенного материала, обеспечивает увеличение натяжения нитяной шпильки в материале и силы ее держания. Обычно в таком шве применяют более утолщенную, а, следовательно, и более крепкую верхнюю нить. Это обеспечивает повышенную сопротивляемость нити перетиранию при смещении деталей низа и на стыках в процессе носки. В то же время более тонкая нижняя нить позволяет легко утянуть и утопить ее в толще подошвы и предохранить на более длительный срок от истирания по мере износа подошвы.

Основное же преимущество двухниточного шва – это наличие узлов переплетения ниток в толще материала. Это преимущество особенно проявляется во втором этапе работы шва, т. е. когда ниточное переплетение работает как шпилечное. Защемленные в толще материала узлы переплетения благодаря увеличенному трению и сопротивлению материала смятию при протаскивании через прокол шпильки с узлом повышают силу держания нитяной шпильки.

Возможность применения в двухниточном шве более частой строчки по сравнению с однониточным позволяет получить большее количество нитяных шпилек на 10 мм шва, что также обеспечивает более высокую прочность крепления на втором этапе работы шва.

Наибольшая прочность двухниточного шва достигается, когда переплетение ниток происходит примерно в середине толщины скрепляемых материалов. При расположении узлов переплетения с значительным отклонением от середины, т. е. около поверхности одной из скрепляемых деталей резко снижает прочность крепления, так как теряется при этом основное преимущество двухниточного шва.

Узел переплетения ниток должен лежать на расстоянии примерно $2/3$ от ходовой поверхности подошвы, вследствие меньшей толщины ранта или стельки по сравнению с подошвой.

Ниточные швы образуют эластичные и прочные соединения и широко применяются для прикрепления подошв в бытовой обуви.

Существует много различных вариантов ниточного крепления подошвы: сандаальный, доппельный, прошивной, рантовый, парко и др.

Различные конструкции ниточных способов крепления зависят в основном от характера соединения верха обуви с подошвой. Можно выделить три основных варианта соединения верха обуви с подошвой:

- 1) непосредственное соединение;
- 2) соединение с помощью жесткого элемента (стельки);
- 3) соединение с помощью жесткого элемента (стельки) через упругий элемент (рант).

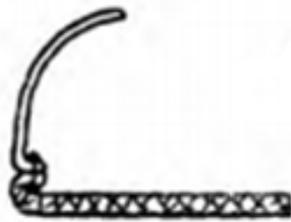
При 1 варианте получается облегченная конструкция обуви. Жесткость низа определяется только жесткостью подошвы, поэтому усилия, необходимые для изгиба подошвы невелики. Нагрузки на верх обуви из-за этого также сравнительно невелики, а, следовательно, невелики они и на шов. Однако распределение нагрузок по периметру шва происходит крайне неравномерно, что снижает его прочность. Кроме того такие конструкции обуви обладают слабой формоустойчивостью.

Во 2 варианте соединения верха с подошвой наличие стельки обуславливает увеличение жесткости низа обуви. В связи с этим повышаются нагрузки на верх обуви и, следовательно, на шов, однако они более равномерно распределяются по периметру шва из-за повышенной жесткости низа. Обувь при этом получается менее эластичная, более прочная и тяжелая.

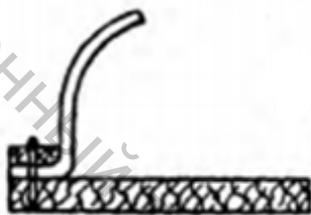
В 3 варианте при наличии стельки и ранта обеспечиваются как высокая прочность крепления, так и гибкость и хорошая формоустойчивость, т. е. сочетаются положительные свойства двух первых вариантов. В этом случае наличие стельки обеспечивает хорошую формоустойчивость, а наличие ранта, связывающего верх и стельку с подошвой, снижает изгибающие нагрузки и обеспечивает их равномерное распределение.

Характерными для 1 варианта, т. е. для бесстелечных конструкций обуви, являются *выворотный и сандаальный* швы, или же *выворотная и сандаальная* обувь.

В *выворотной* обуви подошва крепится непосредственно к краю заготовки. Это обеспечивает большую эластичность и наименьшую прочность обуви, которая определяется в данном случае прочностью материала верха на прорыв швом. Вместе с тем, выворотная обувь особенно легка и удобна в носке, при производстве этой обуви отпадают потери на припуск затяжной кромки. Все сказанное делает данный метод крепления низа одним из наиболее рациональных для домашней и легкой спортивной обуви, к форме верха которой и прочности не предъявляется серьезных требований, но которая должна давать большую свободу для стопы.

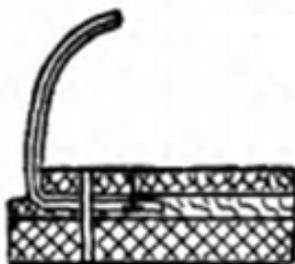


В *сандальной обуви* затяжная кромка располагается между рантом и подошвой. Такая конструкция увеличивает прочность затяжной кромки и, следовательно, прочность крепления, позволяет ставить более жесткую и толстую подошву, увеличивая тем самым износостойчивость обуви. Таким образом, сандальная конструкция позволяет получить более прочную и более устойчивую по форме, а также удобную и легкую обувь. Однако повышенная жесткость подошвы приводит к перегрузкам материала верха и шва и к его разрушению. Данная конструкция наиболее подходящая для легкой летней обуви.



Характерным для 2 варианта, т. е. соединения с помощью стельки (стелечных конструкций обуви), является *прошивной способ* крепления.

При *прошивном методе* крепления *низа* затяжная кромка заготовки располагается между стелькой и подошвой и скрепляется вместе с ними *однониточным швом*. Наличие стельки значительно повышает *формоустойчивость* обуви и ее прочность, способствует более равномерному распределению нагрузки на шов, но вместе с тем увеличивает жесткость обуви и ее массу.



Прошивному методу крепления присущи все недостатки, характерные для *однониточного шва*, т. е. плохое сопротивление шва отрыву во втором периоде носки обуви, слабая утяжка шва и т. д. Кроме

того, в связи с тем, что нитка стежка выходит на поверхность стельки, обращенную непосредственно к стопе, шов подвергается действию движущейся стопы и выделяемого стопой пота, что также способствует быстрому разрушению шва. На внутренней поверхности стельки появляются неровности, образованные ниточными звеньями, что создает неудобство для ноги.

Ремонт прошивной обуви затруднителен и ненадежен, так как связан с повторными проколами и разрушением стельки и подошвы.

Перечисленные недостатки прошивного способа привели к тому, что в настоящее время он почти вытеснен другими, более надежными способами крепления. В настоящее время этим методом прошивают менее 1 % обуви.

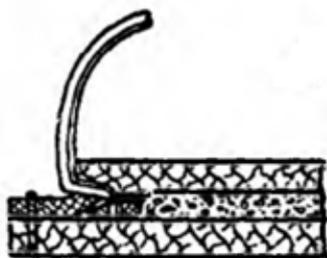
Прошивной метод применяется при производстве спортивных туфель, ботинок для коньков, комнатной обуви и некоторых других видов.

Характерным для 3 варианта, т. е. для *ранто-стелечных конструкций* обуви, являются *рантовый* и *ранто-прошивной* методы крепления низа.

В ранто-стелечных конструкциях затяжная кромка соединяется с рантом и стелькой эластичным однониточным швом, а подошва скрепляется с рантом прочным двухниточным швом. Такое соединение придает всей системе низа (стелька – рант – подошва) большую эластичность и гибкость даже при подошвах большой толщины и плотности, способствует уменьшению и более равномерному распределению нагрузки на швы, скрепляющие рант со стелькой и подошвой.

Ранто-стелечная обувь обладает сочетанием высокой прочности с эластичностью и устойчивостью формы, а также высокими гигиеническими свойствами.

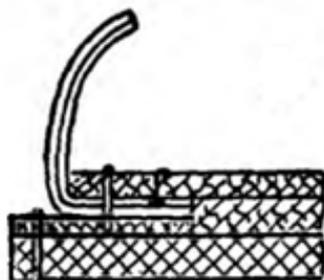
В *рантовом* методе крепления затяжная кромка заготовки и рант прикрепляются к губе рантовой стельки однониточным швом. Во время носки этот шов испытывает небольшие напряжения, так как он находится в нейтральном слое при изгибе подошвы. Кроме того, шов не соприкасается со стопой и поэтому менее подвержен действию пота и влаги. Это придает ему высокую прочность.



При этом прочность шва определяется прочностью ранта и губы стельки на прорыв стежком. С целью увеличения прочности губы ее оклеивают тесьмой, что увеличивает прочность шва примерно в 1,5 раза.

Рантовый метод получил наиболее широкое распространение среди ниточных методов крепления в силу своих достоинств. Однако этот метод является наиболее сложным и трудоемким.

В *ранто-прошивном методе* стелька не имеет губы и рант пришивается к стельке и затяжной кромке сквозным однониточным швом. В отличие от рантовой обуви сквозной шов подвергается трению со стороны стопы, действию пота и влаги, что значительно уменьшает срок его службы.

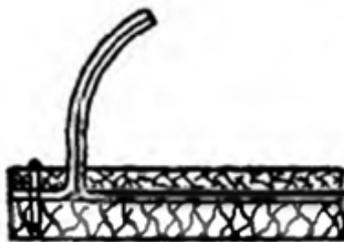


По сравнению с рантовым методом ранто-прошивной менее трудоемок и материалоемок. Однако по эксплуатационным показателям и удобству обувь этого метода заметно уступает рантовой.

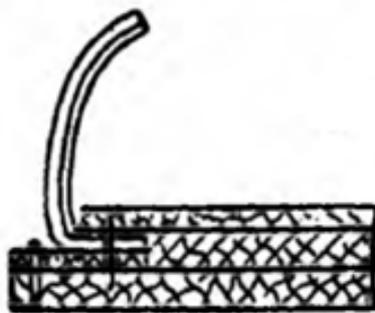
Помимо трех основных групп конструкций низа, отличающихся по признаку скрепления деталей, существуют промежуточные конструкции, сочетающие признаки этих трех групп и таким образом обладающие рабочими свойствами, промежуточными между свойствами основных групп.

К промежуточной группе относятся конструкции низа допфельной (полусандальной), парко и строчечно-клеевой обуви.

В *полусандальной обуви (допфельной)* сохранено сандальное конструктивное построение низа, но для уменьшения деформации верха при носке применена вкладная стелька, на которую затягивается подкладка. Применяется в основном для детской обуви. В 1975 году сандальным и допфельным методом было произведено около 9 % общего объема производства обуви.



В обуви *парко* рант пристрачивают по всему периметру заготовки хлопчатобумажными или капроновыми нитками на швейных машинах до формования верха на колодках. Такая обувь характеризуется легкостью, большой гибкостью, хорошими гигиеническими свойствами, отсутствием металлических крепителей. Она удобна для детей младшего возраста. Однако в этой обуви ниточное крепление ранта с заготовкой не отличается высокой прочностью при носке обуви.



В *строчечно-клеевой* обуви верх сшивают с тканевой или мягкой кожаной стелькой, тачным швом. Следующей ниточной строчкой прикрепляют обтяжку платформы, которую загибают затем за край платформы, на которую наклеивают подошву. Обувь имеет хорошие гигиенические свойства, характеризуется легкостью, мягкостью и гибкостью низа. К недостаткам ее относятся: затруднительность ремонта при нарушении ниточных швов.

Химические методы крепления

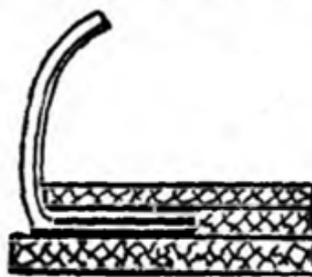
Как известно химические методы крепления низа в настоящее время является ведущим во всем мире. В СССР клеевым методом было выпущено в 1985 году 71,1 % обуви, в 1990 году химическими методами крепления выпущено 91 %, клеевыми – 76 %.

Клеевой метод совершенствовался по мере совершенствования применяемых клеев, ассортимент которых изменялся от нитроцеллюлозных до хлоропреновых быстросхватывающих с растворителями и термопластических клеев-расплавов на базе искусственных смол.

Клеевые скрепления

Существует много конструкций швов для прикрепления низа обуви, в которых основным крепителем является клей.

В чисто клеевой конструкции затяжная кромка приклеивается к стельке, а подошва приклеивается к затяжной кромке.



Существуют конструкции, представляющие собой комбинацию прошивного и рантового способов с клеевым. Подложка из кожи или, одного и того же материала, что и подошва (например пористая резина) пришивается внутренней или наружной ниточной строчкой к стельке или ранту. К подложке приклеивается подошва.

К группе клеевой конструкции должен быть отнесен шов, получаемый способом горячей вулканизации, правильнее сказать способом привулканизации и одновременного формования низа обуви.

Хотя в комбинированных конструкциях значительную роль будет играть и ниточный шов, прикрепляющий рант, платформу и подложку к стельке и верху обуви. Факторы, влияющие на качество ниточного шва, рассматриваются выше.

Клеевой шов имеет преимущество по сравнению со шпилечными, гвоздевыми или ниточными в том, что при его выполнении скрепляемые материалы не прокалываются, и тем самым не ослабляются. Во-вторых, на прочность шва совершенно не влияет толщина материала. Поэтому и стелька, и подошва, без ослабления прочности шва могут быть взяты любой минимальной толщины и жесткости.

Следовательно, выбор материала для стельки и подошвы при этой конструкции шва обуславливается исключительно показателями их износа. В некоторой степени на толщину подошвы влияет качество выравнивания затяжного следа обуви. При тонкой подошве эти неровности будут отражены на ее поверхности и не позволят получить ее совершенно гладкой, что недопустимо с точки зрения внешнего вида обуви.

При износе подошвы до минимальной толщины, ниточный, шпилечный и гвоздевой швы ослабляются. Клеевые швы не имеют этого недостатка.

Приклеивание подошвы и особенно при способе привулканизации, с одновременным формованием достигается значительное увеличение производительности труда и возможности автоматизации операции. Следует отметить, что именно способ, так называемый горячей вулканизации позволил создать прессы-автоматы для привулканизации и одновременного формования низа обуви.

Клеевые способы являются особо ценными в производстве обуви с мягкими резиновыми подошвами (твердость по Шору 20–40), когда механические способы крепления оказались непригодными.

Основным показателем, характеризующим качество клеевого шва, является прочность на отрыв склеенных поверхностей.

Подошва должна быть приклеена к верху или подложке так, чтобы при ее отрыве разрыв шел по скрепляемому материалу. А не по поверхности контакта или клеевой пленки.

Показатель прочности прикрепления подошвы клеем в полупаре обуви выражается сопротивлением отрыву подошвы в носке σ кг/см подсчитывается по выражению

$$\sigma = \frac{P}{b-(c+a)},$$

где P – нагрузка отрыва в носочной части подошвы; b – ширина подошвы на расстоянии 10 мм от передней точки стелечного ребра затянутой обуви; c и a – ширина полков ранта в том же месте подошвы.

Большое влияние на прочность крепления оказывают правильный выбор клея для того или другого материала низа, его качество, концентрация, состав растворителя, режим клеения и т. п. (вопросы эти подробно рассматриваются в технологии обуви).

Показатель прочности крепления клеем подошв у обуви сильно варьирует для различных видов обуви, материалов и способа приклеивания.

Прочность швов в обуви всех групп должна быть 55–100 Н/см в зависимости от толщины подошвы.

4.3 Крепление каблучков

Каблучки в обуви, в основном, прикрепляются гвоздями и клеем. Выбор каблучного шва зависит от высоты каблучка, его формы и, главным образом, материала каблучка.

Гвозди для прикрепления каблучков делаются из стали СТ 1–СТ 2 и имеют разные размеры и геометрическую форму.

Низкие кожаные и резиновые каблучки в основном прикрепляются гвоздями изнутри или снаружи.

Число гвоздей зависит от номера обуви (площади набойки) и связано с ним (по ГОСТу) следующим соотношением:

$n = 0,045N_{\text{сов}} - 0,65 = 0,3N - 1,1$ (в штуках) для номеров обуви от 27–47.

$n_{ГВ} = 0,45N_{ГВ} + 1,5$ (в штуках) для детской обуви 22–26 номеров.

Сопротивление отрыву Q возрастает не пропорционально числу гвоздей, а подчиняется следующему закону:

$$Q = P \cdot n_{ГВ}^m,$$

где P – сопротивление вырыванию одиночного гвоздя; m – показатель, связанный с ослаблением сопротивления вырыванию при групповом отрыве.

Объясняется это тем, что с увеличением количества забитых гвоздей увеличивается неравномерность их нагрузки при отрыве. m колеблется в пределах 0,8–0,9.

Величина P зависит от многих причин. С ростом высоты сборного кожаного каблука, и отсюда и длины вбитого в него гвоздя (h) увеличивает сопротивление вырыванию одиночного цилиндрического гвоздя по следующему (корреляционному) уравнению

$$P = 33h - 100 \text{ (Н)}.$$

Гвозди должны быть расположены равномерно по всей поверхности на расстоянии 4–7 мм от края стельки.

Резиновые монолитные каблуки и каблуки монолитной подошвы должны быть приклеены и прикреплены гвоздями снаружи с загибкой гвоздей на стельке изнутри обуви.

При прикреплении каблуков снаружи в обуви с спецкартоновой стелькой пяточная часть стельки должна быть дополнительно укреплена подпяточником из плотного кожаного материала или кожкартона, спецкартона и искусственного стелечного полувала.

При отрыве каблука, прикрепленного изнутри, гвозди обычно вырываются из каблука и остаются в стельке, так как сопротивление прорыву стельки шляпкой гвоздя значительно больше контактного трения гвоздя о материал каблука.

Обратная картина имеет место при отрыве каблука, прикрепленного снаружи. При этом наблюдается распрямление или отламывание загнутого конца гвоздя и изредка прорыв им материала стельки.

Сопротивление отрыву каблука силами, направленными соосно гвоздям, зависит от указанных выше факторов и достигает 1000–2000 Н на каблук у мужской обуви и 900–1000 Н у женской. При этом имеет место очень большая колеблемость показателей прочности (ν коэффициент вариации от 20 до 40 %), что и приводит в носке к преждевременному отрыву каблука.

Каблуки из пористых резин прикрепляются клеем. Сопротивление отрыву каблука, приклеенного клеем, колеблется в пределах 500–1000 Н.

Для крепления высоких пластмассовых каблуков применяется тонкая стальная втулка, проходящая сквозь отверстие, просверленное через всю толщу каблука и стельку. На стельке втулка расклепывается.

Основное назначение втулки заключается в упрочнении тонкого высокого каблука.

Высокие каблуки обычно прикрепляются не к подошве, а непосредственно к задней части затянутой обуви, т. е. через задник к стельке. Это делается из эстетических соображений, чтобы образовать гармоничный переход от пятки к каблуку. Для увеличения прочности крепления высоких каблуков, подошву выпускают на переднюю поверхность каблука.

Можно также прикрепить каблук к подошве, пропущенной под него и скошенной так, чтобы не было видно ее краев (которые полностью закрываются краями каблука), а также прикреплять каблук к пятке, выпуская «язычок» подошвы вверх и прикрепляя его к передней поверхности каблука.

Применяется способ прикрепления каблука и замок. В таком случае подошва заканчивается на половине каблука. На внутренней поверхности каблука имеется выемка, точно соответствующая «язычку» подошвы, благодаря чему достигается точная установка каблука на пяточной части обуви. Такие каблуки обычно прикрепляются гвоздями изнутри. При этом способе крепления требуется точное соответствие форме замков в подошве и каблуке и точное формование пятки, в противном случае образуются зазоры между каблуком и подошвой. Поэтому в последнее время начинают применять подошву, спущенную под каблук на конус.

Набойки прикрепляются к каблукам металлическими шпильками.

Устойчивость каблучно-геленочного узла обуви в определенной степени зависит от прочности крепления каблуков, так как недостаточная прочность крепления может привести к отклонению каблука вперед или назад и даже к отрыву каблука при носке обуви. В связи с этим был проведен анализ вариантов и прочности крепления высоких каблуков в импортной и отечественной обуви.

Полученные данные показали большое многообразие в вариантах крепления высоких каблуков в импортной обуви. В большинстве случаев крепление каблуков осуществляется гвоздями в количестве 4–6 штук, а также гвоздями и центральным шурупом. Имеет место крепление каблука гвоздями через металлическую пластину из жести толщиной 0,3–0,4 мм, когда шляпка гвоздя касается пластины крепление только центральным шурупом, крепление центральным

шурупом и скобами, а также центральным шурупом и скобами через металлическую пластину из жести.

В отечественной обуви высокие каблуки крепятся только гвоздями в количестве 6–7 штук и центральным шурупом.

Крепители каблуков в импортной обуви отличаются номерами (длиной), состоянием поверхности и соотношением диаметров стержня гвоздя и его шляпки. Для крепления каблуков в основном применяются навинтованные гвозди диаметром 2 мм номеров 16, 18, 20 с резко выраженной рельефной навинтованной поверхностью и диаметром шляпки, превышающим диаметр стержня гвоздя в 2–3 раза. В отдельных случаях при небольшом диаметре шляпки гвоздя применяются шайбы, которые подкладываются под шляпки во избежание прорыва стельки шляпкой гвоздя. Заслуживают интерес скобы для крепления каблуков. Скобы имеют высоту 12–14 мм, ширину 6–8 мм из жесткой проволоки квадратного сечения 1 x 1 мм.

Для определения прочности крепления каблуков была применена стандартная методика ГОСТ 9136-72.

Анализ полученных данных показал, что с увеличением числа гвоздей с 4 до 6 прочность крепления увеличивается в 1,4–1,8 раза.

Самая высокая прочность крепления каблука в обуви, в которой крепление осуществляется скобами или гвоздями через металлическую пластину из жести (1700–2400 и 1400–2200 Н соответственно). Наличие металлической пластины из жести повышает прочность крепления каблуков примерно в 1,2–1,3 раза, а в отдельных случаях прочность крепления каблуков увеличивается до 2 раз.

Прочность крепления каблуков скобами ниже, чем прочность крепления каблуков гвоздями в сопоставимых вариантах.

Крепление каблуков только центральным шурупом обеспечивает нормы прочности крепления каблука в обуви согласно ГОСТ 21463-87. Однако, несмотря на то, что применение для крепления каблука наряду с центральным шурупом двух гвоздей существенно не изменяет прочности крепления каблука, такое дополнительное крепление каблука необходимо для его фиксации относительно пяточной части обуви.

Сравнение сопоставимых вариантов крепления каблуков в импортной и отечественной обуви показало, что прочность крепления каблуков в отечественной обуви ниже, чем в зарубежной.

Поскольку в отечественной обуви для крепления каблука применяется кроме гвоздей еще и центральный шуруп, это свидетельствует о влиянии конструкции крепителей каблука на прочность крепления. Крепители каблука имеют диаметр шляпки в 2,5 раза больше диаметра стержня гвоздя, и гвоздь имеет резко выраженную навинтованную шероховатую поверхность в отличие от отечественных гвоздей, стержень которых имеет шлифовальную навинтованную поверхность.

Использование для крепления каблука шурупа вместо гвоздей повышает прочность крепления каблука в 4–5 раз.

Однако перекрученный при креплении шуруп (даже на $\frac{1}{4}$ оборота) вместо силы в 350 кН дает только 30 кН.

В отличие от гвоздя, края шляпки шурупа (диаметр $d = 10$ мм) позволяют опираться на стальной геленок, вставленный внутрь стельки, поэтому крепление не зависит от качества материала стельки.

Если конструкция каблука не позволяет продублировать шуруп гвоздями, то следует использовать термопластический полиуретановый клей, который наносят на липкую поверхность каблука. Перед этим в стельках просверливают отверстия, при заполнении которых клеем образуются так называемые жидкие гвозди, которые повышают прочность крепления и предотвращают его повороты.

Минимальное значение прочности крепления каблучков в импортной обуви составляет 800 Н, максимальное – 2500 Н, в обуви отечественного производства минимальное значение прочности – 800 Н, максимальное – 1300 Н. В соответствии с требованиями ГОСТ 21463-87 прочность крепления высоких каблучков в женской обуви должна быть не менее 800 Н. Так как при носке обуви наблюдаются случаи расшатывания и даже отрыва каблука, можно предположить, что методика определения прочности крепления каблука по ГОСТ 9136-72 недостаточно точно моделирует те нагрузки, которые испытывает каблук при носке обуви. В этой связи представляет интерес работа, выполненная польскими учеными, в которой отмечается, что соединение каблук + стелька подвергается многократному динамическому воздействию, при котором гвозди, шурупы, которыми крепится каблук, испытывают воздействия, отличающиеся от тех, которые они испытывают при отрыве каблука, т. е. методика определения прочности крепления каблука, основанная на его отрыве, не отражает тех воздействий, которые испытывает соединение каблук + стелька в процессе эксплуатации обуви. Предложено для определения прочности крепления высоких каблучков в женской обуви использовать динамический метод, основанный на закреплении обуви специальной скобой и воздействии на каблук копром. При этом задается величина энергии удара и измеряется количество ударов, которое выдерживает соединение каблук + стелька до отрыва каблука. Достаточную прочность крепления каблука при носке обуви гарантирует соединение, если оно при динамическом методе испытания выдерживает 1000 ударов с энергией воздействия 3,73 Джоуля. Динамический метод определения прочности крепления каблучков можно рекомендовать для обоснования количества и схемы расположения крепителей относительно липкой поверхности каблука, а также для оценки рациональной конструкции и материала каблука в новых конструкциях обуви.

5 ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ОБУВИ

Гигиена обуви определяется многими факторами и включает в себя основное требование – обеспечить для стопы выполнение ее естественных физиологических функций.

Основными гигиеническими и физиологическими свойствами обуви являются: влагообменные, влагозащитные и теплозащитные свойства, влагоемкость, гибкость, вес, чистота и стерильность.

Рассматривать гигиенические свойства обуви нельзя в отрыве от гигиенических свойств чулок, носков и одежды вообще, так как обувь является одним из элементов одежды, и принципы гигиены одежды в целом и обуви должны быть едиными.

При этом следует отметить еще одно важное обстоятельство – невозможность создания универсальной гигиенической обуви. Гигиеничность обуви можно обеспечить только тогда, когда она предназначена для каких-то определенных целей и условий носки, когда известно назначение обуви, ее тип и т. д.

Например, обувь, вполне гигиеническая и отличающаяся высоким уровнем комфорта в зимних условиях носки, при использовании ее летом сплошь и рядом оказывается совершенно негигиеничной. Домашняя обувь негигиенична в качестве уличной и т. д.

Много веков единственным критерием гигиеничности обуви было ощущение удобства, комфорта при ее использовании. Этот критерий остается главным и в настоящее время.

Однако с началом производства искусственных обувных материалов возникла необходимость более глубокого изучения этого вопроса и разложения комплекса свойств обувных материалов на отдельные составляющие с их количественной оценкой. Без этого оказалось невозможным создание искусственной кожи, отвечающей требованиям, предъявляемым к гигиеническим свойствам обуви.

Рассмотрим более подробно некоторые основные гигиенические свойства обуви.

5.1 Влагообменные свойства обуви

Для создания нормальных условий функционирования стопы и всего организма человека необходимо, чтобы стопа находилась в среде, имеющей определенную температуру и влажность, т. е. другими словами необходимо, чтобы у поверхности стопы был определенный микроклимат.

При нормальных условиях, т. е. в состоянии покоя, поверхность тела взрослого человека выделяет каждый час в виде пота примерно 30–40 г воды. При значительной физической работе это количество может возрасти в два раза и более. При повышении температуры окружающего воздуха выделение пота также увеличивается. Это наглядно видно из следующей таблицы.

Таблица 5.1 – Общие потери влаги организмом человека с потом в г/час

Температура воздуха в °С	Потери влаги с потом		
	в состоянии покоя	при легкой работе	при тяжелой работе
15	30	60	320
20	45	90	390
25	75	130	470
30	120	180	570

У взрослого человека потовыделение стопой в состоянии покоя в среднем составляет от 1,5 до 3,0 г/час, а при физической работе, например при длительной ходьбе, 8–10 г/час (до 15 г/час).

Эти данные показывают, что примерно 15–20 % всех выделений пота приходится на стопы ног.

В спокойном состоянии вся выделяемая влага с необутой стопы испаряется в пространство. Поверхность стопы при этом остается сухой. Но при активной работе человека или повышенной температуре окружающего воздуха выделение влаги кожей превышает скорость испарения, и стопа становится влажной.

Если же на стопу надеть обувь, то она создает препятствие свободному испарению влаги. Прежде чем испариться в воздух, влага должна поглотиться материалом и пройти через него, т. е. должна быть поглощена обувью и удалена через нее.

Способность обуви поглощать выделяемую стопой влагу и выводить ее наружу и определяет ее влагообменные свойства.

Процесс удаления пота из обуви можно представить в такой последовательности. Влага, выделяемая стопой в виде водяных паров или капель, обычно вначале сорбируется носками, чулками или портянками. Далее происходит процесс сорбции влаги внутренними стенками обуви путем соприкосновения с влажными носками, чулками или портянками или же через разделяющие воздушные прослойки.

Затем влага (пот), поглощенная подкладкой, проходит сквозь ее толщину и поглощается кожей верха обуви.

Мигрируя сквозь эту кожу, влага (или пот) по ее капиллярной системе достигает поверхности кожи и испаряется на ней в воздушную

среду. Часть же выделяемой стопой влаги удаляется при определенных условиях через имеющиеся в обуви отверстия и зазоры.

Испарение потовыделений с поверхности стопы возможно только в том случае, если относительная влажность воздуха внутри обуви будет достаточно низкой и лишь в малой степени будет превышать влажность наружного воздуха.

Исследования в этой области показали, что в большинстве случаев относительная влажность воздуха внутри закрытой обуви не превышает 60–75 % и лишь при интенсивной физической работе и температуре наружного воздуха около 30 °С может подниматься до 90–95 %.

Ощущение повышенной потливости в обуви при этом может и не наступать, если обувь и прежде всего ее верх отличается большой *паропроницаемостью*, благодаря которой образованное внутри обуви повышенное содержание паров очень быстро выравнивается.

Если считать нормальной в гигиеническом отношении только ту обувь, внутри которой всегда отсутствуют накопления жидкого пота, когда и ее внутренняя поверхность, и носки или чулки остаются сухими, то, следовательно, *явление конденсации влаги на внутренней поверхности обуви или носков недопустимо*.

Поэтому при конструировании обуви и при выборе материалов для верха нужно стремиться, чтобы влажность воздуха внутри обуви находилась в пределах 60–70 % и не превышала 90 %.

Однако практические наблюдения и экспериментальные данные показали, что показатель паропроницаемости обувных материалов не может полностью характеризовать влагообменные свойства обуви, так как переход влаги от носков или чулок к подкладке обуви совершается главным образом вследствие тесного непосредственного их соприкосновения и лишь отчасти через воздушное пространство.

Поэтому при оценке гигиенических свойств материалов для верха обуви решающее значение имеет влагопоглощение и влагоемкость.

Для создания комфортных условий не обязательно, чтобы вся влага, выделенная стопой, испарилась в воздух. Необходимо, чтобы она была снята с поверхности стопы, поглощена материалом и не содержалась в большом количестве в слое материала, соприкасающегося со стопой.

Исследования показали, что 50 % всех выделений пота поглощается деталями обуви, около 40 % удаляется из нее в результате воздухообмена с внешней средой, и только 10–15 % удаляется через материал за счет паропроницаемости.

Как видно из приведенных данных, внутри обуви в различных участках или зонах вывод пота наружу осуществляется различными способами.

Таковыми зонами можно считать поверхности контакта:

- 1) подошвенной части стопы ее стелькой;
- 2) тыльной части стопы с верхом обуви в области союзки;
- 3) стопы с деталями носка и задника.

Рассмотрим особенности каждой из этих зон.

В первой зоне увлажненный чулок или носок под тяжестью человеческого тела плотно прижимается к стельке. При этом влага из носка или чулка диффундирует в стельку и ввиду непроницаемости низа обуви может только накапливаться в стельке и лежащих ниже деталях (простилке, подошве). Это значит, что здесь должна быть обеспечена *максимальная влагоемкость стельки для поглощения влаги при минимальном времени влагоотдачи*, чтобы за ночь обувь успела высохнуть.

Во второй зоне увлажненная поверхность носков или чулок прижимается к подкладке союзки, но менее плотно, чем в первой зоне. Переход влаги к верху обуви здесь также осуществляется главным образом при непосредственном контакте. Но в данном случае уже имеется возможность сквозной диффузии влаги через суммарную толщину подкладки и верха обуви с испарением на наружной поверхности союзки. Поэтому в данной зоне должна быть обеспечена *максимальная скорость прохождения влаги сквозь союзку*, так как значительное поглощение пота в данном случае лимитируется малой толщиной материалов подкладки и верха, а также *паропроницаемостью*.

В третьей зоне переход потовыделений в обувную подкладку происходит также в основном при непосредственном контакте. Причем ввиду непроницаемости системы подкладка – задник – верх влага поглощается только подкладкой. С другой стороны, вследствие неплотного прилегания берцов в этой области процесс влагоотдачи может протекать и путем конвекции, поэтому величина поглощения влаги в этой зоне может быть небольшой.

В носочной части вследствие малой площади контакта стопы с внутренней поверхностью обуви материал подкладки должен хорошо поглощать влагу через воздушную прослойку, отделяющую область пальцев от внутренней поверхности обуви и учитывая непроницаемость материалов жестких подносок обладать пароемкостью.

Таким образом, за исключением союзочной части обуви во всех остальных частях происходит не вывод потовыделений из обуви наружу, а накопление их за день ходьбы, причем от этих накоплений обувь освобождается естественной сушкой в течение ночи.

Влагообменные свойства обуви зависят от многих факторов, из которых основными являются: степень открытости обуви, ее конструкция и свойства материалов, используемых для изготовления обуви.

Степень открытости обуви сильно влияет на ее способность удалять влагу, выделяемую стопой. Так, в обуви открытого типа, например в летних туфлях с открытой носочной и пяточной частью, сандалиях и т. д., влага может удаляться непосредственно в окружающую среду минуя стенки обуви. Значительная открытость обуви, наряду с такими факторами, как поршневой эффект в процессе ходьбы и перемещения воздуха вокруг обуви при передвижении человека, создает благоприятные условия для замены внутриобувного воздуха воздухом из окружающей среды. Особенное значение приобретает степень открытости обуви при использовании для верха материалов с неудовлетворительными гигиеническими свойствами.

Конструкция обуви (т. е. толщина системы материалов, характер соединения отдельных слоев, образующих систему, наличие отдельных изоляционных прослоек в системе и др.) оказывает большое влияние на ее способность поглощать влагу, выделяемую стопой, и выводить ее наружу.

Например, чем больше толщина системы материалов (при отсутствии в них изоляционных прослоек), тем лучше влагообменные свойства; чем дальше от стопы расположены изоляционные прослойки в стенках обуви, тем обувь гигиеничнее.

Свойства материалов наружных, внутренних и промежуточных деталей обуви оказывают решающее влияние на влагообменные свойства ее. При этом, чем ближе расположены к стопе детали обуви, тем большее значение приобретают их гигиенические свойства.

Наименьшие требования в отношении гигиенических свойств предъявляются к материалам подошв. Затруднительность сквозного прохождения влаги, выделяемой стопой, через низ обуви, независимо от материалов подошв, приводит к сглаживанию различий в гигиенических свойствах между обувью на кожаной, резиновой, пласткожаной и другой подошве. При правильном подборе материалов для стелек и других деталей низа обуви применение подошв, не обладающих влагопоглощательными и влагопроводными свойствами, не вызывает у потребителей каких-либо нареканий.

Многочисленные исследовательские работы, в которых сопоставлялись влагообменные свойства обуви на кожаной и резиновой подошве, не смогли выявить практически существенных различий влагообменных свойств обуви в зависимости от материала подошв.

В отличие от подошв основные стельки (а также вкладные) существенно влияют на комфорт обуви. Поэтому стельки необходимо изготавливать из таких материалов, которые хорошо смачиваются водой, обеспечивают более глубокое и полное проникание влаги внутрь деталей, удаление поглощенной влаги за ночь. В соответствии с указанными требованиями основное значение для характеристики

стелечных материалов имеют показатели *влагопоглощения, общей влагоемкости и скорости влагоотдачи.*

Из материалов стелек наиболее благоприятными влагопоглощительными свойствами обладает стелечная кожа. Хуже поглощает влагу кожевенно-целлюлозный картон, СЦМ, тексон.

На влагопоглощительные свойства основных кожаных стелек положительно влияет удаление наружного лицевого слоя.

Влагопоглощительные и влагопроводные свойства материалов подносков и задников отражаются на гигиенических свойствах обуви в ограниченной степени. В отношении материалов подносков это объясняется малой поверхностью стопы, покрываемой подноском, а материалов задников – относительно легкой возможностью удаления потовых выделений стопы из пяточной части обуви вследствие поршневого эффекта в этой части обуви.

В результате опытной носки обуви с мофориновыми подносками и задниками из кожевенного картона в сопоставлении с обувью, имеющей задники и подноски из термопластического материала, было установлено, что гигиенические свойства той и другой обуви отличаются незначительно.

Влагообменные свойства материалов наружных и подкладочных деталей верха обуви оказывают большое значение на гигиенические свойства обуви. Для оценки влагообменных свойств материалов наружных и подкладочных деталей верха обуви пользуются в основном показателями *влагопоглощения и паропроницаемости.*

Паропроницаемость зависит от характера лицевых покрытий на поверхности материалов для верха и подкладки, толщины этих пленок и их микрокапиллярной структуры. Так, паропроницаемость хромовой кожи с акриловым покрытием примерно в два-три раза меньше, чем хромовой кожи с казеиновым покрытием, а кожи с нитроакриловыми покрытиями – в три-пять раз меньше, чем с казеиновыми покрытиями.

Однако практические наблюдения и экспериментальные данные показывают, что показателем паропроницаемости вне связи с показателями влагопоглощения не может быть исчерпана характеристика влагообменных свойств этих материалов. Только комплекс показателей, охватывающих величину и скорость влагопоглощения, интенсивность прохождения водяного пара, конденсация водяных паров внутри и на изнаночной поверхности, скорость обратной влагоотдачи, может дать достоверную характеристику гигиенических свойств верхних и подкладочных обувных материалов.

Так, сравнение гигиенических свойств верха обуви из искусственной замши и из хромового выростка, у которых паропроницаемость соответственно составляла 5,0 и 4,9 мг/см²·ч, а максимальная намокаемость – 76 и 157 %, показало, что в обуви с

верхом из хромового выростка потливость не ощущалась, а с верхом из искусственной замши была заметна.

Ни высокая намокаемость, ни высокая паропроницаемость обувных материалов для верха обуви в отдельности не обеспечивают необходимых гигиенических свойств обуви.

Характерно, что материал «Корфам» хотя и обладает высокой паропроницаемостью (мало отличающейся от кожи), но из-за малой способности к сорбции водяных паров, оказывается недостаточно удовлетворительным в гигиенической отношении. Аналогично, и другие виды искусственной кожи (Кларино, Патора, Хай-Телак и т. д.) по паропроницаемости значительно меньше отличаются от натуральной кожи, чем по влагопоглощению.

У кожи поглощение влаги лежит в пределах от 8 до 10 мг/см²·ч, а у СК на нетканой основе 0,8–1,5 мг/см²·ч, т. е. округленно 1/10 часть поглощаемости кожи.

Влагообменные свойства подкладочных деталей верха обуви имеют не меньшее, а даже большее значение, чем влагообменные свойства наружных деталей верха. Применение для подкладки обуви материалов с малой способностью к поглощению влаги и ее дальнейшей отдаче в окружающую среду (например, кожи с нитроакриловым покрытием, ИК с низкой паро и влагопроницаемостью и влагоемкостью) может привести к резкому ухудшению влагообменных свойств обуви, независимо от свойств материалов наружных деталей. Наоборот, использование для подкладки кожевенных материалов с высокой влагоемкостью и паропроницаемостью вместо текстильных материалов способствует значительному улучшению гигиенических свойств обуви, обеспечивает удовлетворительные влагообменные свойства даже при применении наружных деталей верха из ИК (например, в сапожках).

Существенное значение имеет также выбор материалов межподкладки и способ приклеивания ее к деталям верха. При подклеивании наружных деталей верха межподкладкой с применением каучуковых клеев и нанесением толстых сплошных клеевых пленок влагообменные свойства верха обуви резко ухудшаются.

Поэтому при наклеивании межподкладки на детали верха необходимо по возможности применять клеящие материалы, образующие паропроницаемые пленки, а также обеспечить нанесение возможно более тонких и не сплошных клеевых пленок.

Таким образом, подводя итог всему сказанному выше, можно сделать следующие выводы.

Во-первых, при конструировании обуви наряду с вопросами ее прочности и эстетики необходимо серьезное внимание уделять вопросам, связанным с гигиеническими свойствами обуви.

Во-вторых, одним из основных требований гигиены обуви является предупреждение скапливания жидкого пота на ее внутренней поверхности, что приводит к образованию в обуви «сырости».

В-третьих, для успешного решения этой задачи, т. е. для создания обуви с хорошими влагообменными свойствами, необходимо учитывать ряд положений.

1. Обувь должна быть снабжена вкладной стелькой, которую можно периодически менять. Применение вкладных стелек позволяет намного улучшить влагообменные свойства обуви, так как в стельке накапливается около половины всех потовыделений стопы. Вкладная стелька должна обладать соответствующей влагоемкостью.

2. При конструировании обуви для повышения ее влагоемкости необходимо стремиться к максимально возможному отдалению гидрофобных, не поглощающих влагу слоев от поверхности стопы.

3. Расположенные между подкладкой и верхом обуви полужесткие подноски и задники должны служить внутренним слоем, выполняющим функцию собирания влаги внутри обуви. Применение на эти детали материалов, обладающих малой влагоемкостью, приводит к тому, что 42 % верха обуви фактически не участвует в процессе проведения влаги и весь этот процесс сосредотачивается только в области союзки. Это приводит не только к ухудшению гигиены обуви, но и значительно ускоряет ее износ, за счет накопления в коже союзок солевых отложений.

4. Склеивание межподкладки с деталями верха и вклеивание боковинки должно производиться клеями, которые не препятствуют переходу влаги из материала подкладки непосредственно в кожу верха. Создание таких клеев является важной составной частью общей проблемы гигиены обуви.

В настоящее время межподкладка склеивается с союзкой клеями каучукового типа. На передовых предприятиях для этой цели применяют специальные машины, которые наносят клей полосками шириной 2–3 мм с расстоянием между ними 5–6 мм. На большинстве же фабрик межподкладку приклеивают сплошной и непрерывной каучуковой пленкой.

Это приводит к тому, что межподкладка и кожа верха, а также боковинки и межподкладка разделены пленками каучукового клея и в области союзки создается двойная изоляция кожи от стопы посредством гидрофобного материала.

Применение различных гидроизоляционных средств (включая подноски и задники) приводит к тому, что, как правило, 75 % всей площади кожи, составляющей верх обуви, лишены возможности активно участвовать в процессах поглощения влаги, поступающей с потовыделениями.

5. Для создания гигиеничной обуви необходимо превратить все внутренние прослойки в конструкции обуви в носители поглощенной влаги.

5.2 Влагозащитные свойства обуви

Влагозащитные свойства имеют большое значение для определенных видов военной, производственной, спортивной, а также осенне-зимней обуви, предназначенных для носки в условиях систематического соприкосновения с водой.

Применение в этих условиях обуви с неудовлетворительными влагозащитными свойствами может привести к простудным и ревматическим заболеваниям.

Влагозащитные свойства обуви характеризуются тремя показателями: намокаемостью, промокаемостью и водопроницаемостью.

Намокаемость характеризует способность обуви впитывать в себя воду, т. е. характеризует начальную стадию проникания воды в обувь.

Промокаемость показывает, через какой промежуток времени вода, соприкасающаяся с обувью, достигает внутренней поверхности стенок обуви, т. е. характеризует скорость проникания воды в обувь.

Водопроницаемость характеризует скорость и количество дальнейшего протекания воды в обувь через промокшие насквозь стенки обуви или зазоры.

То есть под промокаемостью и водопроницаемостью подразумевается способность обуви сопротивляться сквозному проникновению воды. Практически показатель промокаемости имеет более важное значение для характеристики влагозащитных свойств обуви, чем показатель ее водопроницаемости, т. к. неудобства обуви в первую очередь связаны с промоканием, а последующее проникание воды лишь увеличивает возникшие неудобства.

Применяемые в настоящее время методы определения влагозащитных свойств обуви можно разделить на две группы: методы, основанные на определении этих свойств при проникании воды в обувь *в статических условиях*, т. е. при неподвижном положении обуви, и методы, основанные на определении свойств *в динамических условиях*.

Существует несколько методов определения влагозащитных свойств обуви в статических условиях. Например, определение водопроницаемости обуви производится путем наливания воды в обувь и установления количества вытекшей воды через определенные промежутки времени.

Другой метод определения промокаемости и водопроницаемости обуви основан на том, что обувь одевают на колодку, на которой в разных местах укреплена металлическая сетка, соединенная с одним полюсом электрического тока, и погружают в сосуд с водой, куда подведен второй полюс. При промокании какого-нибудь участка происходит замыкание электроцепи, что фиксируется на сигнальном устройстве.

Разработан метод определения общих влагозащитных свойств обуви в статических условиях. Метод основан на погружении обуви в сосуд с водой и определении показателей влагозащитных свойств обуви путем определения количества связанной и несвязанной воды (в % от веса обуви).

При этом определяют: $A_{\text{п}}$ – полный привес обуви в результате ее намокания и проникания воды внутрь; $A_{\text{н}}$ – увеличение веса вследствие наличия несвязанной воды, количество которой определяют, выливая ее из обуви в измерительный цилиндр; $A_{\text{с}}$ – наличие связанной воды, характеризующее непосредственно намокание обуви ($A_{\text{с}} = A_{\text{п}} - A_{\text{н}}$).

Динамические методы определения влагозащитных свойств обуви по сравнению со статическими дают возможность оценить эти свойства в условиях, имитирующих условия ее носки, так как производятся в процессе ее изгибания, воспроизводящем ходьбу в обуви.

К числу важнейших свойств обуви, предназначенной для носки в условиях, сопровождающихся повторными увлажнениями, следует отнести водонепромокаемость (водостойкость). Промокание обуви в процессе ее эксплуатации неблагоприятно воздействует на стопу и организм человека, создает дискомфортные условия. Кроме того, периодическое увлажнение и высушивание обуви может приводить к деформации обуви, а также изменениям свойств материалов, способствующим ускорению износа обуви. Особенно высокие требования предъявляют к указанному свойству ряда видов юфтевой обуви. Однако преимущественная носка обуви без галош обуславливает необходимость повышения требований к водостойкости также обуви, предназначенной для повседневной носки.

Водостойкость обуви зависит не только от свойств применяемых материалов, но и от конструкции и особенностей изготовления обуви. Поэтому контроль водостойкости используемых обувных материалов не исключает необходимости оценки указанного свойства готовой обуви.

К настоящему времени известно значительное количество методов оценки водостойкости обуви, отличающихся принципом испытания, конструкцией применяемых приборов, параметрами испытаний, характером получаемых показателей.

По условиям испытаний все методы оценки водостойкости обуви подразделяются на две основные группы: приборы и методы испытания в статических условиях, при которых испытываемая обувь находится в

неподвижном состоянии, и приборы и методы испытания в динамических условиях, при которых обувь подвергается повторным механическим воздействиям.

Испытание в *статических* условиях: определение момента промокания в этих приборах основано, как правило, на использовании свойства обувных материалов снижать сопротивление прохождению электрического тока при увлажнении. К числу приборов такого типа относится прибор, изготовленный в Венгрии и демонстрировавшийся на выставке «Обувь-69». Прибор состоит из двух ванн, каждая из которых имеет штатив, предназначенный для установки полупары обуви. Прибор снабжен сигнальным устройством, имеющим сигнальные лампы и счетчики времени. Обувь перед испытанием заполняют охотничьей дробью, затем погружают в воду и включают сигнальные устройства.

Момент промокания обуви сопровождается зажиганием сигнальной лампы и выключением счетчика времени. Для определения промокшего участка обувь освобождают от дроби и обследуют ее внутреннюю поверхность с помощью специального щупа, снабженного осветительной лампой.

К преимуществам метода следует отнести простоту и удобство использования, к недостаткам – отсутствие возможности точного определения времени промокания различных участков обуви.

К числу более совершенных приборов следует отнести приборы, использующие специальные колодки с электроконтактами. Эти колодки располагают внутри обуви, которую погружают в ванну с водой и определяют время до промокания различных участков обуви. Одна из первых конструкций такого прибора была предложена Ю.П. Зыбиным для испытания юфтевой обуви. В приборе использовалась обычная затяжная колодка.

Более совершенным является прибор, разработанный в ЦНИИКПе и состоящий из ванны, раздвижной колодки с электроконтактами и сигнального устройства. Применение раздвижной колодки обеспечивает возможность плотного прилегания электроконтактов к внутренней поверхности обуви, а сигнальное устройство позволяет одновременно определять момент промокания каждого из одиннадцати участков, расположенных в наиболее вероятных местах промокания обуви. Методика испытания с использованием этого прибора стандартизована.

Как уже отмечалось, особенностью испытаний в статических условиях является неподвижность обуви. Поэтому результаты испытания обуви в статических условиях не во всех случаях совпадают с промокаемостью обуви при ее эксплуатации.

Более совершенными являются методы оценки водопромокаемости обуви в *динамических условиях*. Большинство

указанных приборов предусматривает проведение испытаний при повторных изгибах обуви.

Так, шведским научно-исследовательским институтом предложен прибор, в котором обуви сообщаются повторные изгибы. При этом обувь одевается на специальную деревянную колодку. Определение момента и участка промокания осуществляется с помощью электрического щупа, который через определенные промежутки времени вводят в обувь. Это дает невысокую точность оценки момента промокания.

К более совершенным следует отнести прибор, разработанный в Чехословакии. Действие прибора основано на сообщении обуви повторного изгиба, определения электрическим путем момента промокания с помощью электрического щупа. При этом внутреннюю часть обуви заполняют охотничьей дробью, которую после промокания извлекают из обуви.

В приборе, предложенном Ю.А. Жуковым, обувь одевается на колодку из монолитной резины и получает сложный комплекс движений, аналогичный движениям, сопровождающим носку обуви (повторный изгиб, переменное давление и т. д.). Промокание участков определяется электрическим способом. Однако использование монолитной резиновой колодки не обеспечивает плотного прилегания ее поверхности к внутренним стенкам обуви, что приводит к неточности в определении момента промокания участков обуви.

К числу наиболее совершенных приборов указанного назначения можно отнести прибор, разработанный ЦНИИКПом и предназначенный для испытания водостойкости юфтевых сапог. В обувь помещают резиновую надувную колодку с электроконтактами. Благодаря плотному прилеганию резиновой надувной колодки к внутренней поверхности обуви обеспечивается точное определение времени промокания основных участков юфтевых сапог. Момент промокания каждого участка сопровождается появлением светового сигнала в сигнальной установке.

Большинство перечисленных приборов предназначено для испытания тяжелой (рабочей и др.) обуви и не позволяет испытывать обычную повседневную обувь, т. к. она отличается большим разнообразием фасонов, родов и размеров.

Учитывая это в ЦНИИКПе был разработан прибор ИВД-0-1. В ванне прибора имеются две плиты: качающаяся и неподвижная, на которых с помощью ряда зажимов закрепляют пяточную и носочную части обуви, надетой на резиновую надувную колодку, на отдельные участки которой наклеена токопроводящая резина, являющаяся электроконтактом. Этим обеспечивается возможность одновременного испытания водостойкости различных участков обуви.

К преимуществам данного прибора относятся:

- возможность испытания обуви различных видов, родов, размеров и фасонов;
- возможность регулирования параметров испытания (угла и скорости изгиба обуви);
- высокая точность определения моментов промокания различных участков обуви;
- прибор позволяет определять также водопроницаемость (количество воды, проникшей в обувь после промокания) и намокаемость (количество воды, поглощенной деталями обуви).

Водопроницаемость – количество воды, проникшей внутрь обуви через заданное время испытания, определяется или по изменению массы помещаемого внутрь обуви гигроскопического материала или путем измерения объема выливаемой из обуви воды.

Намокаемость определяют путем измерения увеличения в килограммах и процентах массы обуви после определенного времени пребывания в воде.

Испытание водостойкости в динамических условиях является более объективным, чем в статических. В литературе имеются данные, что время до промокания обуви в статических условиях в 8–10 раз больше времени до промокания при испытании в динамических условиях при скорости деформации 67 цикл/мин. Увеличение скорости испытания \approx в 2 раза сопровождается дальнейшим снижением времени до промокания в 2–2,5 раза.

Факторы, определяющие влагозащитные свойства обуви

Намокаемость обуви зависит в основном от свойств материалов подошв и наружных деталей верха обуви, и в меньшей степени от конструкции обуви. Чаще всего в процессе носки обуви с водой соприкасаются ее подошвы, поэтому общая намокаемость обуви в первую очередь определяется намокаемостью материалов подошв. Высокой намокаемостью обладают только кожаные подошвы, в отличие от подошв из резины, каучука и поливинилхлорида, которые практически не поглощают воду. Намокаемость подошвенной кожи зависит от многих факторов: свойств и вида исходного сырья, вида дубления, характера жирования и т. д. Уменьшение намокаемости может быть достигнуто введением в кожу в процессе ее производства специальных жирующих и водоотталкивающих веществ. Намокаемость подошв в известной степени связана с ее конструкцией, так как от конструкции обуви зависит величина поверхности соприкосновения подошвы с мокрой опорной поверхностью.

Верх обуви впитывает меньшее количество воды по сравнению с низом, так как в процессе носки соприкасается с водой в меньшей степени, а также благодаря конфигурации верха обуви, способствующей

скатыванию с него воды, и наличию на поверхности изолирующих пленок.

Промокаемость и водопроницаемость могут осуществляться двумя путями: проникновением воды внутрь обуви сквозь материалы деталей обуви, или, минуя детали, через зазоры между деталями.

При отсутствии в обуви неплотностей и зазоров промокание возможно лишь в результате прохождения воды через многослойную систему деталей низа (подошва – простилка – стелька) или через верх обуви. Прохождение воды через низ обуви более затруднительно, чем через верх, так как детали низа обладают большей толщиной, меньше промокают (подошвы из резины и пласткожи вообще не промокают) и чаще всего отделены друг от друга изолирующими клеевыми прослойками.

Промокание обуви, не имеющей зазоров и неплотностей, связано главным образом с прониканием воды сквозь кожаные детали верха, реже – с прохождением воды сквозь кожаные подошвы.

Промокаемость кожи, так же как и намокаемость, зависит от смачиваемости кожи, размеров и количества в ней капилляров, толщины кожи, набухаемости ее волокон и т. д.

Хотя промокаемость и водопроницаемость кожи так же, как и ее намокаемость, обуславливаются во многом общими факторами, полного соответствия между перечисленными показателями нет. Например, быстрое промокание кожи не всегда сопровождается последующим интенсивным протеканием воды через нее, так как первое явление зависит преимущественно от способности волокон кожи смачиваться водой, а второе от степени пористости и изменений пористости под действием воды. В ряде случаев кожа пропускает после промокания сначала максимальное количество воды, а затем вследствие набухания волокон кожи и сокращения межволоконных путей, водопроницаемость снижается.

Ухудшению влагозащитных свойств подошвенной кожи способствует быстрое истирание лицевого слоя подошв в процессе носки.

Промокаемость кож верха обуви увеличивается в результате повторного намочения и высушивания, а также вследствие накопления в нем солей, содержащихся в потовых выделениях. В большей степени промокаемость и водопроницаемость верха обуви зависят от ухода за ней в процессе носки. Систематическая чистка верха обуви, смазывание обувными кремами и пастами способствуют уменьшению промокаемости и водопроницаемости.

Все сказанное относилось к обуви, не имеющей зазоров и неплотностей. Однако исследования показывают, что промокание обуви не всегда является следствием ее полного намочения. Наоборот, во

многих случаях промокаемость обуви обнаруживается гораздо раньше, чем ее намокаемость достигнет сколько-нибудь заметной величины.

Вода при этом проникает в обувь не через детали низа или верха, а через имеющиеся зазоры и неплотности в обуви. Таким образом, усилия, затраченные на изготовление возможно более водонепроницаемых материалов низа и верха, могут оказаться бесцельными при неудовлетворительной конструкции обуви и недостаточно тщательном ее изготовлении.

Основными путями проникания воды являются *зазоры между верхом и низом обуви, сквозные отверстия в низе обуви от временных или постоянных крепителей, проколы, образовавшиеся при сострачивании деталей верха между собой.*

Образование зазоров между верхом и низом обуви связано с конструкцией затяжных и подошвенных креплений. Наибольшие возможности для попадания воды внутрь обуви имеются в обуви, изготовленной способом гвоздевой затяжки с последующим механическим (гвоздевым, ниточным) прикреплением подошвы. Проникновению воды в этом случае способствует недостаточно плотное прилегание подошвы к верху вследствие образования складок на затяжной кромке.

Несколько более затруднено проникновение воды внутрь рантовой обуви, так как в данном случае положительную роль играет своеобразная конструкция соединения затяжной кромки со стелькой и рантом.

Наибольшую водонепроницаемость обуви обеспечивают химические методы крепления, основанные на сплошном соединении поверхностей затяжной кромки и подошвы. Однако здесь большую роль имеет тщательность выполнения операций. Например, перешершевание верха (иногда невидимое невооруженным глазом) может в значительной мере оказать влияние на водопромокаемость клеевого метода крепления. Необходимо отметить, что в большинстве случаев промокание обуви происходит в участках заготовки, прилегающих к грани затяжной кромки.

В случае же приклеивания подошвы без шершевания затяжной кромки водостойкость повышается.

Наиболее водостойкими оказываются участки носочной и пяточной частей, что обусловлено применением там вклеенных подносков и жестких задников.

Более быстрое промокание швов на заготовке верха обуви наблюдается в обуви с верхом из синтетических и искусственных кож.

Все известные способы повышения водостойкости обуви могут быть подразделены на три группы:

- гидрофобизация обувных материалов в ходе их изготовления;

– создание повышенной водостойкости при разработке и изготовлении обуви;

– создание и поддержание гидрофобных свойств обуви при ее эксплуатации.

Гидрофобизация обувных материалов возможна путем создания новых синтетических водостойких материалов. Что же касается натуральной кожи, то гидрофобизацию можно осуществлять различными способами:

– на стадии дубления за счет совершенствования самого процесса дубления;

– на стадии отделочных операций благодаря совершенствованию методик жирования, применению различных гидрофобизаторов (силиконы, фторорганические соединения и т. д.), нанесение водостойких лицевых полимерных покрытий на основе синтетических и искусственных полимеров;

– путем обработки готовой кожи кремний-органическими препаратами или гидрофобными мазями.

Создание повышенной водостойкости на стадии разработки и изготовления обуви осуществляется путем правильного подбора материалов для верха и низа обуви, конструкции подошвы, способа дублирования межподкладки и подкладки и т. д.

Водостойкость верха обуви в значительной степени зависит от места расположения швов, их конструкции и параметров скрепления. Для повышения водостойкости ниточных швов хлопчатобумажные нитки подвергают гидрофобизации или используют синтетические нитки.

Повышение водостойкости может быть достигнуто за счет применения клеевых и сварных соединений деталей, обработки швов различными герметиками.

Повышение водостойкости обуви возможно путем обработки ее различными водоотталкивающими пастами и эмульсиями.

Повышение водостойкости обуви может быть достигнуто путем:

– тщательного выполнения операций шершевания затяжной кромки или полного исключения этой операции при применении клеев, не требующих шершевания;

– соответствующего подбора материалов верха и подкладки обуви, а также способа их соединения между собой. Так, при сплошной намазке клеем подкладки увеличивается водостойкость верха обуви. Верх, изготовленный из синтетических кож, оказывается более водостойким в сравнении с верхом из натуральных кож. Водопроницаемость же кожаного верха в некоторой степени зависит от покрытия;

– рационального размещения швов на заготовке верха обуви. Особенно это касается обуви, изготавливаемой без подкладки, а также обуви с верхом из искусственных и синтетических кож.

Эффективным средством уменьшения промокаемости и водопроницаемости кожаных подошв является наклеивание на них резиновых подметок.

Для верха обуви для осенне-весеннего ассортимента целесообразно применение ИК и СК с подкладкой из натуральной кожи.

Следует избегать предварительного дублирования верха и подкладки перед сострачиванием деталей, чтобы не было сквозных строчек, обуславливающих быстрое промокание обуви.

Целесообразно применение более высоких каблучков с целью увеличения приподнятости пяточной части и уменьшения угла изгиба подошвы, применение платформ.

Наиболее целесообразно применение клеевого крепления подошвы без взъерашивания затяжной кромки, а также ранто-клеевого метода крепления.

При эксплуатации обуви водостойкость ее снижается за счет нарушения целостности покрытия лицевого слоя, соединительных швов под влиянием физико-механических и химических воздействий, сопровождающих носку.

Промокание обуви в период носки, как известно, происходит в условиях ее повторного изгиба, сопровождающего ходьбу и бег. Испытания промокаемости обуви в динамических условиях в ЦННИКПе установили, что скорость деформации обуви (67–127 цикл/мин) в процессе испытания оказывает большое влияние на время до промокания ее верха. Время до промокания при испытаниях в статических условиях в 8–10 раз превышает время до промокания в динамических условиях.

Основной способ поддержания водостойкости обуви при носке заключается в применении различных защитных кремов, паст и мазей. Его широко используют альпинисты и лыжники.

5.3 Теплозащитные свойства обуви

В общем комплексе гигиенических свойств обуви важное место занимают теплозащитные свойства, благодаря которым поддерживается нормальная температура стопы.

В зависимости от состояния организма, внешних условий среды, в которых находится человек, и интенсивности передачи тепла через обувь внутри ее складываются благоприятные или неблагоприятные

условия для функционирования стопы, отчего стопа может испытывать состояние комфорта или дискомфорта.

Нормальная обувь должна защищать ноги как от чрезмерного охлаждения при пониженных температурах воздуха и грунта, так и от чрезмерного нагревания при обратных условиях.

Особенно важна защита ног от действия пониженных температур окружающего воздуха ввиду того, что в нашей стране имеются обширные районы, где холодный период года длится от 200 до 280 дней и где в течение большей части года сохраняется снежный покров. Известно также, что при обмороживании в первую очередь поражаются конечности человека.

Считается нормальным, когда температура поверхности стопы находится в пределах от 19 до 33 °С. При $t > 33$ ° наблюдается перегрев стопы и обильное потовыделение, а уменьшение температуры ниже 19° влечет за собой появление ощущения холода. При $t = 8-10$ °С возникают болевые ощущения. Дальнейшее понижение температуры приводит к обмороживанию.

Обувь снижает потери тепла из внутренней полости обуви в окружающую среду.

Анализ результатов экспериментального измерения теплового сопротивления систем подтвердил, что тепловое сопротивление многослойной системы без клея практически равно сумме тепловых сопротивлений ее отдельных слоев: тепловое сопротивление двухслойной системы составляет 99 % суммы тепловых сопротивлений слоев, а трехслойной – 97 %.

Теплоотдачу от стопы, как источника тепла, через обувь во внешнюю среду можно рассматривать как передачу тепла через сложную оболочку.

Под теплозащитными свойствами обуви понимается *ее способность препятствовать излишней теплоотдаче от стопы во внешнюю среду.*

Тепловой обмен между обутой стопой и внешней средой включает передачу тепла от поверхности стопы к воздушной прослойке между стопой и внутренней обувью, от этой воздушной прослойки к внутренним стенкам обуви, от последних к наружным стенкам обуви и, наконец, от наружных стенок в окружающую среду.

Передача тепла от стопы через наружные стенки низа обуви происходит вследствие соприкосновения обуви с опорной поверхностью и воздушной средой, а через наружные стенки верха обуви – вследствие соприкосновения с воздушной средой.

Теплозащитные свойства материалов и обуви в целом определяются сопротивлением прохождению потока тепла.

Теплозащитные свойства элементарного слоя материала характеризуются величиной *теплового сопротивления* – R:

$$R = \frac{a}{\lambda} \left[\frac{\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}}{\text{Вт}} \right],$$

где a – толщина материала в м; λ – коэффициент теплопроводности материала в Вт/м $^\circ\text{C}$.

Однако стенки обуви состоят не из одного однородного материала, а представляют собой в большинстве случаев многослойную систему, образованную разнородными по толщине и тепловым свойствам материалами.

В этом случае суммарное тепловое сопротивление системы будет равно сумме тепловых сопротивлений всех элементов слоев, входящих в систему, т. е.

$$R_{\text{сум}} = R_1 + R_2 + R_3 = \frac{a_1}{\lambda_1} + \frac{a_2}{\lambda_2} + \frac{a_3}{\lambda_3} \text{ (если 3 слоя).}$$

Передача тепла внутри системы, состоящей, например, из 3 слоев, или тепловой поток через сложную систему, вычисляют по следующей формуле (при отсутствии воздушных прослоек между слоями):

$$q = \frac{\Delta T}{R_{\text{сум}}} = \frac{T_1 - T_2}{\frac{a_1}{\lambda_1} + \frac{a_2}{\lambda_2} + \frac{a_3}{\lambda_3}},$$

где $\Delta T = T_1 - T_2$ – разность температур на противоположных поверхностях сложной стенки.

Чем больше тепловой поток – q , тем хуже система с точки зрения ее теплозащитных свойств.

Однако теплообмен обутой стопы с внешней средой не исчерпывается процессом движения тепла в стенках обуви. Не менее важное значение имеет передача тепла через воздушные прослойки внутри обуви и от наружных поверхностей во внешнюю среду.

Теплоотдача на границе наружной поверхности верха обуви и воздушной среды происходит путем конвекции, т. е. вследствие соприкосновения с воздушной средой, и путем теплоизлучения.

Теплоизлучение оказывает относительно малое влияние на общую теплоотдачу. Это объясняется сравнительно невысокой температурой поверхности обуви и небольшой разницей температур обуви и окружающей среды.

В основном теплообмен происходит путем конвекции, т. е. переноса тепла перемещающимися нагретыми частицами воздуха.

Процесс теплообмена между поверхностью обуви и внешней средой характеризуется *коэффициентом теплоотдачи* – α .

Величина коэффициента теплоотдачи зависит от состояния наружной поверхности материала (шероховатость, цвет и т. д.), состояния внешней среды (скорость движения окружающего воздуха, опора на снег или грунт, нахождение в воде и т. д.), формы обуви и т. д.

Величина, обратная коэффициенту теплоотдачи, $(\frac{1}{\alpha})$ носит название сопротивления теплоотдачи и имеет размерность $\text{м}^2 \cdot \text{град} / \text{Вт}$.

Процесс передачи тепла от одной воздушной прослойки в стенках обуви к другой через какой-либо слой материала также как и от стопы к внутренней поверхности обуви, может быть выражен следующей общей формулой:

$$q = \frac{\Delta T}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{a}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}},$$

где q – величина теплового потока; ΔT – разность температур воздушных прослоек по обе стороны слоя стенки; α_1 и α_2 – коэффициенты теплоотдачи от воздушной прослойки к слою материала и от последнего к воздушной прослойке; a – толщина слоя материала; λ – коэффициент теплопроводности материала; $\frac{a}{\lambda}$ – тепловое сопротивление слоя стенки; $\frac{1}{\alpha_1}$ и $\frac{1}{\alpha_2}$ – сопротивление теплоотдачи от воздушной прослойки к слою материала и от последнего к воздушной прослойке; $\frac{1}{\alpha_1} + \frac{a}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}$ – суммарное сопротивление теплопередаче; $\frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{a}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} = K$ – коэффициент теплопередачи [$\text{Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{°C}$].

Полное суммарное сопротивление обуви, соответствующее теплопередаче от стопы через стенки обуви во внешнюю среду – $R_{\text{полн}}$, может быть выражено в упрощенной форме следующим уравнением:

$$R_{\text{полн}} = R_{\text{сум}} + R_{\text{пов}} = \frac{a_{\text{сум}}}{\lambda_{\text{сум}}} + \frac{1}{\alpha} \left[\frac{\text{м}^2 \cdot \text{градС}}{\text{Вт}} \right],$$

где $R_{\text{сум}}$ – сопротивление прохождению тепла через систему материалов обуви (суммарное тепловое сопротивление); $R_{\text{пов}}$ – сопротивление переходу тепла от наружной поверхности во внешнюю среду.

Суммарное тепловое сопротивление системы будет состоять из теплового сопротивления низа – $R_{\text{н}}$ и верха – $R_{\text{в}}$ обуви.

$$R_{\text{полн}} = R_{\text{н}}^{\text{полн}} + R_{\text{в}}^{\text{полн}}.$$

Тепловые потери обутной стопы зависят от различных факторов: соотношений температуры стопы и окружающей среды, скорости

движения окружающего воздуха и его относительной влажности, теплозащитных свойств обуви и т. д.

Колебания температуры окружающей среды и наружной поверхности обуви не всегда приводят к соответствующим изменениям температуры стопы: если колебания температуры окружающей среды не выходят за известные пределы, то температура стопы может оставаться почти постоянной.

На устойчивость температуры стопы кроме теплозащитных свойств обуви влияют характер выполняемой работы (покой, большая или меньшая подвижность, физическая работа) и индивидуальные особенности человека (возраст, состояние здоровья).

Суммарная теплоотдача телом взрослого человека составляет в нормальных метеорологических условиях: при легкой и средней физической работе $100\text{--}150\text{ Вт/м}^2$, при тяжелой работе $200\text{--}300\text{ Вт/м}^2$.

Если допустить, что теплоотдача всеми частями тела происходит равномерно (что не вполне отвечает действительности), то теплоотдача стопой и голенью составляет соответственно: при легкой и средней физической работе $3,1\text{--}4,7\text{ Вт/м}^2$ (для стопы) и $6,3\text{--}9,1$ (для голени), и при тяжелой работе – $6,5\text{--}9,6$ и $13,2\text{--}19,4\text{ Вт/м}^2$.

Для нормального функционирования стопы и голени величина теплопотери обуви должна примерно соответствовать указанным величинам теплоотдачи. В противном случае возможны чрезмерные охлаждения или нагрев стопы.

Зная теплопотери обуви можно установить, каким тепловым сопротивлением должна обладать обувь в определенных условиях носки.

Зная же суммарное тепловое сопротивление обуви, можно подобрать для нее конструкцию и материалы, создающие требуемое тепловое сопротивление и тем самым обеспечить комфортные условия для стопы.

Следовательно, зная факторы, определяющие теплозащитные свойства обуви, можно создать обувь различных теплозащитных свойств путем подбора материалов для верха и низа обуви.

При проектировании обуви для различных климатических условий эксплуатации необходимо рассчитать показатели ее теплозащитных свойств, при которых обеспечивалось бы нормальное тепловое состояние стопы в течение определенного времени.

Лебедевой удалось установить аналитическую связь изменения температуры кожи стопы человека, характеризующей ее тепловое состояние, с показателями теплозащитных свойств обуви, метеорологическими условиями и временем пребывания человека в данных условиях. При этом полное суммарное тепловое сопротивление обуви $R_{\text{полн}}^{\text{сумм}}$ рассчитывают исходя из теплообразования Q стопы в течение времени t

$$R_{\text{полн}}^{\text{сумм}} = \frac{1,21\tau(t_k - t_b)}{Q\tau + 17,2 \cdot 10^{-3}(t_n - t_k)}, \text{ м}^2 \cdot \text{град/Вт},$$

где τ – время, с; t_k – критическая температура кожи, °С ($t_k = 20$ °С); t_b – температура окружающей среды, °С; Q – тепло, поступающее к стопе с кровью, численно равно теплообразованию организма, рассчитанному на единицу площади, Вт/м²; t_n – начальная температура кожи стопы, °С.

Здесь характеристикой метеорологических условий окружающей среды является температура воздуха с учетом поправки на скорость ветра (ветровой декремент).

Тепло, поступающее к стопе

$$Q = M + Q_1 + Q_2,$$

где M – теплообразование организма, приходящееся на единицу площади тела; Q_1 – тепло от внешних источников, которыми могут быть обогреватели различного рода, помещаемые в обувь; Q_2 – тепло от солнечной радиации.

Количество тепла, отводимое стопой, стоящей на полу, не должно быть меньше 1 ккал/ч (4,1868 кДж/ч) и больше 2 ккал/ч (8,3736 кДж/ч).

Для бытовой обуви без искусственных обогревателей, эксплуатируемой в условиях, где нет сильной солнечной радиации, можно считать, что $Q = M$. При этом на теплообразование организма влияют возраст и физическая активность человека, его масса и площадь стопы, теплоемкость тела и т. д. Эти данные можно найти в соответствующей медицинской литературе. Следует отметить, что отношение массы человека к поверхности его тела можно считать величиной постоянной.

Для людей любого телосложения отношение массы стопы к ее площади мало изменяется и в расчетах ее можно принять постоянной, равной 0,04.

Так как для верха обуви при естественной конвекции воздуха $1/\alpha \approx 0,12 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$, а для низа при стоянии на снегу или мокром грунте $1/\alpha = 0$, то чтобы получить суммарное тепловое сопротивление верха, значение, найденное по формуле, необходимо уменьшить на 0,12, а для низа оставить тем же.

Подставив в уравнение параметры, определяют полное суммарное тепловое сопротивление обуви в конкретных условиях и исходя из него, подбирают материалы для верха и низа обуви, учитывая факторы, влияющие на теплозащитные свойства обуви.

Факторы, определяющие теплозащитные свойства обуви

На теплозащитные свойства обуви влияют разнообразные

факторы: форма и конструкция верха и низа обуви, свойства материалов, метод крепления и т. д.

С формой и конструкцией обуви связаны ее степень открытости и величина поверхности касания низа обуви с опорной поверхностью, толщина системы верха и низа и т. д.

Степень открытости – для защиты ног от холода обувь должна быть более высокой и менее открытой. Обувь же летнего типа, наоборот, целесообразно изготавливать с открытыми носочной и пяточной частями, с большим числом перфораций, благодаря чему облегчается теплообмен стопы с внешней средой.

Величина поверхности касания низа обуви с опорной поверхностью зависит от продольного и поперечного профиля следа обуви и высоты каблука, а в обуви с резиновыми формованными подошвами – от высоты рифления подошвы с ходовой стороны. Благодаря глубокому рифлению можно существенно уменьшить величину поверхности касания низа обуви, обеспечить образование между низом и опорной поверхностью воздушных прослоек и заметно повысить теплозащитные свойства обуви.

С увеличением *толщины и количества слоев*, образующих систему верха и низа обуви, ее теплозащитные свойства улучшаются. Поэтому количество слоев и общая толщина системы в зимней обуви значительно больше, чем в летней.

Свойства материалов верха и низа обуви (их теплопроводность) оказывают большое влияние на теплозащитные свойства обуви. Включение в многослойную систему хотя бы одного слоя с низкой теплопроводностью приводит к резкому уменьшению теплопроводности всей системы.

Вид материала *наружных деталей* заготовки оказывает небольшое влияние на суммарное тепловое сопротивление системы при использовании для верха натуральных, искусственных и синтетических кож. При этом теплозащитные свойства ИК и СК в нормальных условиях сравнимы со свойствами натуральных кож.

В большей степени влияние материала наружных деталей сказывается, когда для верха используются ткани. Так, суммарное тепловое сопротивление сукна дублированного полушерстяной байкой значительно превышает суммарное тепловое сопротивление ИК и НК.

Наибольшее влияние на теплозащитные свойства обуви оказывает *вид материала подкладки*. Так, использование в сочетании с выростком хромового дублирования в качестве подкладки полушерстяной байки повышает суммарное тепловое сопротивление системы почти в 1,5 раза по сравнению с подкладкой из тик-саржи, а применение искусственного меха – в 2,2 раза.

Межподкладка мало изменяет тепловое сопротивление системы верха обуви из-за малой толщины. Что касается *жестких подносков и*

задников, то они оказывают существенное влияние на теплозащитные свойства обуви в носочной и пяточной частях. Жесткие подноски и задники увеличивают толщину пакета в носке и заднике и создают дополнительные воздушные прослойки по сравнению с союзочной частью обуви. Так, тепловое сопротивление носочной части с эластичными и термопластическими подносками выше по сравнению с союзками в среднем на 10–15 %.

Еще более высокие тепловые сопротивления обеспечивают системы, моделирующие задники обуви, что обусловлено повышенной толщиной и невысокой теплопроводностью обувных картонов, используемых на жесткие задники. При применении картонных задников из картонов 3-1 и 3-2 тепловое сопротивление в пяточной части увеличивается на 20–40 %.

Наиболее высокими теплозащитными свойствами обладают многослойные конструкции верха и низа обуви с деталями из пористых материалов. Чем пористее материал, тем лучше его теплозащитные свойства, так как воздух плохой проводник тепла.

Наиболее высокими теплозащитными свойствами обладает обувь с верхом из толстых пористых, ворсовых и рыхлых материалов: например, драпы с подкладкой из искусственного или натурального меха.

Для подошв в последнее время широко используются микропористые резины и пористый полиуретан повышенной толщины.

Для улучшения теплозащитных свойств в зимней обуви широко используют дополнительные вкладные стельки, как правило, из 2-х слоев (картон + мех, картон + войлок). Например, участники американской антарктической экспедиции пользовались стельками из слоя войлока толщиной 14 мм и нескольких слоев нейлоновой сетки.

Вообще, тепловое сопротивление низа обуви можно в значительных пределах (до 2 раз) менять при помощи вкладных стелек различной конструкции.

Характер соединения слоев системы также оказывает влияние на ТЗС. На теплозащитные свойства обуви влияют воздушные зазоры в местах стыка слоев материала. Они оказывают дополнительное сопротивление переносу теплоты.

Наоборот, клей скрепляющий слои системы, и вид клеевой пленки снижают тепловое сопротивление системы. Так, исследования показали, что тепловое сопротивление систем, скрепленных прерывистой клеевой пленкой, в среднем на 9 % ниже теплового сопротивления систем без клея, и тепловое сопротивление систем, скрепленных сплошной клеевой пленкой в среднем на 13 % ниже теплового сопротивления систем без клея.

С учетом этого для расчета суммарного теплового сопротивления систем в зависимости от технологии их сборки можно использовать

выражение

$$R_{\text{сум}} = k_R (R_{\text{в}} + R_{\text{м/п}} + R_{\text{п}}),$$

где $R_{\text{в}}$, $R_{\text{м/п}}$ и $R_{\text{п}}$ – тепловые сопротивления материалов верха, межподкладки и подкладки; k_R – безразмерный коэффициент, учитывающий технологию сборки заготовки. Для систем без клея $k_R = 1$, для систем с прерывистой клеевой пленкой $k_R = 0,91$, со сплошной клеевой пленкой $k_R = 0,87$.

Подбор клеев, увеличивающих теплозащитные свойства обуви, занимает не последнее место.

На тепловое сопротивление низа обуви также большое влияние оказывает *характер соединения слоев или способ крепления низа обуви*. Исследования показали, что наиболее высокими показателями теплового сопротивления низа при прочих равных условиях отличается обувь рантового метода крепления, затем следует обувь клеевого метода крепления и хуже всего показатели теплового сопротивления у обуви гвоздевого метода крепления.

Теплозащитные свойства элементарных слоев и многослойных систем верха и низа обуви в большой степени зависят от содержания в них влаги. Дело в том, что при увлажнении материалов теплопроводность их резко увеличивается, так как влага, занявшая место воздуха в порах, обладает \approx в 20 раз большей теплопроводностью, чем воздух. Увеличение влажности материалов на 1 % приводит к повышению коэффициента теплопроводности на 4–5 %.

Эксперименты показывают, что при поглощении ботинком 50–60 г влаги из воздуха, насыщенного парами, тепловое сопротивление его падает примерно на 35 %. Еще больше оно снижается при намокании обуви в воде.

Поэтому, в сырую погоду придание верху обуви водоотталкивающих качеств способствует сохранению теплозащитных свойств в этих условиях.

Анализ уравнения теплового потока q показывает, что потери q показывает, что потери тепла можно уменьшить также за счет *уменьшения теплоотдачи* на наружной поверхности обуви. Это можно сделать, например, увеличивая шероховатость внешней поверхности обуви.

При ходьбе периодически часть согретого стопой воздуха порциями выталкивается наружу через зазоры между голенью и обувью, а соответственно порции холодного воздуха замещают теплые. *Уменьшение внутренней теплоотдачи* можно достичь путем сокращения путей сообщения между внутренним и наружным объемами воздуха.

Большое влияние на теплоотдачу обуви оказывает скорость движения воздуха. При увеличении скорости ветра до 4,8 м/с тепловое

сопротивление снижается на 33–39 % по сравнению со спокойным состоянием воздуха. Это связано с тем, что при таком повышении скорости ветра коэффициент теплоотдачи α возрастает в 4–6 раз.

В процессе эксплуатации обувь подвергается механическим (изгиб, сжатие деталей низа и верха, трение подошвы о грунт и т. д.), гигротермическим (многократные увлажнения и высушивания в условиях повышенной или пониженной температуры окружающей среды), биологическим и физико-химическим (потоотделению стопы, грязь, пыль, агрессивные среды) воздействиям, которые оказывают влияние на теплозащитные свойства обуви.

Экспериментальные исследования мужских ботинок, тепловое сопротивление которых определялось через 1, 2, 4 и 6 месяцев носки, показали, что с увеличением срока эксплуатации тепловое сопротивление уменьшается.

Таблица 5.2 – Уменьшение теплового сопротивления мужских ботинок в процессе носки

Время носки	Тепловое сопротивление верха ботинок при $t_{\text{воздуха}} + 18^{\circ}\text{C}$ в $\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$
Новые	0,0771
1	0,0564
2	0,0493
4	0,0455
6	0,0396

Особенно заметное понижение показателя теплозащитных свойств обуви происходит за первые два месяца носки, хотя в этот период заметного износа деталей не наблюдается. Причиной этого является приформование обуви к стопе, что вызывает уплотнение материалов и ликвидацию воздушных прослоек. В последующий период изменение теплового сопротивления происходит более равномерно. Материалы верха взаимодействуют с потовыми отделениями стопы, их пористость уменьшается, что обуславливает понижение теплового сопротивления.

Для оценки сохранения теплозащитных свойств обуви Л.В. Кедровым был предложен коэффициент сохранения теплозащитных свойств обуви в носке, который равен отношению теплового сопротивления ношенной обуви через 3 месяца носки к показателю новой обуви. Коэффициент сохранения теплозащитных свойств исследуемой обуви находится в пределах 0,52–0,59.

В таблице 5.3 приведены температурные режимы наиболее благоприятные для эксплуатации обуви с указанными теплозащитными свойствами.

Таблица 5.3 – Тепловые сопротивления обуви для различных периодов носки

Период носки	Интервал температуры, °С	Полное суммарное тепловое сопротивление обуви, м ² ·°С/Вт	Суммарное тепловое сопротивление верха обуви, м ² ·°С/Вт	Суммарное тепловое сопротивление низа обуви, м ² ·°С/Вт
Переходный	от +5 до -4,9	0,14 – 0,18	0,08 – 0,11	0,22 – 0,28
1 холодный	от -5 до -19,9	0,18 – 0,27	0,12 – 0,22	0,23 – 0,32
2 холодный	от -20 до -34,9	0,27 – 0,37	0,18 – 0,27	0,31 – 0,46
3 холодный	от -35 до -49,9	0,37 – 0,52	0,27 – 0,39	0,35 – 0,55
4 холодный	от -50 до -64,9	0,52 – 0,72	0,40 – 0,56	0,46 – 0,47

Методы определения теплозащитных свойств обуви

Теплозащитные свойства обуви определяются в значительной мере свойствами применяемых материалов, однако они также зависят от конструкции обуви и особенностей ее изготовления. Поэтому контроль теплозащитных свойств обувных материалов и их систем не исключает необходимости оценки теплозащитных свойств готовой обуви, так как конструктивные особенности, характер обработки и сборки деталей, форма обуви, наличие воздушных прослоек между слоями и т. д. оказывают существенное влияние на теплозащитные свойства готовой обуви, и их влияние порой трудно учесть.

Оценка теплозащитных свойств обуви проводится или непосредственно на стопе человека в различных метеорологических условиях, или в лабораторных условиях с помощью приборов, моделирующих процесс теплообмена между стопой и окружающей средой.

При испытании обуви непосредственно на стопе человека теплозащитные свойства определяют по состоянию температуры кожного покрова в различных точках стопы. Поскольку температура в области большого пальца стопы по сравнению с другими ее участками минимальна, как правило, измеряют температуру кожи большого пальца. Достоинствами методов определения теплозащитных свойств обуви непосредственно на стопе человека является максимальное приближение условий измерения к реальным эксплуатационным, хорошая воспроизводимость результатов и т. д. Но в то же время они требуют проведения большого количества измерений в естественных условиях, что очень трудоемко, дорогостояще и практически

неосуществимо для всего ассортимента обуви. Кроме того результаты измерений зависят от субъективных ощущений человека.

Поэтому были созданы методы оценки теплозащитных свойств обуви на приборах, моделирующих процесс теплопроводности и теплоотдачи через обувь в лабораторных условиях. Существуют две группы методов исследования теплозащитных свойств обуви в лабораторных условиях: методы испытания в *условиях стационарного теплообмена* и методы испытаний в *условиях нестационарного теплового режима*.

При стационарных режимах в обувь вкладывают ядро, форма которого соответствует форме обуви. В качестве ядра используют, как правило, чулок из трикотажного полотна, заполненный медными стружками, или толстостенный каучуковый баллон, выполненный по форме внутренней обуви, заполненный водой. Туда помещают электрический нагреватель и термомпары для измерения температуры ядра. Температура окружающей среды поддерживается постоянной. Ядро нагревают до определенной температуры ($\approx 35\text{--}37\text{ }^\circ\text{C}$) и в дальнейшем она поддерживается на заданном уровне, т. е. создается стационарное температурное поле. *Теплозащитные свойства обуви определяют либо по абсолютному количеству тепла, передаваемого через обувь в единицу времени, либо по относительному показателю, характеризующему отношение в процентах количества тепла, отдаваемого поверхностью обуви, к количеству тепла, отдаваемому поверхностью ядра без обуви, либо сравнением потерь тепла двумя изделиями, одно из которых является эталонным.* Эти методы позволяют получить объективные и достаточно точные результаты, так как хорошо имитируют реальные условия эксплуатации обуви. Однако в них трудно поддерживать условия стационарного теплообмена. Изготовление ядра в форме стопы затруднительно и требует значительных затрат, так как для каждого вида и размера обуви необходимо свое ядро. Методы позволяют судить о теплозащитных свойствах обуви только с помощью косвенных характеристик.

Из методов нестационарного теплового режима при испытании обуви получил наибольшее распространение метод регулярного теплообмена, при помощи бикалориметра (рис. 5.1). Основной частью бикалориметра является помещаемое в обувь «остывающее ядро», по темпу охлаждения которого и судят о теплозащитной способности обуви.

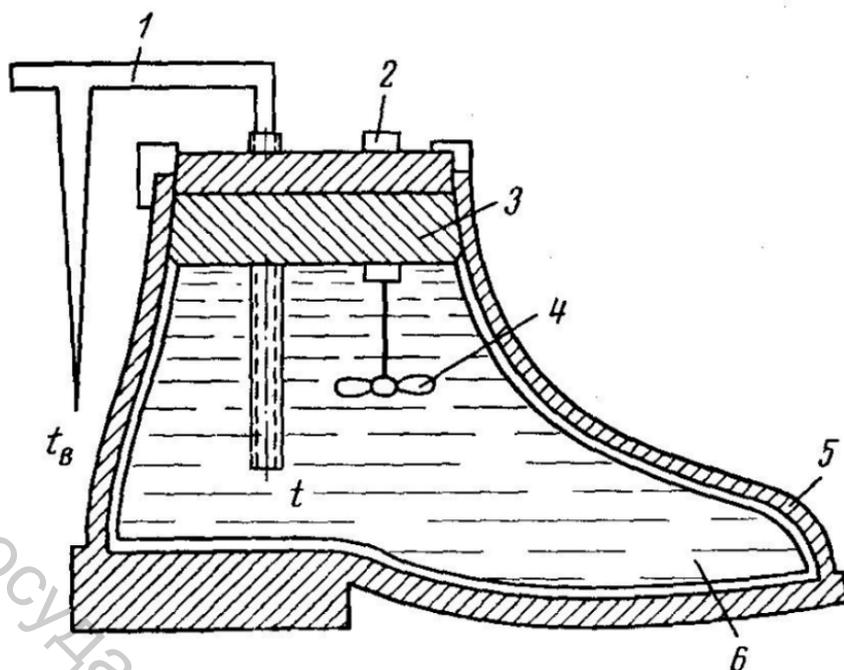


Рисунок 5.1 – Схема установки для определения темпа регулярного охлаждения обуви: 1 – термопара; 2 – слой войлока; 3 – площадка из пористой резины; 4 – мешалка; 5 – испытуемая обувь; 6 – резиновая колодка, наполненная нагретой водой; t – температура воды в колодке; $t_{в}$ – температура внешней среды

В качестве ядра используется подогретая вода, помещенная в тонкий каучуковый баллон, выполненный по форме внутренней обуви, с небольшой площадкой из теплоизоляционного материала в верхней части. Так как ядро имеет достаточно тонкую оболочку, то под действием давления воды оно плотно прилегает к стенкам обуви. Это позволяет пренебречь тепловым сопротивлением каучуковой оболочки. Температуру ядра измеряют термопарой. Мешалка позволяет хорошо выравнивать температуру по всему объему ядра.

Охлаждение ядра начинается при температуре около $37\text{ }^{\circ}\text{C}$. В течение опыта поддерживается постоянная температура внешней среды и коэффициент теплообмена. Через некоторое время процесс охлаждения ядра будет проходить в регулярном тепловом режиме.

Выбрав два момента времени τ_1 и τ_2 , измеряют температурные напоры (разность температур воды ядра и воздуха) и подсчитывают темп (быстроту) регулярного охлаждения – m

$$m = \frac{\ln V_1 - \ln V_2}{\tau_2 - \tau_1},$$

где V_1 и V_2 – температурные напоры (разность температур воды и

окружающего воздуха в два момента времени); τ_1 и τ_2 – время между двумя замерами.

Определив темп регулярного охлаждения, рассчитывают полное суммарное тепловое сопротивление обуви

$$R_{\text{полн}}^{\text{сум}} = \frac{1}{m \cdot \Phi_{\text{я}}},$$

где $\Phi_{\text{я}}$ – константа (фактор) ядра, равная отношению полной теплоемкости ядра к внутренней поверхности обуви (зависит от геометрии обуви).

Для стандартной мужской обуви $\Phi_{\text{я}} = 12,4 \div 12,7 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°К}}$; для женской – $\Phi_{\text{я}} = 11,3 \div 12,0 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°К}}$; для мужской обуви специального назначения – $\Phi_{\text{я}} = 12,7 \div 15,1 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°К}}$.

Метод бикалориметра позволяет с высокой точностью (погрешность опыта не превышает 2,5 %) определить полное суммарное тепловое сопротивление $R_{\text{сум}}$, т. е. дать комплексную характеристику теплозащитных свойств обуви. С помощью бикалориметра можно проводить испытания при различных состояниях окружающей среды, выявить изменения теплового сопротивления при увлажнении обуви и т. д.

Но наряду с неоспоримыми достоинствами метод бикалориметра имеет и ряд недостатков, основным из которых является невозможность определения теплозащитной способности отдельных участков обуви. Дело в том, что конструкция обуви очень неоднородна, верх и низ обуви представляют собой системы различных по толщине и свойствам материалов, причем части конструкции различаются количеством деталей и слоев, что обуславливает локальное распределение теплозащитных свойств по поверхности обуви. Обувь же должна обладать необходимым уровнем теплозащитных свойств по всей поверхности, так как недостаточная их величина на одном участке не может быть компенсирована повышенным значением на другом.

Область с пониженной теплозащитной способностью будет причиной переохлаждения стопы. В связи с этим возникает необходимость определения теплозащитной способности отдельных участков обуви. Для этих целей использовали жидкие кристаллы, которые в виде тонкого слоя пасты наносили на наружную поверхность обуви. По цвету различных областей определяли температуру различных участков поверхности.

Сложную конструкцию обуви можно в общем виде представить схемой, представленной на рисунке 5.2.

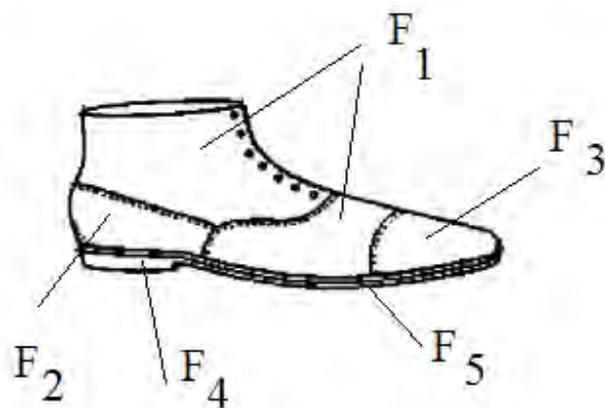


Рисунок 5.2 – Схема конструкции обуви

Здесь условно обозначены зоны обуви, обладающие разным тепловым сопротивлением, поскольку составлены из разных компонентов.

При этом полная площадь теплоотдающей поверхности F всей обуви равняется

$$F = F_1 + F_2 + \dots + F_5 = \sum_{j=1}^5 F_j.$$

Полное же суммарное тепловое сопротивление всей конструкции обуви при этом рассчитывается исходя из теплозащитной способности участков верха с учетом их площади:

$$\frac{1}{\alpha} R^{\text{сум}} = \frac{F}{\frac{F_1}{R_1 + \frac{1}{\alpha_1}} + \frac{F_2}{R_2 + \frac{1}{\alpha_2}} + \dots + \frac{F_5}{R_5 + \frac{1}{\alpha_5}}},$$

где $R_1 - R_5$ – суммарные тепловые сопротивления отдельных участков обуви; $\frac{1}{\alpha_1} \dots \frac{1}{\alpha_5}$ – сопротивление теплоотдачи отдельных участков.

Использование данной методики позволяет сравнить теплозащитную способность различных частей обуви, выявить области с минимальным и максимальным тепловым сопротивлением.

Исследования показали, что наибольшее суммарное тепловое сопротивление соответствует носочной части обуви и области задников. Объяснить это можно тем, что в носочной и пяточной частях обуви присутствуют жесткие внутренние детали, которые в значительной мере увеличивают толщину системы верха и тем самым обеспечивают повышенный теплозащитный эффект этих участков.

Так, например, в мужских полуботинках (верх – натуральная кожа, подкладка – тик-саржа) суммарное тепловое сопротивление в

носочной части равно $0,168 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, в союзочной – $0,118$, в области задинок – $0,196 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ (общее значение показателя – $0,155 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$).

Таким образом, при проектировании обуви, обеспечивающей соответствующую величину теплозащитных свойств по всей поверхности, необходимо знать суммарное тепловое сопротивление отдельных ее участков.

Необходимо также учитывать, что в процессе носки тепловое сопротивление обуви изменяется неравномерно по всем участкам. Наиболее резкое уменьшение теплового сопротивления наблюдается в области союзок. Объясняется это тем, что на эту область действуют максимальные нагрузки со стороны стопы. Обувь в области плюсне-фалангового сочленения подвергается наибольшей деформации и, следовательно, наибольшему уплотнению материалов. Вследствие многократных изгибов на лицевой стороне верха появляются трещины, а на подкладочной – сквозные дефекты.

В носочной части и в области задинок тепловое сопротивление понижается не так интенсивно, что связано с наличием в этих участках жестких промежуточных деталей, которые препятствуют деформированию обуви на этих участках.

6 ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ОБУВИ

6.1 Жесткость обуви

Одним из наиболее важных факторов, определяющих удобство обуви при эксплуатации, является ее гибкость (т. е. обратная величина жесткости).

Среди комплекса эргономических свойств обуви этот показатель занимает одно из важнейших мест, так как он определяет энергозатраты и удобство при ходьбе человека.

Однако следует учитывать, что не всегда жесткость является отрицательным фактором. Обувь различного назначения должна обладать различной жесткостью. Так, бытовую обувь стремятся делать менее жесткой, так как большая жесткость требует значительных усилий ее преодоления. В то же время некоторые виды специальной обуви должны обладать большой жесткостью, так как жесткость в этом случае предохраняет стопу от повреждений.

Во время ходьбы между стопой и обувью происходят сложные силовые взаимодействия. Так, на верх обуви действуют силы давления тыльной части стопы, а на низ – силы опорного давления стопы. В свою очередь, ввиду сопротивления деформациям обувь оказывает давление на тыльную, боковую и подошвенную части стопы.

На силовое взаимодействие обуви со стопой большое влияние оказывает сопротивление ее деформациям или другими словами жесткость обуви.

Различают три основных вида сопротивления обуви деформациям (или три вида жесткости обуви):

1. Жесткость на изгиб (изгибная жесткость) характеризует сопротивление обуви изгибу. Этот вид жесткости проявляется особенно резко при ходьбе и беге.

2. Распорная жесткость характеризует сопротивление поперечных сечений обуви, особенно в области плюснефалангового сочленения, изменению формы, которое связано с силами давления тыльной и боковой поверхностей стопы на верх обуви. Этот вид жесткости проявляется как при стоянии, так и при движении человека.

3. Опорная жесткость характеризует сопротивление низа обуви изменению геометрической формы в направлении увеличения контакта опорной поверхности стопы с обувью под действием сил, нормальных к опорной поверхности. Этот вид жесткости проявляется как в статике, так и в динамике.

4. Жесткость и упругость геленочной части обуви.

Физиологическое влияние указанных четырех видов жесткости на стопу и ее биомеханику совершенно различно, поэтому объединение их

в единое понятие жесткости обуви (как это часто делают) нельзя считать целесообразным.

Рассмотрим каждый вид жесткости в отдельности.

6.1.1 Изгибная жесткость обуви

Требование достаточной гибкости обуви, не препятствующей работе мышц, отмечается как одно из важнейших почти во всех работах, касающихся вопроса об улучшении качества и рациональности обуви.

Это связано с тем, что обувь, обладающая большой изгибной жесткостью, вызывает много неудобств при ходьбе, утомляемость, а иногда и травму стопы.

При биомеханических исследованиях было установлено, что в жесткой обуви пальцы стопы находятся в напряженном положении, упираясь в подошву, что понижает устойчивость стопы. В пяточной части между стопой и обувью образуется значительное пространство, т. е. обувь сползает с пятки, жесткая обувь ограничивает движение голеностопного сустава, скорость сгибания в отдельных суставах (голеностопном, коленном) замедлена.

Таким образом, при носке жесткой обуви возникают условия для ненормальных изменений в походке человека, так как стопа в процессе движения вынуждена приспособляться к такой обуви.

Чем больше жесткость обуви, тем меньше угол изгиба стопы при ходьбе, т. е. меньше амплитуда движения в плюснефаланговом сочленении. Так, по данным киносъепок, при ходьбе мужчин в обуви жесткостью 69 Н максимальный угол изгиба составляет примерно 29° , при ходьбе же в обуви жесткостью 30 Н – 36° , а при ходьбе без обуви $\approx 48^\circ$.

При сгибании обуви в пучках человек затрачивает некоторую силу, необходимую для поднятия пяточной части и для прижатия передней части обуви к опоре. Поэтому, чем больше изгибная жесткость обуви, тем больше требуется затратить усилий для преодоления этой жесткости, тем большую работу совершают мышцы ноги человека, тем скорее они утомляются.

Расход энергии на ходьбу в жесткой обуви оказывается на 12,7 % больше по сравнению с ходьбой без обуви.

Короче говоря, чем больше факторов, препятствующих нормальному распределению сил при ходьбе, тем больше необходимо затратить неэкономных усилий на осуществление движения, тем обувь менее удобна.

Следует остановиться еще на одном важном вопросе, связанном с гибкостью обуви. При ходьбе в обуви с жестким низом в момент

отталкивания ноги от грунта усилие сосредотачивается на ограниченном участке носочной части подошвы. Это приводит к концентрации нагрузок в этом месте и в результате к более быстрому износу подошв в жесткой обуви. Так, данные по испытанию обуви «Парко» показали, что средний срок службы гибкой обуви составил 85 дней, а жесткой – 68 дней.

В обуви клеевого метода крепления с увеличением жесткости низа повышается число случаев отклеивания подошвы в носочной части.

Таким образом, чем жестче обувь, тем больше неудобств причиняет она при ходьбе, тем больше усилий требуется для ее изгибания в процессе ходьбы, тем быстрее происходит износ подошв. Вот почему требование достаточной гибкости обуви отмечается как одно из важнейших почти во всех работах, касающихся создания рациональных конструкций обуви.

Методы определения изгибной жесткости (гибкости) обуви

Для количественного определения степени жесткости как у нас в стране, так и за рубежом, созданы различные приборы. Анализ существующих методов показывает, что подход к измерению жесткости обуви во всех методах в основном одинаков и основан на изгибании обуви в пучковой части на угол 25° и определении усилия, необходимо для этого изгибания.

В то же время все известные методы и приборы по характеру воздействия на обувь могут быть разделены на две большие группы.

Первую группу составляют методы и устройства, в которых при измерении жесткости обуви происходит подъем пяточной части при неподвижном положении носочно-пучковой части обуви.

Ко второй группе относятся методы и приборы, в которых, наоборот, поднимают носочную часть обуви при неподвижном положении пяточно-геленочной части.

Принципиальным отличием методов первой и второй групп является то, что при определении изгибной жесткости обуви на приборах первой группы плечо изгиба меняется в зависимости от размера обуви, а при испытании на приборах второй группы плечо изгиба остается постоянным.

Кроме того, различные методы используют различные единицы для характеристики изгибной жесткости обуви ($\text{H}/\text{см}$ – усилие изгиба деленное на ширину подошвы по линии изгиба, $\text{H}/1^\circ$, условные единицы).

Существуют отличия и в скорости проведения испытаний (60 мм/мин, 100 мм/мин).

Следует отметить, что в большинстве существующих приборов для измерения изгибной жесткости характер нагружения не

соответствует тому, что имеет место в реальных условиях носки (рис. 6.1). Это касается, прежде всего, временных и пространственных условий приложения изгибающих усилий к образцу обуви. Не в полной мере решены вопросы испытания обуви с различной высотой каблука. Большинство приборов не позволяет производить многоцикловые испытания и т. д.

Таким образом, при разработке новых методик измерения изгибной жесткости обуви следует исходить из механизма изгиба обуви при ходьбе, т. е. подъема пяточной части при неподвижном положении носочно-пучковой.

При оценке жесткости обуви обязательно нужно учитывать такой фактор, как размер обуви. Так по данным Хоменковой Н.Г., усилия для изгибания обуви 245 размера составили 60 Н, а обуви 280 – 45 Н, т. е. снизились \approx на 25 %. По данным ЛИТЛПа (1989 г.) жесткость малодетской обуви 140 размера составила 50,1 Н, а 165 размера – 30,2 Н (\approx 40 %).

Следует рекомендовать различные величины углов изгиба для обуви с различной высотой каблука

По данным литературы у различных категорий носчиков при ходьбе в обуви различной жесткости угол изгиба колеблется в пределах 22–39°. С увеличением высоты каблука уменьшается и угол изгиба обуви в пучках при ходьбе. Существует точка зрения, что начиная с высоты каблука 60 мм, в дальнейшем не происходит никакого изгиба низа обуви при ходьбе. Однако это утверждение нельзя считать бесспорным. Наши исследования показали, что с увеличением высоты каблука от 20 до 80 мм угол изгиба уменьшается с 36,3 до 12,6 градуса. При этом суммарный угол подъема пятки над опорой $\gamma_i = \alpha_i + \beta_i$ (где α – угол изгиба низа обуви при ходьбе; β_i – угол приподнятости пяточной части обуви) для обуви определенной жесткости остается постоянным.

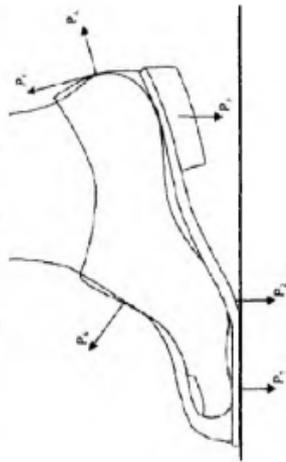
Прибор должен обеспечивать возможность измерения изгибной жесткости при многократном изгибе.

Факторы, определяющие изгибную жесткость обуви

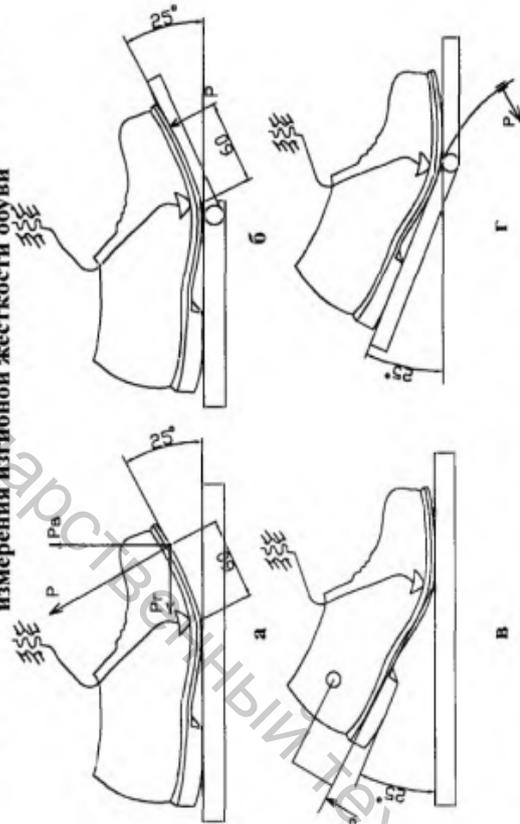
Жесткость обуви зависит от многих факторов, из которых наиболее важными являются конструкция деталей низа.

Большое влияние на жесткость обуви оказывает толщина деталей низа. Наибольшей гибкостью отличается обувь без стелек. Так, усилия при изгибании обуви на кожаной подошве без стелек (например, выворотной, сандаальной, «Парко») в несколько раз меньше, чем в обуви со стельками. Усилия при изгибании детской обуви «Парко» со стельками составляют 50–60 Н, а этой же обуви без стелек 20–25 Н.

Взаимодействующие системы «стопа-обувь» в фазу переката через передний отдел

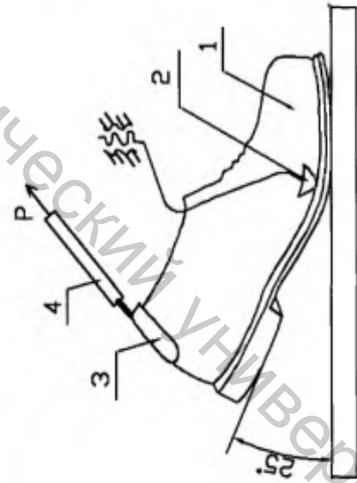


Принципиальные схемы нагружения обуви в приборах для измерения изгибной жесткости обуви



а – схема нагружения по ГОСТ 9718-88 «Обувь. Метод определения гибкости»; б – схема нагружения на приборе марки ПГО; в – схема нагружения на устройстве, разработанном в ЛИТЛП (СПГУДТ); г – схема нагружения на приборе, определяющем изгибающий момент

Схема испытания обуви по разработанному способу



- 1 – обувь;
- 2 – прижим;
- 3 – элемент датчика усилия изгиба (зажим);
- 4 – датчик усилия изгиба

Рисунок 6.1 – Способы измерения изгибной жесткости обуви

Зависимость жесткости рантовой обуви от толщины кожаных подошв и стелек наглядно видно из следующих таблиц (жесткость определялась по методу ЦНИИКПа).

Таблица 6.1 – Влияние толщины подошвы на жесткость обуви

Толщина подошвы, мм	Жесткость обуви, Н	Приращение толщины, мм	Приращение жесткости, %
4,5	44,3	–	–
5,0–5,3	45,2	0,8	2
5,5–6,0	47,8	1,5	8

Таблица 6.2 – Влияние толщины стельки на жесткость обуви

Толщина стельки, мм	Жесткость обуви, Н	Приращение толщины, мм	Приращение жесткости, %
3,0	38,2	–	–
3,2–3,5	44,0	0,5	15
4,0–4,5	57,8	1,5	51

Из таблиц видно, что с увеличением толщины кожаной подошвы с 4,5 до 6,0 мм жесткость обуви повышается незначительно – лишь на 8, тогда как при увеличении толщины кожаных стелек с 3 до 4,5 мм жесткость повышается на 51 %.

Следовательно, жесткость обуви в значительной степени зависит от толщины основной стельки.

Существенное влияние на гибкость обуви оказывают также свойства стелечных и подошвенных материалов.

Жесткость материалов характеризуется условным модулем упругости при растяжении.

Влияние величины условного модуля упругости подошв и стелек на жесткость обуви наглядно видно из таблицы.

Таблица 6.3 – Влияние жесткости материалов подошв и стелек на жесткость обуви

Условный модуль упругости, МПа	Жесткость обуви, Н	Приращение модуля упругости, МПа	Приращение жесткости обуви, %
подошвы 62,5	44,7	–	–
95,2	53,0	32,7	19
стельки 51,3	38,0	–	–
74,0	52,0	22,7	36

Таким образом, с увеличением модуля упругости подошв с 62, 5 до 95,2 МПа, т. е. на 50 %, жесткость обуви возрастает на 19 %, тогда

как увеличение модуля упругости стелек с 51,3 до 74,0 МПа, т. е. на 40 %, приводит к возрастанию жесткости на 36 %.

Следовательно, свойства кожи, применяемой для подошв, оказывает по сравнению со свойствами кожи для стелек относительно меньшее влияние на гибкость обуви.

Из всего сказанного можно сделать следующий вывод, что на гибкость обуви оказывает влияние толщина и жесткость стелек и подошв, причем в большей степени влияет толщина и жесткость стелек.

Это объясняется тем, что при изгибании обуви, как известно, происходит растяжение подошвы и сжатие стельки в продольном направлении. Так как сопротивление сжатию жесткой кожи в торцевом направлении превышает почти в 10 раз ее сопротивление растяжению, то гибкость обуви в большей степени зависит от наличия или отсутствия в ней стелек, а в обуви со стельками – от толщины и свойств материалов стелек.

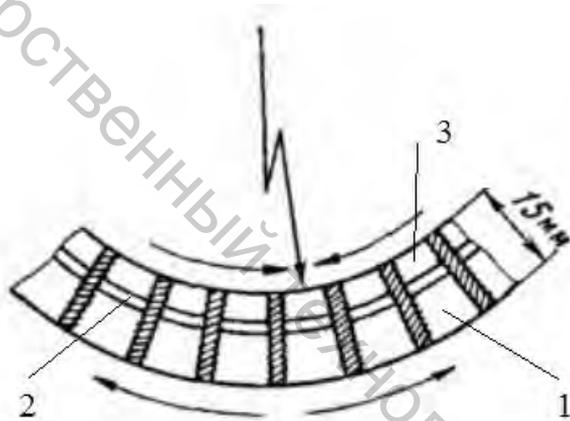


Рисунок 6.2 – Деформация деталей при изгибе системы низа обуви:
1 – подошва; 2 – затяжная кромка; 3 – стелька

Помимо свойств материалов стелек и подошв, жесткость обуви зависит также от свойств материалов простилок и платформ.

Увеличение жесткости простилки увеличивает изгибную жесткость обуви.

Так, замена простилки из ватина на простилочный картон увеличивает изгибную жесткость обуви с подошвами из кожи и кожволонна на 10–23 %, а с подошвами из ТЭП и РПШ – 6–19 %.

Чем жестче стелька, тем влияние простилки сказывается в меньшей степени.

Жесткость подошвы оказывает значительное влияние на жесткость обуви. Увеличение жесткости подошвы с 2,1 Н до 3,4 Н увеличивает жесткость обуви на 20–40 %. При этом, чем меньше жесткость стельки и простилки, тем это влияние больше.

Таким образом, изгибная жесткость готовой обуви зависит от жесткости всех деталей низа. При этом вклад отдельных деталей в формирование жесткости обуви различный и зависит как от жесткости самих деталей, так и от сочетаний деталей в пакете низа обуви. В мужских полуботинках клеевого метода крепления с простилками из мягких материалов (ватин, войлок) вклад стельки в общую жесткость обуви составляет 20–30 % (в среднем 24 %), простилки – 0,5–3,0 (в среднем 2,0 %) , подошвы – 17–29 % (в среднем 22 %), а с простилками из жестких материалов (простилочный картон) вклад стельки составляет 18–24 % (в среднем 21 %), простилки – 10–16 % (в среднем 13 %), подошвы – 14–24 % (в среднем 18 %). Суммарная жесткость деталей низа составляет в среднем 46 % жесткости готовой обуви.

При этом в обуви с простилками из мягких материалов этот процент несколько ниже ($\approx 44\%$), а с простилками из картона несколько выше ($\approx 48\%$).

Жесткость затянутой на стельку заготовки верха мужских полуботинок составляет примерно 50 % жесткости готовой обуви.

Если учесть, что жесткость подошвы и простилки в сумме составляет в среднем 25 % жесткости готовой обуви (20 % – в обуви с мягкими простилками и 30 % – с жесткими), то получается, что суммарная жесткость верха и низа обуви составляет примерно 75 % жесткости готовой обуви.

Следовательно, где-то 25 % изгибной жесткости обуви приходится на соединение деталей низа между собой и низа с затянутой заготовкой. При этом, чем жестче пакет деталей, тем скрепление оказывает меньшее влияние на общую жесткость обуви.

Большое влияние на гибкость обуви *оказывает метод крепления низа* обуви, так как от него зависит, с одной стороны, подбор материалов низа по толщине и жесткости, с другой стороны, степень сращивания отдельных деталей низа в монолитную систему.

Низ обуви можно условно рассматривать как трехслойную пластину, состоящую из материалов разного модуля упругости и толщины (подошва, простилка и стелька).

При отсутствии крепителей изгибание трехслойной пластины сопровождается самостоятельным изгибанием каждого из слоев системы. В этом случае сила, необходимая для изгибания составной пластины, весьма близка к сумме сил, требуемых для изгибания каждого слоя в отдельности (ΣQ).

Жесткость системы, состоящей из тех же материалов низа обуви, после скрепления их по краю швами, аналогичными применяемым в типичных конструкциях обуви, сильно изменяется.

Степень возрастания усилий изгибания составной пластины, отображающей конструкцию низа обуви, по отношению к усилиям

изгибания несросщенной системы может быть охарактеризована коэффициентом

$$\lambda = \frac{P}{\Sigma Q},$$

где P – сила, необходимая для изгибания сросщенной системы.

На величину λ в основном влияет материал отдельных слоев конструкции и способ скрепления.

В конструкциях низа обуви скрепление деталей происходит, как правило, лишь по краям, поэтому в обуви сохраняется некоторая подвижность деталей низа по отношению друг к другу.

Если бы все слои, из которых состоит низ обуви, были сращены полностью, т. е. вся система представляла бы собой монолитную конструкцию, то жесткость ее значительно возросла бы.

Для характеристики степени приближения конструкции низа обуви к монолитной пластине служит коэффициент (омега)

$$\Omega = \frac{\lambda}{K_1},$$

где K_1 – коэффициент, показывающий во сколько раз усилия на изгибание полностью сращенной пластины больше усилий на изгибание несросщенной системы.

Коэффициент Ω (омега) показывает насколько изгибная жесткость данного скрепления деталей низа приближается к максимально возможной при данных материалах подошвы, простилки и стельки.

При сопоставлении коэффициента Ω (омега) для различных конструкций низа обуви видно, что при клеевых методах крепления сращивание отдельных слоев наиболее полное, т. е. система приближается к монолитной; коэффициент $\Omega = 0,59 \div 0,97$.

Наибольшая подвижность отдельных слоев наблюдается при рантовом методе крепления ($\Omega = 0,38 \div 0,66$). Деревянношпичечный, прошивной и винтовой методы крепления занимают промежуточное место ($\Omega = 0,55 \div 0,63$). Для гвоздевого метода крепления характерна малая подвижность отдельных слоев ($\Omega = 0,76 \div 0,78$).

Из всего сказанного следует, что при клеевых скреплениях можно ожидать, что жесткость будет больше, чем при механических, т. к. скрепленная клеевым способом система близка к монолитно сращенной.

Однако усилия при изгибании обуви клеевого метода крепления низа большей частью значительно меньше, чем при изгибании стержневых и ниточных конструкций. Это объясняется применением в клеевой обуви более тонких и гибких стелек и подошв.

Следовательно, при одних и тех же деталях способ крепления оказывает меньшее влияние на гибкость обуви, чем толщина деталей и механические свойства материалов.

Изменение изгибной жесткости обуви в процессе носки

Жесткость обуви не остается неизменной в процессе носки обуви. При выпуске обуви с обувных предприятий жесткость деталей низа максимальная.

При многократных изгибах, которые имеют место при ходьбе, происходит деформация деталей низа обуви.

При этом происходит снижение напряжений в материале и в швах, соединяющих подошву с верхом и стелькой обуви, обусловленное релаксационными процессами.

Для примера можно взять ниточные скрепления. В результате многократных изгибов ниточные звенья вытягиваются, в результате чего плотность соединения деталей снижается. Этим создается большая возможность сдвига одних деталей относительно других, что в конечном итоге повышает гибкость обуви.

Усилия изгибания ношенной обуви на угол 25° составляют примерно 50–60 % от первоначальных усилий изгибания. Причем увеличение гибкости обуви в процессе носки больше проявляется в обуви на кожаной подошве, меньше в обуви на резиновой подошве. Вследствие этого, в процессе носки разница в величинах гибкости обуви на кожаной и резиновой подошве несколько сглаживается.

Лабораторные испытания показали, что жесткость обуви падает закономерно по гиперболической кривой в результате повторных изгибов. Причем резкое снижение жесткости обуви наблюдается после первых 1000–2000 изгибов. Дальнейшее увеличение количества изгибов показывает меньшее влияние на жесткость, а постоянная гибкость обуви устанавливается после 10 000 изгибов.

При эксплуатации обуви наряду с многократным изгибом наблюдаются также многократные увлажнения и сушки, приформовывание деталей низа к стопе, снижение толщины деталей за счет механического износа.

Все это способствует повышению гибкости обуви при ее эксплуатации.

Однако необходимо отметить, что при длительной пролежке обуви частично восстанавливается ее первоначальная жесткость.

Пути снижения изгибной жесткости обуви

Учитывая, что на жесткость обуви особенно сильное влияние оказывает толщина и плотность стелек. Следует стремиться при

конструировании обуви использовать *стельки с минимально допустимой толщиной*, шире использовать конструкции гибких стелек, состоящих из слоя эластичной кожи или картона пониженной толщины, картонной полустельки из жесткого картона, металлического или пластмассового геленка, впрессованного между стелькой и полустелькой, и картонной носочной накладки (или же пропитка носочной части).

Некоторое повышение гибкости обуви может быть достигнуто путем *надрезания или надсекания стелек в пучковой части*, перфорированием или рифлением стелек. За счет такой обработки стелек можно достигнуть снижения жесткости примерно на 14 %.

Реальными средствами повышения гибкости обуви являются также:

- широкое внедрение клеевой затяжки, предъявляющей пониженные требования к толщине и жесткости стелечных материалов. Так, замена тексовой затяжки клеевой с помощью эластичного клея снижает жесткость обуви на 5,0 Н;

- снижение жесткости губы в рантовой обуви за счет применения пропиток, не придающих губе высокой жесткости;

- стекление кожаных стелек с лицевой стороны;

- применение для деталей низа обуви эластичных кожтоваров, имеющих условный модуль упругости 40,0–60,0 МПа – для стелек, 50,0–70,0 МПа – для подошв;

- применение формованных деталей снижает общую толщину низа и способствует уменьшению жесткости;

- применение эластичных латексных клеев для крепления подошв, вклеивание боковин, вклеивание внутренних стелек;

- применение вместо картонных простилок войлочных, суконных или из нетканого материала, для придания низу обуви комплекса упруго-пластических свойств.

6.1.2 Распорная жесткость обуви

Показатель «распорная жесткость» характеризует сопротивление верха обуви, обычно в области плюснефалангового сочленения, изменению поперечных размеров. Этот вид жесткости проявляется как при стоянии, так и при движении человека и связан с силами давления тыльной и боковой поверхности стопы на верх обуви. Дело в том, что как при стоянии, так и в процессе ходьбы при перекате через передний отдел периметр сечения стопы в области плюснефалангового сочленения увеличивается, примерно, на 4–7 % от размера стопы в положении на весу. Эти данные относятся к голей стопе. В обуви,

плотно охватывающей стопу, она ведет себя как сжатая пружина – стремясь распрямиться, она оказывает давление на верх обуви. Если сопротивление верха обуви деформации мало, т. е. его распорная жесткость невелика, то стопа распрямляется почти полностью, если же наоборот, распорная жесткость верха велика, то стопа будет сильно сжата, что может привести даже к болевым ощущениям и травмированию стопы.

Сжатие стопы верхом обуви является также следствием изменения объема стопы в течение дня. У здоровых людей изменение объема стопы достигает 2–5 %.

Таким образом, во время носки на верх действуют как статические нагрузки, возникающие в результате увеличения объема стопы, так и динамические, вследствие изменения размеров стопы в процессе ходьбы. Деформация верха обуви должна обеспечивать адекватную адаптацию к изменениям формы и размеров стопы при каждом шаге. Это свойство и характеризуется показателем «распорная жесткость».

В то же время в ряде работ, в том числе и в учебнике, распорную жесткость связывают со способностью верха обуви приформовываться к стопе, что неверно, так как если верх сделать из очень эластичного, но упругого материала, то он будет легко растягиваться вслед за изменением размеров стопы, т. е. будет иметь небольшую распорную жесткость, однако приформовываться к стопе, т. е. принимать форму стопы носчика он не будет, т. к. это свойство верха обуви связано с проявлением пластических деформаций, а не эластических (упругих).

Несмотря на то, что распорная жесткость в значительной степени определяет удобство обуви, она мало изучена и не регламентирована. Одной из причин этого является отсутствие приборов и методик ее измерения.

Э.М. Островитяновым было предложено для характеристики распорной жесткости использовать показатель «стойкости союзки», определяемый методом кольца (рис. 6.3 а). Испытание стойкости союзки указанным методом заключается в определении прогиба союзки h (мм) под действием силы 2Н в течение 15 с последовательно в трех точках. Однако этот метод лишь косвенно может характеризовать распорную жесткость верха обуви, так как воздействия нагрузки при этом испытании ни в коей мере не отражают реальную картину взаимодействия обуви со стопой.

Известен метод оценки силового взаимодействия стопы с обувью путем непосредственного замера давления между стопой и верхом обуви. Для этих целей использовался малогабаритный датчик контактного сопротивления, представляющий собой пакет электропроводящей резины или бумаги, зажатый между металлическими обкладками с припаянными к ним выводами.

Недостатком этого метода является то, что толщина датчика (1,25–1,5 мм) все же искажает истинную картину распределения давления, требуется наличие сложной измерительной аппаратуры, специально обученного персонала для работы с ней, наличие испытуемых носчиков, большое время на проведение измерения и обработку осциллограмм. Такой метод мало пригоден для оценки качества обуви.

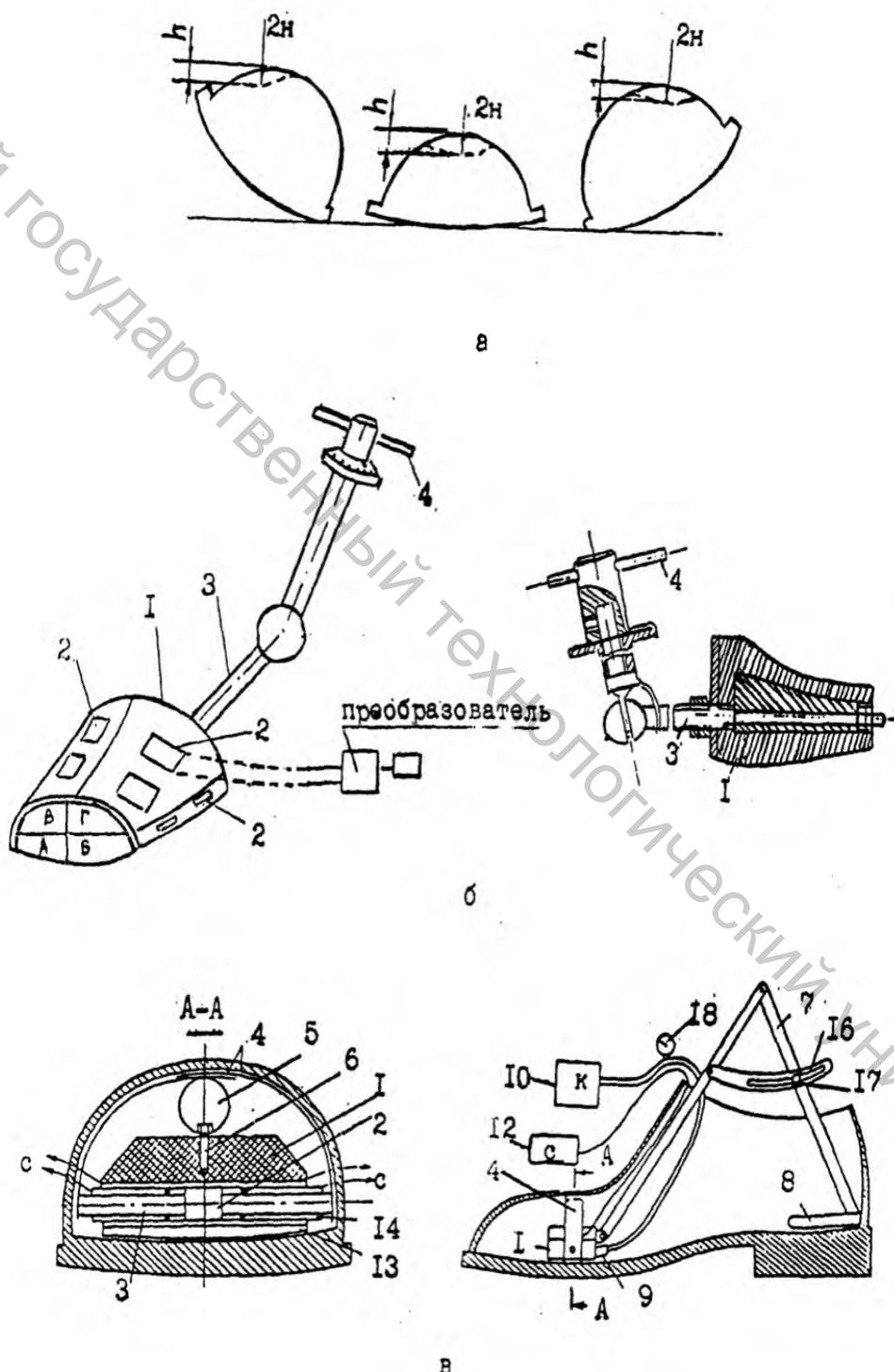


Рисунок 6.3 – Методы измерения распорной жесткости:
 а – метод кольца, б – метод раздвижной колодки, в – деформация
 союзки упругими пластинами

В литературе описан также прибор, предназначенный для определения распорной жесткости обуви, который содержит раздвижную колодку, имитирующую носочно-пучковую часть, в поверхность которой вмонтированы емкостные датчики давления. Колодка разделена на секторы, которые раздвигаются при помощи специального приспособления, изменяя объемные размеры колодки. При этом фиксируются усилия между поверхностью колодки и верхом обуви. Распорная жесткость определяется отношением усилия к соответствующему изменению объема (рис. 6.3 б).

Недостатком данной методики является то, что для разных видов обуви и фасонов требуются свои колодки, прибор не моделирует сложное взаимодействие стопы с обувью, показания емкостных датчиков сильно зависят от влажности материалов, окружающего пространства и других факторов. Все эти недостатки привели к тому, что данный метод не нашел применения для оценки распорной жесткости обуви.

В последние годы появились приборы, один из которых разработан в Хмельницком институте бытового обслуживания и у нас в Витебском технологическом университете. В приборе Хмельницкого института деформация союзки осуществляется перемещением двух упругих дугообразных пластин, которые контактируют с кольцом. Раздвижение пластин осуществляется с помощью сжатого воздуха, величина давления которого и фиксируется (рис. 6.3 в).

Недостатком указанного устройства является низкая надежность фиксации хода пластин с помощью емкостных датчиков и создаваемого в системе давления.

Разработанный на кафедре прибор для определения распорной жесткости обуви содержит узел с деформирующими элементами, форма и размеры которых подбирались таким образом, чтобы обеспечить характер распределения деформации союзки аналогичный тому, который имеет место при взаимодействии верха обуви со стопой.

При этом конструкция деформирующего узла обеспечивает пуансонам три степени свободы, что позволяет им самоустанавливаться в зависимости от формы носочно-пучковой части обуви.

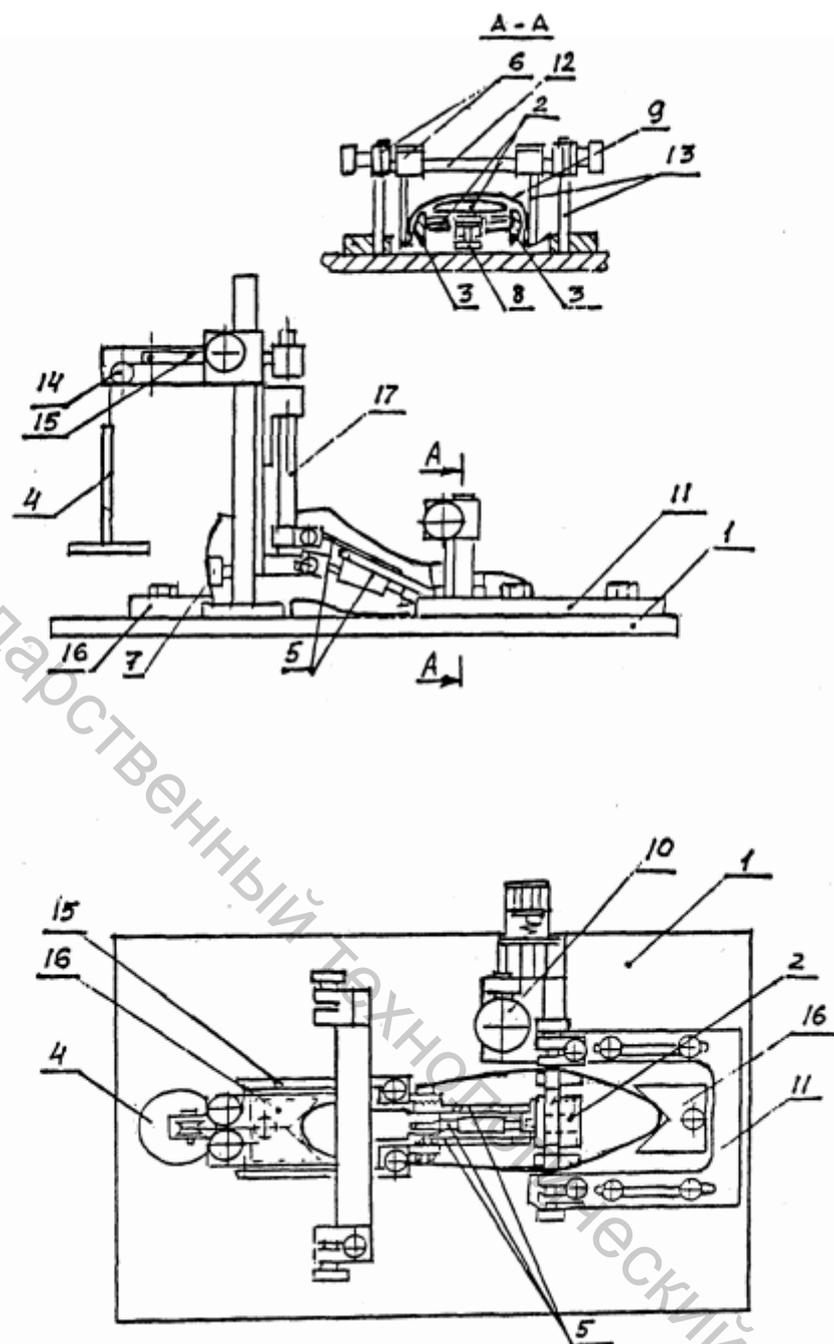


Рисунок 6.4 – Схема прибора для измерения распорной жесткости обуви

Перемещение деформирующих пуансонов осуществляется за счет нагружения системы грузами. Измерение показателя «распорная жесткость» можно осуществлять или фиксируя изменение поперечных размеров верха обуви при постоянной нагрузке на пуансоны, или же задаваясь величиной изменения поперечных размеров союзики определять соответствующую этой деформации нагрузку. Проведенные эксперименты показали, что менее трудоемким, более простым и точным является первый способ измерения распорной жесткости. При

этом величина нагрузки при измерении распорной жесткости мужской и женской обуви была принята 35 Н (т. е. масса груза 3,5 кг). Распорную жесткость предложено определять по формуле

$$D_p = \frac{P}{\Delta \text{Ш}_{\text{сум}}} [\text{Н/мм}],$$

где P – распорное усилие, Н; $\Delta \text{Ш}_{\text{сум}}$ – суммарная величина приращения ширины верха обуви в сечении $0,7D_{\text{ст}}$ с наружной и внутренней стороны, мм.

Проведенные исследования показали, что распорная жесткость зависит от жесткости всех материалов, входящих в заготовку, а также от режимов формования. При этом жесткость материалов наружных деталей верха оказывает наибольшее влияние на жесткость системы. Следовательно, для получения невысокой распорной жесткости в первую очередь необходимо на наружные детали верха использовать эластичные материалы.

В то же время применение для подкладки и межподкладки традиционных текстильных материалов (бязь, термобязь, тик-саржа, репс и др.) практически сводит на нет все преимущества эластичных материалов, и верх остается жестким. Использование в качестве подкладки и межподкладки трикотажных материалов или тканей с повышенной деформационной способностью позволяет значительно снизить жесткость пакета верха обуви. Однако при этом необходимо обеспечить достаточную формоустойчивость и износоустойчивость верха обуви.

Формоустойчивость же верха обуви в значительной степени зависит от технологических режимов формования и последующей термофиксации обуви. Поэтому при формировании пакета верха обуви в каждом отдельном случае необходимо находить оптимальный вариант состава комплектующих и режимов их технологической обработки, чтобы обеспечить минимальную распорную жесткость и достаточную формоустойчивость.

Нами разработана методика расчета распорной жесткости обуви, что позволяет уже на стадии конструкторско-технологической подготовки производства прогнозировать распорную жесткость верха, имея данные о жесткости материалов наружных, внутренних и промежуточных деталей, составляющих заготовку.

При этом жесткость материалов деталей верха характеризуется показателями жесткости при двухосном растяжении сферическим пуансоном при $\varepsilon = 10\%$ и жесткостью при одноосном растяжении при $\varepsilon = 10\%$. То есть для характеристики жесткости материалов и заготовки в целом необходимо использовать показатели, определяемые при различных видах деформации.

Так как единичные показатели имеют различную размерность, то для расчета комплексных показателей жесткости материалов верха, подкладки и межподкладки рассчитываются относительные единичные показатели

$$K_i = \frac{P_i}{P_{max}},$$

где P_i – значение показателя, характеризующего жесткость i -го материала, P_{max} – максимальное значение этого же показателя из N материалов.

Используя комплексные оценки жесткости материалов рассчитывают жесткость системы по уравнению

$$K_c = 0,59K_B + 0,27K_{м.п} + 0,38K_{п}.$$

Далее рассчитывают жесткость системы материалов с учетом влияния режимов формования.

Для систем с верхом из натуральных кож уравнение имеет вид

$$K_{с.ф.} = 1,18K_c - 0,13 \quad (r = 0,89).$$

Таким образом, зная физико-механические свойства исходных материалов, входящих в заготовку верха обуви, можно рассчитывать жесткость системы, имитирующей заготовку, а также учесть влияние режимов формования на изменение жесткости.

После этого рассчитывается показатель распорной жесткости по уравнению

$$D_p = 17,84K_{с.ф.} + 0,97 \quad (r = 0,85),$$

где D_p – распорная жесткость готовой обуви, Н/мм; $K_{с.ф.}$ – относительный комплексный показатель, характеризующий жесткость систем материалов после формования.

6.1.3 Опорная жесткость обуви

Одним из единичных показателей, характеризующих эргономическое соответствие системы «стопа – обувь» является опорная жесткость.

Показатель «опорная жесткость» характеризует сопротивление низа обуви изменению формы в направлении увеличения контакта опорной поверхности стопы с обувью под действием сил, нормальных к

опорной поверхности. Другими словами опорная жесткость – это сопротивление низа обуви внедрению в него опорных участков стопы под действием сил, нормальных к опорной поверхности. Чем меньше опорная жесткость низа обуви, тем легче внедряются в него опорные участки, в результате чего увеличивается площадь контакта плантарной поверхности стопы со стелькой обуви, что в свою очередь приводит к уменьшению давлений в этом месте. Аналогичный эффект достигается в обуви в процессе определенного периода носки за счет выработки ложа на стельке.

Как в том, так и в другом случае происходит более равномерное распределение давления по плантарной поверхности стопы, что повышает удобство.

Особо важную роль показатель «опорная жесткость» играет в специальной обуви, например, в некоторых видах спортивной обуви, предназначенных для игровых видов спорта (волейбол, баскетбол, гандбол, теннис и др.). Объясняется это тем, что такая обувь носится эпизодически, а выработка ложа на стельке происходит в течение длительного промежутка времени. В то же время при занятиях физкультурой и спортом нагрузки на стопу превышают в 2–3 раза нагрузки при нормальной ходьбе. Если спортивная обувь будет иметь высокую опорную жесткость, то удельные нагрузки на костные выступы плантарной поверхности стопы будут очень велики, что вызовет болезненные ощущения.

Поэтому в такой обуви предусматривают стельки из легко деформирующихся материалов, которые снижают опорную жесткость и тем самым способствуют рассредоточению давления по опорной поверхности.

В бытовой обуви необходимо также стремиться к подбору такого пакета низа, который бы обеспечивал минимальную опорную жесткость, так как это повышает удобство обуви, особенно в начальный период носки, когда еще не произошла выработка ложа на стельке.

Несмотря на важность показателя «опорная жесткость» характеризующего качество низа обуви, он до настоящего времени изучен недостаточно.

Так в ряде работ предложено опорную жесткость пакета материалов низа обуви измерять отношением нагрузки к деформации сжатия системы материалов, имитирующих низ обуви

$$D_{\text{оп}} = \frac{P}{\Delta t_{\text{общ}}} \quad [\text{Н/мм}],$$

где P – нагрузка на пуансон, имитирующий головку первой плюсневой кости, рассчитанная исходя из давления под ней в процессе ходьбы;

$\Delta t_{\text{общ}}$ – общая деформация сжатия пакета низа под действием данной нагрузки.

Однако более глубокий анализ показывает, что такой способ определения этого показателя не отражает истинной картины взаимодействия стопы с обувью. Например, если допустить, что в качестве стельки в пакете низа обуви используется достаточно твердый материал, к примеру – фанера, а материал простилки – ватин достаточно большой толщины, то при воздействии нагрузки на пуансон общая деформация сжатия пакета будет равна

$$\Delta t_{\text{общ}} = t - t' = \Delta t_{\text{под}} + \Delta t_{\text{прост.}}$$

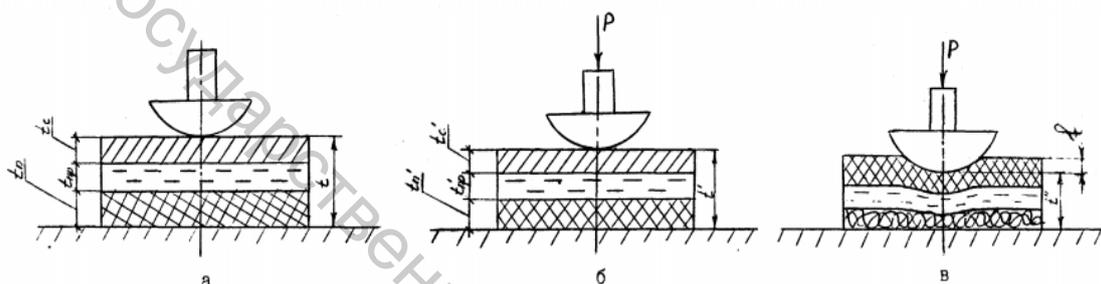


Рисунок 6.5 – Взаимодействие пуансона с пакетом низа обуви:
а – исходное положение системы, б – деформация пакета при жесткой стельке, в – деформация пакета при мягкой стельке

В том же случае, когда в качестве материала стельки используется легко деформируемый материал, при воздействии нагрузки на пуансон общая деформация сжатия будет равна

$$\Delta t''_{\text{общ}} = t - t'' = \Delta t_{\text{под}} + \Delta t_{\text{прост.}} + \Delta t_{\text{ст.}}$$

Если предположить, что в том и другом случае деформация пакета будет одинаковой, то опорная жесткость обоих пакетов будет одинаковой

$$D'_{\text{оп}} = D''_{\text{оп.}}$$

Однако если исходить из определения показателя «опорная жесткость», то это не верно, так как в первом случае пуансон не внедрился в систему низа обуви, и площадь контакта пуансона и пакета низа не увеличилась и удельная нагрузка не уменьшалась. Во втором же случае пуансон внедряется в материал стельки, площадь контакта пуансона и низа обуви увеличивается и давление уменьшается. Таким

образом, исходя из определения показателя «опорная жесткость» величина его в первом случае будет больше, чем во втором.

Поэтому правильнее определять опорную жесткость как отношение нагрузки к глубине внедрения пуансона в систему низа обуви, т. е.

$$D_{\text{оп}} = \frac{P}{f} [\text{Н/мм}]. \quad P = 150 \text{ Н.}$$

Измерение же глубины внедрения пуансона предложено производить по диаметру отпечатка на пуансоне, после выдержки его под нагрузкой в течение 30 с

$$f = 0,5D \left[1 - \left(\frac{d}{D} \right)^2 \right]$$

или

$$f = 0,5 \left(D - \sqrt{D^2 - d^2} \right),$$

где D – диаметр пуансона, равный 24,1 мм; d – диаметр отпечатка на пуансоне.

Исследование опорной жесткости различных материалов, используемых на стельки, простилки и подошвы показало, что:

– опорная жесткость стелечных картонов (СЦМ, тексон, С-1, новотекс и др.) находится в тех же пределах, что и натуральной кожи;

– опорная жесткость кожаных стелек сильно колеблется в зависимости от толщины, зоны выкраивания, выделки кож и т. д.;

– из простилочных материалов наименьшей опорной жесткостью обладает ватин, наибольшей – простилочный картон;

– из подошвенных материалов наименьшая опорная жесткость у микропористых резин, наибольшая – у натуральной кожи и кожволоната;

– в двойных системах (стелька + подошва) снижение опорной жесткости стельки примерно в 1,5 раза приводит к снижению опорной жесткости системы \approx в 2 раза, такое же снижение опорной жесткости системы можно достичь снижением опорной жесткости подошвы \approx в 10 раз, т. е. стелька оказывает более сильное влияние на опорную жесткость двойных систем;

– появление в системе низа обуви простилки уменьшает опорную жесткость системы, при этом, чем меньше жесткость простилки, тем меньше опорная жесткость системы низа обуви;

– увеличение опорной жесткости стельки или подошвы увеличивает опорную жесткость тройных систем;

– наибольшее влияние на опорную жесткость низа обуви оказывает материал стельки, затем простилки и подошвы;

– увеличение толщины стельки из СЦМ увеличивает опорную жесткость всех систем.

Учитывая достаточную сложность и трудоемкость определения опорной жесткости материалов, была исследована зависимость их опорной жесткости от показателей физико-механических свойств.

Исследование зависимости опорной жесткости от стандартных характеристик материалов с использованием программы парной корреляции показало, что показатели физико-механических свойств материалов деталей низа обуви в большинстве своем слабо коррелирует с показателем опорной жесткости ($r=0,3-0,6$). Высокая корреляционная связь наблюдается только между показателем опорной жесткости и твердостью материалов, а также их плотностью.

Математические модели, связывающие опорную жесткость обуви D_0 с твердостью и плотностью материалов деталей низа, имеет вид:

$$D_0 = 88,7 + 31,1H_K^c + 32,4H_K^{pp} + 7,8 H_K^p \quad (r = 0,79),$$

где H_K^c , H_K^{pp} и H_K^p – твердость по Бринелю соответственно материалов стельки, простилки и подошвы.

$$D_0 = 316,6 - 300,4\rho^c + 29,5\rho^{pp} + 20,8 \rho^p \quad (r = 0,63),$$

где ρ^c , ρ^{pp} , ρ^p – плотность материалов стельки, простилки и подошвы.

Как видно из полученных зависимостей, наибольшее влияние на опорную жесткость низа обуви оказывает твердость и плотность материала стельки. Что хорошо согласуется с экспериментальными данными.

6.1.4 Жесткость и упругость геленочной части обуви

В обуви с каблуками при недостаточной жесткости геленочной части отсутствует поддержка наружного свода стопы, изменяется распределение давления по плантарной поверхности стопы, что может привести к развитию плоскостопия у носчиков. Недостаточная жесткость каблучно-геленочного узла зачастую приводит к потере устойчивости каблука (уход каблука вперед или назад), что в конечном итоге приводит к нарушению нормальной ходьбы и перераспределению давления по подошве стопы. Геленок в то же время играет роль рессоры.

Таким образом, одним из важных показателей, характеризующих удобство каблучной обуви, является «жесткость и упругость геленочной

части». Особое значение этот показатель имеет для характеристики качества женской обуви на средних и высоких каблуках.

Стандартные методы испытания жесткости и упругости стелечных узлов и переходы обуви отсутствуют. Однако, учитывая важность этого показателя, во многих странах делаются попытки разработать методы и приборы для таких испытаний.

Так, жесткость стелечных узлов и обуви предлагается испытывать при их консольном закреплении и нагружении сосредоточенной силой в точке, расположенной на расстоянии $2/3 D_{ст} - 10 \text{ мм}$ от пяточного закругления.

При этом величина P рассчитывается исходя из максимальных напряжений, возникающих в сечениях геленка при ходьбе (для среднего размера обуви $P = 50 \text{ Н}$).

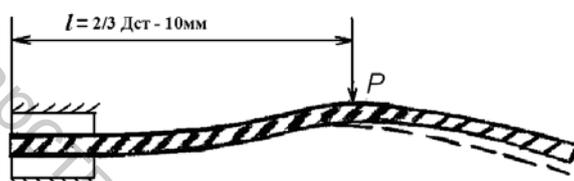


Рисунок 6.6 – Схема испытания стелечных узлов при консольном закреплении

После нагружения определяется прогиб стельки в определенных точках, для чего производится графическая запись продольного профиля по всей длине стельки. Прибор обеспечивает нагружение стельки, как в статике, так и в динамике с частотой $\nu = 70 - 140$ циклов/мин (что соответствует быстрой ходьбе). После 6000 циклов нагружения и выдержки в течение 5 мин повторно записывается продольный профиль стельки и вычисляется остаточный прогиб геленочной части стельки, позволяющий характеризовать ее упругость.

В другом варианте прибора для испытания жесткости стелечных узлов пяточный конец стелечного узла защемлен, а пучковый свободно опирается на плиту.

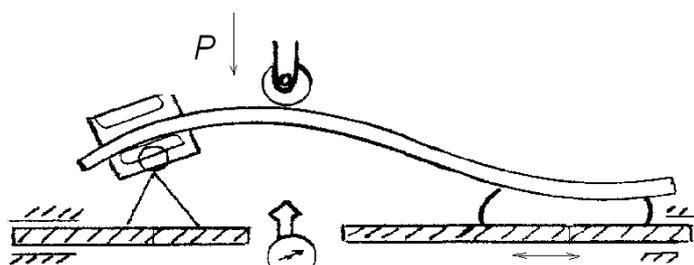


Рисунок 6.7 – Динамический метод испытания

Нагружение осуществляется каточком, расположенным над стелькой и совершающим возвратно-поступательные движения и который давит на нее с определенной силой. Под стелькой расположен измерительный прибор, фиксирующий стрелу прогиба геленочной части.

Предлагается также метод определения жесткости геленочной части следа женской резиновой обуви, в котором жесткость оценивается величиной прогиба геленочной части обуви под действием веса человека при стоянии или нагрузке, равной примерно 13 % веса тела человека, передаваемой на геленочную часть.

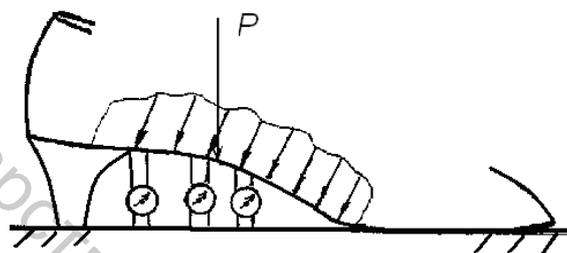


Рисунок 6.8 – Испытание жесткости геленочной части резиновой обуви

Время нагружения τ рекомендовано 30 с. Прогиб геленочной части обуви замеряется с помощью трех или четырех индикаторов, которые регулируются по высоте в направляющих стойках.

В ЦНИИКПе разработан метод оценки жесткости геленочной части обуви, основанный на регистрации величины горизонтального и вертикального смещения каблука как при статическом, так и при динамическом нагружении. Приспособление позволяет нагружать каблучно-геленочный участок обуви в направлении, перпендикулярном к следу обуви, или под углом.

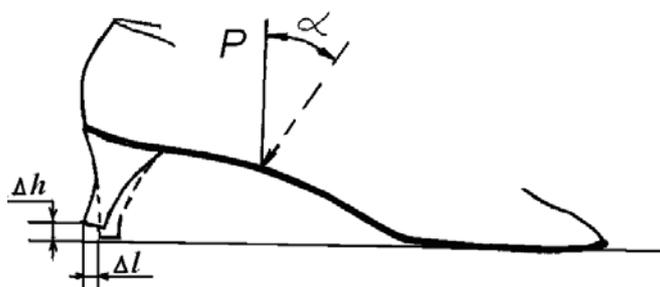


Рисунок 6.9 – Испытание жесткости по методу ЦНИИКП

Это же приспособление использовалось для динамических испытаний переймы обуви. При этом угол приложения нагрузки принят

90°, скорость деформации 60 цикл/мин, нагрузка – 400 Н. Обuvi сообщалось 30 тыс. циклов изгибов, после чего определялись величины смещения положения каблука в горизонтальном и вертикальном направлении.

Как видно, существующие методы испытания жесткости и упругости геленочной части деталей и обуви сильно отличаются как по схемам нагружения, так и по параметрам испытания.

При этом каждый метод имеет свои преимущества и недостатки, которые требуют более тщательного изучения. Необходимо также провести корреляцию результатов испытаний, полученных различными методами, чтобы выбрать наиболее простой и в то же время дающий надежные результаты.

На нашей кафедре было проведено исследование жесткости и упругости различных вариантов стелечных узлов. При этом жесткость и упругость определялись по схеме нагружения балки на двух опорах. Стелечный узел устанавливался на опоры, таким образом, чтобы усилие, передаваемое через пуансон, прикладывалось в наиболее высокой точке стрелы прогиба. Испытание проводилось на разрывной машине Frank с одновременной записью зависимости усилия изгиба от величины прогиба стелечного узла.

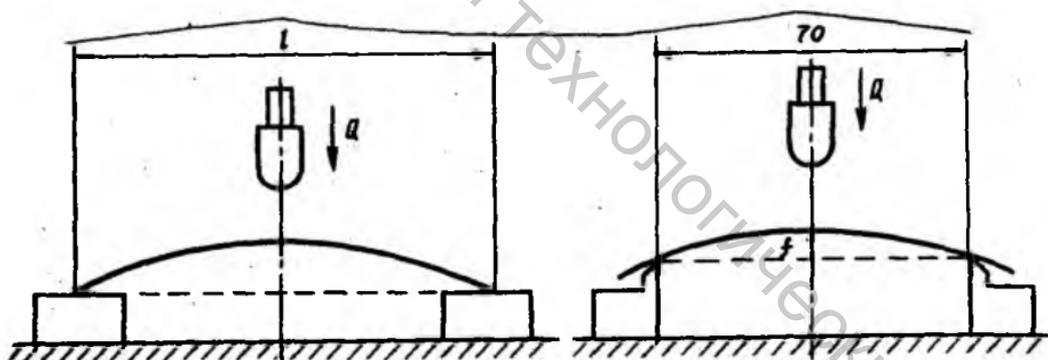


Рисунок 6.10 – Схема испытания геленков

Исследовались стелечные узлы, в которых в качестве материала стельки использовались тексон, СЦМ, натуральная кожа, в качестве материала картонной полустельки – (КПЖ и ГЛ), в качестве геленков – отечественный металлический геленок, геленок итальянского производства, геленок из стекловолокна, а также стельки конструкции «Пластак».

Исследования показали, что определяющим фактором величины жесткости стелечного узла является наличие или отсутствие геленка. Так, усилие прогиба системы тексон + КПЖ составляет 15,8 % по отношению к стелечному узлу из этих же материалов с отечественным металлическим геленком. Следовательно, при испытании на изгиб

стелечных узлов 83÷85 % изгибающей нагрузки приходится на металлический геленок. Такая же закономерность наблюдается и при использовании других геленков, только доля воспринимаемой геленком нагрузки меняется пропорционально его жесткости.

Так, в случае применения жесткого металлического геленка производства Италии доля воспринимаемой им нагрузки при изгибе стелечного узла возрастает до 90 %, а при применении менее жесткого геленка из стекловолокна снижается до 70 %.

На жесткость геленочной части стелечных узлов существенное влияние оказывает вид материала и толщина стелек и полустелек.

Так, в аналогичных конструкциях большей жесткостью обладают те, у которых в качестве материала стельки используется натуральная кожа, меньшей – тексон и еще меньшей – СЦМ. Применение картона КПЖ повышает жесткость стелечных узлов по сравнению с картоном ГЛ. Увеличение толщины картонных полустелек существенно увеличивает жесткость стелечных узлов.

Наибольшей жесткостью геленочной части обладают стелечные узлы, в которых использован металлический геленок итальянского производства, наименьшей – стельки конструкции «Пластак», без металлического геленка. При этом жесткость отличается более чем в 2 раза.

У стелечных узлов с геленками из стекловолокна жесткость гораздо ниже, чем у аналогичных узлов с металлическими геленками.

Анализ величин остаточной деформации стрелы прогиба показывает, что наименьшей упругостью обладают те стелечные узлы, в которых присутствует геленок из стекловолокна, а наибольшей – стелечные узлы с итальянским геленком и стельки конструкции «Пластак».

Применение в качестве полустельки картона КПЖ толщиной 3,5 мм увеличило не только жесткость, но и упругость стелечных узлов.

6.2 Приформовываемость верха и низа обуви к стопе

Приформовываемость низа обуви к стопе

Известно, что в первые дни носки обуви появляются потертости плантарной поверхности стопы и ощущение «жжения». Причина этого – сосредоточение давления на небольшом участке опорной поверхности стопы. В дальнейшем на внутренней поверхности стельки под головками плюсневых костей, пальцами, в области пятки образуются углубления, т. е. создается индивидуальное ложе для стопы, что обеспечивает более равномерное распределение давления по опорной поверхности, благодаря чему неприятные ощущения исчезают.

Таким образом, чем быстрее новая обувь будет приформовываться к стопе за счет создания ложа на стельке, тем меньше неудобств испытает носчик, тем рациональнее конструкция обуви.

Приформовываемость низа обуви к стопе предложено оценивать по величине остаточной деформации сжатия – $f_{\text{ост}}$ после циклического нагружения (3000 циклов), моделирующего нормальную ходьбу человека и пролежки в течение 4 часов после снятия нагрузки.

Наряду с глубиной образующейся выемки большое значение имеет также скорость ее образования, так как чем быстрее происходит выработка ложа на следе обуви, тем меньше неудобств будет испытывать носчик.

Установлено, что у всех материалов, используемых в конструкциях низа обуви, при циклических нагружениях имеет место нарастание пластических деформаций. Это объясняется тем, что после снятия сжимающей нагрузки в образце возникают определенные остаточные деформации и напряжения. При повторном нагружении присутствие этих внутренних напряжений будет приводить материал к более раннему переходу в пластическую область.

У всех материалов с увеличением числа циклов нагружения пластические составляющие деформации, соответствующие одним и тем же нагрузкам, уменьшаются.

После определенного числа циклов нагружения наступает предельное состояние, при котором нагружение и разгрузка происходят при неизменной пластической деформации, т. е. материалы для низа обуви относятся к циклически упрочняющимся материалам.

Скорость приформовывания различных материалов низа различна. Так, для картонов предельное состояние наступает уже при $1500 \div 2000$ циклов, а для резин – $3500 \div 5000$ циклов.

Исследование зависимости величины доли относительной пластической деформации ε_n от количества циклов нагружения N для различных материалов показало, что зависимость $\lg 10^{\frac{3\varepsilon_n}{N}}$ от $\lg N$ хорошо аппроксимируется прямой линией. Исходя из этого можно определить максимальное количество циклов нагружения N , необходимое для полного приформовывания материала на основании зависимости $\lg 10^{\frac{3\varepsilon_n}{N}} = 0$.

По показателю приформовываемости стельки из натуральной кожи уступают стелечным картонам. Лучшим стелечным материалом является тексон.

Приформовываемость стелечных картонов изменяется в достаточно широких пределах от 0,55 мм до 1,01 мм и зависит от их состава и толщины. При этом четкой зависимости приформовываемости от толщины не наблюдается.

Лучшими из исследованных картонов как по величине, так и по длительности приформовывания являются картоны Vontex (Бельгия), Fintex (Финляндия), Тексон (Франция). Картоны российского производства (СОП, СОМ) достаточно быстро приформовываются, но уступают по показателю приформовываемости картонам дальнего зарубежья.

Простилки из ватина обладают лучшей приформовываемостью по сравнению с простилками из картона. Увеличение толщины простилок увеличивает их приформовываемость.

Из подошвенных материалов наиболее высокая приформовываемость наблюдается у микропористых резин, несколько ниже у кожи и кожволон и наиболее низкая у полиуретана. Увеличение толщины подошв способствует увеличению их приформовываемости.

Исследование влияния свойств материалов стельки, простилки, подошвы и их толщин на приформовываемость низа обуви к стопе показало, что:

- с увеличением приформовываемости простилок растет приформовываемость низа обуви. Так, замена простилочного картона ватином увеличивает приформовываемость низа обуви в 1,5–2,0 раза. При этом увеличение толщины простилки увеличивает приформовываемость низа обуви. В большей степени это проявляется в системах с подошвами из кожи и кожволон;

- применение картонных стелек вместо кожаных способствует увеличению приформовываемости низа обуви к стопе. Увеличение толщины стелек из СЦМ увеличивает приформовываемость систем низа обуви с простилками из картона независимо от материала подошвы. В то же время в системах с простилками из ватина и подошвами малой твердости увеличение толщины картонных стелек несколько снижает приформовываемость систем, а с подошвами большой твердости (кожволон, кожа) – увеличивает.

Это объясняется, на наш взгляд, тем, что при жесткой простилке и подошве в большей степени проявляются свойства самих стелек. Когда же в системе появляется мягкая простилка и подошвы малой твердости (полиуретан, микропористые резины), то большая часть нагрузки поглощается ими и рассредотачивается по поверхности, т. е. проявляются амортизационные свойства системы. При этом увеличение толщины стельки способствует увеличению амортизационных свойств системы и соответственно уменьшению ее способности приформовываться к стопе.

Приформовываемость систем с подошвами большой твердости (кожа, кожволон) ниже по сравнению с системами, где используются подошвы малой твердости (микропористые резины, полиуретан) в том случае, когда используется мягкая простилка, и, наоборот, выше, при использовании в качестве простилки из картона.

Из исследованных систем наилучшей способностью приформовываться к стопе обладают системы низа обуви, в которых в качестве стельки используется тексон или СЦМ толщиной 1,6–1,8 мм, в качестве простилки – ватин и в качестве подошвы – микропористые резины.

Учитывая, что низ обуви в процессе эксплуатации подвергается более сложному комплексу воздействий различных факторов (влияние пота, температуры, влажности и т. д.) по сравнению с испытанием на приборе было проведено исследование способности низа обуви приформовываться к стопе в реальных условиях носки. Для этого после 15 дней носки снимались гипсовые слепки ложа, образованного в процессе носки на стельке обуви. Анализ полученных данных показал, что абсолютные значения показателя приформовываемости в реальных условиях носки примерно в 1,5 раза выше по сравнению с данными лабораторных испытаний. Это объясняется влиянием пота и совместным действием деформаций сжатия и изгиба.

Однако высокая корреляция данных лабораторных испытаний с результатами носки в реальных условиях позволяет уже на стадии проектирования прогнозировать способность низа обуви приформовываться к стопе.

Приформовываемость верха обуви к стопе

Показатель *«приформовываемость верха обуви к стопе»* характеризует способность верха обуви в процессе носки приспосабливаться к индивидуальным особенностям стопы человека без значительных изменений своей внутренней формы и размеров.

Известно, что верх обуви из натуральной кожи приформовывается к стопе, примерно, за 2–3 недели носки. Далее союзка лишь незначительно растягивается в поперечном направлении.

Гораздо хуже приформовывается обувь с верхом из искусственных и синтетических материалов. Например, даже при длительной эксплуатации обуви из корфама у людей сохранялось ощущение, что они надевают новую обувь.

Очевидно, чем быстрее происходит приформовывание верха обуви к стопе, тем меньше неприятных ощущений испытывает носчик, тем удобнее обувь.

Несмотря на важность этого показателя для характеристики удобства обуви он практически не изучен, отсутствуют методики его измерения и нормы, обеспечивающие высокое качество обуви. Это можно объяснить тем, что внимание к этому свойству верха обуви начало проявляться только после широкого использования на детали верха ИК и СК.

В настоящее время известен ряд работ, посвященных этому вопросу, в которых делается попытка корреляции между теми или иными свойствами материалов и способностью этих материалов приформовываться к стопе.

В одних исследованиях образцы материалов подвергались циклическому растяжению от 0 до 8 % удлинения, исходя из того, что под действием сил со стороны стопы верх обуви деформируется на 8 %. Таким образом, исследовалось поведение материалов под воздействием циклических нагрузок, представляющих в приближении ритм работы стопы.

При действии циклических растяжений, общая деформация материала, возникающая в результате действия внешних сил, представляет собой сумму пластической и эластической деформации

$$\varepsilon = \varepsilon_p + \varepsilon_e.$$

Учитывая это, показатели пластической и эластической работы при растяжении образцов до удлинения 8 % определяли, записывая петли гистерезиса и путем интегрирования полей работы пластической и эластической деформации получали значения показателей пластической и эластической работы материалов. При этом запись петли гистерезиса производилась для 1, 101 и 1001 циклов.

Петля гистерезиса 1 цикла характеризует новый материал, 101 – материал в начальной стадии эксплуатации и 1001 цикла – материал ношенный со стабилизированной деформацией.

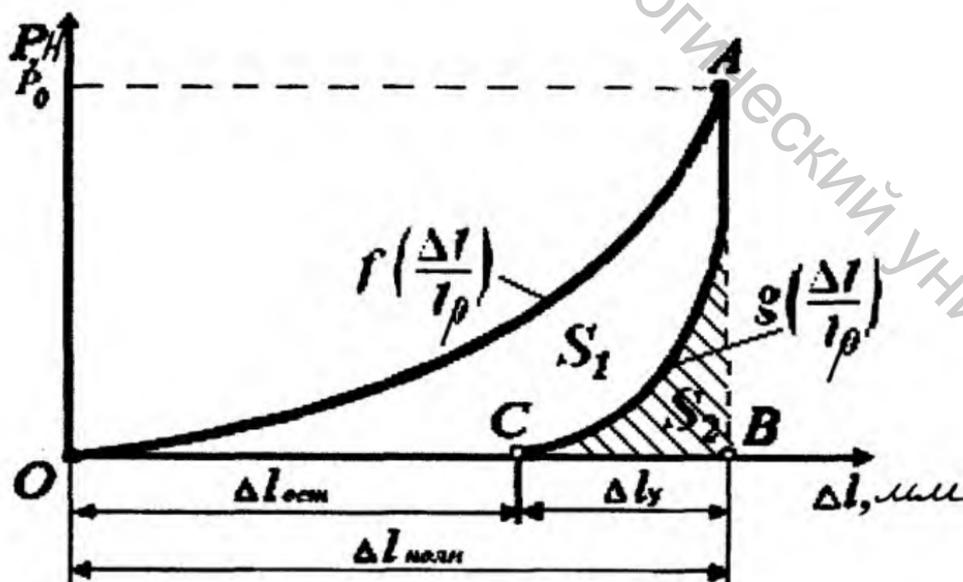


Рисунок 6.11 – График зависимости $P = f(\Delta l)$

Поле S_1 определяет работу пластической деформации, т. е. работу, которую стопа должна выполнить, чтобы подогнать (приформовать) материал к своей форме.

Поле S_2 определяет работу эластической деформации или работу материала сжимающего стопы. Отрезок AC выражает общее удлинение образца, AD – пластическую деформацию, DC – эластическую деформацию.

Определялось также отношение работы пластической деформации к работе эластической деформации S_1/S_2 .

Исследование различных ИК, СК и натуральных кож показало, что для ИК и СК, содержащих в своей структуре ткань, и натуральной кожи показатель пластической работы значительно уменьшается после 100 циклов растяжения, а затем подвергается стабилизации, т. е. в пределах 100–1000 циклов изменения этого показателя незначительны. Это означает, что обувь с верхом из этих материалов в начальной стадии носки приформовывается к стопе, а в дальнейшем деформации верха не наступает.

СК на нетканой основе ведут себя по-другому. У них показатели пластической деформации (S_1) значительно уменьшаются после 100 и 1000 циклов удлинения.

Это означает, что материал на нетканой основе деформируется постоянно во время носки обуви. Конечным случаем этого является потеря формы обуви.

В других исследованиях в основу метода исследования способности обувных материалов приформовываться к стопе положено определение изменения пластической деформации при циклическом растяжении и постоянном напряжении (в первом способе постоянная деформация). При этом с целью максимального приближения к фактическим воздействиям на материал в процессе его обработки и эксплуатации, образец перед испытанием подвергался обработке, которую испытывает заготовка в процессе формования и термофиксации, а затем производилось циклическое растяжение образцов на разрывной машине при постоянной нагрузке. При этом на определенных циклах производится запись петли гистерезиса. Из этих кривых определяется пластическая деформация ϵ_p как мера способности материала приспособливаться (приформовываться) к форме стопы (рабочие размеры образца 25 x 50 мм, циклическое растяжение при напряжении 0,5 МПа, скорость растяжения 50 мм/мин).

Запись кривых гистерезиса проводилась при 1, 100, 500, 1000 и 1500 циклов и испытания проводились до момента разрыва образца.

Были проведены исследования для различных видов СК и натуральной кожи.

Этот способ исследования, по мнению авторов, позволяет с более высокой точностью установить различия между исследуемыми

материалами. Данные исследований представлены в таблице 6.4.

Таблица 6.4 – Результаты исследования приформовываемости материалов верха обуви

Материал	Пластическая деформация ϵ_p , %	Оценка способности приформовываться к стопе на основании мнения носчиков обуви
Полимерный материал	1,2	Приформовываемость незначительная
ИК, материал на тканевой основе	3,1	- " -
СК на волокнистой основе	6,3	Приформовываемость обнаруживается в течение определенного времени носки
СК на смешанной основе	5,0 ÷ 7,5	- " -
Кожа крупного рогатого скота, с улучшенной лицевой отделкой	10,2 ÷ 12,6	Приформовываемость нормальная. Обувь приобретает удобную форму.
Кожа типа «наппа»	11,0 ÷ 15,9	Очень хорошая приформовываемость

Как следует из данных таблицы, материалы, обладающие пластической деформацией порядка 10–15 %, следует отнести к категории материалов, хорошо обеспечивающих приформовываемость обуви к стопе.

Отклонения в обе стороны ухудшают удобство обуви: уменьшение значения пластической деформации указывает на худшее приспособление этих материалов к форме стопы, а большее значение – на тенденцию к потере формы обуви.

Однако, как мы видим все исследования проводились на одиночных материалах, кроме того установлено, что заготовка верха обуви в процессе эксплуатации испытывает сложные двухосные деформации. Поэтому данные методики могут только относительно характеризовать способность верха обуви приформовываться к стопе.

На нашей кафедре была разработана методика исследования приформовываемости материалов и систем, имитирующих заготовку верха обуви, заключающаяся в том, что образцы ($d = 80$ мм), прошедшие предварительно технологическую обработку, испытывались на двухосное многоциклое растяжение сферическим пуансоном при деформации 8 %. Испытания проводились до 20000 циклов. После чего

измерялась общая и остаточная деформация путем замера высоты образовавшейся выпуклости образца после снятия нагрузки и через сутки.

Способность материалов приформовываться к стопе характеризовалась показателем пластичности

$$\Pi = \frac{h_{\text{ост}}}{h_{\text{общ}}} \cdot 100 \%,$$

где $h_{\text{ост}}$ – высота образца через сутки пролежки, мм; $h_{\text{общ}}$ – высота образца в момент окончания испытания, мм.

Анализ полученных результатов показал, что у натуральных кож (жестких и эластичных) пластичность составляет 68–65 % соответственно, в то время как у СК-8 – 25 %, а у ИК на трикотажной основе – 42 %, т. е. приформовываемость натуральных кож в 1,5–2,5 раза выше по сравнению с СК и ИК.

В системах с материалом верха из СК-8, где в качестве межподкладки использовались трикотаж и нетканый материал, а в качестве подкладки тик-саржа и трикотаж пластичность повышается незначительно по сравнению с СК-8, что свидетельствует о том, что данные системы требуют большой работы стопы для приформовывания к ней обуви с такими заготовками.

В системах же, где в качестве подкладки использовалась натуральная кожа пластичность, а, следовательно, и приформовываемость, выше в 1,6–2,0 раза по сравнению с СК-8.

В системах с верхом из ИК наблюдается аналогичная картина.

Системы с верхом из натуральной кожи имеют значения пластичности в 2–3 раза выше по сравнению с аналогичными системами с верхом из СК и ИК. Такая же тенденция наблюдается и в системах, где в качестве подкладки использовалась натуральная кожа.

В настоящее время на кафедре разработан прибор и методика измерения способности верха готовой обуви приформовываться к стопе.

Для приспособления материалов к индивидуальным свойствам стопы основное значение имеют такие свойства материалов, как мягкость, растяжимость, релаксационные свойства.

Методика расчета величины приформовываемости верха обуви к стопе

1 этап. Определяются упруго-пластические свойства материалов, входящих в заготовку верха обуви. В качестве единичных показателей упруго-пластических свойств рекомендуется использовать:

– для материалов наружных деталей верха обуви – пластичность на приборе ПОИК, долю условно эластической и условно-пластической

компоненты деформации при одноосном растяжении и долю условно-эластической компоненты деформации при двухосном растяжении;

– для текстильных материалов межподкладки и подкладки обуви – пластичность при одноосном растяжении при нагрузке $0,5P_{\text{разр}}$, долю условно эластической компоненты деформации при одноосном растяжении, величину относительной затраченной энергии при одноосном растяжении до нагрузки $0,5P_{\text{разр}}$, долю условно-эластической компоненты деформации при двухосном растяжении и пластичность при двухосном симметричном растяжении.

В итоге рассчитываются комплексные показатели упруго-пластических свойств материалов для наружных деталей верха, подкладки и межподкладки по формулам

$$K = \sum_{i=1}^n K_i \cdot m_i,$$

где K_i – относительный единичный показатель упруго-пластических свойств; m_i – весомость i -го показателя свойств; n – число учитываемых при комплексной оценке показателей.

Относительные единичные показатели определяются по формулам

$$K_i = \frac{\Pi_i}{\Pi_{\max}} \text{ или } K_i = \frac{\Pi_{\min}}{\Pi_i},$$

где Π_i – абсолютное значение единичного показателя упруго-пластических свойств; Π_{\max} , Π_{\min} – максимальное или минимальное значение показателя в данной группе объектов.

Из приведенных формул выбирается та, при которой увеличению Π_i соответствует улучшение приформовываемости верха обуви к стопе.

2 этап. На основании комплексных показателей упруго-пластических свойств материалов верха, подкладки и межподкладки определяется относительный комплексный показатель упруго-пластических свойств систем материалов по следующей зависимости:

$$K^c = 0,74K^B + 0,20 K^{M/\Pi} + 0,23K^{\Pi}.$$

3 этап. Определяется безразмерный относительный показатель упруго-пластических свойств систем материалов после операций технологической обработки

$$K_{\phi}^c = 2,10 \cdot K^c.$$

4 этап. Рассчитывается относительный показатель упруго-пластических свойств систем материалов после многоциклового

растяжения

$$K_{\text{ц}}^{\text{с}} = 0,73K_{\text{ф}}^{\text{с}} + 0,24.$$

5 этап. Определяется приформовываемость верха обуви по уравнению

$$P_{\text{в.обув.}}^{\text{лаб}} = 6,73K_{\text{ц}}^{\text{с}} - 4,17.$$

6 этап. Определяется приформовываемость верха обуви в носке

$$P_{\text{в.обуви}} = 1,99 + 1,01 P_{\text{в.обув.}}^{\text{лаб}} \quad (r = 0,94).$$

Разработанный метод оценки приформовываемости верха обуви к стопе позволяет быстро и объективно оценивать данный показатель качества в лабораторных условиях и исключить необходимость трудоемкого метода определения приформовываемости верха обуви к стопе в опытной носке.

6.3 Масса обуви

Масса обуви – существенный показатель ее физиологических свойств, который влияет как на удобство обуви, так и на утомляемость человека в процессе ее носки. При ходьбе без обуви взрослый человек затрачивает энергию, меньшую на 250–300 %, чем в тяжелых юфтевых сапогах. Увеличение нагрузки на ноги в 0,5 кг равносильно ее повышению на спину в 2 кг.

Требования к массе обуви изменяются в зависимости от ее назначения. Однако для бытовой обуви всех видов необходимо стремиться к минимальной массе при сохранении всего остального комплекса требуемых свойств обуви.

В связи с различием массы различных номеров обуви одной и той же конструкции было предложено характеризовать массу обуви отношением массы к номеру, введя понятие относительной массы. Применение этого показателя нельзя признать правильным, так как отсутствует закономерность изменения относительной массы в серии. Это объясняется тем, что номер обуви количественно характеризует только ее длину, тогда как масса обуви зависит от площади деталей, т.е. как от длиннотных, так и от широтных размеров.

Предложения характеризовать массу обуви показателем, полученным делением массы на квадрат ее номера, также не дает желаемых результатов, вследствие замедленного роста широтных размеров по сравнению с длиннотными.

Исследования, проведенные в МТИЛПе, показали, что масса обуви связана с номером следующим соотношением:

$$M_n = M_0 (1 \pm n\gamma)(1 \pm n\beta),$$

где M_n и M_0 – масса обуви искомого и исходного номера; n – разница между искомым и исходным номером; γ и β – относительные приращения в длиннотном и широтном направлении.

Учитывая сложность математической зависимости между массой обуви и ее размером, а также различные системы нумерации обуви на практике для характеристики массы обуви используют показатель абсолютной массы полупары обуви среднего размера серии.

Абсолютная масса полупары обуви колеблется в очень широких пределах: от 0,05 до 0,1 кг для обуви малых размеров и легких ее видов, до 1,0–1,5 кг и более для юфтевых сапог.

На массу обуви, помимо ее размеров, влияют материалы верха и низа обуви (их толщина, плотность), конструкция обуви, метод крепления и технология ее изготовления.

Масса деталей верха закрытой обуви составляет примерно 15–30 % от общей массы обуви, а сапог из юфти – до 40 % и более.

В наибольшей степени на общую массу обуви влияет масса деталей низа обуви. Так, по данным одних исследователей масса подошв составляет от 15 до 40 % от общей массы обуви; каблуков – от 8 до 30 %; стелек – от 12 до 20 %.

По другим данным, масса подошвы составляет: из пористой резины – 45 % от массы обуви; из непористой – 62 %, из полиуретана – 52 %, из кожи – 30 %. А масса низа обуви может достигать 90 % от общей массы обуви.

Наибольшей массой обладает обувь штифтовых методов крепления (гвоздевого и винтового), что обусловлено применением утолщенных стелек и подошв, а также металлических крепителей.

Относительно небольшую массу имеет обувь клеевого метода крепления.

Благодаря устранению тексовой затяжки верха появляется возможность применять тонкие легкие стельки (масса стельки среднего размера для женской обуви снижается до 30 г и менее, тогда как при гвоздевой затяжке она достигает 40–50 г). Учитывая, что прочность клеевого крепления не зависит от толщины подошвы, это позволяет использовать в обуви клеевого метода крепления подошвы уменьшенной толщины. Снижению массы способствует также уменьшение ширины открытого края подошвы.

Обувь рантового метода крепления по массе занимает промежуточное положение между обувью шпильчатых и клеевых

методов крепления за счет применения утолщенных стелек и подошв, а также увеличения габарита подошв.

Наименьшую массу имеет обувь, в конструкции которой отсутствуют стельки, т. е. обувь сандаального, выворотного и других методов крепления.

Уменьшить массу обуви можно путем уменьшения толщины деталей верха и низа обуви, применением подошв и каблуков из материалов повышенной пористости (микропористые резины, пенополиуретан и т. д.), использованием термопластических задников вместо кожкартонных, исключением боковинки, увеличением степени открытости обуви т. д.

Необходимо также отметить, что масса обуви одного и того же вида, конструкции и размера достаточно сильно колеблется как на разных предприятиях, так и в пределах партии (коэффициент вариации достигает 6 % и более).

Эти колебания обусловлены погрешностями, допускаемыми при производстве обуви, в основном разницей в толщине деталей.

Относительно мало изменяется масса обуви в процессе носки. По данным М.Г. Любича уменьшение массы после длительной носки составило лишь 2,4–7,0 %, хотя износ обуви был заметен.

С целью выявления возможных путей снижения массы обуви были проведены сравнительные исследования массы элементов обуви зарубежного и отечественного производства.

В результате проведенной работы установлено, что масса мужской и женской обуви отечественного производства выше массы импортной обуви в основном за счет применения материалов низа с большей плотностью. Масса заготовок импортной обуви ниже массы отечественных заготовок за счет применения более легких материалов верха и промежуточных деталей, отсутствия межподкладки.

Несмотря на относительно небольшую долю массы верха (15–30 %) можно уменьшить массу обуви за счет снижения толщины кожаных деталей верха и подкладки, исключения боковинки, применения тонких текстильных подкладочных материалов высокой износостойкости, применения термопластических материалов на жесткие подноски и задники.

Учитывая, что решающее влияние на величину массы обуви оказывают конструкция и материалы деталей низа обуви, реальными путями снижения массы являются: уменьшение толщины подошв и стелек, использование на подошвы материалов пористой структуры (пенополиуретанов, пористых ТЭПов и т. д.) низкой плотности, а на простилки нетканых материалов, использование подошв и каблуков с облегчительными полостями, использование набоек с меньшей плотностью.

Необходимо учитывать, что уменьшение массы обуви, помимо увеличения потребительского качества, также дает и экономию материалов.

Полупара низкокаблучных женских туфель 240 размера на кожаной подошве клеевого метода крепления должна весить не более 250 г, на высоком каблуке – не более 230 г, а комнатные туфли – 160 г.

Средняя масса женской обуви 230 г, мужской – 300–400 г.

По техническому регламенту масса полупары обуви, г: малодетской – не более 30; дошкольной – не более 380.

6.4 Фрикционные свойства обуви

При движении человека горизонтальные составляющие опорных усилий вызывают стремление стопы сдвинуться по опорной поверхности. Этому стремлению противодействуют силы трения низа обуви об опорную поверхность.

Существуют два момента, когда горизонтальная составляющая достигает максимальных значений и в которые может произойти скольжение – это передний и задний толчок. При этом в зависимости от соотношения величин горизонтальных усилий, развиваемых стопой, и сил трения между низом обуви и опорной поверхностью сдвиг обуви может быть больше или меньше.

При ходьбе по скользкой поверхности изменяется механика ходьбы: шаг становится укороченным и учащенным, уменьшается размах движений во всех суставах (главным образом в коленном), что достигается дополнительным мышечным напряжением, удлиняется период «опоры на всю стопу» и период двойной опоры, т. е. опоры на обе ноги. Все это доказывает, что скольжение низа обуви на опорной поверхности является важным фактором, обуславливающим утомляемость при ходьбе. Кроме этого скольжение подошв по опорной поверхности является одной из причин травматизма на производстве и в быту. Так, в литературе приводятся данные, что травмы, вызванные скольжением обуви, составляют 12–15 % от общего числа случаев на производстве. В это число не входят случаи с пешеходами на обледенелых тротуарах в осенне-зимний период.

Все это свидетельствует о том, что сопротивление обуви скольжению является важным показателем ее качества. Особенно это касается некоторых видов спортивной, рабочей и защитной обуви, а также обуви, носимой в зимних условиях.

Согласно медицинским статистическим данным, более 60 % травм возникает вследствие падений. Опасность падений увеличивается с возрастом: у 54 % лиц старше 65 лет травмы, вызванные падением, заканчивались летальным исходом. Согласно данным официальной

статистики в Швеции больше людей погибают в результате падения, чем вследствие дорожно-транспортных происшествий.

При передвижении человека стопа действует на опору с определенной силой. Эту силу можно разложить на вертикальную $F_{\text{верт}}$ и горизонтальную $F_{\text{гор}}$ составляющие.

Степень безопасности (с точки зрения вероятности поскользнуться) оценивается выражением

$$A = (F_{\text{гор}} / F_{\text{верт}}) - \mu ,$$

где μ – коэффициент трения между стопой и обувью.

Если $F_{\text{гор}} / F_{\text{верт}}$ больше μ , существует большой риск поскользнуться. Если $F_{\text{гор}} / F_{\text{верт}}$ существенно меньше μ , такой риск минимален. Отношение $F_{\text{гор}} / F_{\text{верт}}$ зависит от характера ходьбы: при ходьбе маленькими шагами его максимальные величины уменьшаются; именно так стараются ходить люди по скользкой поверхности.

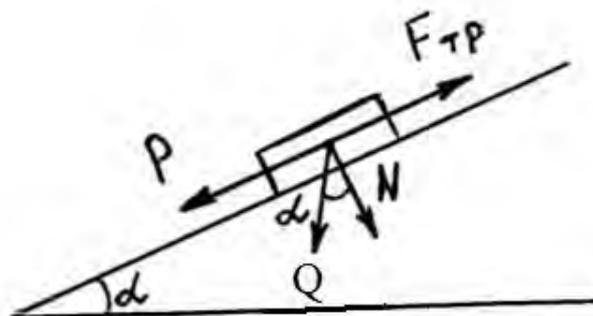
Травмоопасными являются ситуации, соответствующие первому и последнему моментам опоры. Первая возникает в момент касания опоры стопой. Эта ситуация наиболее опасна, ибо, поскользнувшись, человек падает в данном случае на спину. Во второй ситуации, т. е. при отталкивании сохраняется больше шансов сбалансировать и смягчить падение руками.

Коэффициент трения μ между обувью и опорой должен быть при обычной ходьбе не менее 0,3, а при быстрой ходьбе – не менее 0,4. Это в особенности касается трения между каблуками и опорной поверхностью. При $\mu < 0,3-0,4$ возникает опасность поскользнуться.

Сопротивление скольжению принято характеризовать коэффициентом трения, равным отношению силы трения F к силе, направленной вертикально к плоскости скольжения – N

$$\mu = \frac{F}{N}.$$

Для определения коэффициента трения часто используют принцип наклонной плоскости.



Тело начинает двигаться по наклонной плоскости под углом α , если сила трения F равна силе $N = Q \cdot \cos\alpha$, прижимающей тело к плоскости.

Коэффициент трения при этом равен тангенсу угла наклона ($\mu = \operatorname{tg}\alpha$), при котором тело начинает скользить по опорной плоскости.

Однако в ряде работ отмечается, что оценка сопротивления обуви скольжению, сделанная на основе *статического коэффициента трения* (отражающего момент начала движения) не всегда дает объективную картину и согласуется с оценкой потребителей. В силу этого необходимо проводить оценку сопротивления скольжению *динамическим коэффициентом трения* скольжения, который устанавливается при равномерном движении по опоре при определенной скорости (до 0,5 м/с).

Некоторые авторы предлагают оценивать возможность проскальзывания подошвы по опоре *коэффициентом устойчивости к скольжению*, определяемым отношением динамического коэффициента трения к статическому. В Болгарии фрикционные свойства подошв готовой обуви предлагают определять по следующей формуле:

$$P_{\text{тр}} = \frac{1,5LH(\mu_{\text{дин}} + 0,4\mu_{\text{ст}})}{S_{\text{оп}}},$$

где $P_{\text{тр}}$ – коэффициент трения готовой обуви; L – длина обуви, см; H – высота каблука, см; $S_{\text{оп}}$ – опорная площадь подошвы, см².

Различные методики определения коэффициента трения, используемые разными исследователями, различные состояния при этом опорных поверхностей и условий проведения опытов привело к тому, что значения коэффициентов трения одноименных подошвенных материалов зачастую сильно отличаются.

Сопротивление скольжению подошв или фрикционные свойства обуви зависят от многих факторов, главными из которых являются:

- вид подошвенного материала;
- химический состав материала (вид полимера, вид и количество наполнителей и пластификаторов и т. д.);
- изменение фрикционных свойств подошвенного материала в пределах температуры эксплуатации обуви;
- вид рифления подошвы;
- величина и направление прилагаемых усилий и скорость движения подошвы относительно опорной поверхности;
- вид и состояние опорной поверхности (мокрая, сухая, замасленная, обледенелая).

Самым устойчивым к скольжению материалом подошв являются пористые резины. В некоторых работах отмечается, что кожа таннидного дубления также обладает хорошими противоскользящими

свойствами. Более низкие фрикционные свойства характерны для монолитных резин и ПВХ. Наименьшее сопротивление скольжению отмечается у полиуретановых подошв, особенно на гладких опорных поверхностях.

Уменьшение твердости подошвенных материалов увеличивает коэффициент трения по сухой поверхности. *Чем мягче материал, тем выше, как правило, сопротивление скольжению.*

Имеются данные экспериментальных исследований о том, что состав резиновых смесей также оказывает влияние на сопротивление их скольжению.

Так, с увеличением количества наполнителя возрастает значение коэффициента трения. Коэффициент трения полиуретана на основе простого эфира больше, чем полиуретана на основе сложного эфира и т. д. Наиболее высокие коэффициенты устойчивости к скольжению для всех материалов характерны при использовании асфальта в качестве опоры, более низкие – при использовании керамической плитки и стали.

Большое влияние на коэффициент трения оказывает вид и состояние опорной поверхности: бетон, асфальт, ПВХ плитка, линолеум, сталь, дерево и т. д.; поверхность сухая, мокрая, замасленная, обледенелая и т. д. Наиболее высокие коэффициенты устойчивости к скольжению для всех материалов характерны при использовании асфальта в качестве опоры, более низкие – при использовании керамической плитки и стали.

На практике большое значение имеет предотвращение скольжения подошв на загрязненной и обледенелой поверхностях.

Различают 5 видов состояния поверхностей:

- сухая;
- мокрая (вода);
- загрязненная смазочными материалами (масло, жир);
- загрязненная веществами мягкой консистенции (мясо, рыба, овощи, глина, снег);
- обледенелая.

Вода и загрязнения очень сильно изменяют величину коэффициента трения в зависимости от вида материала подошвы. Так, *коэффициент трения подошвенных резин при увлажнении опоры снижается, а кожи – наоборот возрастает.* Этим объясняются низкие фрикционные свойства всех подошвенных материалов из полимеров при ходьбе по увлажненной или обледенелой поверхности. Очень низкий коэффициент трения на мокрых гладких поверхностях имеют подошвы из полиуретана. Он много ниже нижнего допустимого предела.

Еще более сильное влияние оказывает замасливание и загрязнение опорных поверхностей. Например, на стальной опоре смазанной маслом коэффициент трения некоторых подошв снижается почти в 10 раз.

При опоре на обледенелую поверхность фрикционные свойства почти всех подошвенных материалов неудовлетворительны.

В ряде работ отмечается необходимость оценивать пригодность определенных подошвенных материалов для данной опоры с точки зрения безопасности передвижения человека сравнением динамического и статического коэффициента трения. Нужно, чтобы коэффициент трения возрастал с увеличением скорости скольжения, так как это способствует затормаживанию в случае возникновения скольжения.

Например, отмечается, что кожа увеличивает коэффициент трения при скольжении.

Считают, что у идеального материала с точки зрения скольжения динамический коэффициент трения должен быть более высоким, чем статический. Статический коэффициент должен быть в пределах $0,6 \div 0,7$, а динамический – $0,7 \div 0,8$.

Большое влияние на сопротивление скольжению оказывает рифление резиновых подошв. Рациональное *рифление* резиновых подошв монолитной и пористой структуры *является эффективным способом улучшения их фрикционных свойств*. При этом отмечается, что коэффициент трения образцов с рельефом на сухих опорных поверхностях снижается, а на влажных – наоборот повышается. Это обусловлено уменьшением площади контакта рифленых подошв с опорой, на сухих поверхностях. На увлажненных поверхностях рифление прорывает слой жидкости, предотвращая появление слоя жидкости между трущимися поверхностями. При этом рифление должно иметь определенный вид и высоту для данного рода материала.

Рифление должно быть открытым на крае подошвы, чтобы жидкость отводилась из пограничного слоя. Важным является отношение площади рифления к площади контура подошвы. Рифление должно быть глубоким ($\approx 4-5$ мм), чтобы не произошел его износ во время периода эксплуатации. Площадь контакта рифления с опорой должна быть большой.

Линии рифления не должны быть частыми и мелкими, так как это может привести к забиванию их размокшим грунтом и загрязнениям.

Наилучшее расположение рельефа по отношению к продольной оси подошвы составляет 60° . В этом случае отсутствует боковое скольжение.

Требования к рифлению подошвы

1. Отношение поверхности контакта к поверхности всей подошвы должно быть порядка 50–60 %.

2. Ширина и глубина рифления должна быть достаточной, чтобы избегать засорения песком, землей, гравием и т. д. Ширина каналов

рифления должна быть примерно от 4 до 8–10 мм, глубина $\approx 4 \div 5$ мм.

3. Чтобы избежать засорения сечения каналов должны быть трапецевидными (ширина немного меньше в основании, чем на поверхности контакта).

4. Необходимо делать выход каналов по периметру подошвы для выдавливания жидкости.

5. Углы рельефа ребер должны быть острыми, т. е. необходимо избегать закруглений.

Устройства противоскольжения:

- различные типы (постоянного закрепления, временного);
- вакуумные присоски на подошве;
- абразивы, сетки – наклеивают на подошву.

6.5 Амортизационные свойства

Низ обуви служит амортизирующим звеном между стопой и опорной поверхностью. Он воспринимает динамическую нагрузку, часть ее поглощает, а часть передает опорной поверхности. Чем меньшая нагрузка передается опорной поверхности, тем меньшие усилия действуют на стопу, тем меньшая утомляемость при ходьбе и беге.

Наряду с поглощением части динамической нагрузки роль низа обуви как амортизатора заключается также в рассредоточении этой нагрузки на возможно большей поверхности опоры. Рассредоточение ударных нагрузок способствует уменьшению удельных нагрузок на опору и восприятию этих давлений стопой.

Таким образом, способность поглощать часть ударной нагрузки и рассредоточивать передаваемую нагрузку по площади опоры и определяет амортизационную способность низа обуви. Чем она лучше, тем меньшее воздействие на организм человека сотрясений при ходьбе и беге и тем меньше его утомляемость. Изучению амортизационных свойств обуви до настоящего времени уделяется мало внимания, отсутствуют какие-либо количественные показатели, характеризующие амортизационную способность обуви, методы определения этого показателя также достаточно не разработаны.

В литературе описаны попытки оценивать амортизационную способность материалов низа обуви путем измерения высоты отскакивания стального бойка, падающего с определенной высоты на поверхность испытуемого образца.

М.М. Петруниной была применена методика испытания амортизационных свойств низа обуви, заключающаяся в воздействии на испытуемый образец ударной нагрузки – свободно падающего с высоты 100 мм груза массой 3 кг. Испытуемый образец устанавливали на

площадке балочного динамографа, на которую был наклеен проволочный тензодатчик, соединенный с осциллографом, на котором регистрировалась величина нагрузки, воспринимаемая балкой динамографа при ударе груза по образцу подошвенного материала.

Испытания показали, что различные подошвенные материалы обладают разной амортизационной способностью.

Из кож лучшей амортизационной способностью обладает кожа хромового дубления. С увеличением толщины подошвенной кожи ее амортизационная способность увеличивается. Резина имеет лучшие амортизационные свойства, чем кожа.

В общем, чем меньше плотность материала и больше его толщина, тем большую часть усилия он поглощает и тем меньшая его часть передается на опору.

Интересно отметить, что система «кожа + пористая резина» обладает лучшей амортизационной способностью, чем каждый из материалов в отдельности.

Роль амортизатора состоит не только в поглощении части нагрузки, но и в рассредоточении ее по площади подошвы.

Исследования М.М. Петруниной показали, что при увеличении толщины кожи одновременно с уменьшением величины нагрузки, передаваемой на опору, возрастает площадь действия нагрузки, что приводит к уменьшению удельных нагрузок. Так, при увеличении толщины кожи хромового дубления путем накладки нескольких слоев с 4,1 до 12,2 мм нагрузка на опору изменилась с 2200 до 1430 Н, т. е. в 1,5 раза; в то же время площадь опоры увеличилась с 1,4 до 6,7 мм², что в итоге уменьшило удельную нагрузку на опору с 157 до 21,3 Н/мм², т. е. в 7,4 раза.

Пористая подошвенная резина хуже рассредоточивает передаваемую нагрузку, особенно при малых толщинах.

Влияние амортизационных свойств подошвенных материалов было исследовано также непосредственно в обуви при ходьбе и беге. При этом опорная площадка с датчиками была вмонтирована заподлицо в настил, по которому осуществлялась ходьба одним и тем же носчиком. Вертикальные составляющие нагрузки фиксировались при помощи осциллографа.

Исследования показали, что вертикальные составляющие нагрузки при ходьбе в обуви на жесткой кожаной подошве в фазе переката через пятку на 31 % больше, чем при ходьбе в обуви на пористой подошве, в фазу «опора на всю стопу» – на 17 % и в фазу «перекат через передний отдел» – на 20 %.

Повышение общей толщины низа обуви приводит к улучшению амортизационных свойств. Поэтому бесстелечная обувь (сандалии, выворотная обувь) обладает относительно худшими амортизационными свойствами.

Включение в обувь платформ и простилок из сукна, фетра, поролона, то есть мягких и упругих материалов способствует улучшению амортизационных свойств обуви.

Нельзя не отметить также ухудшение амортизационных свойств при использовании металлических набоек в обуви с тонкими каблуками.

На твердой поверхности усилие на каблук эквивалентно 2–4 кратному весу тела во время ходьбы и 4–6 кратному весу тела во время бега.

Опыты показали, что ударная нагрузка, возникающая при ходьбе в момент касания края каблука твердой поверхности, может быть снижена на 50–75 % при пользовании ударопоглощающей подошвы. Это позволяет уменьшить нагрузку на суставы стопы, ноги и бедра, снизить затраты энергии, усилить защиту от низкочастотной вибрации.

Наряду с применением в обуви в качестве амортизирующих материалов упругих полимеров, в настоящее время появилось много разработок, основанных на других принципах. В конструкции низа обуви используются разнообразные механизмы: гидравлические, пневматические, механические. Также получило развитие направление, связанное с разработкой специальных, комбинированных конструкций низа обуви, снижающих ударные нагрузки при ходьбе.

Одним из решений задачи амортизации является введение в конструкцию низа обуви одной или нескольких гидравлических или пневматических камер.

Пневмогидравлические системы в качестве амортизирующих устройств широко используются известными фирмами – производителями спортивной обуви.

Наряду с применением в обуви в качестве амортизирующих материалов упругих полимеров, в настоящее время появилось много разработок, основанных на других принципах. В конструкции низа обуви используются разнообразные механизмы: гидравлические, пневматические, механические. Так же получило развитие направление, связанное с разработкой специальных, комбинированных конструкций обуви, снижающих ударные нагрузки при ходьбе.

Одним из решений задачи амортизации является введение в конструкцию низа обуви одной или нескольких гидравлических или пневматических камер.

6.6 Перекатываемость, устойчивость, удерживаемость

Перекатываемость

Для обуви на негнущейся подошве одной из характеристик качества является перекатываемость. Чтобы обеспечить нормальный

процесс ходьбы в обуви на платформе, необходим скос в носочной части подошвы. В литературе имеются рекомендации по форме скоса. Так, скос в обуви на платформе высотой 40–50 мм рекомендуется начинать от места расположения головок плюсневых костей и делать его под углом 30° .

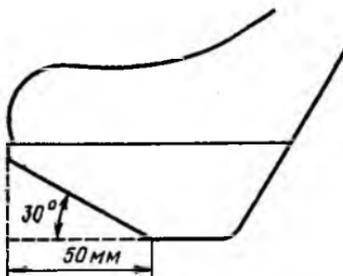


Рисунок 6.12 – Скос в носочной части подошвы

Имеются также рекомендации, что сумма угла скоса и угла наклона геленочной части относительно опорной поверхности должна составлять приблизительно 50° .

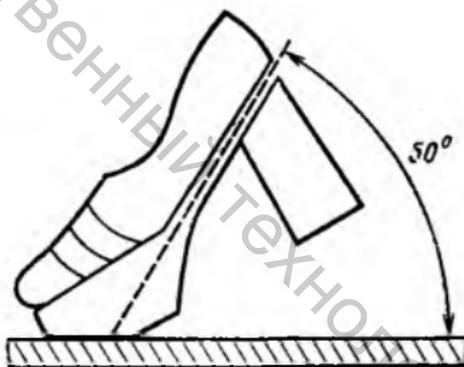


Рисунок 6.13 – Угол наклона в геленочной части обуви

Однако все имеющиеся в литературе рекомендации требуют тщательной проверки, так как даны без достаточного научного обоснования, а только на основе опыта модельеров.

Устойчивость

Для высококаблучной обуви одним из показателей физиологических свойств, характеризующих энергозатраты, является устойчивость.

Обувь должна обеспечивать телу человека устойчивое положение при стоянии и ходьбе. О степени устойчивости тела человека при стоянии судят по величине и числу колебаний общего центра тяжести.

Устойчивость зависит от многих факторов: антропометрических параметров тела человека, конструктивных особенностей верха и низа обуви и т. д.

Так, по данным В.П. Давыдовой зависимость колебаний тела от роста прямо пропорциональная, а от массы и длины стопы – обратно пропорциональная, т. е. лицам высокого роста, небольшой массы и с малой длиной стопы стоять труднее, чем лицам низкого роста, большой массы и с большой длиной стопы.

На устойчивость влияет конструкция верха обуви. Так, обувь с открытым верхом, часто состоящим из узких ремешков, и без задника менее устойчива. На устойчивость влияет также плотность обхвата пяточной части стопы и голеностопного сустава деталями верха обуви.

Большое влияние на устойчивость оказывают форма и толщина деталей низа. Так, на устойчивость существенно влияет высота каблука и его форма, площадь опоры каблука и подошвы. Устойчивость тела человека уменьшается по мере увеличения высоты каблука. Основными причинами этого являются смещение общего центра тяжести тела вверх и сокращение площади опоры.

Площадь подошвы у туфель с высокими каблуками на 30–40 % меньше, чем в обуви с низкими каблуками, что снижает устойчивость стояния и ходьбы.

Площадь набойки у высоких и тонких каблуков в 7–8 раз меньше площади низкого каблука.

В обуви на высоком каблуке походка становится подпрыгивающей. Увеличение диапазона колебаний общего центра тяжести приводит при этом к росту энергетических затрат при ходьбе.

Большое влияние на устойчивость оказывает форма каблука и соотношение размеров верхней и нижней его поверхностей. Так, в женской обуви на высоком каблуке – шпильке площадь верхней поверхности превышает площадь нижней нередко в 30–50 раз и более. Естественно, что устойчивость человека в такой обуви недостаточна.

При очень мягком низе обуви наступает так называемое плавание, т. е. неустойчивость при ходьбе и беге.

Удерживаемость

Способность обуви хорошо удерживаться на стопе в процессе ходьбы характеризуется показателем удерживаемость, так как обувь, плохо удерживаемая на ноге, вызывает повышенную утомляемость при носке. Для того чтобы обувь хорошо держалась на ноге используют специальные приспособления в виде ремешков, шнурков, резинок. В ряде конструкций, например в туфлях – лодочках, обувь удерживается на ноге благодаря натяжению верхнего канта и упругости задника.

Удерживание обуви на ноге также достигается с помощью улучшения фрикционных свойств подкладки в пяточной части.

7 ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОБУВИ

Психофизиологические свойства (показатели качества) обуви характеризуют соответствие изделия особенностям функционирования органов чувств человека.

Показатель психофизиологического соответствия на 4 уровне подразделяется на два:

- удобство пользования, которое оценивается такими единичными показателями, как удобство надевания и снятия обуви;
- удобство пользования отдельными элементами (например, пряжками, застежками и т. д.);
- среднее время на надевание и снятие обуви;
- воздействие на органы чувств, которое оценивается такими единичными показателями, как бесшумность при ходьбе, способность аккумулировать и выделять запахи, шероховатость, липкость и др.

8 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОНСТРУКЦИИ

Одним из факторов, определяющих рациональность конструкции обуви, является ее *экономичность*, выражаемая себестоимостью. *Снижение себестоимости обуви – одна из важнейших задач обувной промышленности.*

Фабричная себестоимость в основном складывается из следующих элементов:

1. Стоимости основных и вспомогательных материалов.
2. Производственной зарплаты с начислениями.
3. Стоимости топлива и энергии.
4. Амортизационных отчислений.
5. Накладных расходов (сюда включаются только цеховые и общезаводские расходы).

Соотношение отдельных производственных затрат, исчисленное в процентах к общему итогу, определяет структуру себестоимости продукции. В зависимости от того, какой элемент структуры себестоимости продукции является преобладающим, следует различать материалоемкие, трудоемкие и энергоемкие производства.

Обувное производство относится к материалоемким, так как в структуре себестоимости (65–75 %) составляют расходы на основной и вспомогательный материал; примерно 15–29 – зарплата с начислениями и 10–15 падает на остальные элементы.

Поэтому, вопросу затрат материалов при производстве обуви и их стоимости следует уделять особое внимание.

8.1 Материалоемкость конструкции

Уменьшение расхода материала только на один процент дает возможность (по данным ЦНИИКПа) в современных условиях сэкономить в год, млн дм^2 :

- | | |
|--------------------------------------|-----------|
| – кож для верха обуви | около 60; |
| – кож для подкладки | около 30; |
| – текстиля, искусственных материалов | около 40. |

Одни и те же детали могут быть изготовлены из различных материалов. Наиболее дорогостоящим из обувных материалов является натуральная кожа. Искусственные материалы обычно стоят несколько дешевле.

Если принять за 100 денежную стоимость кожаной подошвы /1/, стельки, задника и юфтевого голенища, то стоимость этих же деталей из искусственных материалов будет составлять соответственно (в %):

- подошвы из резины 19;
- стельки из обувного картона 14,3;
- задники из кожкартона 16,8;
- голенища из кирзы трехслойной черной 44,0.

Конструктор должен учитывать это и, в зависимости от назначения обуви, т. е. условий ее использования, стремиться применять материалы меньшей стоимости.

Количество затрачиваемого материала зависит от многих факторов. Из них основными являются:

1. Степень открытости ноги человека верхом обуви.
2. Размер обуви (номер и полнота).
3. Конструктивные особенности модели (площади деталей с припусками).
4. Метод крепления низа.
5. Толщина внутренних и промежуточных деталей обуви.
6. Удлинение материала.
7. Фасон колодки.
8. Точность выполнения операций.
9. Степень укладываемости шаблонов (норма расхода материалов).

1. Степень открытости ноги материалом обуви, а отсюда и расход материала определяются видом обуви (сапоги, ботинки, полуботинки, туфли и т. д.).

Таблица 8.1 – Влияние видов обуви на расход материала (по степени закрытия ноги)

Вид обуви	Площадь деталей верха на одну пару в дм ² (по 260 размер)	Степень закрытия ноги обувью
Сапог хромовый	41,7	2,4
Ботинок	17,4	1,0
Полуботинок	13,9	0,8
Туфли	10,5	0,6
Сандалия	7,3	0,4

В таблице представлены примерная площадь деталей верха на пару обуви 260 размера и соотношение площадей деталей верха различных видов обуви, причем за единицу принята площадь верха ботинка.

Основной характеристикой верха обуви следует считать степень ее открытости. Количественным показателем открытости верха обуви

может служить коэффициент открытости – $K = \frac{S_g}{S_c}$, где S_g – общая площадь наружных деталей верха обуви (исключая припуски на обработку краев деталей, их соединение и припуск на затяжку); S_c – площадь тыльной и боковой поверхности стопы или колодки.

Таблица 8.2 – Характеристика открытости верха обуви

Конструкция верха	Коэффициент открытости К
Пантолеты	0,1–0,3
Сандалеты	0,1–0,5
Туфли	0,6–0,8
Полуботинки	0,9–1,1
Ботинки	1,2–1,5 и более
Сапожки	2,0–2,5 и более
Сапоги	3,0–3,5 и более

Степень открытости в пределах вида обуви может быть изменена в полуботинках, ботинках и сапогах за счет высоты берцов (голенищ) и их формы. Следует отметить, что в некоторых типах обуви высота берцов и голенищ нормируется, в других же она делается по усмотрению модельера. Когда направление моды предусматривает для женщин сапожки с высокими голенищами, это сразу же отражается на их цене.

В туфлях площадь деталей верха может быть уменьшена за счет снижения высоты берца, увеличения глубины выреза в передней части, а также путем создания модели верха с открытой переймой или носком.

2. Размер обуви (номер и полнота). Большое влияние на расход материала оказывает размер обуви. Разница в площади моделей для смежных размеров обуви значительно меньше, чем по видам, но представляет заметную величину.

Она объясняется изменением размеров затяжных колодок при переходе от номера к номеру:

	штихмассовая система	метрическая
по длине	6,67 мм	5 мм
по ширине в пучках	1,5 мм	1,0 мм
по обхвату в пучках	4 мм	3,0 мм

а при переходе от одной полноты к смежной по обхвату в пучках

5 мм	6 или 8 мм
------	------------

Площадь деталей определяемого номера обуви связана с площадью исходного номера серии соотношением

$$S_{\text{опр}} = S_{\text{исх}} \cdot (1 + n\gamma)(1 + n\beta),$$

где γ – относительное приращение в длину; β – относительное приращение в поперечном направлении; n – разница между величиной номера определяемого и исходного.

$$\gamma = \frac{\Delta D}{D}; \beta = \frac{\Delta Ш}{Ш_{\text{пучков}}},$$

где D – длина грунд-модели, $Ш_{\text{пучков}}$ – ширина грунд-модели.

Подробнее с этим мы будем знакомиться в разделе курса «Серийное градирование деталей обуви».

Изменение на один размер вызывает изменение площади моделей верха от 2,9 % по мужским полуботинкам до 5,2 % для ясельного возраста.

Изменение на одну полноту вызывает изменение площади моделей верха от 2,5 до 4,0 % в зависимости от рода обуви.

3. Конструктивные особенности модели (площади деталей с припусками). Большое влияние на площадь деталей оказывает размер припусков на обработку их краев и на соединение.

Переход от конструкции верха обуви с отрезными задинками к цельным берцам и от отрезных деталей в союзках к цельным союзкам уменьшает площадь комплекта деталей от 1,8 до 3,8 % за счет ликвидации припусков на швы.

Однако известно, что с уменьшением средней площади детали увеличивается использование материала при раскрое, особенно для низкосортных материалов, имеющих большое количество пороков.

Наблюдается своего рода противоречие.

Для определения влияния числа деталей в заготовке на расход материала в ЦНИИКПе было проведено экспериментальное исследование.

Были построены полуботинки двух типов: с накладными союзками и накладными берцами с разным количеством деталей: 16, 14, 12, 10 и 8 в паре.

Верх полуботинка из 16 деталей состоял из двух союзок, двух отрезных носков, четырех берцев, четырех задинок, двух задних ремней и двух язычков.

Полуботинок из 8 деталей состоял из двух цельных союзок, четырех берцев и двух язычков.

Промежуточные конструкции имели 14, 12 и 10 деталей.

Был подсчитан расход кожи на каждую пару заготовок. Причем кожи брались разных сортов от II до VI. По полученным результатам были построены графики (рис. 8.1).

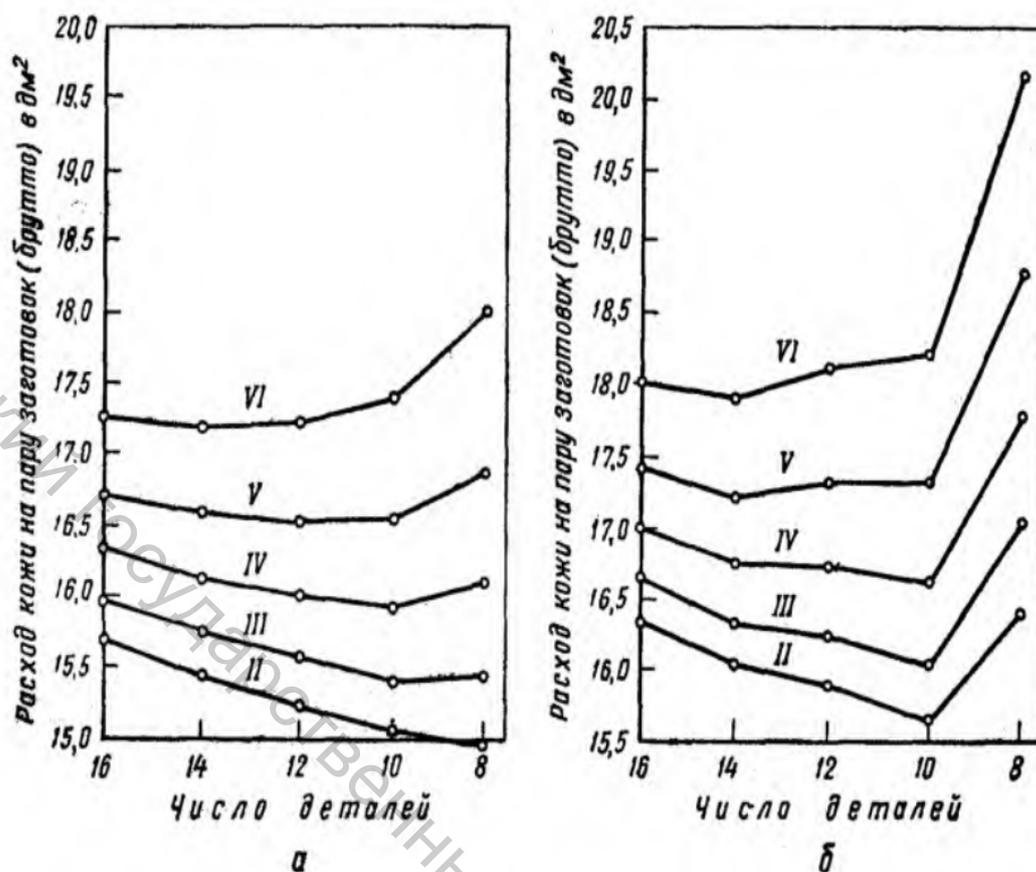


Рисунок 8.1 – Влияние числа деталей в заготовке на расход материала:
 а – с накладной союзкой, б – с накладным берцем;
 II – VI – сорта материала

Как видно из графиков, число деталей комплекта заготовки оказывает существенное влияние на количество расходуемого материала. Причем для каждого сорта кожи имеется оптимальное значение по количеству деталей (между 14 и 10).

Необходимо также учитывать, что с увеличением числа деталей в заготовке повышается число швов, то есть увеличивается затрата времени на ее изготовление.

На площадь комплекта влияет также величина *припуска на обработку краев деталей* (припуск на загибку края 4–5 мм, на обжиг 1,0–1,5 мм). Поэтому площадь деталей в обрезку и в обжиг значительно меньше площади деталей в загибку.

Следовательно, величина поправки на конструктивные особенности зависит от периметра обработки или соединения деталей и от ширины припуска на обработку или скрепление деталей.

4. Метод крепления низа. Различные ширины затяжных кромок при различных методах крепления низа и способах формования вызывают изменение чистой площади моделей.

Таблица 8.3 – Изменение площади моделей по методам крепления низа

Методы крепления низа или способ производства обуви	Ширина затяжной кромки в затянутой обуви в мм	Уменьшение площади модели в % к площади модели обуви клеевого способа крепления
Клеевой	$15 \pm 0,5$	0
Рантовый	$14 \pm 0,5$	0,9–1,6
Шпилечный, прошивной, сандаальный	$13,5 \pm 0,5$	1,8–3,2
Доппельный	$12 \pm 0,5$	2,7–4,8
Однопроцессный внешнего формования и «парко»	$5 \pm 0,5$	9,0–16,0
Однопроцессный внутреннего формования	$3 \pm 0,5$	11,0–19,0

Как видно из таблицы, изменение ширины затяжной кромки на 1 мм вызывает изменение площади комплекта деталей от 0,9 до 1,6 % в зависимости от метода крепления и способа формования.

5. Толщина внутренних и промежуточных деталей обуви. Применение различных конструкций низа с различной толщиной внутренних и промежуточных деталей (стелька, задник, платформа и т. д.) вызывает изменение величины чистой площади модели.

Утолщение этих деталей на 1 мм приводит к увеличению ширины затяжной кромки на 1–1,5 мм.

6. Удлинение материала. При формовании верха обуви материал верха подвергается растяжению на значительную величину. Величина деформации зависит от тягучести системы, составляющей заготовку обуви (наружные детали, подкладка и межподкладка).

Применение текстильной подкладки с малым удлинением (до 15 %) не позволяет полностью использовать удлинение кожаного верха, имеющего удлинение по ГОСТ в пределах 15–45 %. Для полного использования показателя удлинения кожаного верха необходимо иметь показатели удлинения текстильной подкладки, равнозначные коже.

Изменение удлинения ткани при разрыве на 1 % изменяет ширину затяжной кромки на 0,3 мм.

Изменение удлинения кожи для верха обуви на 10 % при напряжении 10 МПа приводит к изменению деформации заготовки в продольном направлении примерно на 1 %, то есть при длине заготовки 300 мм на 3 мм в ту или другую сторону.

Увеличение удлинения верха обуви достигается путем увлажнения заготовок. Увлажнение дает возможность сократить площадь модели на 2–3 % в зависимости от вида и рода обуви.

7. Фасон колодки. Фасон колодки оказывает заметное влияние на величину чистой площади модели.

Максимальные колебания в площади комплекта кожаного верха между наибольшей и наименьшей площадью для одних и тех же видов и конструкций обуви, но различающихся по фасону носка, составляют 0,79–2,82 % в зависимости от рода обуви (девичья – 0,79, мужская – 1,04, женская – 2,82).

8. Точность выполнения операций. Особое влияние на расход материала оказывает точность выполнения операций на каждом отдельном предприятии. Особенно это сказывается при проектировании деталей низа.

Так, площадь подошв, выкраиваемых из плоских материалов, зависит в основном от площади стельки обуви, конструкции шва, толщины деталей верха и промежуточных деталей, в значительной мере от ширины видимого края подошвы в обуви (полки ранта), выступающей из-под верха обуви, и величины припуска на обработку (фрезеровку) торца подошвы.

Почти все припуски на швы и обработку краев при проектировании деталей даются с некоторым превышением, поскольку в процессе работы допускаются погрешности. Чем больше погрешности, тем больше должна быть средняя величина припуска, чтобы обеспечить минимальный размер, требуемый в той или иной детали.

Так, например, на фрезеровку подошвы вполне достаточен припуск 1,0–1,5 мм. Но, при накладке подошв на обувь, производимой вручную, возможен сдвиг их в ту или другую сторону, отчего с одной из сторон припуск окажется зауженным. Поэтому требуется увеличить припуск с обеих сторон, чтобы выдержать требуемую величину полки ранта подошвы. При проектировании подкладки для соединения ее с верхом настрочным швом дается припуск 2–4 мм, который затем обрезается.

9. Степень укладываемости шаблонов (норма расходов материалов). На норму расхода материала в связи с межшаблонными отходами, появляющимися при раскрое, оказывает влияние взаимоукладываемость шаблонов. Взаимоукладываемость шаблонов зависит от конфигурации деталей. Чем плотнее могут совмещаться детали, тем меньше отходов при раскрое материалов, тем больше полезный выход деталей.

Коэффициент укладываемости, характеризующий это свойство шаблонов, определяется построением параллелограмма при размещении деталей по прямолинейно-поступательной системе.

Коэффициент укладываемости представляет собой отношение площади деталей a , входящих в параллелограмм, к площади параллелограмма M , построенного на оптимальной системе прямолинейно-поступательного размещения данной детали

$$Y = \frac{a}{M} \cdot 100 (\%).$$

Таблица 8.4 – Примерные показатели раскройных характеристик типичных моделей верха обуви (среднего размера) на пару обуви

Типы верха обуви	Площадь комплекта деталей, дм ²	Количество деталей в комплекте	Примерный коэффициент укладываемости Y , %	Средне-взвешенная площадь детали комплекта, дм ²
Сапоги с кожаными голенищами	44,7	8	–	–
Сапоги с кирзовыми голенищами	16,3	6	–	–
Ботинки мужские, отрезные детали	17,9	16	92,3	1,12
Ботинки детские, отрезные детали	11,2	16	92,3	0,7
Полуботинки мужские, отрезные детали	14,2	16	91,0	0,88
Полуботинки женские, цельные берцы, отрезные детали	11,4	12	91,2	0,95
Туфли женские, средний каблук с обтяжкой	10,3	10	91,6	1,03
Туфли детские	5,4	8	91,1	0,68

Так, по данным ЦНИИКП, разница между коэффициентами укладываемости для одних и тех же типов моделей верха обуви достигает на разных фабриках 4,0 %.

Наибольшую взаимоукладываемость имеют отрезные детали верха ботинок (92–94 %), несколько ниже у полуботинок (91–92 %), еще ниже у туфель и сандалет (90–92 %), наиболее низкая у сандалий (88–89 %).

Коэффициент укладываемости деталей низа находится в пределах 92–95,5 % для подошв и 93,4– 4,9 % – для стелек.

Экономичность запроектированной модели определяется расчетом теоретической нормы расхода материала по уравнению М.Л. Шусторовича для верхних кож

$$P = Y_{\text{cp}} - \frac{39}{\sqrt[4]{W}} - \frac{100 \cdot b}{W}, \%$$

где $W = \frac{A}{m}$ – фактор площади; A – площадь раскраиваемых материалов; m – площадь (средневзвешенная) шаблона детали; b – снижение показателя использования кож по сортам, %,

$$Y_{\text{cp}} = \frac{\sum a_i}{\sum M_i}$$

В ЦНИИКПе предложен новый метод расчета коэффициента укладываемости для заготовок, раскраиваемых из кож хромового дубления. Для этого определяют взаимоукладываемость двух пар комплектов наружных деталей, располагая их с сохранением всех основных правил размещения на коже при раскрое.

Площадь участка, образуемого контурами крайних деталей, измеряют на ФЭИ-1-0 или планиметром. Она включает чистую площадь деталей и межмодельные отходы.

$$Y_{2\text{ПК}} = \frac{2 \sum a}{S_{2\text{ПК}}} \cdot 100,$$

где $\sum a$ – чистая площадь деталей комплекта; $S_{2\text{ПК}}$ – площадь участка, включая 2 пары комплектов.

Процент использования подсчитывают по уравнению

$$P = Y_{2\text{ПК}} - O_{\text{к}} \frac{Y_{2\text{ПК}}}{100},$$

где $O_{\text{к}}$ – краевые отходы.

Имея данные о коэффициенте использования P , % и зная площадь шаблонов $\sum a$ (дм²), можно определить теоретическую норму расхода на модель

$$N = \frac{\sum a \cdot 100}{P}, \text{ дм}^2.$$

Величина $\frac{100}{P}$ называется нормировочным коэффициентом; $\sum a$ – нетто; N – брутто. $\frac{100}{P} > 1$, зависит от вида и сорта кожи, от особенностей кроя.

Экономичность можно установить как

$$\frac{N_{\text{нов}} - N_{\text{действ.}}}{N_{\text{действ.}}} = \varepsilon.$$

8.2 Трудоемкость конструкции

Несмотря на то, что производство обуви является по структуре материалоемким и зарплата составляет 15–20 %, вопрос о трудовых затратах имеет большое значение при оценке деятельности предприятия.

Снижение трудовых затрат приводит к повышению производительности труда, а это является главным элементом прогресса.

Производительность труда повышается в основном путем изменения конструкции, технологии производства, механизации и автоматизации.

Таблица 8.5 – Относительная трудоемкость производства обуви различных способов крепления

Способ крепления	Тип обуви	Относительная трудоемкость
Рантовый	Ботинки мужские на кожаной подошве	1,00
Винтовой	То же	0,80
Гвоздевой	То же, на резиновой подошве	0,61
Горячей вулканизации	Ботинки мужские	0,58
Рантовый	То же, на резиновой подошве	0,84
Парко	Ботинки детские на кожаной подошве	0,74

Эти данные свидетельствуют о большом влиянии способа прикрепления низа обуви на трудоемкость.

Однако наибольшее влияние на трудоемкость оказывает конструкция верха обуви.

Так при уменьшении числа деталей комплекта увеличивается производительность закройного и швейного цехов. Затрата труда в швейном цехе растет почти пропорционально числу швов, связанных с числом деталей.

Влияние конструкции заготовки на затраты машинного времени

При пошиве заготовок обуви на швейных машинах существенное влияние на трудоемкость оказывают конструкция изделия, длина линии

обработки и ее кривизна. Очень важно уметь правильно и быстро оценить затраты времени на изготовление изделия.

Знание затрат труда на изготовление новой модели дает возможность правильно оценить сложность модели, установить, экономична ли она по сравнению с действующей, и правильно определить возможную себестоимость обуви.

В настоящее время в обувной промышленности существуют в основном два способа определения затрат труда на сборку заготовки:

1. Пошив опытной партии.
2. Метод параллельного переноса трудовых затрат на подобные изделия.

Первый способ довольно трудоемок, так как пошив опытной партии требует много времени, а смена моделей происходит довольно часто.

Второй способ является приближенным.

На кафедре технологии обуви в МТИЛП был разработан расчетный метод определения трудоемкости изготовления заготовок обуви.

Известно, что производительность труда по каждой операции оценивается временем на ее выполнение.

Так, *продолжительность машинной операции* определяется временем рабочего цикла и затратами времени вне рабочего цикла (внецикловые затраты).

Время рабочего цикла (цикловые затраты) включает в себя следующие элементы:

- время машинной работы – $T_{\text{маш}}$;
- время, затрачиваемое на выполнение вспомогательных приемов (установка деталей, центрирование и др.) – $T_{\text{всп}}$;
- время, затрачиваемое на прием «взять – положить» деталь или изделие – $T_{\text{в.п.}}$.

Внецикловые затраты складываются из следующих элементов:

- время обслуживания машин, не связанное непосредственно с выполнением машинной работы (наладка, регулировка и смазка машины, заправка и смена рабочих инструментов и т. д.) – $T_{\text{обсл}}$;
- время организованных перерывов в работе – $T_{\text{пер}}$.

Величины внецикловых затрат времени для машин определенной конструкции более или менее одинаковы. Они не зависят от конструкции заготовки и могут быть легко определены и приняты как постоянные величины для производств с одинаковыми организационно-техническими условиями.

Например, время организованных перерывов в работе зависит исключительно от системы организации производства на данном предприятии.

Удельный вес внецикловых затрат в сумме всех потерь времени и влияние их на производительность труда невелик.

Основное влияние на производительность швейных операций оказывают *затраты времени на рабочий цикл.*

В этих затратах наибольшее значение будет иметь время машинной работы – $T_{\text{маш}}$ и время вспомогательных приемов – $T_{\text{всп}}$.

Известно, что удельный вес машинного времени в цикловых затратах при сборке заготовок для верха обуви составляет 26–74 %. Низкий удельный вес (26 %) машинного времени при выполнении некоторых операций обусловлен большими затратами времени на вспомогательные приемы, которые включают в себя время, затрачиваемое на установку деталей, и время вынужденных остановов машины в процессе выполнения строчек, называемых «паузами-перехватами» – $T_{\text{п-п}}$.

Под «паузой-перехватом» понимается прием, при котором происходит кратковременная остановка работы машины для поворота деталей вокруг иглы.

Количество и продолжительность их зависят от взаимного расположения деталей, наличия промежуточных деталей и формы выполняемых строчек (наличие резких изменений в направлении строчек, когда приходится останавливать машину и поворачивать изделие для продолжения строчки).

Время, затрачиваемое на прием «взять – положить» деталь, для предприятий с одинаковой организацией производства примерно одинаково. Оно не зависит от конструктивных особенностей изделия и машины. Величина его может меняться при изменении системы запуска, т. е. зависит от того, какое количество деталей или заготовок укладывают в люльку конвейера или другое транспортирующее устройство.

Подводя итог всему сказанному, можно сделать следующие **выводы:**

Внецикловые затраты и время, затрачиваемое на прием «взять – положить» деталь не зависят от конструктивных особенностей заготовки и более или менее одинаковы для производств с одинаковыми организационно-техническими условиями. Кроме того, их удельный вес в сумме затрат времени на изготовление изделия невелик.

Трудоемкость конструкции верха обуви в основном зависит от времени машинной работы – $T_{\text{маш}}$ и времени, затрачиваемого на выполнение вспомогательных приемов – $T_{\text{всп}}$.

Определение затрат машинного времени расчетным путем дает возможность определить трудовые затраты в целом на сборку заготовки и позволяет модельерам уже при разработке новой модели устанавливать ее экономичность по сравнению с существующей и

возможность изготовления ее на потоке без изменения числа рабочих мест и оборудования.

Рассмотрим, от чего зависит и как определяется время работы на машине ($T_{\text{маш}} + T_{\text{п-п}}$) при различных операциях сборки заготовки.

Время работы на машине (машинное время) зависит от следующих факторов:

- конструктивных особенностей машины;
- длины обрабатываемых линий;
- радиуса кривизны обрабатываемых линий;
- количества и продолжительности перехватов, возникающих в процессе обработки изделий на машине и вызывающих кратковременный останов машины;
- частоты строчки.

Во многих случаях при работе на швейных машинах исполнитель не может использовать машину на полную скорость, так как вынужден уменьшать ее при строчке линий различной длины и различных радиусов кривизны или кратковременно выключать машину на поворотах. Поэтому, увеличение скорости машины на ряде операций не может повысить производительность труда.

Решение вопроса о снижении трудоемкости работ на такого рода операциях должно идти по пути снижения влияния длины и радиуса кривизны линий, а также числа и продолжительности пауз-перехватов.

В начале выполнения строчки на швейной машине некоторое время требуется на разгон машины от 0 до предельной скорости подачи изделия под иглу – v_m – величины, связанной с числом оборотов главного вала машины, шагом строчки и пробуксовкой деталей.

В конце строчки, перед остановом машины, скорость подачи также постепенно снижается до 0 (так называемый выбег машины).

Будем считать, что изменение скорости в период разгона от 0 до v_m и в период выбега от v_m до 0 происходит по прямолинейной зависимости, а в период установившегося движения $v_m = \text{const}$. В таком случае, диаграмма изменения скорости подачи изделия в швейной машине будет иметь вид трапеции (рис. 8.2).

По оси абсцисс откладывается время выполнения операции T_c , а по оси ординат – скорость подачи v в различных участках строчки.

Время, потребное на разгон и останов, обозначим T_p и T_o , а общее время разгона и останова – $T_{p.o.}$, время выполнения строчки с максимальной скоростью подачи изделия – T_m , время выполнения всей операции – T .

Тогда

$$T = T_m + T_p + T_o = T_m + T_{p.o.}$$

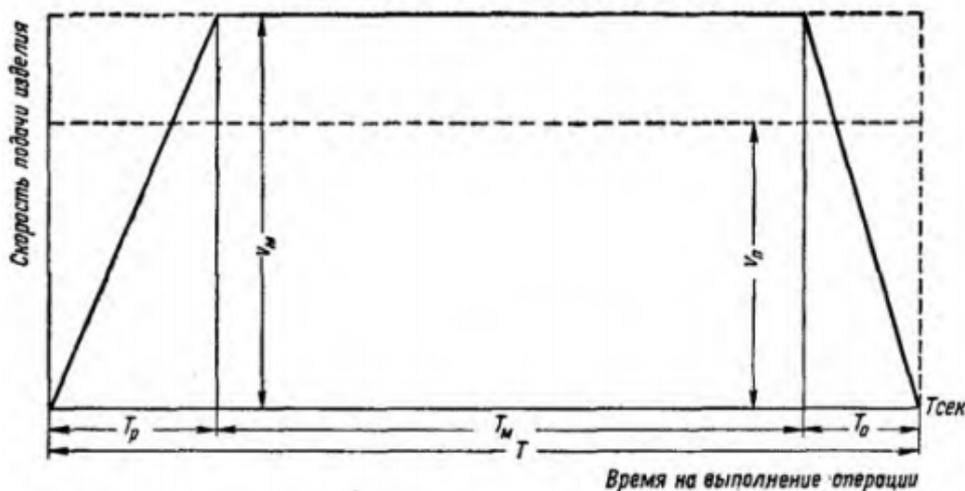


Рисунок 8.2 – Диаграмма изменения скорости подачи изделия в швейной машине

Скорость подачи изделия в период T_M будет v_M , т. е. максимальной для данной машины.

Средняя скорость в период разгона и останова машины будет равна $-\frac{v_M}{2}$, так как мы приняли прямолинейную зависимость нарастания (убывания) скорости.

Путь, который пройдет изделие за полное время строчки (или длина строчки) будет равен:

$$L = T_M \cdot v_M + \frac{T_{p.o.} \cdot v_M}{2} = v_M \left(T_M + \frac{T_{p.o.}}{2} \right).$$

Из этого уравнения видно, что если участок строчки, на котором используется предельная скорость подачи – v_M , относительно большой и влияние времени на разгон и остановку относительно мало, то средняя скорость выполнения операции будет приближаться к v_M .

Если же время разгона и останова $T_{p.o.}$ относительно велико, что возможно при малой длине строчки, то средняя скорость подачи изделия – $v_{ср}$ при выполнении операции будет стремиться к $\frac{v_M}{2}$.

Графически средняя скорость – $v_{ср}$ будет представлена высотой прямоугольника, имеющего основание T , равное основанию трапеции. Площадь этого прямоугольника ($T \cdot v_{ср}$) равна площади трапеции и является пройденным путем, т. е. длиной строчки.

Фактическая средняя скорость обработки того или иного участка контура деталей – $v_{ср}$ будет меньше, чем максимально возможная скорость для данной машины.

Трудоемкость машинной обработки будем характеризовать не абсолютными затратами машинного времени, а относительной

величиной, которую назовем *коэффициентом удельной трудоемкости* и обозначим – К.

Коэффициент удельной трудоемкости представляет собой отношение времени строчки 1 пог. см линии любой длины и формы к времени обработки 1 пог. см прямой линии, где достигается максимальная скорость v_M подачи материала транспортирующим устройством швейной машины (при условии, что исполнитель полностью нажимает на педаль машины), или отношение максимальной скорости подачи изделия под иглу – v_M к средней фактической – v_{cp} , т. е.

$$K = \frac{v_M}{v_{cp}}$$

Коэффициент удельной трудоемкости показывает, во сколько раз максимально возможная скорость подачи изделия больше средней скорости при выполнении данной строчки.

Следовательно, зная v_M и К, мы можем определить среднюю фактическую скорость выполнения операции

$$v_{cp} = \frac{v_M}{K}$$

Так как время выполнения всей операции – Т равно:

$$T = T_M + T_{p.o.}$$

и зная, что $L = T \cdot v_{cp}$; $L_{p.o} = T_{p.o} \cdot v_{p.o}$; $L_M = T_M \cdot v_M$ можем записать:

$$\frac{L}{v_{cp}} = \frac{L - L_{p.o}}{v_M} + T_{p.o.},$$

где $L_{p.o}$ – часть длины строчки, на протяжении которой происходит разгон и останов машины.

Учитывая, что $v_{cp} = \frac{v_M}{K}$, получаем после подстановки и преобразования:

$$\frac{L \cdot K}{v_M} = \frac{L - L_{p.o}}{v_M} + T_{p.o.} \text{ или } K = 1 + \frac{T_{p.o.} \cdot v_M - L_{p.o}}{L},$$

где К – коэффициент удельной трудоемкости .

Экспериментально установлено, что $T_{p.o}$ и $L_{p.o}$ одинаковы для всех длин строчек, выполняемых одной работницей, и поэтому могут быть

приняты в расчете за постоянные величины. Постоянной для данной машины является и v_M .

Максимальную скорость подачи изделия под иглу – v_M определяют практически путем установления времени, необходимого для прошивки на машине прямой полоски длиной 40 см при полном нажатии на педаль, так как начиная с этой длины v_M остается постоянной, поскольку время $T_{p.o}$ становится относительно малым по сравнению с T_M и не влияет на максимальную скорость при увеличении длины строчки.

Фиксируют время $T_{\text{маш}}$ (с) от начала пуска машины до останова ее секундомером.

Разделив длину полоски на зафиксированное время, получают максимальную скорость подачи изделия на данной машине

$$v_M = \frac{40}{T_{\text{маш}}}.$$

Обозначив постоянный член уравнения, заключенный в скобки, через – a , получим

$$K = \frac{a}{L} + 1.$$

Таким образом, коэффициент удельной трудоемкости связан с длиной строчки уравнением типа $y = \frac{a}{x} + 1$ (уравнение гиперболы).

Многочисленные эксперименты показали, что для прямолинейных строчек $a = 1,95$.

Следовательно, коэффициент удельной трудоемкости прямой строчки зависит только от длины строчки и может быть выражен уравнением

$$K_T = \frac{1,95}{L} + 1.$$

где L – длина линии строчки в см.

Затраты машинного времени на выполнение строчки длиной L , находим из условия, что $v_{\text{ср}} = \frac{v_M}{K_T}$ и $T = \frac{L}{v_{\text{ср}}}$,

$$T = L \cdot K_T \cdot \frac{1}{v_M}.$$

Затраты машинного времени на выполнение строчки зависят от длины строчки, конструкции машины (числа оборотов главного вала) и частоты строчки.

Уменьшение скорости выполнения строчки, связанное с длиной линии и геометрической формой учитывается коэффициентом удельной трудоемкости.

Чтобы учесть влияние частоты строчки и числа оборотов машины, состояния натяжного устройства и свойств скрепляемого материала, необходимо знать величину максимальной скорости подачи изделия под иглу – v_m , так как при изменении длины стежка, скорости вращения главного вала машины и свойств материала величина ее будет меняться.

Уравнение, полученное для коэффициента удельной трудоемкости, было выведено на основании эксперимента, проводимого на образцах. При проведении строчки непосредственно на заготовках исполнитель несколько снижает темп работы, будучи связан с ответственностью за качество.

Это обстоятельство предложено учитывать поправочным коэффициентом – φ , зависящим от формы узла и требований к качеству шва.

Тогда, общие затраты машинного времени – $T_{\text{маш}}$ можно определить из формулы

$$T_{\text{маш}} = L \cdot K_T \cdot \frac{1}{v_m} \cdot \varphi, \text{ с}$$

Для расчета времени выполнения строчек заготовки рекомендуются следующие величины коэффициента – φ :

– для наружных строчек, расположенных на узлах пространственной формы – $\varphi = 2,1$;

– для наружных строчек, расположенных на плоских деталях – $\varphi = 1,4$;

– для строчек, расположенных на внутренних деталях – $\varphi = 1,05$.

Выполнить строчку по прямой линии проще, чем по линии, имеющей сложную геометрическую форму. Вследствие этого исполнитель выполняет строчку сложной формы со скоростью, меньшей, чем прямые строчки такой же длины. Это притормаживание возникает в силу чисто психологического фактора, который заставляет исполнителя приспособлять темп работы к своим возможностям выполнения строчки точно по заданной линии.

Чем меньше радиус кривизны строчки, тем больше притормаживание и, следовательно, время, затрачиваемое на выполнение операции.

При изучении трудоемкости выполнения на машине строчки криволинейных контуров было установлено, что средняя скорость подачи изделия при выполнении строчки одного и того же радиуса повышается с увеличением длины линии, а коэффициент удельной трудоемкости снижается.

С увеличением радиуса кривизны линии строчки, при постоянной ее длине, средняя скорость обработки увеличивается, коэффициент удельной трудоемкости уменьшается.

Зависимость этого коэффициента от длины и радиуса кривизны линии строчек остается такой же, как и в случае прямых линий, т. е. выражается уравнением типа гиперболы

$$K_R = \frac{1,95}{L} + 1,6 \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n} \right) + 1,$$

где R_1, R_2, R_n – радиусы кривизны линии строчки.

Коэффициенты в уравнении могут несколько изменяться в зависимости от условий работы и квалификации рабочего.

Затраты машинного времени на выполнение криволинейной строчки могут быть определены по уравнению

$$T_{\text{маш}} = L \cdot K_R \cdot \frac{1}{v_M} \cdot \varphi, \text{ с}$$

На трудоемкость выполнения швейных операций при сборке заготовок влияет также число и продолжительность пауз-перехватов.

Между временем поворота изделия и величиной угла пересечения линий, образующих угол, существует определенная зависимость: с увеличением угла пересечения линии строчки время, затрачиваемое на паузу-перехват, уменьшаясь, стремится не к нулю, а к определенной величине, равной времени, идущему на подъем и опускание прижимного ролика.

Время, затрачиваемое на паузу-перехват можно определить по уравнению

$$T_{\text{п-п}} = \frac{a}{\alpha} + b,$$

где α – угол поворота детали.

Параметры a и b колеблются в зависимости от квалификации рабочего и требований, предъявляемых к точности выполнения операции (обувь обычная, модельная и т. д.).

Экспериментальными исследованиями установлено, что значения « a » колеблются от 6 до 14,5, при среднем $a = 10$.

Параметр « b » связан с подъемом и опусканием лапки швейной машины для осуществления поворота детали. Величина его в среднем равняется $b = 1,2$.

В результате для подсчета времени, затрачиваемого на паузу-перехват, рекомендуется следующая формула:

$$T_{п-п} = \frac{10}{\alpha} + 1,2, \text{ с,}$$

где α – угол пересечения линий строчки в°.

Общие затраты времени на выполнение строчки на швейной машине с учетом времени пауз-перехватов определяют по формуле

$$T_{\text{расч}} = \Sigma T_{\text{маш}} + \Sigma T_{\text{п-п}}.$$

Спускание краев деталей

Несмотря на то, что на выполнение операции спуска краев уходит меньше машинного времени, чем на выполнение строчек заготовки, определение его расчетным путем представляет интерес для нахождения общего машинного времени на сборку заготовки.

Трудоемкость машинной обработки линии спуска (по аналогии со строчкой) также будем характеризовать величиной коэффициента удельной трудоемкости – К.

Коэффициент удельной трудоемкости представляет собой отношение времени, затрачиваемого на спуск 1 см обрабатываемой линии любой формы и длины ко времени, затрачиваемому на спуск 1 см прямой линии.

Зависимость коэффициента удельной трудоемкости спуска от длины линии контура может быть выражена следующим уравнением:

$$K = \frac{1}{L} + 1.$$

Как видно из уравнения, характер изменения коэффициента удельной трудоемкости спуска аналогичен уравнению для операции строчки прямых линий. Это сходство объясняется проскальзыванием транспортирующего ножа в начальный момент, так как площадь касания и сила трения между роликом и обрабатываемым материалом в этот момент невелики.

Влияние этого участка на изменение скорости подачи изделия меньше, чем для швейной машины, о чем свидетельствует меньшая величина постоянного коэффициента – a (числителя в первом члене уравнения) по сравнению с его значением в уравнении для строчки деталей ($a = 1$ – для спуска, $a = 1,95$ – для строчки).

При спуске краев деталей на затраты машинного времени оказывает величина *радиуса кривизны*, также как и при строчке заготовок.

Экспериментально установлено, что с увеличением радиуса кривизны обрабатываемой линии (как выпуклой, так и вогнутой)

коэффициент удельной трудоемкости уменьшается при одной и той же длине спуска.

При постоянном радиусе кривизны коэффициент удельной трудоемкости уменьшается с увеличением протяженности линии спуска.

Коэффициенты удельной трудоемкости обработки выпуклых и вогнутых линий с одинаковым радиусом и протяженностью практически одинаковы.

Зависимость коэффициента удельной трудоемкости от геометрических характеристик линии спуска выражается уравнением

$$K_R = \frac{1}{L} + 0,5 \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n} \right) + 1$$

для линий с двумя радиусами кривизны.

Машинное время выполнения спуска краев деталей может быть рассчитано по уравнению

$$T_{\text{маш}} = L \cdot K \cdot \frac{1}{v_M},$$

где L – длина линии спуска в см; K – коэффициент удельной трудоемкости, соответствующий типу линии; v_M – максимальная скорость подачи материала в см/с.

Интересно отметить одну деталь. При наблюдении за работой отдельных исполнителей было замечено, что они, обрабатывая линии с вогнутой и выпуклой кривизной, применяют различные приемы. Линии с вогнутой кривизной все исполнители обрабатывают за один прием, без отрыва от исполнительного механизма машины. Детали с выпуклой кривизной (кривизна направлена от исполнителя) обрабатываются как за один прием, так и по сегментам, т. е. по двум прямым направлениям. Способ обработки в данном случае зависит от навыков исполнителя.

Экспериментальное исследование показало, что машинное время при обработке образца за один прием и по сегментам в обоих случаях одинаково.

Это объясняется тем, что исполнитель при обработке линии за один прием придерживает деталь, уменьшая скорость ее подачи, вследствие сложности формы линии. Это притормаживание компенсирует время, затрачиваемое на перехват детали при ее обработке по сегментам.

Загибка деталей

Среди операций обработки деталей верха важное значение имеет загибка краев деталей верха, от качества выполнения которой зависят

качество и внешний вид заготовки, а, следовательно, и готовой обуви.

Загибка краев деталей может быть выполнена или на прессах однократного действия, или на машинах с последовательной обработкой края, или же вручную.

Работу на машинах последовательного действия ведут в свободном темпе, который регламентируется исполнителем. Поэтому есть все основания предполагать, что зависимость трудоемкости машинной обработки от геометрической формы линии будет иметь такой же характер, как и при выполнении строчечных операций.

Кроме того, время выполнения загибки, как на машине, так и вручную зависит от материала: на загибку краев деталей, выкроенных из жестких материалов, идет больше времени, чем на загибку деталей, выкроенных из более мягких материалов.

Трудоемкость загибки деталей на машине, как и выполнение строчки, характеризуется коэффициентом удельной трудоемкости. Это позволяет, исключив влияние других факторов, установить характер зависимости показателя трудоемкости от длины и радиуса кривизны линии загибки.

В результате эксперимента было установлено, что для прямолинейных и криволинейных контуров величина коэффициента удельной трудоемкости определяется по уравнениям:

$$K_T = \frac{7,0}{L} + 1,0 \text{ – для прямолинейных контуров;}$$

$$K_R = \frac{7,0}{L} + 3,8 \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n} \right) + 1 \text{ – для криволинейных контуров.}$$

Величину машинного времени выполнения загибки с учетом жесткости материала – Д определяют по формуле

$$T_{\text{маш}} = L \cdot K \cdot \frac{1}{v_M} + 0,007 (Д - 200), \text{ с.}$$

Для упрощения расчетов при использовании данного метода разработаны номограммы, при помощи которых можно быстро и просто определить величины коэффициентов удельной трудоемкости.

Время, затрачиваемое на выполнение пауз-перехватов, определяют (без номограммы) по уравнению

$$T_{\text{п-п}} = \frac{10}{a} + 1,20, \text{ с.}$$

Определив величину коэффициента удельной трудоемкости и времени пауз-перехватов, производят расчет затрат машинного времени отдельно для каждого участка на строчку.

Если нет возможности определить значение v_m непосредственными замерами для данной машины, рекомендуется при расчетах принять следующие значения v_m .

Таблица 8.6 – Максимальная скорость подачи изделия

Максимальная скорость подачи изделия в см/с			
Число оборотов главного вала швейной машины в минуту	Частота строчки в стеж./см		
	4,5	5,5	7,5
1800	5,90	5,00	3,60
2400	7,20	6,30	5,60

При спускании краев деталей $v_m = 15,2$ см/с, при загибке их $v_m = 9,3$ см/с.

Общие затраты машинного времени на выполнение спускания, загибки краев деталей и строчки заготовки определяют путем суммирования машинного времени по каждой операции и времени пауз-перехватов.

Общие затраты времени на выполнение строчки на швейной машине с учетом времени пауз-перехватов определяют по формуле

$$T_{\text{маш.}} = \Sigma T_{\text{рас.}} + \Sigma T_{\text{п.п.}}$$

Прежде чем приступить к расчету коэффициента удельной трудоемкости и затрат машинного времени, необходимо соответствующим образом подготовить рабочий чертеж верха обуви.

Эта подготовка состоит в том, что около каждой линии на контрольном чертеже верха обуви ставят условный знак, характеризующий определенный вид обработки. Ниже приведены следующие условные обозначения:

— – обработка краев деталей в обрезку;

⊂ – то же, в загибку;

> – спускание краев деталей;

= = = – строчка деталей (количество пунктирных линий обозначает количество строчек).

Все линии, подлежащие строчке, загибке или спусканию, разбивают на отдельные участки, обрабатываемые за один прием (обработку начинают с момента пуска машины до полного ее останова, когда скорость подачи становится равной нулю, независимо от причин,

вызывающих этот останов). Это могут быть остановки, вызванные конструктивными особенностями заготовки (наличие линий с резким изменением направления), а также соображениями технологического порядка (контроль качества выполнения строчки или загибки, качества наложения деталей, обрезка ниток, подача под исполнительный инструмент других деталей и узлов заготовки и т. д.).

Например, на рисунке все линии строчки на берце полуботинка с настрочными берцами разбиты на шесть участков. Первый участок АВ – строчка канта берца до линии закрепки; второй CD – линия первой строчки в месте настрачивания берца на детали союзочного узла заготовки; в точке D исполнитель останавливает машину, поворачивает деталь для выполнения строчки на участке DB. В точке B также производится останов машины для разворота заготовки с целью выполнения строчки закрепки на участке BEB'. Далее осуществляется выполнение второй строчки в места настрачивания берца на детали союзочного узла заготовки верха на участках B'D' и D'C' с остановом машины в точке D'. Причем при выполнении строчек по линиям CD и CD' исполнитель также снижает скорость для выполнения строчек по криволинейным участкам с радиусами кривизны R и R'.

Курвиметром определяют длину в сантиметрах каждого отдельного участка.

Затем при помощи набора специальных шаблонов, включающего в себя шаблоны с различными радиусами кривизны, например шаблон МТИЛП, методом касательных или любым другим методом, известным из геометрии, устанавливают кривизну этих участков.

Величину угла пересечения строчки устанавливают при помощи угломера или транспортира и также отмечают на чертеже.

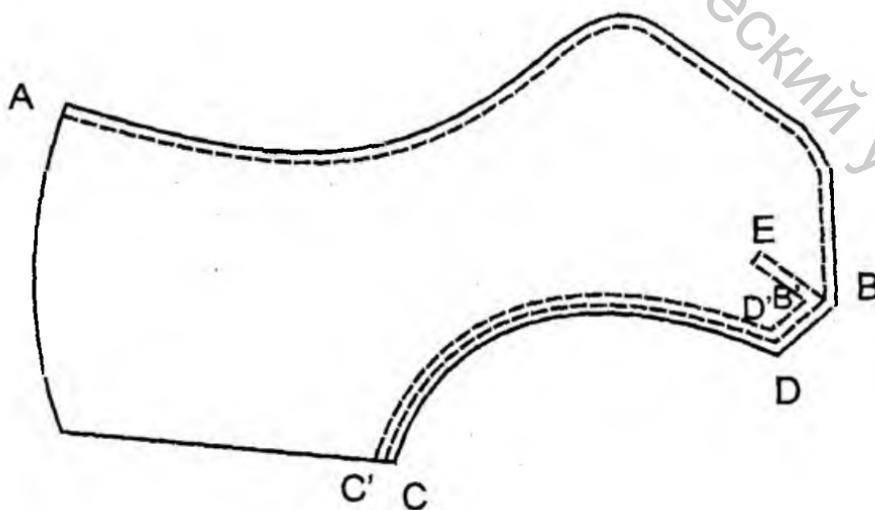


Рисунок 8.3 – Разбивка контура детали на участки и их обозначение

Предлагаемый метод определения затрат машинного времени расчетным путем пока еще не может быть использован для определения трудоемкости заготовок в целом.

В процессе сборки заготовок, кроме машинных операций, имеются много ручных (намазка деталей клеем, наклеивание тесьмы и т. д.), и внутри машинных операций есть ручные приемы, например обрезка ниток.

Чтобы оценить общую трудоемкость сборки заготовки, необходимо знать время выполнения и этих приемов.

Кроме того, затрачивают время на переместительные приемы.

Однако время всех ручных приемов зависит в основном от организационных условий потока и поэтому может быть представлено в виде нормативов, постоянных для данных условий потока.

Машинное же время зависит от ряда факторов, связанных с конструкцией заготовки и контурами отдельных деталей, поэтому каждый раз при освоении новой модели его приходится определять в процессе изготовления опытной партии, что требует много времени.

Расчетный метод позволяет рассчитывать машинное время уже при разработке новой модели без изготовления опытной партии, что в свою очередь, дает возможность модельерам и руководству предприятий проводить сравнительную оценку экономичности действующих и вновь разрабатываемых моделей без изготовления опытных партий заготовок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Конструирование изделий из кожи : учебник для студентов вузов / Ю. П. Зыбин [и др.]. – Москва : Легкая и пищевая пром-сть, 1982. – 264 с.
2. Фукин, В. А. Теоретические основы проектирования внутренней формы обуви / В. А. Фукин. – М. : МГУДТ, 2000. – 192 с.
3. Лиокумович В. Х. Структурный анализ качества обуви / В. Х. Лиокумович. – М. : Легкая индустрия, 1980. – 160 с.
4. Справочник обувщика (Проектирование обуви, материалы). Л. П. Морозова [и др.]. – М. : Легпромбытиздат, 1988. – 432 с.
5. Горбачик, В. Е. Проектирование и испытание геленков: учебно-методическое пособие для вузов / В. Е. Горбачик. – Витебск: ВГТУ. 2000. – 84.
6. Фукин, В. А. Развитие теории и методологии проектирования внутренней формы обуви / В. А. Фукин, В. Х. Буй. – М.: МГУДТ, 2006. – 214 с.
7. Иванов, М. Н. Проблемы улучшения гигиенических свойств обуви / М. Н. Иванов. – М. : Легпромбытиздат, 1989. – 136 с.
8. Литвиненкова, В. В. Гигиена детской обуви / В. В. Литвиненкова. – Медгиз, 1961.
9. Основы рационального конструирования колодок и обуви : пер. с польск. / Э. Холева [и др.]. – Москва : Легкая и пищевая пром-сть, 1981. – 247 с.
10. Любич, М. Г. Свойства обуви / М. Г. Любич. – Москва : Легкая индустрия, 1969. – 256 с.

Учебное издание

Горбачик Владимир Евгеньевич

**ЭРГОНОМИЧНОСТЬ И ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ
КОНСТРУКЦИИ ОБУВИ**

Конспект лекций

Редактор *Т.А. Осипова*
Корректор *А.В. Пухальская*
Компьютерная верстка *Т.А. Беликова*

Подписано к печати 05.10.2020. Формат $60 \times 90 \frac{1}{16}$. Усл. печ. листов 13,3.
Уч.-изд. листов 16,8. Тираж 30 экз. Заказ № 284.

Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет»
210038, г. Витебск, Московский пр-т, 72.

Отпечатано на ризографе учреждения образования

«Витебский государственный технологический университет».

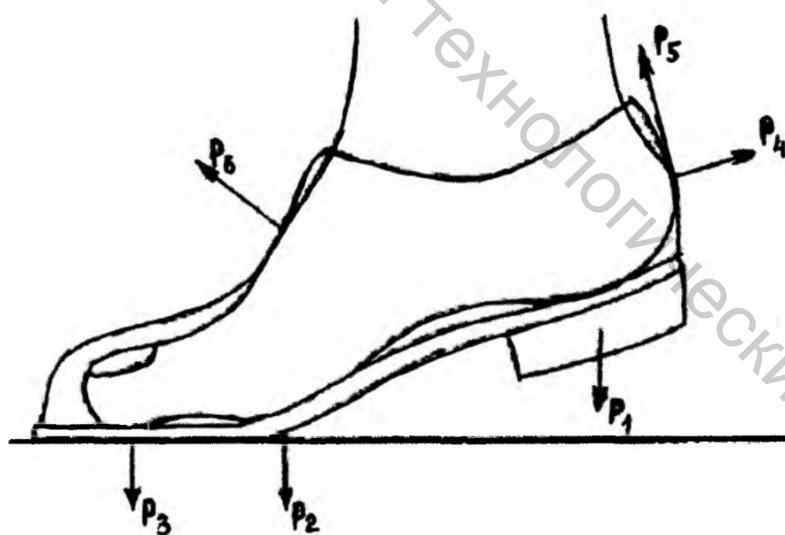
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/172 от 12 февраля 2014 г.

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 3/1497 от 30 мая 2017 г.

В.Е. ГОРБАЧИК

ЭРГОНОМИЧНОСТЬ И ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ КОНСТРУКЦИИ ОБУВИ

КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ



Витебск
2020