

Швацова

Бесплатно



ЦЕНТРАЛЬНОЕ ПРАВЛЕНИЕ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА
ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
УНИВЕРСИТЕТ ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА

В. А. ФУКИН

Новое в разработке
и производстве
обувных колодок



Москва «Легкая индустрия» 1980

ЦЕНТРАЛЬНОЕ ПРАВЛЕНИЕ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА
ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

УНИВЕРСИТЕТ ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА

В. А. ФУКИН

Новое в разработке и производстве обувных колодок

*Из цикла лекций заочного факуль-
тета по новой технике, технологии
и экономике обувной промышленности*

Москва «Легкая индустрия» 1980

Рецензент — канд. техн. наук Б. Я. Краснов
Научный редактор — канд. техн. наук А. А. Рындич

ВВЕДЕНИЕ

В Отчетном докладе ЦК КПСС XXV съезду партии отмечалось, что для устойчивого развития промышленности товаров народного потребления, улучшения качества продукции необходимо укрепить техническую базу легкой промышленности, внедрить достижения науки.

Значительное место в решении указанных задач занимает проектирование изделий легкой промышленности, которое является важнейшим звеном технического прогресса, связывающим науку с производством. В проектах реализуются результаты научных исследований, используются достижения передовой техники.

Развитие вычислительной техники и средств машинной графики открывает широкие возможности автоматизации проектирования. Использование этих средств позволяет инженеру проводить сложные и многовариантные исследования и расчеты, быстро вносить изменения в проект на любой стадии его разработки, что улучшает качество проектирования.

Отечественный и зарубежный опыт показывает, что применение математических методов и ЭВМ повышает технический уровень и качество проектов, сокращает сроки разработки и освоения новых видов изделий. В автомобильной промышленности на создание новой модели машины уходит 8—12 месяцев вместо 2—3 лет, стоимость проектирования и подготовки производства снижается на 30 %, численность проектировщиков уменьшается на 60 %*.

Автоматизация проектирования особенно эффективна, когда от отдельных инженерных расчетов переходят к созданию систем автоматизированного проектирования (САПР), охватывающих как проектно-конструкторские работы, так и технологическую подготовку производства вплоть до автоматизированного управления технологическим оборудованием.

Новые требования к эффективности и качеству работы проектно-конструкторских организаций придают важное значение автоматизации проектирования.

Наряду с созданием автоматизированных систем в крупных проектных и конструкторских организациях существенным элементом автоматизации проектирования является разработка и распро-

* Мясников В. А. ЭВМ создают проекты, — «Правда», 18 января 1977 г.

странение типовых методов расчета, алгоритмов и программ, а также сохранение и развитие лучших традиций многолетнего производственного опыта. Именно с этого следует начинать создание подсистем автоматизированного проектирования в обувной промышленности.

Основой для проектирования обуви и отдельных деталей является обувная колодка, поэтому одной из первоочередных задач является совершенствование метода проектирования формы колодки. В настоящее время ведутся работы по использованию электронно-вычислительных машин (ЭВМ) и станков с числовым программным управлением (ЧПУ) в обувной промышленности, в частности при проектировании и изготовлении колодок.

Глава I

ПРОБЛЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВНУТРЕННЕЙ ФОРМЫ ОБУВИ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВНУТРЕННЕЙ ФОРМЫ ОБУВИ — СЛОЖНАЯ МНОГОСВЯЗНАЯ СИСТЕМА

Одно из свойств качества обуви — ее удобство — определяется соотношением поверхности стопы и внутренней поверхности обуви. Форма и размеры последней зависят в основном от формы и размеров колодки, на которой изготавливается обувь. Кроме того, обувная колодка является оснасткой, на которой осуществляется формование, сборка и отделка обуви. Исходя из параметров колодки конструируются рабочие органы обувных машин. Поэтому правильное проектирование и точное изготовление колодки имеет первостепенное значение как для создания комфортной обуви, так и для выполнения технологического процесса.

Обувную колодку, как и любое изделие, следует рассматривать как систему, характеризующуюся, с одной стороны, целостностью, с другой — расчлененностью, что определяется спецификой и числом частей системы, их расположением во времени и в пространстве. Постоянно происходящие вследствие накопления в разных странах знаний и опыта изменения конструкции обуви, появление новых методов ее изготовления и новых материалов заставляют совершенствовать форму и конструкцию колодок.

Являясь системой криволинейных и плоских граней, обувная колодка в то же время представляет собой, во-первых, подсистему «оснастка обувного производства», которая в свою очередь входит в комплекс «технологическая линия сборки обуви», во-вторых, составную часть системы «человек—обувь».

Процесс проектирования внутренней формы обуви состоит из различных проектных и конструкторских работ инженера-конструктора-технолога, направленных на создание нового изделия — обувной колодки, отвечающей функциональным, конструктивно-технологическим и эстетическим требованиям.

Функциональные и эстетические требования к внутренней форме обуви определяются ее назначением: обеспечивать нормальное функционирование стопы, ее комфорт и служить элементом укра-

шения костюма. Из функциональных свойств при разработке внутренней формы обуви в первую очередь следует учитывать эргономические свойства. Внутренняя форма обуви должна быть удобной, впорной и не должна препятствовать нормальному функционированию и развитию стопы. Обувь не должна сдавливать стопу, нарушать крово- и лимфообращение и вызывать патологические отклонения. Обеспечить такие свойства обуви позволяет использование конструктором результатов научных исследований формы и размеров стопы, учет анатомии, физиологии, биомеханики стопы и опыта изготовления обувных колодок.

Обувная колодка не является копией стопы, а представляет ее стилизованное отображение, имеющее определенную эстетическую направленность. Форма колодки должна соответствовать современному направлению моды. Хорошо, когда мода диктует рациональные требования, например широкую форму носочной части обуви, устойчивый каблук и др. При конструировании внутренней формы обуви необходимо соблюдать анатомофизиологические требования или находить рациональные компромиссные решения.

Процесс проектирования внутренней формы обуви разнообразен и сложен. Антропометрические данные стопы с учетом ее физиологии и биомеханики необходимо преобразовать в параметры колодки и на их основе определить очертания криволинейных границ поверхности колодки.

Обычно моделирование эталона (модели) колодки выполняется вручную из куска дерева, простыми режущими инструментами по шаблонам продольно-осевого сечения, стельки и нескольких (двух-трех) поперечных сечений. Причем ГОСТ 3927—75 «Колодки обувные» устанавливает недостаточное число размеров, которые необходимо соблюдать при моделировании колодок. Контур стельки регламентируется лишь несколькими размерами по ширине, поэтому при построении контура приходится вычерчивать произвольные плавные кривые, соединяющие контролируемые стандартом точки. Очевидно, что форма и размеры участков шаблонов, кроме этих точек, зависят от квалификации модельера. Для контроля размеров тела колодки стандарт устанавливает лишь периметры двух сечений.

Обработывая поверхность между шаблонами на глаз и на ощупь, модельер-колодочник вносит элементы субъективизма. Чтобы смоделировать рациональную форму обувной колодки, необходим большой опыт и интуиция исполнителя.

Модельер-колодочник не вычерчивал эскиз своего изделия. Форма колодки изменялась в процессе поиска многих поколений методом проб и ошибок. Этот медленный поиск «невидимых» линий приводил в конечном итоге к форме колодки и соответственно обуви, удовлетворяющей потребности населения. Информация, собранная в ходе эволюции колодочного ремесла, сосредоточена в первую очередь в форме колодки, хранится в виде эталонов и шаблонов и передается при обучении модельера-колодочника в виде

фиксированных навыков, необходимых для воспроизведения традиционной формы колодки.

Техническая документация на обувную колодку оформляется после изготовления ее эталона, контрольных шаблонов и представляет собой графическое изображение продольно-осевого и 3—4 поперечных сечений, стельки и проекции следа, пользуясь которым можно лишь приблизительно представить сложную поверхность колодки. Линии сечений фиксируются по дискретным точкам и для их точного задания на чертеже необходима значительная цифровая информация, что затрудняет использование большего числа сечений для построения поверхности колодки. Все это свидетельствует о несовершенстве методов графического изображения сложной пространственной формы обувной колодки.

Вследствие недостаточно полного задания тела колодки, субъективности решения модельеров форма и кривизна участков поверхности, гладкость их сопряжения получаются случайными, незакономерными. Эти недостатки построения колодки в сочетании с неудовлетворительной точностью изготовления обувных колодок ограничивают применение автоматического или полуавтоматического оборудования, затрудняют изготовление обуви точными методами: литьевым и методом горячей вулканизации, вынуждают использовать технологию, предусматривающую нерациональные припуски деталей на обработку.

Несовершенство способов разработки обувной колодки еще больше выявляется при сравнении их с методами проектирования деталей, например автомобильной, кораблестроительной отраслей. В настоящее время накоплен опыт использования прикладных методов проектирования и аналитического расчета различных изделий машиностроительной промышленности. Для совершенствования проектирования внутренней формы обуви необходимо использовать методы, применяемые в других отраслях, и учитывать особенности поверхности и изготовления эталона колодки.

Появилось новое направление проектирования, включающее методы инженерной графики и высшей математики, прикладной геометрии и вычислительной техники, геодезии и топографии, кибернетики и автоматики. Основой нового направления служит машинное проектирование эталонов (моделей) обувных колодок как части системы автоматизированного проектирования обуви.

ПРЕДПОСЫЛКИ РАЗВИТИЯ МАШИННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВНУТРЕННЕЙ ФОРМЫ ОБУВИ

Процесс проектирования представляет собой чередование умственно-формальных и умственно-творческих видов деятельности инженера.

Умственно-формальные виды деятельности — хранение, поиск, обработка и преобразование информации, обработка результатов экспериментов и изготовление проектно-конструкторской докумен-

тации. Эти виды деятельности составляют в общем балансе времени инженера-проектировщика более 40—50% и сравнительно легко поддаются автоматизации с помощью математических методов и средств вычислительной техники [1].

Основное внимание до недавнего времени в области моделирования, алгоритмизации и программирования проектно-конструкторских работ уделялось развитию программных средств для расчетов и информационно-логических задач. Однако большая трудоемкость ручного кодирования и декодирования графической информации при вводе в ЭВМ и оформлении проектно-конструкторской документации снижало экономичность работ.

В настоящее время разрабатываются программные средства машинной графики — совокупность средств и приемов автоматизированного кодирования и декодирования графической информации. Этому содействует серийное производство ЭВМ и, в первую очередь, единая система (ЕС) ЭВМ, оснащенная разнообразными графическими устройствами.

Устройства графического ввода информации (УГВ) преобразуют в цифровой код ЭВМ линии, символы, нанесенные на бумагу, кальку, фотопленку и т. п. (рис. 1, а). Автоматические УГВ используются для ввода в ЭВМ относительно несложной информации: графиков, контуров плоских деталей. Более распространены полуавтоматические устройства ввода графической информации [1], с помощью которых автоматизируется вычисление координат указанных оператором точек чертежа. Перспективны полуавтоматические УГВ, использующие электронно-лучевые трубки (ЭЛТ) с регенерацией, световое перо, координатный шарик [2, 3]. Они дают возможность нарисовать изображение на экране ЭЛТ, выделить любой его элемент.

В настоящее время появились различные способы автоматической регистрации графической информации. Это вычерчивание точек, линий на бумаге, высвечивание точек и линий на экране электронно-лучевой трубки, электризация поверхности фотополупроводника. По принципу действия чертежные автоматы могут быть электромеханическими, электронными, растровыми.

Предпочтительно использовать электромеханические чертежные автоматы (графопостроители), являющиеся устройствами с числовым программным управлением (ЧПУ). По конструкции и принципу работы они сходны с фрезерными станками с ЧПУ. Точки, линии и символы наносятся пишущим узлом чертежного автомата, траектории которого определяются импульсами, поступающими из блока управления, включающего устройство управления и процессор — специализированную или универсальную ЭВМ.

Линейные, линейно-круговые или параболические интерполяторы аппроксимируют линию единичными участками. Обычно интерполяторы используются для автоматического вычисления кривых не выше третьего порядка. Технические характеристики зарубежных и отечественных графопостроителей приведены в работе

Д. М. Зозулевича [4]. Перспективными отечественными электромеханическими чертежными автоматами рулонного и планшетного типов (рис. 1, б и в) являются ИТЕКАН-2м, ИТЕКАН-3 [5] и ЕС 7051, ЕС 7052, ЕС 7053 [6].

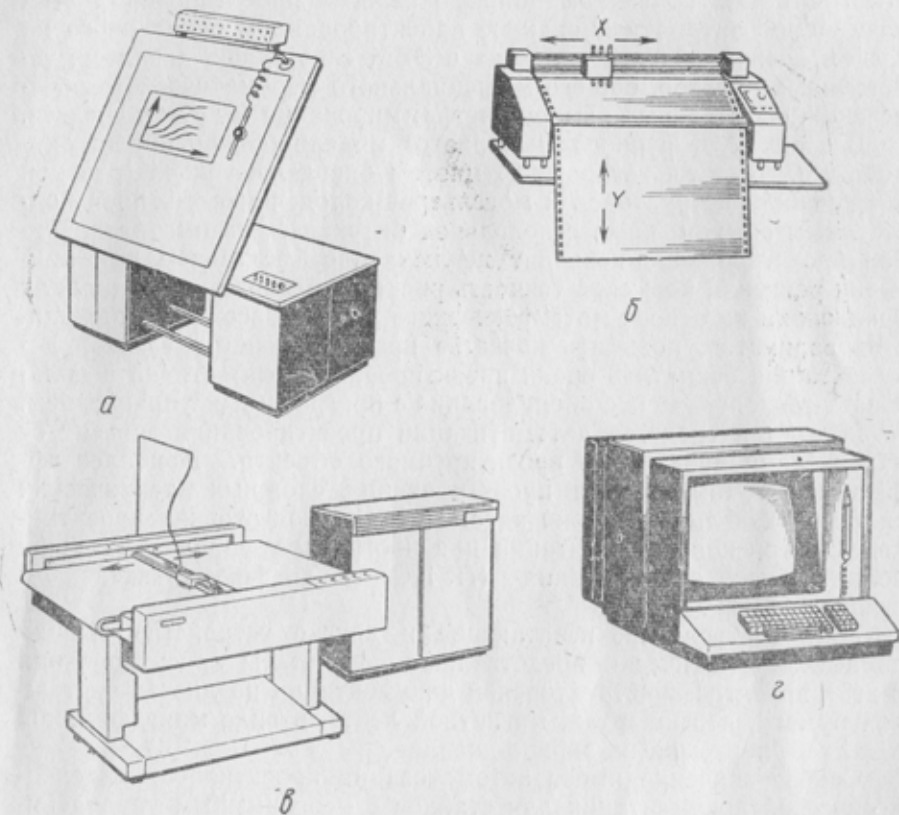


Рис. 1. Средства машинной графики

Объединение электронно-лучевой трубки и рабочего органа полуавтоматического ввода информации — светового пера — привело к созданию устройства оперативной графической связи проектировщика с ЭВМ (графического дисплея). Для ЕС ЭВМ разработан графический дисплей ЕС 7064 (рис. 1, г).

Дисплей можно использовать для вывода изображений из ЭВМ на экран. В этом случае он будет работать как электронный чертежный автомат. Чертеж на экране дисплея позволяет проектировщику рассмотреть предложенный вариант, быстро внести изменения непосредственно на экране. В данном случае дисплей превращается в полуавтоматический УГВ.

Дисплей с программным обеспечением ЭВМ становится эф-

фективным средством активного диалога человека с ЭВМ на графическом языке.

Сложность, творческий характер и недостаточный пока уровень формализации задач проектирования колодок и обуви приводят к необходимости человеко-машинного режима проектирования (так называемое автоматизированное проектирование), основанного на тесном взаимодействии человека с ЭВМ с помощью дисплеев, телеграфных пультов, общего и специального математического обеспечения, специальных языков программирования и других средств.

В отличие от ручного (натурного) моделирования обувных колодок, результаты которого во многом определяются подготовкой инженеров-конструкторов и модельеров-колодочников, их производственным опытом, профессиональной интуицией, автоматизированное проектирование позволит исключить субъективизм при принятии решений, повысить точность расчетов, выбрать варианты для реализации на основе математического анализа всех или большинства вариантов, повысить качество проектно-конструкторской документации, сократить сроки проектирования, эффективно использовать технологическое оборудование с программным управлением.

Методы и средства автоматизации проектирования зависят от характера и назначения проектируемого объекта. Наиболее эффективна автоматизация проектирования сложных технических систем и изделий, а также автоматизация подготовки проектно-конструкторской документации для программно-управляемого исполнительного оборудования (ПУИО) — графопостроителей и станков с ЧПУ.

Графопостроители, печатающие и другие устройства вывода данных автоматически представляют результаты проектирования в виде проектно-конструкторской документации на листах чертежной бумаги, перфокартах, магнитной ленте, в виде микрофильмов или схем, чертежей на экране дисплея.

Особое значение имеет автоматизация проектирования технологической документации для станков с программным управлением. В этом случае сведения об обработке изделия, содержащиеся обычно в чертежах, кодируются и переводятся на машинный язык ЭВМ. Затем в соответствии с алгоритмом проектирования ЭВМ составляет программу технологической обработки изделия, которая записывается на машинный носитель информации для непосредственного ввода в устройство управления станком.

Эффективность и перспективность автоматизации разработки чертежей и изготовления изделий сложной конфигурации доказаны при проектировании деталей корпусов судов, кузовов автомобилей, крыльев и фюзеляжей самолетов, лопаток водяных, паровых, газовых турбин и др. Эффект автоматизации проектирования типизированных деталей достигается прежде всего при массовом производстве чертежей деталей сложной конфигурации в результате комплексной автоматизации сложных расчетов и графических работ.

Обувная колодка, имеющая сложную пространственную форму, относится к типизированным деталям, так как изготавливается в массовых сериях. Поэтому при автоматизации проектирования обувной колодки следует ожидать получения эффекта от указанных факторов.

Последнее подтверждается исследованиями, проводимыми под руководством автора на кафедре технологии изделий из кожи Московского технологического института легкой промышленности (МТИЛП), по разработке аналитических и графоаналитических способов проектирования обувной колодки. В результате исследований контуры обувных колодок были представлены закономерными кривыми [7, 8]. Это позволяет не только производить графическое конструирование [9], качество которого намного улучшилось по сравнению с ранее применявшимися способами, но и заложить основы расчетных методов проектирования с использованием ЭЦВМ, средств машинной графики и станков с программным управлением [10].

КОНСТРУИРОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ФОРМЫ ОБУВНОЙ КОЛОДКИ

Внедрение ЭВМ обуславливает изменение методов конструирования, что требует разработки математических моделей и алгоритмов информационных процессов, отражающих состояние технических и других объектов.

Среди математических моделей будут такие, в которых реализованы все условия, взаимосвязи и ограничения, необходимые для решения моделей на ЭВМ. Процесс подготовки такой модели называется формализацией. Но существуют задачи, формальные модели которых неизвестны, так как до последнего времени они решались вручную. К таким задачам, условно называемым неформальными, относятся и многие задачи, решаемые при проектировании обувной колодки.

Под термином «обувная колодка» при проектировании будем понимать ее геометрический образ — трехмерное тело, очертания которого образованы сложными (фасонными) незакономерными поверхностями. Конструирование и задание этих поверхностей в пространстве и на чертеже являются важными задачами проектирования, исследования и обработки обувной колодки.

В результате нанесения на чертеж геометрических характеристик колодки у конструктора будет более обширное поле представления, чем у модельера-колодочника. Конструктор по трем проекциям может видеть изделие целиком, принципиально изменять форму, определять влияние изменения формы одного элемента на изменение формы всей поверхности. Основным критерием правильности различных вариантов конструкции колодки служит геометрическая увязка деталей, которую можно определить по чертежу, являющемуся главным инструментом конструктора.

В соответствии с общими правилами Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) чертеж образуется совокупностью плоских изображений (прямоугольных проекций) изделия. Выбор плоскостей проекций для построения чертежа изделия подчинен

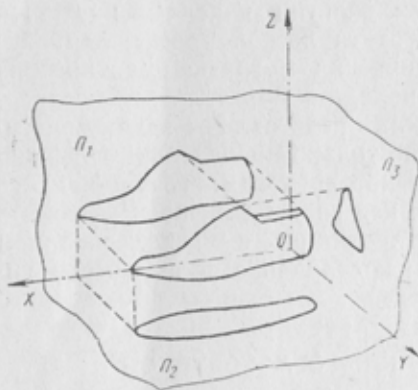


Рис. 2. Основная система координат

Для задания геометрического образа обувной колодки в основной системе координат $XOYZ$, кроме информации о форме, необходимо шесть дополнительных внешних параметров, определяющих ее положение в пространстве. Если же систему координат выбрать в колодке, то все параметры будут определять форму (внутренняя параметризация), не зависящую от ее положения в пространстве.

В основной системе координат форма обувной колодки представляется информацией в виде массива чисел, пространственных координат X, Y, Z , точек, принадлежащих поверхности колодки, из которых можно выделить координаты характерных линий, например габарита и ребра колодки.

$$X_{g1}, Y_{g1}, Z_{g1}; X_{g2}, Y_{g2}, Z_{g2}; \dots; X_{gb}, Y_{gb}, Z_{gb}. \quad (1)$$

а также массивы координат на горизонталях

[illegible]

или массивы координат на вертикалях

[illegible]

Выбор типа каркаса для задания поверхности колодки зависит от условий и требований конструирования или обработки, например один каркас отражает переход от формы стопы к форме колодки, другой — кинематический процесс образования поверхности, третий обеспечивает решение вопросов технологической обработки поверхности.

Для более полного определения и точного воспроизведения сложной пространственной формы обувной колодки необходимо использовать три дискретных каркаса: горизонтальных сечений (изогипс линий), продольно-вертикальных и поперечно-вертикальных сечений. Линии этих каркасов обладают различными геометрическими свойствами, которые при конструировании, особенно при аналитическом задании кривых, не позволяют использовать единый метод. Так, для конструирования стельки продольно-осевого и поперечных сечений используется радиусографический метод, для проектирования горизонтальных сечений — тригонометрическое интерполирование.

РАДИУСОГРАФИЧЕСКИЙ МЕТОД КОНСТРУИРОВАНИЯ
ВНУТРЕННЕЙ ФОРМЫ ОБУВИОСНОВЫ РАДИУСОГРАФИЧЕСКОГО МЕТОДА КОНСТРУИРОВАНИЯ
ОБУВНОЙ КОЛОДКИ

В результате исследований, проведенных в МТИЛПе, разработан графоаналитический метод конструирования внутренней формы обуви.

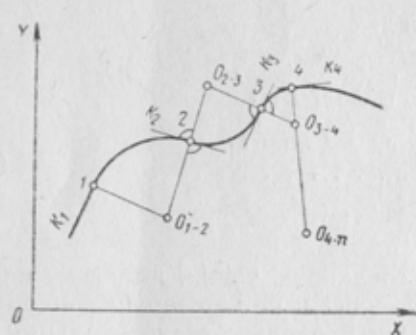


Рис. 3. Радиусографическое изображение составной линии:

1—4 — точки сопряжения дуг;
O₁₋₂, O₂₋₃, O₃₋₄, ..., O_{4-n} — центры дуг окружностей;
K₁—K₄ — касательные в точках сопряжения

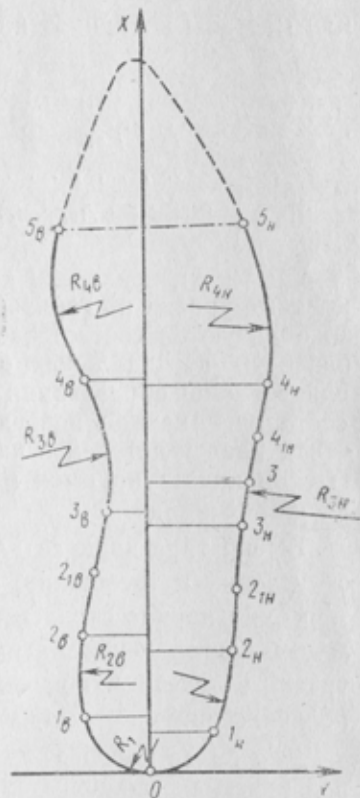


Рис. 4. Графический анализ линии стельки

Отправным пунктом метода явилась замена незакономерных линий колодок эквивалентными, образуемыми сопрягаемыми дугами окружностей различных радиусов, что и определило название этого метода — радиусографический.

При построении с помощью дуг окружностей сложных линий достигается:

плавность линий при нахождении центров двух сопрягаемых дуг на одной прямой (рис. 3) с их общей точкой, что обеспечива-

ет общую касательную в точке сопряжения, а следовательно, и первый порядок гладкости;

легкость построения такой линии простыми чертежными инструментами, что менее трудоемко, чем вычерчивание кривых с помощью лекал;

задание дуги окружности меньшей, чем лекальные кривые, информацией, что также снижает трудоемкость построения.

Дуга окружности является закономерной аналитической кривой $(x-a)^2 + (y-b)^2 = R^2$, характеризуемой параметрами формы (радиусом кривизны) и положения (координатами центров или граничных точек).

Два последних положения позволяют с помощью соответствующих алгоритмов производить расчеты на ЭЦВМ и обрабатывать такие линии на программно-управляемом оборудовании.

Следует отметить недостатки радиусографического метода: скачкообразное изменение радиуса в точке сопряжения и сложность проведения дуг больших радиусов. Последнее обстоятельство затрудняет использование этого метода в корабле-, автомобиле- и самолетостроении, так как конструируемые детали имеют значительные размеры. Размеры обувных колодок на 2—3 порядка меньше, что не затрудняет их вычерчивания. Все это предопределило выбор дуг окружностей для конструирования обувных колодок.

В настоящее время радиусографический метод конструирования принят обувной промышленностью как у нас в стране [11], так и за рубежом [12, 13].

Возможность радиусографической аппроксимации и разработки схем построения контуров колодки устанавливали на основе анализа контуров разверток поверхности следа*, продольно-осевых и поперечных сечений колодок различных фасонов, утвержденных ЦНИИКПом и Общесоюзным Домом моделей обуви (ОДМО). Исследование контуров стелек различных фасонов [14, 15] показало, что можно выделить 10 характерных участков, исключая носочный от сечения 0,80 Д_{ст} (рис. 4).

Наряду с участками 1_в—1_н, 1_в—2_в, 1_н—2_н, 3_в—4_в, 3_н—4_н, 4_в—5_в, 4_н—5_н с ярко выраженной кривизной имеются три относительно прямолинейных участка. Радиусы кривизны определяли с помощью универсального лекала, представляющего собой математическую кривую, построенную по уравнениям

$$X = \frac{e^{\varphi}}{2}(\sin \varphi + \cos \varphi); \quad Y = \frac{e^{\varphi}}{2}(\sin \varphi - \cos \varphi).$$

* Для краткости в дальнейшем развертку поверхности следа будем называть стелькой колодки.

** Здесь и далее подстрочные индексы обозначают их ориентацию: н—наружная сторона, в—внутренняя.

Радиусы кривизны R подсчитывали по формуле

$$R = \frac{(a/2)^2 + b^2}{2b},$$

где a — хорда; b — стрела прогиба.

Сравнение радиусов, подсчитанных аналитически, с найденными по лекалу показало большую точность последних. Разница их размеров не превышает $\pm 2\%$, что существенно не влияет на форму и размеры дуги.

Статистическая обработка величин радиусов и координат граничных точек участков ($1_{\text{в}}, 1_{\text{н}}, 2_{\text{в}}, 2_{\text{н}}$ и т. д.) в продольном направлении по оси OX для каждой группы определенных типоформ колодок установила необоснованное разнообразие формы стелек, вызванное субъективным подходом модельеров-колодочников к построению внутренней формы обуви. Форма отдельных участков стелек различна не только для колодок разных групп, но и для колодок каждой группы, особенно обуви на высоком каблуке. Радиусы участков варьируют довольно в широких пределах ($\sigma = 18,8$ мм; $V = 24\%$). Наиболее разнообразна форма геленочного участка стелек с внутренней стороны. Колебания радиусов этого участка для различных групп колодок достигают 33,3 мм, что соответствует 45% от их средней величины.

Вместе с тем координаты граничных точек участков находятся приблизительно в одинаковых интервалах даже для колодок различного назначения. Наибольшее отклонение одноименных координат составляет 11,2 мм, наименьшее — 2,9 мм, что свидетельствует об определении границ характерных участков стельки на основе опыта. Относительное постоянство положения характерных участков всех исследованных контуров стелек колодок различного назначения позволяет систематизировать их графическое изображение.

Условимся называть исследуемые линии — фактическими, а аппроксимирующие — эквивалентными обводами, составленными из отдельных дуг окружностей. Одной из задач при разработке радиусографического метода было установить соответствие между точностью радиусографической аппроксимации и числом элементарных участков. Практически без отклонений возможна аппроксимация любой линии большим числом дуг окружностей, что может свести на нет преимущества данного метода. Для нахождения оптимального варианта аппроксимации нами было выбрано отклонение эквивалентной дуги от фактической линии на 0,025 мм. При такой точности даже максимальные отклонения замкнутого контура, находящиеся на диаметрально противоположных участках, не будут превышать требования стандарта 0,5 мм.

Исходя из этого традиционный контур стельки может быть упрощен в результате некоторого спрямления трех участков ($2_{\text{в}} - 3_{\text{в}}, 2_{\text{н}} - 3_{\text{н}}, 3_{\text{н}} - 4_{\text{н}}$, см. рис. 4), что позволит контур стельки со-

ставить из дуг окружностей и касательных. Каждый из этих участков состоит из двух частей (соответственно $2_{\text{в}} - 2_{1\text{в}}$ и $2_{1\text{в}} - 3_{\text{в}}$; $2_{\text{н}} - 2_{1\text{н}}$ и $2_{1\text{н}} - 3_{\text{н}}$; $3_{\text{н}} - 4_{1\text{н}}$ и $4_{1\text{н}} - 4_{\text{н}}$), одинаковых по длине, но с кривизной противоположных знаков. Исследование участка $2_{1\text{в}} - 3_{\text{в}}$ показало, что кривизна его незначительна и равна $0,0014 \text{ мм}^{-1}$ ($R = 730$ мм). При таком радиусе R и длине дуги $l = 25$ мм центральный угол $\alpha = 1,5^\circ$.

Прогиб дуги $b = R(1 - \cos \alpha/2) = 0,1$ мм, что значительно меньше отклонений, принятых нами и допускаемых стандартом по ширине. Поэтому с полным основанием можно заменить указанные три участка прямыми линиями.

Ничем не обосновано и различие формы наружной и внутренней линий пяточной части. Наибольшие отклонения величин радиусов этих участков не превышают 5,2 мм. В то же время аналогичный участок отпечатка стопы симметричен. Поэтому для рационализации построения следует установить одинаковые радиусы участков пяточной части стельки и ввести линию симметрии пяточной части,

которая проходит через середину сечения $0,18D_{\text{ст}}$ и отсекает на линии середины пучков $0,68D_{\text{ст}}$ отрезок, равный $0,42 \text{ Ш}_{0,68}$.

Таким образом, контур стельки до сечения $0,8 - 0,9D_{\text{ст}}$ можно составить по схеме, показанной на рис. 5. Пяточное закругление до $0,1D_{\text{ст}}$ описывает дуга радиуса R_1 , переходящая с наружной и внутренней стороны в дуги радиусов $R_{2\text{н}} = R_{2\text{в}}$. В интервале $0,2 - 0,39D_{\text{ст}}$ обе линии прямые и плавно сопрягаются с дугами предыдущего участка в точках $2_{\text{н}}$ и $2_{\text{в}}$.

Наружная линия переменно-пучкового отдела (до сечения $0,8D_{\text{ст}}$) от точки $3_{\text{н}}$ до точки $6_{\text{н}}$ состоит из двух дуг окружностей радиусов $R_{3\text{н}}$ и $R_{4\text{н}}$ с общей касательной $4_{\text{н}} - 5_{\text{н}}$ между ними. С внутренней стороны две дуги $R_{3\text{в}}$ и $R_{4\text{в}}$ соприкасаются в точках $5_{\text{в}}$ и $4_{\text{в}}$ с продолжением отрезка $2_{\text{в}} - 3_{\text{в}}$. Заканчивается линия в сечении $0,8D_{\text{ст}}$ (точка $6_{\text{в}}$).

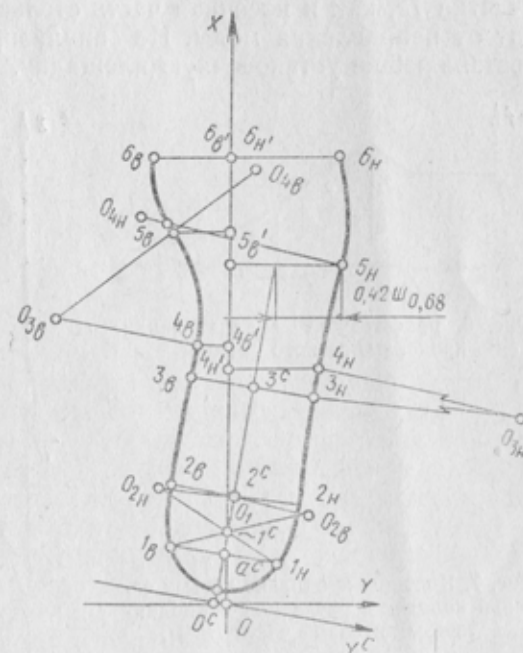


Рис. 5. Схема радиусографического изображения стельки

Продольный профиль колодки можно разделить (рис. 6) на 12 участков различных радиусов кривизны. Участки 2 и 5 контура имеют настолько незначительную кривизну при относительно малой длине, что их можно заменить отрезками прямых линий, а криволинейные участки — эквивалентными сопрягаемыми дугами окружностей, за исключением верхней линии носочной части, которая не затрагивается в данном анализе, так как форма этого участка 12, как и носочная часть стельки от сечения $0,8D_{ст}$, зависит от направления моды. Не анализировались и участки 3 и 4, составляющие установочную площадку.



Рис. 6. Графический анализ линии продольно-осевого сечения

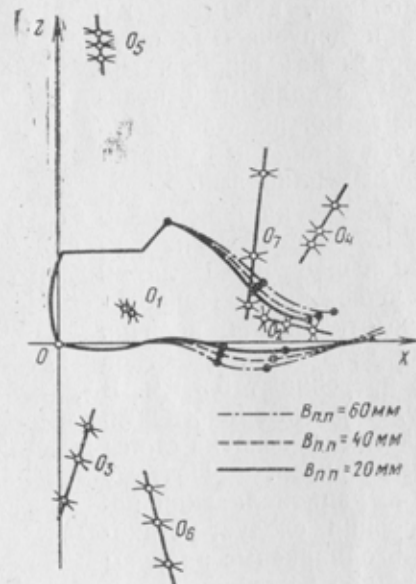


Рис. 7. Контур продольно-осевых сечений колодок с различной приподнятостью пяточной части $B_{п.п}$

Каждый контур размещался в прямоугольной системе координат: Ox совпадает с прямой линией, проходящей через точку ребра и точку пересечения плоскости сечения $1D_{ст}$ с линией следа. В этом случае исключается припуск в носочной части, неодинаковый для различных фасонов. Обработка методом математической статистики параметров радиусографического изображения контуров продольно-осевых сечений показала, что радиусы всех участков варьируют в довольно широких пределах не только колодок с различной приподнятостью пяточной части, но и внутри каждой группы колодок ($V=19,9\%$). Значительно колеблется и высота точек сопряжения ($V=15,4\%$).

Иную картину дают координаты точек сопряжения по оси X , показывающие относительно большую стабильность их местоположения для всех колодок ($\sigma=0,55—7,58$ мм; $V=1,3—5,3\%$). Вместе с тем между высотой каблука и средними значениями параметров контуров продольно-осевых сечений, построенных радиусогра-

фическим методом, имеются зависимости. Обработка методом математической статистики координат центров дуг всех исследуемых контуров показала, что одноименные центры дуг окружностей располагаются на прямых линиях (рис. 7). Причем, центры (O_1, O_2, O_3 и т. д.) дуг колодок для обуви на высоком каблуке имеют меньшие значения координат по сравнению с колодками для обуви на низком каблуке.

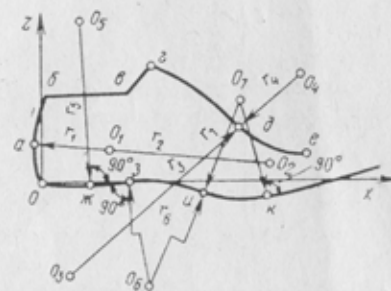


Рис. 8. Схема радиусографического изображения продольно-осевого сечения колодки

Усредненные контуры колодок рассмотренных групп идентичны и могут быть построены по схеме, показанной на рис. 8.

Пяточное закругление Ob усредненного контура изображается кривой, которая вычерчивается двумя сопрягающимися дугами радиусов r_1 и r_2 . В точке a первая дуга сопрягается с дугой радиуса r_2 , составляющей верхнюю часть пяточного закругления.

Гребень представлен дугой радиуса r_3 , начинающейся в точке $г$ и переходящей в точке $д$ в дугу радиуса r_4 . Дуга этого радиуса составляет контур до точки $е$.

Линия следа усредненного продольного профиля колодки состоит из трех сопрягаемых дуг. На участке $0ж$ контур образован дугой радиуса r_5 . В точке $ж$ дуги касается прямая линия, составляющая контур следа до точки $з$, где переходит в дугу радиуса r_6 .

Пучковую часть описывает дуга r_7 , сопрягающаяся в точке $и$ с дугой r_6 . От точки $к$ до конца стопы и далее линия прямая и является касательной в этой точке к дуге радиуса r_7 .

Таким образом, в результате анализа продольных профилей установлено, что их усредненные линии для каждой группы состоят из 11 простых геометрических элементов: семи сопрягающихся дуг и четырех прямых линий. Исследования 11 поперечных сечений, составляющих каркасы унифицированных колодок для мужской и женской обуви [16, 17], показали, что контуры колодок также можно аппроксимировать радиусографическим методом. В зависимости от топографии поверхности по числу и характеру элементарных участков сечения можно разделить на четыре группы (рис. 9):

- 1 — сечения пяточной части (0,07, 0,18 и 0,3Д);
- 2 — сечения переменной части (0,4, 0,5 и 0,56 Д);

3 — сечения пучковой части (0,62, 0,68 и 0,73Д);

4 — сечения носочной части (0,8 и 0,9Д).

Контуры сечений пяточной части можно заменить с достаточной степенью точности эквивалентными, состоящими из шести участков, один из которых $3_{\text{н}}-3_{\text{в}}$ прямолинейный. Внутренняя $1_{\text{в}}-2_{\text{в}}-3_{\text{в}}$ и наружная $1_{\text{н}}-2_{\text{н}}-3_{\text{н}}$ линии описываются соответственно дугами, имеющими радиусы $\rho_{1\text{в}}, \rho_{2\text{в}}, \rho_{1\text{н}}, \rho_{2\text{н}}$; линия следа $1_{\text{в}}-1_{\text{н}}$ — дугой радиуса $\rho_{\text{сл}}$ (рис. 9, а). Линии сечений переменной части

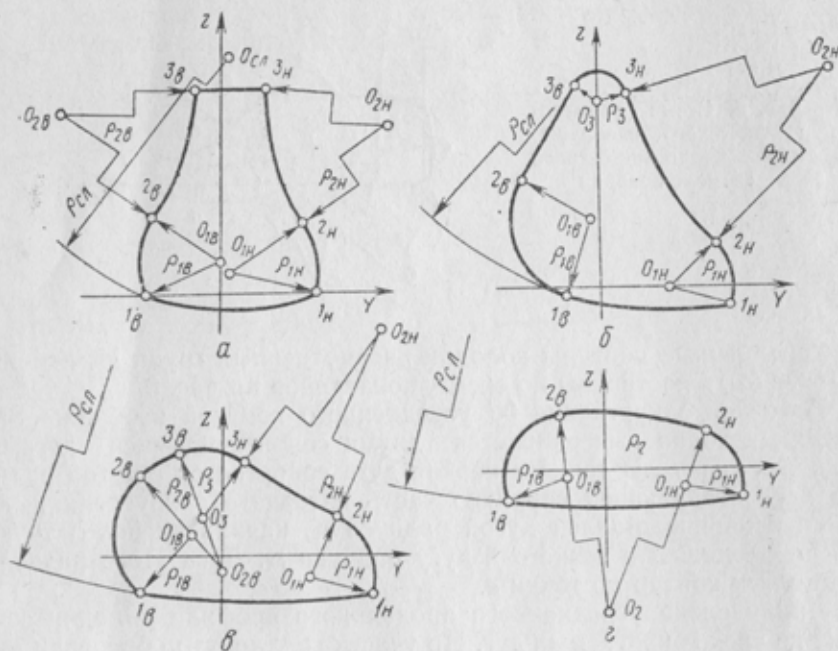


Рис. 9. Схема радиусографического изображения поперечных сечений участков колодки: а — пяточной (0,18 Д_{ст}); б — переменной (0,50 Д_{ст}); в — пучкового (0,68 Д_{ст}); г — носочного (0,80 Д_{ст})

(рис. 9, б) можно заменить эквивалентными, состоящими также из шести участков. Участки $1_{\text{н}}-2_{\text{н}}, 2_{\text{н}}-3_{\text{н}}, 3_{\text{н}}-3_{\text{в}}, 3_{\text{в}}-2_{\text{в}}$ и $2_{\text{в}}-1_{\text{в}}$ боковой поверхности колодки описываются соответственно дугами, имеющими радиусы $\rho_{1\text{н}}, \rho_{2\text{н}}, \rho_3, \rho_{2\text{в}}, \rho_{1\text{в}}$, а линия следа $1_{\text{в}}-1_{\text{н}}$ — дугой радиуса $\rho_{\text{сл}}$.

В сечениях пучковой части можно выделить пять элементарных участков (рис. 9, в): $1_{\text{н}}-2_{\text{н}}, 2_{\text{н}}-3_{\text{н}}, 3_{\text{н}}-3_{\text{в}}, 3_{\text{в}}-2_{\text{в}}, 2_{\text{в}}-1_{\text{в}}$ и участок следа $1_{\text{н}}-1_{\text{в}}$, описываемые соответствующими дугами, характер соединения которых несколько отличается от характера соединения дуг переменной участка. Как в геленочных, так и в пучковых сечениях возможен переход дуг, имеющих радиусы $\rho_{2\text{н}}$ и $\rho_{2\text{в}}$, в прямые линии.

Сечения носочной части аппроксимируются тремя дугами радиусов $\rho_{1\text{н}}, \rho_2$ и $\rho_{1\text{в}}$ с боковых сторон (рис. 9, г), а след колодки — дугой радиуса $\rho_{\text{сл}}$.

Вместе с тем аппроксимация поперечных сечений радиусографическим методом позволила установить закономерности изменения их параметров от расположения сечения по длине колодки.

МЕТОДИКА ГРАФОАНАЛИТИЧЕСКОГО КОНСТРУИРОВАНИЯ ОСНОВНЫХ КОНТУРОВ КОЛОДКИ

Результаты радиусографических исследований контуров стелек, продольно-осевых и поперечных сечений были положены в основу методики конструирования этих контуров колодок исходных раз-

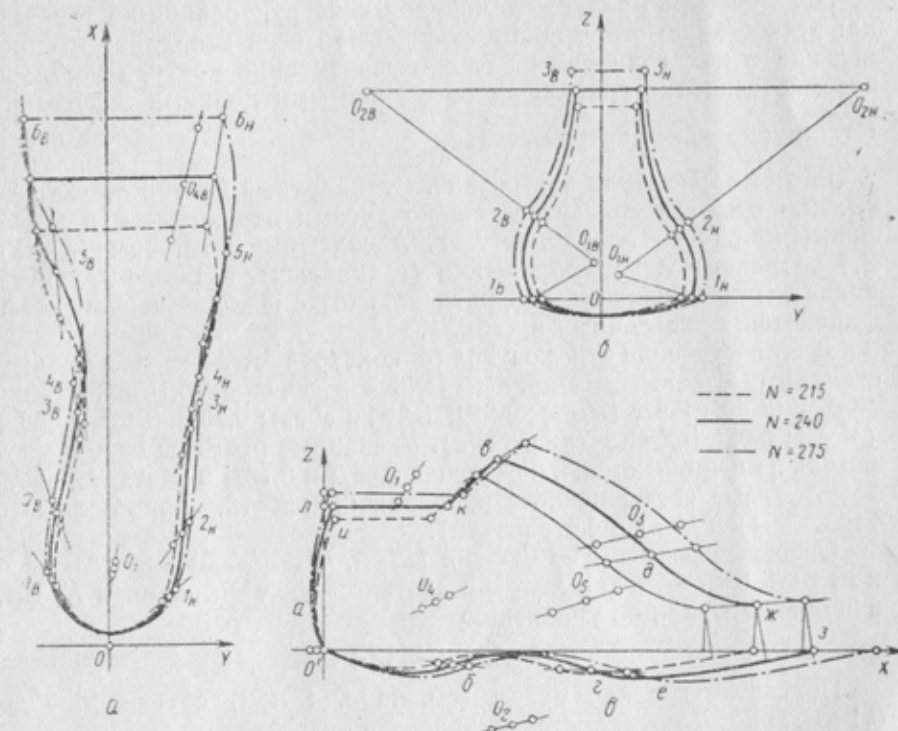


Рис. 10. Линии стельки (а), поперечных (б) и продольно-осевых (в) сечений колодок разных размеров N

меров и полнот [18, 19]. На кафедре технологии изделий из кожи МТИЛПа проведены работы по серийному конструированию рассматриваемых контуров колодок различных размеров и полнот.

Точки сопряжения стелек, поперечных сечений ($1_{\text{в}}, 1_{\text{н}}, 2_{\text{в}}, 2_{\text{н}}, 3_{\text{в}}, 3_{\text{н}}$ и т. д.) и продольно-осевых сечений (а, б, в, г, д и т. д.), а также центры дуг окружностей (O_1, O_2, O_3 и т. д.) закономерно распо-

жены на плоскости. Аналогичная картина наблюдается и для контуров колодок разных полнот.

Исследованиями контуров стелек продольно-осевого и поперечных сечений [20, 21] установлен единый закон изменения параметров радиусографического построения. Параметры $P:|R|; |Y|; |Z|$ связаны с размером N и полнотой W колодки уравнением

$$P = AN + BW + C, \quad (5)$$

где A и B — коэффициенты, определяющие изменение параметров колодки при переходе соответственно к смежному размеру и смежной полноте;

C — свободный член уравнения, зависящий от типа колодки.

Целесообразно разделить порядок конструирования на три этапа: расчет параметров построения; выбор осей координат и определение в них граничных точек; вычерчивание контура стельки путем соединения граничных точек прямыми линиями и дугами.

Конструирование контура стельки

Расчет параметров построения. Стандартный контур стельки до сечения 0,8Д вычерчивается семью дугами окружностей и тремя прямыми в осях координат XOY . Абсолютные величины (X_i, Y_i, Z_i) координат точек сопряжения (граничных), а также радиусы кривизны определяются по уравнению (5) с использованием коэффициентов, приведенных в табл. 1.

Для построения и контроля контуров стелек необходимы стандартные размеры ширины стельки в сечениях 0,18Д (отрезки b', b_n и b', b_n); 0,5Д (v', v_n); 0,68Д (z', z_n и z', z_n); 0,73Д (d', d_n); 0,8Д (e', e_n); 0,9Д ($ж', ж_n$) (рис. 11, а). Указанные размеры определяют исходя из ширины стелек в сечениях 0,68Д и 0,18Д и учитывая соответствующие коэффициенты пропорциональности, приведенные в табл. 2—4 (Д — длина стопы, мм).

Основные размеры по ширине ($Ш_{0,18}, Ш_{0,5}, Ш_{0,68}$) определяются по ГОСТ 3927—75 для колодки соответствующего размера N , мм, и полноты W или по уравнению

$$Ш_k = A_k N + B_k W + C_k.$$

Подсчитав все параметры (см. табл. 1 и 2) с точностью до 0,1 мм, приступают к построению контура стельки.

Выбор осей координат и определение граничных точек. В прямоугольных осях координат XOY (см. рис. 11, а) определяют положение стандартных сечений по оси OX от точки O :

- 0,18Д (точка b') — наиболее широкое место пяточной части;
- 0,5Д (точка v') — середина длины стопы;
- 0,68Д (точка z') — середина пучковой части;
- 0,73Д (точка d') — внутренний пучок;
- 0,8Д (точка e') — конец пятого пальца;
- 0,9Д (точка $ж'$) — середина отпечатка первого пальца.

Таблица 1
Коэффициенты уравнения $P = A_c N + B_c W + C_c$
для расчета параметров стелек для колодок мужской и женской обуви

Определяемый параметр	Колодки 8-й (женской) группы						Колодки 9-й (мужской) группы		
	A_c	B_c , мм	C_c , мм				A_c	B_c , мм	C_c , мм
			Летние туфли с $B_{п.п} = 20$ мм	Закрытая обувь с $B_{п.п}$, мм					
				20	40	60			
$I_n, I_v \begin{cases} y^c \\ x^c \end{cases}$	0,13 0,1	0,5 0	16,3 -2,0	16,3 0	13,8 0,3	13,3 0,6	0,07 0,1	0,25 0,05	6,45 -3,4
$2_n, 2_v \begin{cases} y^c \\ x^c \end{cases}$	0,15 0,2	1,0 0,4	17,0 4,6	14,2 1,6	13,0 3,6	11,0 6,6	0,11 0,18	0,5 0,25	-0,65 2,6
$3_n, 3_v \begin{cases} y^c \\ x^c \end{cases}$	0,13 0,4	1,0 0	13,8 0	12,8 0	9,8 0	7,8 0	0,08 0,39	0,5 0	7,62 0
$4_v \begin{cases} y \\ x \end{cases}$	0,03 0,43	0,5 -0,3	3,3 1,0	2,8 1,2	1,3 2,1	-0,2 2,5	0,04 0,46	0,45 0,56	3,17 -1,33
$4_n \begin{cases} y \\ x \end{cases}$	0,1 0,46	0,75 0	11,3 0	10,8 0	8,3 0	6,8 0	0,11 0,42	0,5 -0,12	12,51 1,22
$5_n \begin{cases} y \\ x \end{cases}$	0,12 0,58	1,0 0,9	16,2 10,0	14,2 1,1	11,7 4,5	11,2 6,5	0,13 0,6	0,87 -0,25	14,5 1,7
$5_v \begin{cases} y \\ x \end{cases}$	0,05 0,63	0,75 0,6	7,3 1,6	7,3 0,6	3,8 -0,2	3,8 -0,2	0,07 0,66	0,56 0,12	7,0 0,21
$z^c \quad y^c$	0,08	0	1,8	1,8	1,8	1,8	0,07	0	5,45
$a^c \quad x^c$	0,02	0	0	1,0	2,0	3,0	0,02	0	1,0
R_1	0,41	0,4	12,8	14,5	9,2	6,3	0,09	0,48	2,78
R_2	0,22	-1,2	23,8	24,8	28,0	29,6	0,17	-1,12	27,2
R_{2v}	0,24	1,4	3,6	0,6	-3,2	-5,2	0,22	-1,18	17,28
R_{2n}	0,30	0,9	37,3	37,3	34,6	34,8	0,54	-3,6	86,96
R_{4n}	0,27	-3,1	33,8	36,0	44,4	48,6	0,25	-1,7	40,01
R_{4v}	0,21	-0,8	15,6	16,2	18,4	19,4	0,16	-0,82	12,22

Примечания: 1. Коэффициент A_c указан для закрытой обуви на низком каблуке.
2. Для летней обуви $A_c = 0,06$. Для закрытой обуви на каблуке высотой 40 мм $A_c = 0,06$, для обуви на каблуке высотой 60 мм $A_c = 0,07$.

Через полученные точки проводят перпендикуляры к оси OX , на которых от оси OX откладывают отрезки $b', b_n; b', b_n; v', v_n; z', z_n; z', z_n; d', d_n; e', e_n; ж', ж_n$.

Через середину сечения 0,18Д (точка b^c) и точку z^c на сечении 0,68Д проводят новую ось координат $O^c X^c$, являющуюся осью симметрии пяточной части, и перпендикулярно к ней через O проводят ось $O^c Y^c$.

Таблица 2

Значения коэффициентов A_k , B_k и свободного члена C_k уравнения для колодок с низкой высотой подъема пяточной части

Сечение	A_k, B_k, C_k	Группа колодок	
		8-я (женская)	9-я (мужская)
$Ш_{0,18}$ ($b_n b_n$)	A_1	0,15	C_{15}
	B_1	0,75	0,75
	C_1	16,5	19,3
$Ш_{0,68}$ ($z_n z_n$)	A_2	0,2	0,2
	B_2	1,0	1,0
	C_2	23,0	28,5

Примечание. Интервал между полнотами равен 6 мм.

Таблица 3

Значения свободного члена C_k уравнения для колодок 8-й группы с различной высотой подъема пяточной части

Тип обуви	Высота подъема пяточной части ко- лодки $B_{п.п}$, мм	C_k	8-я (женская) группа колодок
Закрытая обувь	30—40	C_1 C_2	14,5 19,5
	50—60	C_1 C_2	13,5 17,0
Летняя открытая обувь	20	C_1 C_2	18,5 24,5

Таблица 4

Коэффициенты для определения стандартных размеров по ширине стельки

Сечение	Отрезки	Группа колодок	
		8-я (женская)	9-я (мужская)
0,18Д	$b' b_n$	0,45 $Ш_{0,18}$	0,45 $Ш_{0,18}$
	$b' b_n$	0,55 $Ш_{0,18}$	0,55 $Ш_{0,18}$
0,5Д	$z' z_n$	0,53 $Ш_{0,68}^*$	0,55 $Ш_{0,68}$
0,68Д	$z' z_n$	0,65 $Ш_{0,68}^{**}$	0,65 $Ш_{0,68}$
0,73Д	$\partial' \partial_n$	0,41 $Ш_{0,68}$	0,41 $Ш_{0,68}$
0,8Д	$e' e_n$	0,60 $Ш_{0,68}$	0,60 $Ш_{0,68}$
0,9Д	$ж' ж_n$	0,37 $Ш_{0,68}$	0,37 $Ш_{0,68}$

* Для колодок с $B_{п.п} = 30-49$ мм $z' z_n = 0,52 Ш_{0,18}$, с $B_{п.п} = 50-60$ мм $z' z_n = 0,51 Ш_{0,68}$.

** Для колодок с $B_{п.п} = 30-60$ мм $z' z_n = 0,66 Ш_{0,68}$.

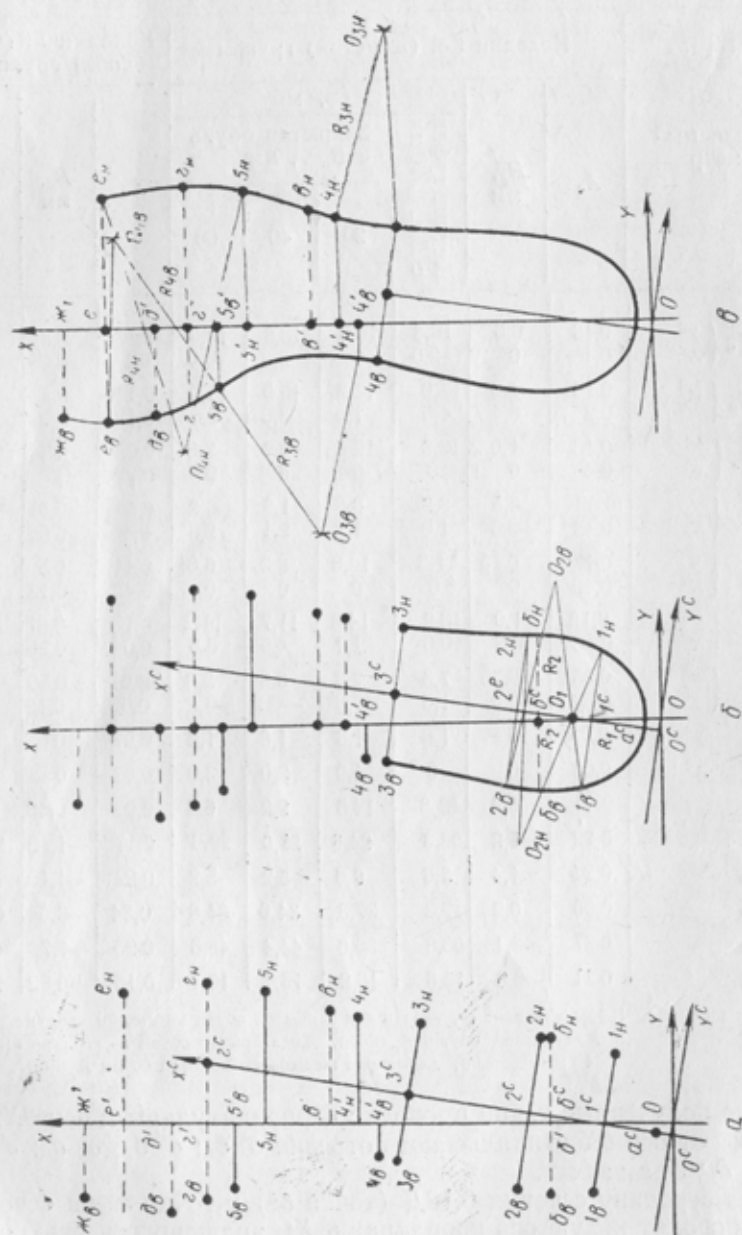


Рис. 11. Схема конструирования контура стельки

От начала координат O^c по оси O^cX^c определяют продольные координаты (X^c) точек сопряжения (точки $a^c, 1^c, 2^c, 3^c$). Через эти точки проводят перпендикуляры к оси O^cX^c , на которых от оси намечают широтные координаты Y^c точек $1_n, 1_v, 2_n, 2_v, 3_n, 3_v$. Наружные точки откладывают в первом квадранте, внутренние — во втором.

Аналогичным образом в осях координат XOY определяют положение точек $4_n, 4_v, 5_n, 5_v$.

Вычерчивание контура стельки. Рассмотрим построение контура отдельных участков. Построение начинают с пяточной части (см. рис. 11, б). Из точек 1_n и 1_v засечками радиуса R_1 определяется центр O_1 , который должен располагаться на оси симметрии пяточной части O^cY^c .

Из полученного центра радиусом R_1 (см. рис. 11, б) проводят дугу между точками 1_n и 1_v . При правильном построении линия должна пройти через точку a^c . В противном случае необходимо уточнить расчеты.

Из точек 1_n и 2_n радиусом R_2 во внутреннюю сторону относительно будущего контура стельки делают засечки, определяющие положение точки O_{2n} . Из точки O_{2n} , как из центра, радиусом R_2 проводят наружную линию пяточной части стельки (дуга $1_n 2_n$).

Из точек 1_v и 2_v радиусом R_2 в наружную сторону делают засечки. Из полученного центра O_{2v} проводят внутреннюю линию пяточной части стельки (дуга $1_v 2_v$). При точном построении наружная и внутренняя линии пяточной части стельки должны пройти через точки b_n и b_v .

Точки 2_n и 2_v соединяют прямыми линиями соответственно с точками 3_n и 3_v третьего сечения.

Далее строят переменно-пучковый участок стельки (см. рис. 11, в).

Прямую $2_v 3_v$ продолжают до точки 4_v . Точки 4_v и 5_v соединяют дугой радиуса R_{3v} , центр которой O_{3v} фиксируют с внутренней стороны засечками радиуса R_{3v} .

От точки 3_n до точки 4_n проводят дугу радиуса R_{3n} . Центр этой дуги O_{3n} определяют с наружной стороны засечками радиуса R_{3n} из точек 3_n и 4_n . Точки 4_n и 5_n соединяют прямой линией.

Внутренний и наружный контуры пучковой части вычерчивают дугами радиусов R_{4n} для наружной и R_{4v} для внутренней стороны до сечения 0,8Д (точки e_n и e_v). Положение центров O_{4n} и O_{4v} для этих дуг определяют засечками соответствующих радиусов из точек 5_n и 5_v и e_n и e_v .

При правильном построении контур стельки должен пройти через установленные стандартные точки.

Линию носочной части стельки среднего номера серии рассчитывают и вычерчивают по уравнению параболы $Y=aX^2$ таким образом, чтобы она проходила через стандартную точку в сечении 0,9Д и обеспечивала по оси нормальный припуск Σp в носке. Минимальный припуск $p_{\min}=10$ мм (рис. 12).

Параметры уравнения параболы для внутреннего и наружного контуров, а также координаты Y точек параболы рассчитывают на ЭВМ «Напри», после чего задают координаты X, Y контрольных точек, расположенных на линии носочной части. За контрольные принимаются точки параболы $y_1'', \dots, y_5'', y_1', \dots, y_5'$, лежащие в сечениях $X=1; 2; 3; 4$ и 5 см, считая от крайней точки носка.

Для обеспечения идентичности линий, образующих носочную часть при вычерчивании контуров серии стелек, можно воспользоваться приемами, принятыми в серийном градировании.

Конструирование продольно-осевого сечения колодки

Расчет параметров построения. Контур продольно-осевого сечения колодки вычерчивают семью дугами окружностей и тремя отрезками прямых в осях координат ZOX (рис. 13).

Абсолютные величины координат точек сопряжения и радиусов кривизны определяют по уравнению (5). Коэффициенты уравнения приведены в табл. 5. Подсчитав все параметры, приступают к построению контура продольно-осевого сечения колодки.

Выбор осей координат и определение граничных точек. В прямоугольных осях координат ZOX (рис. 13, а) определяют положение точек сопряжения и вспомогательных точек построения. На оси X от начала координат O откладывают значения продольных координат $|X|$ точек сопряжения: $a', b', v', z', d', e', ж', з'$. Точка a' расположена во втором квадранте, остальные точки — в первом.

Из этих точек восстанавливают перпендикуляры к оси OX , на которых намечают координаты $|Z|$ точек по высоте $a, б, в, г, д, е, ж$. Точки $в, д, ж$ располагаются в первом квадранте, точки $б, г, е$ — в четвертом, точка $а$ — во втором.

Вычерчивание контуров продольно-осевого сечения колодки. Сначала вычерчивают контур следа (рис. 13, б). Из начала координат O и из точки $б$ радиусом r_1 в первом квадранте делают засечки. Получают точку O_1 и из нее как из центра этим же радиусом в четвертом квадранте от начала координат O до точки $б$ проводят дугу $Oб$. Из точек $б$ и $г$ радиусом r_2 в четвертом квадранте засечками определяют центр O_2 и из него этим же радиусом между точками $б$ и $г$ проводят дугу. Точки $г$ и $е$ соединяют дугой радиуса r_3 , центр которой O_3 фиксируют в первом квадранте засечками из точек $г$ и $е$.

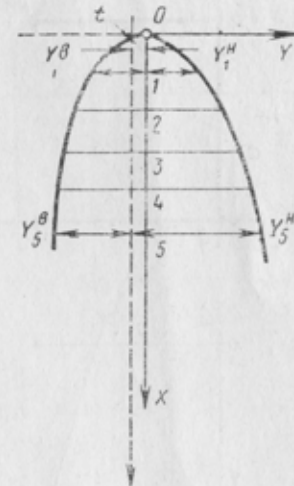


Рис. 12. Расчет линии носка по методу Ю. П. Зыбина

Точки e и z' соединяют прямой линией.

При правильном построении длина кривой от начала координат O до точки z' должна равняться $D - S$, где $S = 0,02D + +0,05B_{п.п.}$ — сдвиг стельки в пяточной части, мм.

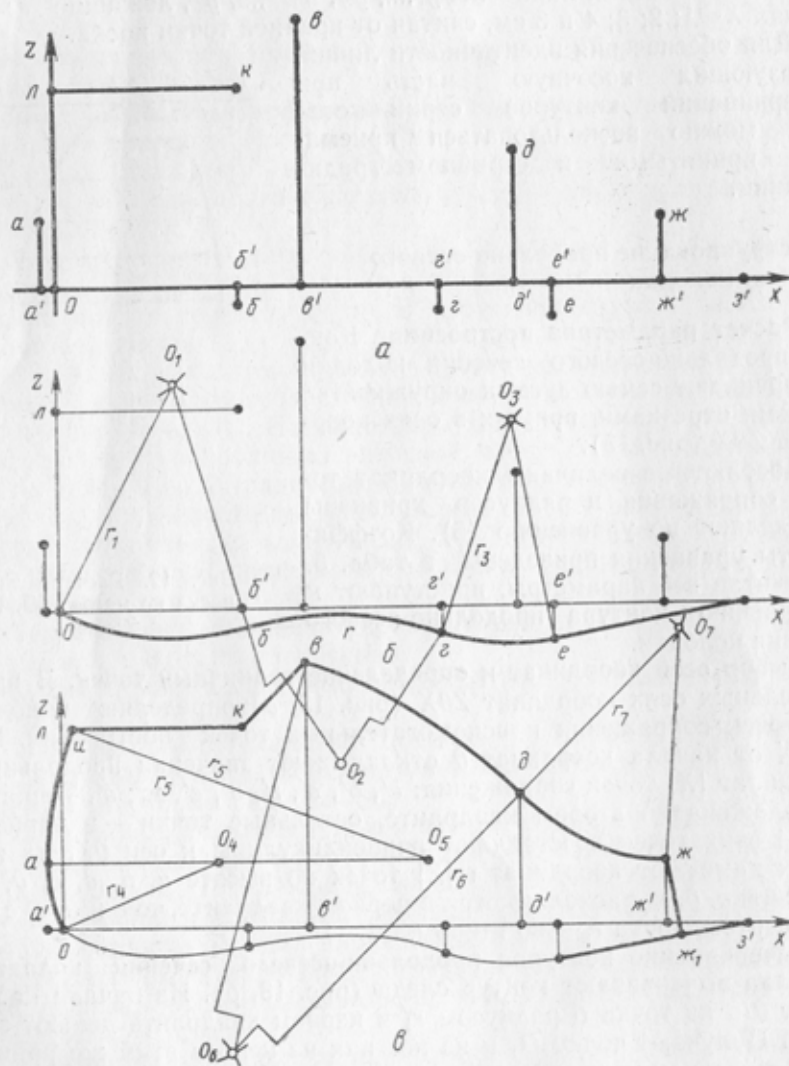


Рис. 13. Схема конструирования продольно-осевого сечения колодки

Затем строят линию пяточной части и верхнюю линию продольно-осевого сечения колодки (рис. 13, в). Из точек O и a в первом квадранте радиусом r_4 делают засечки, получают точку O_4 . Из

Таблица 5

Коэффициенты уравнения $P = A_{пр}N + B_{пр}N + C_{пр}$ для расчета параметров построения продольно-осевых сечений колодок мужской и женской обуви

Определяемый параметр	Колодки 8-й (женской) группы					Колодки 9-й (мужской) группы		
	$A_{пр}$	$B_{пр}$, мм	$C_{пр}$, мм, с $B_{п.п.}$, мм			$A_{пр}$	$B_{пр}$, мм	$C_{пр}$, мм
			20	40	60			
r_1	0,25	0	26,5	26,5	26,5	0,5	0	67,5
r_2	0,3	0	42,0	28,0	14,0	0,47	0	63,45
r_3	0,2	0	20,0	4,0	-12,5	0,21	0	28,87
r_4	0,24	0	0,4	0,4	0,4	0,24	0	-0,8
r_5	0,55	0	-1,5	-1,5	-1,5	0,56	0	-4,34
r_6	0,55	0	57,5	57,5	57,5	0,57	-3,75	91,61
r_7	0,2	0	31,5	20,0	9,5	0,2	-1,31	32,49
$a \begin{cases} X \\ Z \end{cases}$	0,2	0	-0,3	0,7	1,7	0,02	0	0
$b \begin{cases} X \\ Z \end{cases}$	0,6	0	8,6	10,6	12,2	0,25	0	-29,75
$c \begin{cases} X \\ Z \end{cases}$	0,25	0	2,5	-2,5	-6,0	0,15	0	23,25
$d \begin{cases} X \\ Z \end{cases}$	0,02	0	1,8	-0,3	-2,5	0,01	0	0,55
$e \begin{cases} X \\ Z \end{cases}$	0,35	0	0	0	0	0,37	1,25	-5,32
$z \begin{cases} X \\ Z \end{cases}$	0,25	1,75	25,3	25,3	25,3	0,23	1,5	25,05
$z' \begin{cases} X \\ Z \end{cases}$	0,03	0	1,9	2,9	6,0	0,45	0	24,75
$z'' \begin{cases} X \\ Z \end{cases}$	0,55	0	-2,5	-3,5	-4,5	0,05	0	-1,25
$z''' \begin{cases} X \\ Z \end{cases}$	0,70	0	-11,0	-13,0	-15,0	0,65	0,25	-6,25
$z'''' \begin{cases} X \\ Z \end{cases}$	0,12	0,8	13,8	10,4	8,0	0,1	0,62	13,5
$e' \begin{cases} X \\ Z \end{cases}$	0,70	0	-6,0	-7,4	-9,0	0,55	0	40,75
$e'' \begin{cases} X \\ Z \end{cases}$	0,04	0	2,4	4,4	9,4	0,1	0	-6,5
$ж \begin{cases} X \\ Z \end{cases}$	0,80	0	25,0	11,0	8,0	0,8	0	0
$ж' \begin{cases} X \\ Z \end{cases}$	0,06	0,4	6,4	3,4	2,4	0,05	0,3	3,55
$z' \begin{cases} X \\ Z \end{cases}$	1,0	0	-4,0	-7,0	-10,0	1,0	0	-4,0
$z'' \begin{cases} X \\ Z \end{cases}$	0	0	0	0	0	0	0	0
$z''' \begin{cases} X \\ Z \end{cases}$	0,23	0	3,2	3,2	3,2	0,23	0	3,2
$z'''' \begin{cases} X \\ Z \end{cases}$	0,2	0	20,0	20,0	20,0	0,2	0	20,0

точки O_4 как из центра радиуса r_4 проводят дугу во втором квадранте от начала координат до точки a .

Точку a соединяют с центром O_4 прямой. От точки a на этой прямой в первом квадранте откладывают отрезок, равный радиусу r_5 , получают точку O_5 . Из точки O_5 как из центра проводят дугу радиуса r_5 от точки a до пересечения с прямой, параллельной оси OX , проведенной на расстоянии высоты колодки через точку a . Пересечение дуги с прямой определяет положение точки u , соот-

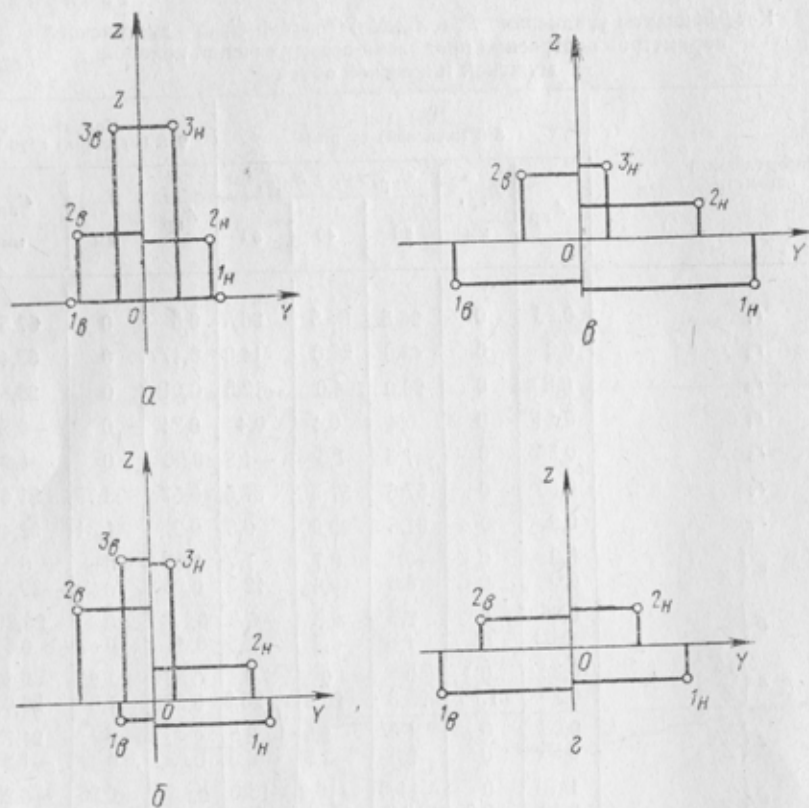


Рис. 14. Методика конструирования
а и б — I; в и г — II;

ветствующей началу базисной площадки. От точки u на прямой откладывают длину установочной площадки и получают точку k .

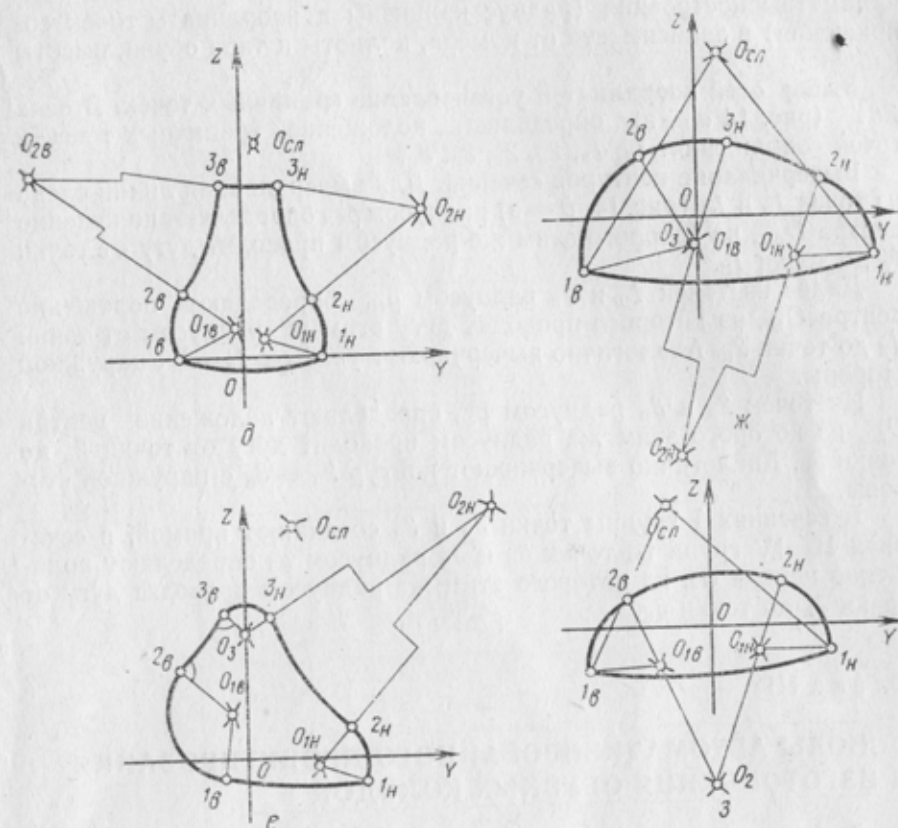
Точки k и v соединяют прямой. Точки v и d соединяют дугой радиуса r_6 , центр которой O_6 фиксируют во втором квадранте за сечками из точек v и d .

От точки d до точки $ж$ проводят дугу радиуса r_7 . Центр ее — точка O_7 — определяют радиусом r_7 из точек d и $ж$ в первом квадранте. Перпендикуляр $ж'ж$, опущенный из точки $ж$ на линию следа O_3z' , должен быть равен $0,11 O_{пуч}$.

Носочная линия определяется фасоном колодки и вычерчивается по лекалу применительно к существующему направлению моды.

Конструирование контуров поперечно-вертикальных сечений колодки

По характерным признакам построения все поперечно-вертикальные сечения удобно подразделить на четыре группы (см. рис. 9):



поперечных сечений различных групп:
д и е — III; ж и з — IV

- I — сечения пяточного участка: $0,07D$, $0,18D$ и $0,3D$;
- II — сечения переходного участка: $0,4D$ и $0,5D$;
- III — сечения пучкового участка: $0,62D$, $0,68D$ и $0,73D$;
- IV — сечения носочного участка: $0,8D$ и $0,9D$.

Поперечно-вертикальные сечения включают линию следа, наружные, внутренние, боковые и верхние линии. Контур следа каждого сечения состоит из одной дуги окружности радиуса $\rho_{сл}$. Наружные и внутренние боковые линии вычерчивают двумя сопрягающимися дугами окружностей радиусов ρ_1 и ρ_2 . Верхняя линия в сечениях I группы представляет собой прямую, в сечениях II—IV групп — дугу окружности радиуса ρ_3 .

Расчет параметров построения*. Используя коэффициенты $A_{п.}$, $B_{п.}$ и свободный член $C_{п.}$ (табл. 6) по уравнению (5) определяют

* Расчет параметров серии проводится для колодок 8-й группы. В табл. 7 приведены параметры построения исходного (270) размера колодок 9-й группы для мужской закрытой и мужской открытой обуви с верхом из юфты.

параметры построения (радиус кривизны и координаты точек сопряжения) в зависимости от номера, полноты и типа обуви, высоты каблука.

Выбор осей координат и установление граничных точек. В осях ZOY (рис. 14 а—з) определяют положение граничных точек и точек сопряжения: $1_n, 1_v, 2_n, 2_v, 3_n, 3_v$.

Вычерчивание контуров сечений. Для вычерчивания линии следа из точек 1_v и 1_n (рис. 14, д—з) радиусом $\rho_{сл}$ определяют положение центра $O_{сл}$, из которого этим же радиусом проводят дугу от точки 1_v до точки 1_n .

Далее из точек 1_v и 2_v радиусом ρ_{1v} определяют положение центра O_{1v} , из которого проводят дугу этим же радиусом от точки 1_v до точки 2_v . Аналогично вычерчивают участок 1_n-2_n с наружной стороны.

Из точек 2_v и 3_v радиусом ρ_{2v} определяют положение центра O_{2v} , из которого этим же радиусом проводят дугу от точки 2_v до точки 3_v . Аналогично вычерчивают контур 2_n-3_n с наружной стороны.

В сечениях I группы точки 3_v и 3_n соединяют прямой, в сечениях II—IV групп из точек 3_v и 3_n радиусом ρ_3 определяют положение центра O_3 , из которого этим же радиусом проводят дугу от точки 3_v до точки 3_n .

Глава III

ОСНОВЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОБУВНЫХ КОЛОДОК

АЛГОРИТМИЗАЦИЯ РАСЧЕТА И ОБРАБОТКИ КОЛОДКИ

Разработанный метод радиусографического конструирования отдельных сечений колодки открывает перспективы для дальнейшего развития проектирования внутренней формы обуви с использованием ЭВМ и средств машинной графики.

Информация для автоматизированного проектирования, которую необходимо преобразовать в конструкторские документы, представлена в памяти ЭВМ математическими моделями изделий или их геометрических образов. Для формализации и моделирования процесса отображения графической информации на ЭВМ необходимо проанализировать его структуру для выделения расчленяемых и базовых элементов и установить их взаимосвязи, разработать математические модели элементов и на их основе математическую модель процесса отображения, записать математические модели на язык ЭВМ.

Поверхность колодки является каркасной, j поперечных образующих сечений которой составлены из конечного числа сопряженных дуг окружностей. В этом случае каркасная поверхность $KП$

Таблица 6

Коэффициенты уравнения $P = AN_n + B_n W + C_n$ для расчета параметров построения поперечно-вертикальных сечений колодок 8-й группы ($B_{п.п} = 20; 40$ и 60 мм)

Параметры построения	Сечения											
	0,07Д						0,18Д					
	A _n			B _n			A _n			B _n		
	20	40	60	20	40	60	20	40	60	20	40	60
$\rho_{сл}$	0,20	0,20	0,20	1,35	1,35	1,30	25,40	25,40	22,80	0,12	0,20	0,20
ρ_{1v}	0,085	0,09	0,085	0,55	0,60	0,55	9,40	11,00	10,40	0,07	0,06	0,06
ρ_{1n}	0,085	0,08	0,08	0,55	0,50	0,50	9,40	9,20	7,80	0,07	0,06	0,06
ρ_{2v}	0,30	0,23	0,25	2,00	1,50	1,63	37,00	27,80	28,50	26,00	0,18	0,18
ρ_{2n}	0,28	0,23	0,28	1,80	1,50	1,80	30,60	27,80	31,60	0,21	0,18	0,18
ρ_3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
$I_v \begin{Bmatrix} Y \\ Z \end{Bmatrix}$	0,045	0,045	0,05	0,30	0,30	0,30	6,00	6,00	5,20	0,06	0,06	0,06
$I_n \begin{Bmatrix} Y \\ Z \end{Bmatrix}$	0,05	0,05	0,05	0,30	0,35	0,35	—	—	—	—	—	—
$2_v \begin{Bmatrix} Y \\ Z \end{Bmatrix}$	0,045	0,038	0,04	0,30	0,20	0,28	5,00	6,50	5,80	0,06	0,06	0,06
$2_n \begin{Bmatrix} Y \\ Z \end{Bmatrix}$	0,06	0,07	0,06	0,35	0,40	0,45	8,00	9,10	9,80	0,06	0,06	0,06
$3_v \begin{Bmatrix} Y \\ Z \end{Bmatrix}$	0,05	0,05	0,05	0,30	0,30	0,30	5,70	5,20	5,70	0,07	0,06	0,07
$3_n \begin{Bmatrix} Y \\ Z \end{Bmatrix}$	0,06	0,07	0,06	0,40	0,48	0,40	6,00	9,80	7,00	0,06	0,06	0,06
$3_v \begin{Bmatrix} Y \\ Z \end{Bmatrix}$	0,02	0,015	0,015	0,15	0,10	0,10	2,10	2,70	2,10	0,03	0,03	0,03
$3_n \begin{Bmatrix} Y \\ Z \end{Bmatrix}$	0,18	0,18	0,18	0	0	0	30,30	30,30	30,30	0,18	0,18	0,18
$3_v \begin{Bmatrix} Y \\ Z \end{Bmatrix}$	0,02	0,02	0,02	0,15	0,15	0,15	3,60	3,10	3,10	0,03	0,03	0,03
$3_n \begin{Bmatrix} Y \\ Z \end{Bmatrix}$	0,18	0,18	0,18	1,15	1,15	1,15	30,30	30,30	30,30	0,18	0,18	0,18

Продолжение табл. 6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
0,3,7																		
0,4,7																		
p_{ca}	0,23	0,25	0,24	1,50	1,36	1,42	27,80	24,41	9,80	0,26	0,28	0,24	1,70	1,90	1,60	30,80	34,20	27,20
p_{1a}	0,06	0,06	0,06	0,45	0,46	0,40	6,00	7,00	9,00	0,06	0,06	0,06	0,40	0,38	0,40	6,00	6,00	8,00
p_{1n}	0,06	0,06	0,04	0,40	0,40	0,30	6,00	6,00	6,00	0,05	0,05	0,05	0,36	0,33	0,36	6,60	5,70	5,20
p_{2a}	0,26	0,17	0,26	1,70	1,10	1,73	30,80	19,40	29,00	0,42	0,24	0,06	2,75	1,60	6,40	6,01	3,00	7,40
p_{2n}	0,20	0,16	0,20	1,36	1,10	1,30	24,40	21,20	29,60	0,28	0,24	0,23	1,80	1,60	1,50	30,60	30,00	26,80
p_3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,02	0,02	0,02	0,15	0,15	0,15	3,60	3,00	13,60
$I_a \{ Y \{ Z$	0,05	0,05	0,05	0,30	0,30	0,30	5,20	6,00	5,70	0,04	0,03	0,03	0,25	0,20	0,20	3,40	4,00	4,00
$I_n \{ Y \{ Z$	0,09	0,085	0,08	0,55	0,55	0,55	9,20	9,40	9,50	0,09	0,09	0,08	0,60	0,60	0,55	11,00	10,00	10,00
$2_a \{ Y \{ Z$	0,06	0,06	0,06	0,40	0,40	0,40	8,00	6,60	6,00	0,06	0,06	0,06	0,45	0,40	0,40	9,80	6,10	7,80
$2_n \{ Y \{ Z$	0,07	0,08	0,08	0,50	0,48	0,50	8,80	8,60	7,80	0,09	0,08	0,08	0,55	0,55	0,50	9,20	11,10	9,20
$3_a \{ Y \{ Z$	0,02	0,03	0,02	0,15	0,15	0,15	3,60	3,20	3,60	0,02	0,02	0,02	0,10	0,15	0,15	1,30	1,60	4,60
$3_n \{ Y \{ Z$	0,035	0,035	0,035	0,20	0,20	0,20	4,80	4,90	4,90	0,03	0,03	0,03	0,15	0,15	0,15	2,20	2,20	2,20
	0,185	0,18	0,18	0,15	0,15	0,15	30,30	30,30	30,30	0,20	0,185	0,25	1,30	1,20	1,25	21,80	21,80	21,20

Продолжение табл. 6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
0,5,7																		
0,62,7																		
p_{ca}	0,23	0,40	0,23	1,50	2,60	1,50	27,80	47,50	26,80	0,625	0,415	0,350	4,10	2,70	2,30	73,70	49,30	41,00
p_{1a}	0,06	0,06	0,07	0,40	0,40	0,48	8,00	8,00	9,30	0,08	0,08	0,085	0,50	0,50	0,55	7,80	7,80	9,40
p_{1n}	0,06	0,06	0,06	0,40	0,40	0,40	7,00	6,00	8,00	0,06	0,07	0,07	0,40	0,40	0,55	6,00	9,10	8,00
p_{2a}	—	0,33	—	—	2,20	—	—	40,10	—	0,28	0,18	0,20	1,90	1,20	1,30	34,20	19,60	21,00
p_{2n}	0,34	0,33	0,53	2,30	2,20	2,20	42,20	40,10	42,20	0,52	0,24	0,22	3,30	1,55	1,40	54,10	27,7	24,60
p_3	0,02	0,02	0,02	0,15	0,15	0,15	3,10	3,60	3,10	0,04	0,03	0,03	0,25	0,20	0,20	3,40	3,50	35,00
$I_a \{ Y \{ Z$	0,045	0,035	0,045	0,30	0,20	0,30	5,00	3,70	5,00	0,045	0,04	0,065	0,30	0,20	0,25	5,00	4,80	4,30
$I_n \{ Y \{ Z$	0,11	0,095	0,09	0,70	0,70	0,60	21,80	11,80	10,00	0,125	0,11	0,11	0,80	0,75	0,70	14,70	14,60	13,70
$2_a \{ Y \{ Z$	0,03	0,04	0,06	0,15	0,30	0,40	2,20	4,20	7,00	0,04	0,05	0,07	0,20	0,35	0,55	3,00	7,10	8,00
$2_n \{ Y \{ Z$	0,07	0,085	0,07	0,40	0,55	0,45	7,00	9,40	9,80	0,07	0,08	0,08	0,40	0,50	0,50	9,10	9,20	9,50
$3_a \{ Y \{ Z$	0,09	0,07	0,07	0,60	0,45	0,45	10,60	7,90	9,30	0,08	0,04	0,04	0,50	0,30	0,30	7,80	6,70	5,80
$3_n \{ Y \{ Z$	0,095	0,09	0,09	0,60	0,60	0,60	10,70	11,00	10,00	0,10	0,09	0,09	0,70	0,60	0,60	12,30	11,50	14,00
	0,03	0,03	0,02	0,20	0,20	0,10	4,00	3,00	2,70	0,03	0,03	0,015	0,20	0,15	0,10	3,50	2,20	1,60
	0,02	0,02	0,02	0,15	0,15	0,10	3,10	1,60	3,70	0,035	0,02	0,025	0,20	0,15	0,18	3,70	3,60	3,80
	0,17	0,17	0,17	1,10	1,10	1,10	21,20	19,80	19,80	0,12	0,12	0,11	0,80	0,80	0,75	1,50	15,00	14,10
	0,02	0,02	0,02	0,15	0,13	0,13	1,60	2,70	2,70	0,02	0,02	0,02	0,15	0,15	0,15	3,10	3,10	1,60
	0,17	0,165	0,16	1,15	1,10	1,15	30,30	20,00	20,30	0,115	0,115	0,10	0,75	0,75	0,68	12,90	12,90	13,30

Продолжение табл. 6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
0,68, λ																		
0,73, λ																		
p_{ca}	0,70	0,70	0,525	4,60	4,60	3,40	83,30	83,60	62,40	0,80	0,70	0,61	5,30	4,60	4,90	4,50	83,60	72,60
p_{1a}	0,09	0,08	0,07	0,55	0,50	0,40	8,20	8,80	9,10	0,07	0,075	0,085	0,45	0,50	0,55	7,90	9,50	9,40
p_{1u}	0,065	0,05	0,06	0,40	0,35	0,40	6,20	6,60	8,00	0,06	0,06	0,06	0,40	0,36	0,40	7,00	5,20	7,00
p_{2a}	—	0,11	0,12	—	0,75	0,70	—	14,10	11,60	—	—	0,085	—	—	0,55	—	—	9,40
p_{2u}	0,375	0,275	0,340	2,45	1,80	2,30	44,20	32,80	42,20	—	0,335	—	—	1,46	—	—	31,00	—
p_3	0,06	0,04	0,045	0,35	0,26	0,30	5,20	4,80	5,00	0,09	0,06	0,065	0,60	0,40	0,40	10,00	8,00	7,80
$I_a \{ Y \}$	0,06	0,06	0,06	0,40	0,40	0,40	8,00	7,50	7,00	0,08	0,07	0,07	0,50	0,48	0,48	8,80	10,00	9,20
$Z \{ Y \}$	0,04	0,045	0,065	0,20	0,30	0,40	4,20	6,00	7,80	0,04	0,05	0,06	0,20	0,30	0,36	3,50	5,60	6,60
$I_u \{ Y \}$	0,125	0,045	0,115	0,80	0,80	0,80	14,70	14,10	14,20	0,125	0,12	0,115	0,80	0,80	0,80	14,70	14,10	14,20
$Z \{ Y \}$	0,04	0,12	0,065	0,20	0,30	0,40	4,20	6,00	7,80	0,04	0,050	0,06	0,20	0,30	0,36	3,50	5,00	6,60
$2_a \{ Y \}$	—	0,08	0,09	—	0,55	0,60	—	11,10	10,00	—	—	0,085	—	—	0,55	—	—	9,40
$Z \{ Y \}$	—	0,03	0,01	—	0,20	0,05	—	4,00	0,90	—	—	0,01	—	—	0,15	—	—	4,50
$2_u \{ Y \}$	0,10	0,10	0,09	0,60	0,65	0,60	10,00	11,40	11,00	0,09	0,09	0,085	0,58	0,58	0,55	10,60	10,60	10,40
$Z \{ Y \}$	0,035	0,015	0,01	0,20	0,10	0,05	3,70	2,50	1,40	0,035	0,025	0,015	0,20	0,20	0,10	3,70	2,80	1,00
$3_a \{ Y \}$	0,03	0,025	0,04	0,20	0,18	0,25	4,00	3,80	3,90	0,04	0,03	—	0,30	0,20	—	4,20	4,00	—
$Z \{ Y \}$	0,10	0,10	0,08	0,65	0,60	0,50	11,40	11,70	8,80	0,08	0,07	—	0,50	0,50	—	7,80	9,30	—
$3_u \{ Y \}$	0,02	0,02	0,02	0,15	0,15	0,15	3,10	3,10	2,10	0,01	0,02	0,01	0,06	0,15	0,05	1,40	3,10	0,40
$Z \{ Y \}$	0,08	0,085	0,07	0,58	0,55	0,40	11,10	10,40	9,10	0,07	0,06	0,05	0,40	0,40	0,35	9,10	8,00	6,60

Окончание табл. 6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
0,8, λ																		
0,9, λ																		
p_{ca}	0,86	0,60	0,80	5,60	3,90	5,20	101,20	70,40	92,30	0,80	0,80	0,67	5,20	5,20	4,30	92,30	92,30	78,70
p_{1a}	0,06	0,06	0,06	0,36	0,40	0,40	5,20	8,00	7,50	0,04	0,04	0,04	0,28	0,28	0,25	5,30	5,30	3,90
p_{1u}	0,06	0,06	0,05	0,36	0,40	0,30	5,20	7,50	5,80	0,045	0,04	0,05	0,30	0,28	0,33	5,00	5,30	5,20
p_{2a}	0,26	0,20	—	1,70	1,30	—	31,70	22,30	—	0,16	0,24	—	1,10	1,60	—	20,30	27,90	—
p_{2u}	—	—	0,18	—	—	1,20	—	—	21,10	—	—	—	—	—	—	—	—	—
$I_a \{ Y \}$	0,08	0,08	0,075	0,50	0,50	0,50	9,80	8,60	9,30	0,07	0,065	0,065	0,45	0,40	0,40	7,90	7,80	7,50
$Z \{ Y \}$	0,03	0,035	0,045	0,20	0,20	0,30	3,00	4,00	3,00	0,015	0,02	0,025	0,13	0,15	0,18	2,00	2,70	3,80
$I_u \{ Y \}$	0,11	0,11	0,11	0,75	0,73	0,73	14,60	13,70	13,70	0,065	0,09	0,09	0,60	0,60	0,60	10,70	10,00	10,00
$Z \{ Y \}$	0,03	0,035	0,045	0,20	0,20	0,30	3,00	4,00	5,00	0,015	0,02	0,025	0,13	0,15	0,18	2,00	2,70	3,80
$2_a \{ Y \}$	0,045	0,05	0,05	0,30	0,30	0,35	5,00	5,80	6,60	0,04	0,03	0,04	0,28	0,20	0,30	5,80	4,50	4,20
$Z \{ Y \}$	0,06	0,02	0,03	0,35	0,15	0,20	5,20	3,60	4,00	0,04	0,035	0,03	0,30	0,20	0,15	4,20	3,30	2,20
$2_u \{ Y \}$	0,085	0,07	0,08	0,55	0,48	0,50	10,40	9,30	8,30	0,07	0,06	0,05	0,45	0,40	0,35	7,90	8,40	6,60
$Z \{ Y \}$	0,03	0,03	0,015	0,20	0,20	0,10	4,00	3,50	2,50	0,03	0,02	0,02	0,20	0,15	0,15	3,00	3,60	3,60

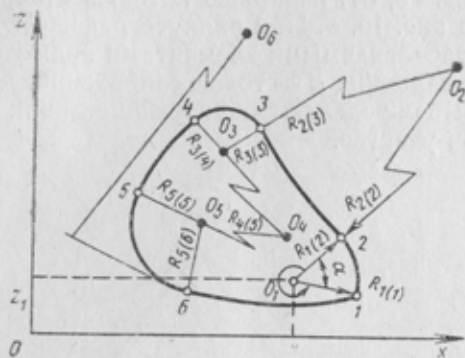


Рис. 16. Схема конструирования сечения

окружность — окружность. Для дальнейших расчетов уравнения дуг окружностей записывают в параметрической форме

$$\begin{cases} Y = Y_0 + R \cos \varphi_1 \\ Z = Z_0 + R \sin \varphi_1 \end{cases} \quad (6)$$

где φ_1 — угол, образованный подвижным радиусом окружности с положительным направлением оси абсцисс; Y_0 и Z_0 — координаты центра окружности.

Уравнение прямой с угловым коэффициентом K задается формулой

$$Y = KZ + b, \quad (7)$$

где b — начальная ордината.

Положение радиуса-вектора точки начала построения дуги определяется углом φ_1 , который можно найти по формуле

$$\varphi_1 = 2\pi + \arctg K_1, \quad (8)$$

где K_1 — угловой коэффициент радиуса-вектора, определяющего положение центра окружности в декартовой системе координат.

$$K_1 = \frac{Z_1 - Z_{01}}{Y_1 - Y_{01}}, \quad (9)$$

где Z_{01} и Y_{01} — координаты центра окружности; Z_1 и Y_1 — координаты точки начала отсчета (точки ребра следа колодки).

Условимся рассчитывать контур сечения против часовой стрелки. При этом за начало отсчета принимаем точку 1 (см. рис. 16).

На рис. 16 индексы радиусов обозначены двумя цифрами. Первые указывают порядковый номер радиусов по направлению обхода, вторые (в скобке) соответствуют индексу углового коэффициента радиуса-вектора по узловой точке.

Угол, на который необходимо повернуть радиус-вектор R_1 пер-

сопряжения дуг окружностей и дуги, ограниченные заданными точками (точками ребра следа колодки).

При реализации алгоритмов необходимо и достаточно задать координатами опорных точек (точек грани следа колодки и точек, определяющих базисную площадку) и центров дуг окружностей, а также их радиусами.

Рассмотрим способ расчета сопряжений типа ок-

вой окружности до точки 2 сопряжения со второй дугой окружности R_2 , определяют по следующей формуле:

$$\alpha = \arctg \frac{K_2 - K_1}{1 + K_2 K_1}, \quad (10)$$

где K_1 — коэффициент, определяемый по формуле (9); K_2 — угловой коэффициент прямой, проходящей через центры двух сопрягающихся дуг окружностей.

$$K_2 = \frac{Z_{01} - Z_{02}}{Y_{01} - Y_{02}}, \quad (11)$$

где Z_{01} и Y_{01} , Z_{02} и Y_{02} — координаты центров соответственно первой и второй окружностей.

Вычислив по формуле (10) центральный угол α и разделив его на n элементарных углов $\Delta\alpha$, вычисляют координаты точек первой окружности на рассматриваемом участке

$$\begin{cases} Y_i = Y_1 + R_1 \cos(\varphi_1 + i \Delta\alpha) \\ Z_i = Z_1 + R_1 \sin(\varphi_1 + i \Delta\alpha) \end{cases} \quad (12)$$

где $i = 1, 2, 3, \dots, n$.

После обхода участка, описываемого радиусом R_1 , проверяем выполнение условия

$$|\varphi_1 + i \Delta\alpha| \leq |\varphi_1 + \alpha|. \quad (13)$$

Если неравенство (13) не выполняется, то ищем такой шаг угловой функции $\Delta\alpha \leq \frac{\alpha}{n}$, при котором оно выполняется. Поиск значений осуществляется последовательным уменьшением шага угловой функции.

Аналогично вычисляют и текущие координаты точек дуг, описываемых радиусами R_2 , R_3 , R_4 и R_5 . За начало отсчетов берут положения радиусов-векторов $R_{1(2)}$, $R_{2(3)}$, $R_{3(4)}$, $R_{4(5)}$, задаваемые прямыми с угловыми коэффициентами K_2 , K_3 , K_4 и K_5 , определяемыми по формуле (11).

При исследовании формы и размеров вертикально-поперечных сечений обувных колодок установлено, что в некоторых случаях дуга следа сопрягается с дугой окружности внутреннего участка, а в некоторых случаях пересекается. В первом случае алгоритм определения текущих координат точек аналогичен алгоритму сопряжения двух дуг окружностей, а во втором случае алгоритм определяется положениями радиуса-вектора в начале и конце дуги. Дальнейшие расчеты производятся аналогично.

Блок-схемы алгоритмов определения текущих координат контура сечения представлены на рис. 17, реализация которых на ЭВМ «Наири» позволила установить координаты текущих точек для 60 сечений колодки. Результаты расчета координат следа и наружной линии одного из сечений приведены в табл. 8.

Таблица 8

Результаты расчета параметров, мм, контура по алгоритму

Участки контура	Координаты				Радиусы дуг окруж- ностей R	
	точек контура		центров дуг окруж- ностей			
	Y_i	Z_i	Y_0	Z_0		
1—2	{	47,000000	—7,000000	25,00	0,00	23,00
		47,621908	—4,609743			
		47,984898	—2,166667			
		—	—			
		44,703627	13,031919			
		43,305519	14,067976			
2—3	{	41,697903	15,943024	135,6	105,6	129,83
		—	—			
		37,462084	20,600430			
		33,457022	25,457693			
		29,692128	30,503397			
		—	—			
3—4	{	14,759138	58,129343	0,00	67,00	11,14
		12,600016	64,043037			
		10,730107	70,054439			
		—	—			
		9,710197	72,493347			
		8,145077	74,623812			
6—1	{	6,122625	76,325213	26,20	118,20	126,78
		—	—			
		6,360385	76,165713			
		—8,338399	74,411875			
		—9,848225	72,241874			
		—3,895689	—5,263401			
	{	1,821966	—6,096247			
		7,570942	—7,674519			
		—	—			
		36,388341	—7,725087			
	{	42,086788	—7,542662			
		47,737228	—7,562279			

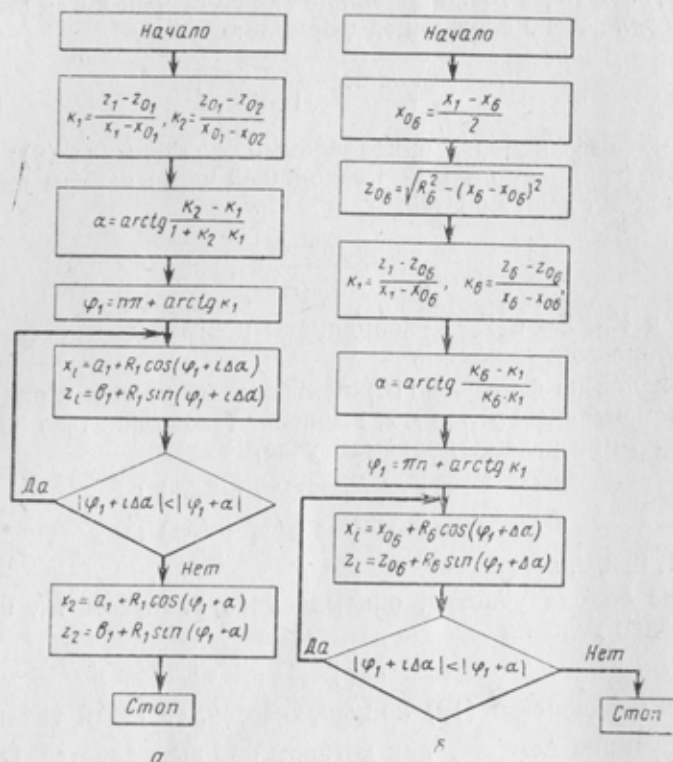


Рис. 17. Алгоритмы расчета координат точек сопрягаемых дуг (а) и дуги, проходящей через две точки (б)

Применение ЭВМ и автоматизация проектирования особенно эффективны при создании систем автоматизированного проектирования (САПР), в которых взаимосвязаны все стадии — от момента рождения замысла до технологической подготовки производства. Логическим завершением радиусографического метода проектирования является изготовление колодки или пресс-форм на станках с программным управлением.

В 1972 г. А. Д. Бопеевым под руководством автора впервые в отечественной обувной промышленности по программе, составленной на основе радиусографического чертежа сечений, был обработан пяточный участок колодки [24].

Программа рассчитывалась на ЭЦВМ «Минск-22» по разработанной в Экспериментальном научно-исследовательском институте металлорежущих станков (ЭНИМС) системе подготовки программ для станков (СППС). При расчете программы вычислялись координаты базовых точек, эквидистант и параметры их криволинейных участков, аппроксимировались криволинейные участки эквидистант и формировались кадры для интерполятора.

Вся информация, которая вводится в вычислительную машину, делится на числовую, геометрическую и технологическую. Эта информация кодируется, заносится в таблицы, затем переносится на программный носитель, например перфолену, и вводится в машину. К числовой информации относятся все числа, выражающие координаты точек, длины отрезков, радиусы криволинейных участков, углы, радиусы фрезы, цену импульса, величину рабочей подачи, скорость холостых перемещений исполнительных органов и время технологического останова.

Геометрическая информация используется для вычисления положения всех базовых точек и дуг эквидистант. Вся информация состоит из отдельных инструкций, каждая из которых характеризует выполняемую вычислительную операцию.

Вычисленные параметры определяемого элемента засылают на хранение в оперативную память машины, адреса ячеек которой устанавливаются по номеру элемента.

Хранимая информация о любом элементе занимает в оперативной памяти машины три ячейки: для прямой — ячейки коэффициентов A , B и C уравнения $AX+BY+C=0$, для точки — ячейки ее порядкового номера и координат X и Y , для окружности — ячейки координат X и Y центра и величины радиуса.

Технологическая информация представляет собой совокупность технологических сведений о последовательном прохождении режущим инструментом базовых точек эквидистанты. Она разделяется на инструкции, каждая из которых содержит технологическую характеристику участков эквидистанты. Если участок представляет собой дугу окружности, как контуры сечений колодки, то дополнительно указывается направление движения режущего инструмента по окружности (против часовой стрелки плюс, по часовой минус), номер окружности, по которой перемещается режущий инструмент, номер величины стрелы аппроксимации, вид системы координат (прямоугольная 0, полярная 1), вид обработки (внешняя 0, внутренняя 1). Результаты вычисления, выполненные на ЭЦВМ, в том числе и расчеты по аппроксимации криволинейного контура, печатаются выходным устройством на табуляграмме и одновременно на программно-носителе перфорируются исходные данные для ввода их в интерполятор. Размещение информации на перфоленте полностью соответствует структуре кадра интерполятора.

Обработку производили на вертикально-фрезерном станке с числовым программным управлением (ЧПУ) МА655 на заводе «Станкоконструкция» ЭНИМС. Система ЧПУ станка оснащена линейно-круговым интерполятором. Использование его резко сокращает объем работы по программированию и длину перфоленты, так как в отличие от линейного интерполятора для дуги окружности достаточно одного кадра перфоленты.

Управляющую программу сначала проверяли на контрольном столе СК-1, предназначенном для вычерчивания траекторий, имитирующих движение исполнительных органов станков. При необходимости можно вычертить и контур обрабатываемой детали, исключив параметры фрезы. После проверки программу ввели в систему ЧПУ станка и последовательно обрабатывали контуры 13 сечений шагом 5 мм.

ФОРМООБРАЗОВАНИЕ КАРКАСА И СТРУКТУРА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПОВЕРХНОСТИ ОБУВНОЙ КОЛОДКИ

На обработанной поверхности имеются неровности, вызванные геометрией фрезы и величиной продольной подачи, уменьшение которой для чистовой обработки поверхности приведет к увеличению числа задаваемых сечений, вследствие чего возрастет цифровая, геометрическая и технологическая информация. Избежать

указанного в известной степени можно аналитическим заданием поверхности.

Для каркасной поверхности колодки это означает установление закономерностей ее формообразования, что возможно в результате использования закономерных кривых (дуг окружности) и параметризации линий. Действительно, все обводы состояются из конечного числа линий, определяемых параметрами формы (радиусами окружностей) и параметрами положения (координатами граничных точек и центров дуг окружностей). Такая параметризация существенно уменьшает информацию и облегчает установление закономерностей формообразования не только линий отдельных сечений, но и поверхности в целом.

Детально исследованы контуры 50 поперечных сечений унифицированной колодки для мужской обуви исходных номера и полноты фасона 912234 с удлиненной базисной площадкой, располагающихся на расстоянии 5 мм друг от друга, и 11 контрольных сечений: 0,07; 0,18; 0,30; 0,40; 0,50; 0,56; 0,62; 0,68; 0,73; 0,8 и 0,9 $D_{\text{ст}}$, полученных на контурографе 102-с [25].

Радиусографическое исследование контуров сечений подтвердило рассмотренную выше схему построения 11 контрольных сечений и позволило перенести ее на все исследуемые контуры. При этом установлено, что параметры радиусографического построения изменяются закономерно в зависимости от длины L при параллельном перемещении секущей плоскости (рис. 18):

$$R = f(L), \quad (14)$$

$$|Y| = g(L), \quad (15)$$

$$|Z| = \varphi(L). \quad (16)$$

По экспериментальным данным необходимо найти приближенное аналитическое выражение функции $P=F(L)$, в некоторых точках которой известны экспериментальные значения функции P_j . Наиболее точным методом, дающим, как показывает теория вероятностей, наиболее вероятные значения этих постоянных, является метод наименьших квадратов. Так как этот метод связан с громоздкими вычислениями, то постоянные, входящие в уравнения, определялись на ЭЦВМ «Наири».

В каждом отдельном случае проверялась согласованность данных, полученных по эмпирической формуле, с опытными данными. Точность формулы оценивалась по сумме квадратов отклонений

$$S = \sum_{j=1}^n [P_j - F(L)]^2.$$

Чем меньше S , тем точнее найденная формула.

В результате были установлены эмпирические зависимости (рис. 18, а) изменения радиусов кривизны сечений при перемещении секущей плоскости по длине колодки (табл. 9). По этим за-

зависимостям на ЭЦВМ «Наири» были рассчитаны радиусы кривизны 61-го исследуемого сечения, скорректированы координаты точек сопряжения и вычерчены контуры сечений, сравнение которых с первичными контурами показало незначительные отклонения, лежащие в допустимых пределах.

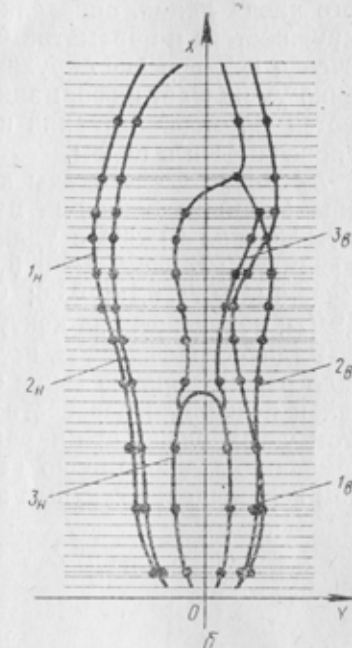
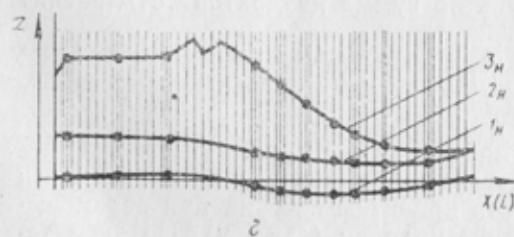
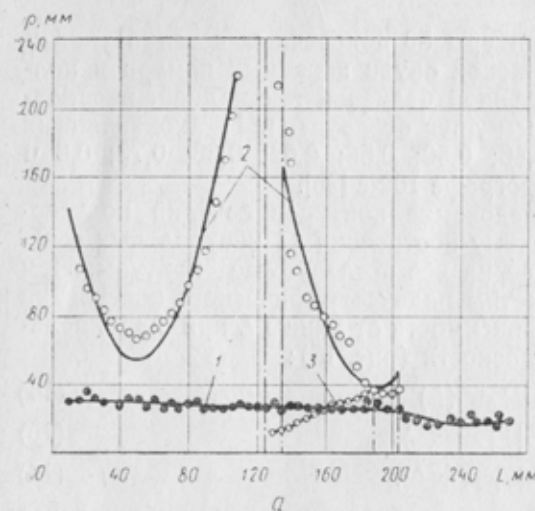


Рис. 18. Закономерности изменения радиусов кривизны при радиусографическом изображении поперечных сечений (а), горизонтальных (б), внутренних (в) и внешних (г) фронтальных проекций точек сопряжения в зависимости от длины L:

1 — ρ_1 ; 2 — ρ_2 ; 3 — ρ_3

Аналогично на основе анализа графиков изменения уточненных координат точек сопряжения (рис. 18, б—г) были установлены эмпирические закономерности изменения, выражаемые кривыми Пирсона. Выбор кривых Пирсона не случаен, так как все полученные графики, представляющие в общем виде функцию распределения, удовлетворяют условиям: в начале и в конце распределения функция равна нулю, а приблизительно в середине ряда распределения достигает экстремального значения.

Таблица 9

Закономерности изменения радиусов кривизны сечений колодки 9-й группы 270 размера 4-й полноты

Участок по длине колодки, мм	Радиус кривизны	Описываемые уравнения $ Y = \theta(L)$
10—265	$\rho_{сн}$	$y = \frac{141,983}{2} - 46,241 \cos L - 32,069 \sin L - 8,81 \cos 2L - 18,821 \sin 2L + 4,449 \cos 3L + 2,349 \sin 3L + 3,216 \cos 4L + 0,057 \sin 4L - 0,458 \cos 5L - 0,43 \sin 5L + 0,336 \cos 6L$
10—215 } 215—265 }	$\rho_{1н}$	$y = -0,056 L + 30,63$ $y = 0,010 L^2 - 4,77 L + 566,39$
10—200 } 200—265 }	$\rho_{1в}$	$y = -0,023 L + 29,84$ $y = 0,004 L^2 - 2,16 L + 278,59$
10—60 } 60—180 } 180—210 } 210—265 }	$\rho_{2н}$	$y = 21,42 + 2319,9/L$ $y = 0,005 L^2 + 2,23 L - 101,3$ $y = -7,79 L + 1752,72$ $y = 2534 \cdot 10^4/L - 2,3$
10—125 } 125—205 }	$\rho_{2в}$	$y = 0,05 L^2 - 5,32 L + 188,36$ $y = 0,040 L^2 - 15,42 L + 1514,65$
130—190	ρ_3	$y = 0,042 L - 42,63$

Зная аналитические зависимости изменения параметров радиусографического построения, можно определить параметры любого сечения, а использование для этого ЭЦВМ позволяет рассчитать параметры линии как единичных, так и множества сечений каркаса со сколь угодно малым шагом. Кроме того, в этом случае можно говорить о кинематическом задании поверхности, образованной непрерывным перемещением образующих — дуг окружностей определенных радиусов, изменяющихся по формуле (14), — вдоль пространственных направляющих. В качестве последних выступают линии, соединяющие одноименные точки (вершины) образующих 1, 2, 3 и т. д., заданные уравнениями (15) и (16) изменения их координат.

При таком задании поверхность обувной колодки можно рассматривать как составленную из определенного числа граней (рис. 19). Носителями граней являются циклические поверхности, пере-

секающиеся или гладко сопрягающиеся по линиям (ребрам) P , которыми являются направляющие.

Выделенные грани интересны не только с точки зрения геометрического построения поверхности, но и различным порядком перехода от размеров и формы стопы к размерам и форме колодки.

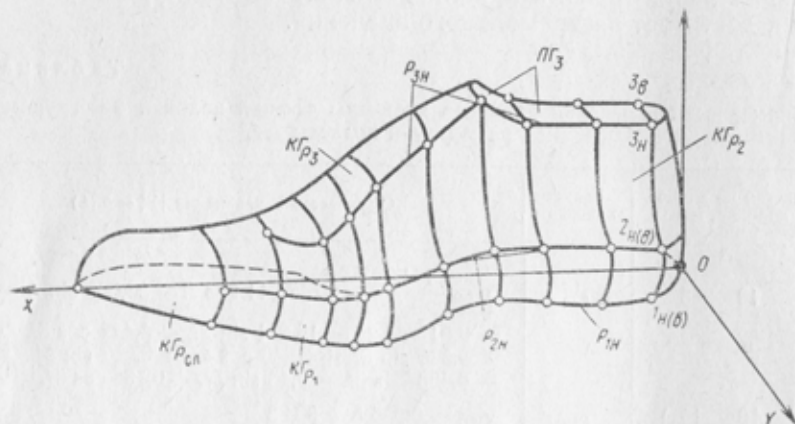


Рис. 19. Система граней поверхности колодки

Грань $KГ_{P_{сл}}$, ограниченная замкнутым ребром P_1 , определяет поверхность следа обуви, принцип перехода к которой от планетарной поверхности стопы обоснован достаточно полно.

На боковой поверхности выделено по две грани с наружной и внутренней стороны. На боковой поверхности колодки ответственными являются грани $KГ_{P_1}$, ограниченные с одной стороны ребром P_1 , а с другой — ребром P_2 , так как они соответствуют габариту внутренней поверхности обуви. Именно соответствие габаритов стопы и колодки определяет, особенно в пяточной части, удобство и износостойкость обуви, поэтому размеры и форма этого участка, выражаемые радиусом кривизны ρ_1 , должны быть максимально приближены к размерам и форме стопы.

Другими характерными участками боковой поверхности колодки являются криволинейные грани $KГ_{P_2}$, образованные перемещением дуг окружностей радиусов ρ_{2H} и ρ_{2B} по длине колодки. Ограничивают грани криволинейные ребра, полученные при соединении точек 2_H и 2_B поперечно-вертикальных сечений колодки. Различия формы и размеров этих участков колодки и стопы значительно и определяется типом обуви, для которой предназначена колодка.

Гребневый участок колодок является криволинейной гранью $KГ_{P_3}$, образованной перемещением дуги окружности радиуса ρ_3 геленочно-пучковых сечений колодки. В носочном участке грань $KГ_{P_3}$ переходит в грань $KГ_{P_2}$.

К прямолинейным граням относится плоскость базисной площадки $ПГ_3$. Однако ограничена она, как и предыдущие, криволинейным ребром P_3 , представляющим собой замкнутый контур, образованный точками 3 пяточно-геленочных сечений колодки.

Выделенные на поверхности колодки грани и установленные функциональные связи их со стопой позволяют более обоснованно и целенаправленно конструировать поверхность колодки.

Распространенный в настоящее время способ задания поверхности колодки в виде каркаса поперечных сечений связан с изготовлением колодки на копировально-фрезерных станках. Универсальные фрезерные станки с числовым программным управлением позволяют обрабатывать не только поперечные, но и продольные сечения изделия в пространственной системе координат. Например, можно задавать поверхность колодки в виде каркаса продольных сечений, параллельных горизонтальной плоскости и расположенных через определенные интервалы. В пользу такого задания поверхности, аналогичного применяемому в топографии, горном и дорожном деле, свидетельствуют следующие факторы:

высота колодки в 2—2,5 раза меньше ее длины, что позволит значительно уменьшить объем информации для полного задания поверхности;

форма обводов продольно-горизонтальных сечений по всей высоте может быть выражена одной зависимостью;

продольно-горизонтальные сечения предпочтительнее для сравнения впирности обуви и проектирования колодки [24].

В связи с этими факторами исследовали каркас продольно-горизонтальных сечений колодки для аппроксимации их контуров, установления закономерности формообразования каркаса и формирования его математической модели [26].

Сечения колодки относятся к лекальным обводам, построенным по заданным точкам. Функция $F(X, Y) = 0$, определяемая множеством дискретных точек, приближенно вычисляется с помощью интерполяции, и искомая функция представляется интерполяционным полиномом.

Замкнутые линии продольно-горизонтальных сечений, вписанные в прямоугольную систему координат, можно представить в виде графиков функции $Y = f(X)$. Действительно, развернув линии каждого сечения вдоль оси абсцисс, получим кривые (рис. 20, а и б), напоминающие графики периодических функций ($Y_0 = Y_n$). В зависимости от выбранной системы координат получим графики четной (симметричные относительно оси OY) или нечетной (симметричные относительно начала координат) функций. Для их аналитического выражения следует использовать тригонометрические полиномы, являющиеся простейшими из целых функций [27].

На кафедре технологии изделий из кожи МТИЛПа предложен [28] метод аппроксимации замкнутых линий сечений тригонометрическим полиномом, для нахождения которого используются зна-

чения координат Y в $2n$ исходных точках (узлах интерполяции), абсциссы которых распределяются неравномерно

$$X = \frac{L}{2} \sin \alpha,$$

где $\alpha = \frac{\pi}{2n} K$, $K=0, 1, 2, \dots, 2n$ — порядковый номер узла.

Аналогично полиному Чебышева узлы накапливаются к концам интервалов, где линия имеет наибольшую кривизну, что предупреждает увеличение погрешностей и аппроксимирует функцию с меньшей ошибкой. Схема задания полинома представлена на рис. 20, а. Замкнутая линия сечения, расположенная в осях XOY , вписана в окружность радиусом, равным половине длины сечения $L/2$.

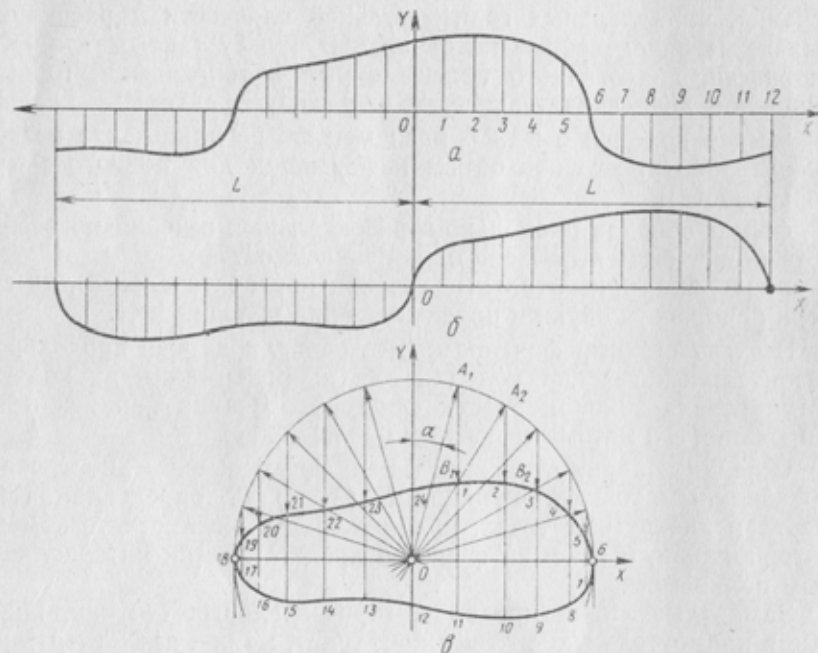


Рис. 20. Изображение линий сечений в виде графиков тригонометрического полинома

Точка пересечения окружности с положительным направлением оси OY является началом отсчета угла α . Смещение точки A по окружности в направлении движения часовой стрелки и соответствующее перемещение точки B по контуру сечения принимаем за положительное направление вращения подвижного радиуса-вектора.

Тогда координаты любой точки, находящейся на линии сечения, будут определяться системой уравнений

$$X = \frac{L}{2} \sin \alpha,$$

$$\begin{cases} Y = a_0 + \sum_{n=1}^n (a_n \cos n\alpha + b_n \sin n\alpha), \end{cases}$$

где $a_0, a_1, a_2, \dots, a_n, b_1, b_2, \dots, b_n$ — постоянные коэффициенты; n — число гармоник.

При изменении угла α от 0 до 180° координаты X будут положительными, а при изменении от 180 до 360° — отрицательными.

Система уравнений позволяет рассчитать координаты любой точки кривой, определить центр тяжести детали, ее площадь, радиусы кривизны и использовать автоматические чертежные машины для вычерчивания контуров. Исследования сечений колодок различных фасонов показали, что хорошие результаты дает полином 12-й степени, имеющий 12 составляющих.

Для нахождения коэффициентов полинома (см. рис. 20, в) с фактической кривой необходимо снять 24 значения ординат Y с соответствующим знаком при значениях угла $\alpha = 0, 15, 30, 45, \dots, 360^\circ$. Для этого используют специальные приемы ручного счета [29]. Более рационально использовать ЭЦВМ. Тогда не представит затруднений и вычисление любого числа координат точек, находящихся между узлами интерполяции, что необходимо для выхода на устройства машинной графики.

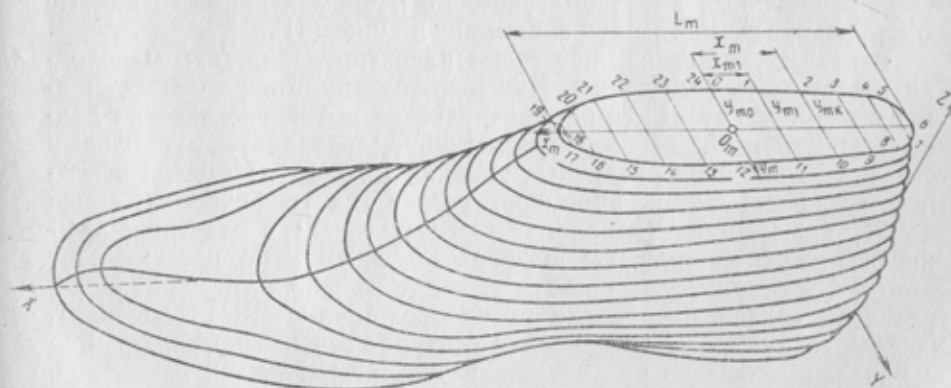


Рис. 21. Каркас горизонталей:
 L_m — длина сечения на уровне $m, 1, 2, 3, \dots, K; \dots, 24$ — узлы интерполяции,
 $X_{m1}; Y_{m1}; \dots, X_{mk}; Y_{mk}$ — координаты узлов

Математическое задание горизонтальных сечений, расположенных на различных уровнях, позволяет определить поверхность колодки, которую можно принять за топографическую (рис. 21).

Действительно, линия сечения m , проходящего через установочную площадку, при непрерывном перемещении образует поверхность колодки. Изменение образующих будет характеризоваться уравнениями связи коэффициентов полинома с высотой: $a_n = F_a(Z)$ и $B_n = F_b(Z)$, а перемещение будет осуществляться по двум направляющим, одна из которых пяточная линия продольно-осевого сечения $X_n = \varphi_n(Z)$, а другая — габаритная линия тыльной стороны стопы, заданная проекцией на фронтальную плоскость, $X_T = \varphi_T(Z)$. Разность этих функций составит размеры сечений по длине $L_{сеч} = \varphi_T - \varphi_n$.

Заданные таким образом горизонтали можно использовать для самостоятельного определения каркасной поверхности или как связующие геометрические элементы в пространственной системе изображения колодки.

* * *

В настоящее время завершается разработка метода конструирования внутренней формы обуви (колодки), сочетающего методы ортогональных сечений и математического задания обводов сечений и проекций колодки.

Сущность метода, основанного на приемах инженерной графики, вычислительной математики, антропометрии и биомеханики, сводится к разработке и заданию формы колодки в трех проекциях и взаимной увязке и корректировке каркаса проектируемой поверхности [30].

Исходной информацией для разработки формы колодки являются обобщенные антропометрические и биомеханические данные о стопе в пространственной системе координат [31].

В недалекой перспективе схема проектирования формы колодки может быть следующей. Инженер-конструктор на основе формы и размеров стопы, ее биомеханических и физиологических данных, конструктивных особенностей обуви разрабатывает форму сечений колодки на различных уровнях (рис. 22). Наметив исходные (узловые) точки, применяет устройства графического ввода (УГВ) информации (координат узловых точек) в электронно-вычислительную машину. По цифровым данным ЭВМ рассчитывает контуры и результаты расчета выводит на экран устройства оперативной графической связи проектировщика с ЭВМ (дисплея).

Построение на экране дисплея контуров сечений позволяет проектировщику быстро рассмотреть результаты и внести изменения. С помощью светового пера и операций «рисование», «движение», «стирание» можно корректировать форму, сдвигать в системе координат контуры, располагая их определенным образом друг от друга. Дисплей, управляемый ЭВМ, позволяет воспроизводить и несколько проекций в различных ракурсах.

Получив удовлетворительные результаты, проектировщик выводит данные на автоматический графопостроитель для выполнения чертежно-графической документации (рис. 23).

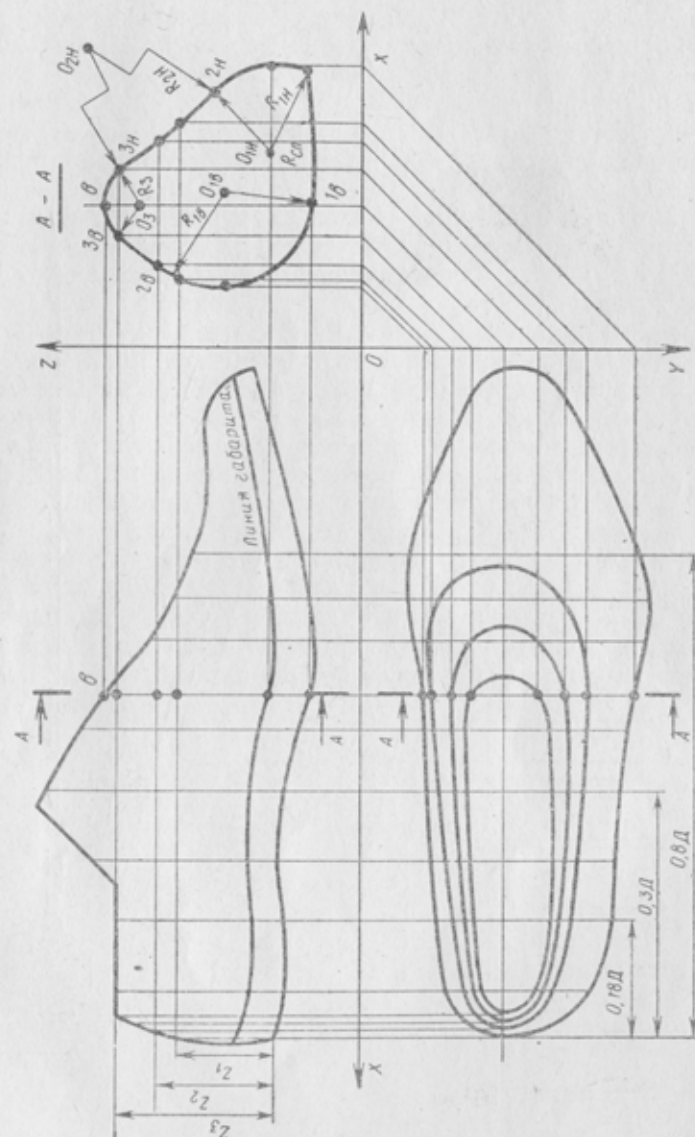


Рис. 22. Чертеж колодки

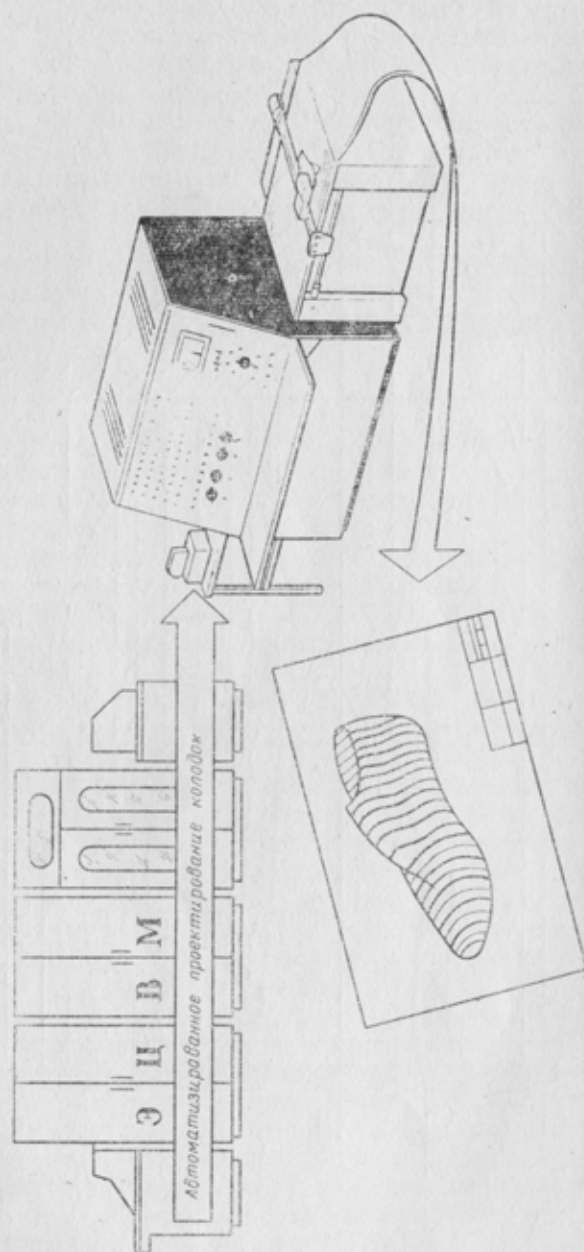


Рис. 23. Схема автоматизированного проектирования колодки

Следует отметить, что при разработке внутренней формы обуви встречаются так называемые неформальные и неформализуемые задачи, алгоритм решения которых неизвестен. Они решаются человеком на основе опыта и интуиции.

Устойчивые модели решения неформальных задач являются результатом практического опыта многих поколений модельеров-колодочников.

Поэтому навык и интуиция модельера в сочетании с точностью и быстродействием многовариантного машинного расчета в режиме диалога человека и ЭВМ определяют правильность контуров поверхности обувной колодки. Такое активное взаимодействие проектировщика с ЭВМ является эффективным инструментом автоматизированного проектирования.

Внедрение автоматизированного проектирования внутренней формы обуви с помощью ЭВМ, средств машинной графики и оборудования с программным управлением даст возможность формировать в памяти ЭВМ основные поверхности и линии колодки до изготовления ее эталона и рассматривать большое число вариантов и исходных антропометрических и биомеханических данных, позволит повысить точность графической документации.

При разработке эталонов внутренней формы обуви можно будет получать программы для станков с ЧПУ для фрезерования криволинейной поверхности эталона, отдельных шаблонов и особенно пресс-форм для литья колодок из пластмасс и отдельных формованных деталей обуви. Цифровая информация, полученная в процессе машинного проектирования поверхности, будет служить основой для автоматизации проектирования конструкции обуви и ее деталей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мясников В. А., Игнатьев М. Б., Покровский А. М. Программное управление оборудованием. М., 1974.
2. Принс М. Д. Машинная графика и автоматизация проектирования. М., 1975.
3. Ньюмен У., Спруэл Р. Основы интерактивной машинной графики. М., 1976.
4. Зозулевич Д. М. Машинная графика в автоматизированном проектировании. М., 1976.
5. Днепровский Е. В. Чертежно-графические автоматы для автоматизации подготовки производства. — В сб. Вычислительная техника в машиностроении. Минск, изд. АН БССР, 1971, с. 177—180.
6. Единая система ЭВМ. Под ред. А. М. Ларионова. М., 1974.
7. Фукин В. А. Исследование и разработка метода проектирования внутренней формы обуви. Дис. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук. М., 1967.
8. Омельченко Н. Н. Исследование и дальнейшая разработка расчетного метода проектирования внутренней формы обуви. Дис. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук. М., 1978.
9. Фукин В. А., Яковлев Б. А., Соловьев Н. Л. Применение тригонометрического интерполирования для серийного проектирования поперечных сечений обувной колодки с использованием ЭЦВМ. — Кожевенно-обувная пром-сть, 1974, № 1, с. 46—49.
10. Фукин В. А. Проблемы автоматизированного проектирования внутренней формы обуви. — Кожевенно-обувная пром-сть, 1978, № 3, с. 53—55.
11. Ченцова К. И., Муханов В. Н., Павлов А. Н. Проектирование и моделирование обувных колодок. М., 1971.
12. Maly Ivo. Automatizace praci v priprave vyroby obuvi. SNTL. Praha, 1977. 398 S.
13. Luba R. Zasady pravidlovej koustrukcije kopyt i obuvi.
14. Fukin V. Grafické zobrazení obrysu stelky metodou spojení kruhových oblouků. — Kozárství, 1968, № 8, S. 231—233.
15. Fukin V. Projektování obrysu stelky kopyta pro různé druhy obuvi. — Kozárství, 1968, № 7, S. 197—199.
16. Фукин В. А., Бопеев А. Д., Александров А. М. Построение поперечных сечений унифицированной колодки радиусографическим способом. — Кожевенно-обувная пром-сть, 1972, № 2, с. 44—46.
17. Фукин В. А., Омельченко Н. Н. Радиусографическое построение серии контуров поперечно-вертикальных сечений. — Технология легкой пром-сти. Изв. вузов, 1978, № 2, с. 92—95.
18. Практикум по конструированию изделий из кожи /Под ред. Ю. П. Зыбина. М., 1972.
19. Зыбин Ю. П. и др. Новое в конструировании обуви /Зыбин Ю. П., Ключникова В. М., Кочеткова Т. С., Фукин В. А. М., 1969.
20. Фукин В. А., Стрижакова Н. И. Разработка серийного проектирования контуров стелек и продольно-осевых сечений обувной колодки радиусографическим способом. — Технология легкой пром-сти. Изв. вузов, 1971, № 6, с. 60—65.
21. Фукин В. А., Омельченко Н. Н. Радиусографическое построение серии контуров поперечно-вертикальных сечений обувных колодок. — Технология легкой пром-сти. Изв. вузов, 1978, № 2, с. 92—95.
22. Фукин В. А. и др. Алгоритмизация расчета текущих координат контуров сечений обувной колодки. /Фукин В. А., Бопеев А. Д., Гришунина Г. А., Руженцев А. С. — Кожевенно-обувная пром-сть, 1977, № 8, с. 20—22.
23. Фукин В. А., Омельченко Н. Н., Куликовских Т. Е. Разработка алгоритма расчета текущих координат контуров сечений обувных колодок. — Технология легкой пром-сти. Изв. вузов, 1977, № 6, с. 91—97.
24. Бопеев А. Д. Разработка метода проектирования и изготовления моделей обувных колодок с использованием математического аппарата вычисления и станков с числовым программным управлением (ЧПУ). Дис. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук. М., 1973.
25. Fukin V. Vyzkum zakonitosti při tvorbě skeletu obuvnického kopyta a jeho výroba na číselných programových strojích. — Kozárství, 1975, № 12, S. 337—340.
26. Морозов К. Е. Математическое моделирование в научном познании. М., 1969.
27. Кудрявцев А. Д. Математический анализ. Т. 2. М., 1970.
28. Яковлев Б. А., Фукин В. А., Соловьев Н. Л. Составление математической модели контура стельки. — Кожевенно-обувная пром-сть, 1977, № 5, с. 54—55.
29. Кори Г., Кори Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров. М., 1970.
30. Фукин В. А., Бопеев А. Д. Проекционный способ построения контуров обувной колодки. — Кожевенно-обувная пром-сть, 1978, № 1, с. 42—44.
31. Фукин В. А. Обобщенная плантограмма условной средней стопы. — Кожевенно-обувная пром-сть, 1978, № 11, с. 53—56.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Введение	3
Глава I. Проблемы проектирования внутренней формы обуви	5
Проектирование внутренней формы обуви — сложная много- связная система	5
Предпосылки развития машинного проектирования внутренней формы обуви	7
Конструирование пространственной формы обувной колодки	11
Глава II. Радиусографический метод конструирования внутренней фор- мы обуви	14
Основы радиусографического метода конструирования обув- ной колодки	14
Методика графоаналитического конструирования основных контуров колодки	21
Конструирование контура стельки	22
Конструирование продольно-осевого сечения колодки	27
Конструирование контуров поперечно-вертикальных сече- ний колодки	30
Глава III. Основы автоматизированного проектирования и изготовления обувных колодок	32
Алгоритмизация расчета и обработки колодки	32
Формообразование каркаса и структура математической мо- дели поверхности обувной колодки	44
Список литературы	56

Фукин Виталий Александрович

НОВОЕ В РАЗРАБОТКЕ И ПРОИЗВОДСТВЕ ОБУВНЫХ КОЛОДОК

Редактор издательства *Л. В. Ермакова*

Технический редактор *Н. В. Черенкова*

Корректор *А. И. Гурычева*

Сдано в набор 31.07.79 Подписано в печать 27.02.79 Т-18025
Формат 60×90/16. Бумага типографская №2. Гарнитура шрифта литературная.
Печать высокая.
Усл.-печ. л. 3,75. Уч.-изд. л. 4,03. Тираж 2220 экз.
Заказ № 3193. Бесплатно.

Издательство «Легкая индустрия», 103031, Москва, К-31, Кузнецкий мост, 22

Серпуховская типография Упрполиграфиздата Мособлисполкома