

внутренней стороны в области продольного свода) к форме и размерам типичных стоп, что создает условия для правильного формирования стопы в процессе работы и активного воздействия обуви на мышечно-связочный аппарат стопы. Разработку обуви проводили на основе исследования стоп детей старшего школьного возраста.

Т.С. Кочетковой и Н.А. Колесниковой [29] были проведены исследования, результатом которых явилась разработка следа медицинской обуви для женщин с начальными степенями статических деформаций стоп.

Максимовой И.А. [66] были усовершенствованы процессы проектирования, изготовления и подбора малосложной ортопедической обуви, а так же были предложены различные конструкции малосложной ортопедической обуви массового производства.

Костюховой Ю.С. [31] была разработана классификация патологических состояний опорно-двигательного аппарата, предложен ассортимент межстелечных слоев для проектирования вкладных ортопедических стелек при различных СДС, разработана методика автоматизированного проектирования корригирующих и разгружающих приспособлений.

Куприянов А.П. в своей работе [61] разработал метод расчета конструкции стелечного узла для профилактики (коррекции) начальной стадии продольного плоскостопия. Также в работе была предложена математическая модель взаимодействия стопы с корригирующим элементом и упругим подпальцевым упором.

## **1.2. Место медицинской профилактической обуви и обуви повышенной комфортности в общей классификации**

Для определения места медицинской профилактической обуви и обуви повышенной комфортности в общей классификации рассмотрены предлагавшиеся ранее варианты классификаций.

Всю обувь можно разделить по следующим признакам: назначению, половозрастным группам и размерам, конструкции и высоте заготовки верха, высоте каблука, материалам,

применяемым для изготовления деталей верха и низа обуви, методам крепления заготовки к верху [5].

По классификации, предложенной Ю.П.Зыбиным [5] вся обувь делится на два основных типа: бытовую и специальную. В свою очередь специальная обувь подразделяется на производственную, спортивную и медицинскую.

Медицинская обувь включает в себя профилактическую, т.е. способствующую предупреждению заболеваний стоп у лиц, расположенных к этому, и ортопедическую, применяемую при патологии стоп.

Близкие формулировки при рассмотрении деления обуви по назначению даны в ГОСТ [7]. Так, приводятся следующие виды обуви:

- ортопедическая - обувь, конструкция которой разработана с учетом патологических отклонений в стопе, голени или бедре;

- профилактическая-обувь, конструкция которой разработана с учетом предупреждения возникновения и развития патологических отклонений в стопе.

Стандарт [9] относит профилактическую обувь к ортопедической, что не соответствует классификации Ю.П.Зыбина.

Ортопедическую обувь подразделяют на малосложную и сложную, в зависимости от степени выраженности деформации стопы.

Малосложная ортопедическая обувь предназначена для лиц, имеющих умеренно выраженные деформации стоп или укорочение нижней конечности, компенсируемое коском до 30 мм. Обувь выпускается увеличенной полноты по специальным ортопедическим колодкам. Обязательными индивидуальными элементами такой обуви являются ортопедические стельки, коски до 30 мм, межстелечные слои [20].

Сложная ортопедическая обувь предназначена для лиц, имеющих выраженные деформации и дефекты стопы. Медицинскими показаниями к назначению сложной ортопедической обуви являются такие варианты анатомо-функционального состояния стоп, при которых пользование обычной обувью даже при наличии вкладки приспособлений или использование малосложной обуви становятся

ISBN978-9943-4612-3-9



9 789943 461239

С.С.МУСАЕВ, Л.П.УЗАКОВА,  
Ф.А.АБДУРАХМАНОВА

# РАЗРАБОТКА РАЦИОНАЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЙ ОБУВИ



**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО  
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ  
УЗБЕКИСТАН**

**БУХАРСКИЙ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
ИНСТИТУТ**

**С.С.МУСАЕВ, Л.П.УЗАКОВА,  
Ф.А.АБДУРАХМАНОВА**

**РАЗРАБОТКА РАЦИОНАЛЬНОЙ  
КОНСТРУКЦИИ  
ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЙ ОБУВИ**

**Ташкент  
“Turon zamin ziyo”  
2016**

УДК: 685.348.2(053.2)

ББК 37.255

M91

Мусаев, С. С.

Разработка рациональной конструкции профилактической обуви [Текст] / С. С. Мусаев, л. П. Узакова, ф. А. Абдурахманова. - Ташкент : Turon zamin ziyo, 2016. - 176 Б.

ISBN 978-9943-4612-3-9

УДК: 685.348.2(053.2)

ББК 37.255

В монографии приведены результаты исследований, проведенных в области создания медицинской профилактической обуви. В результате анализа научных работ по тематике исследования определено место медицинского профилактической обуви и обуви повышенной комфортности в общей классификации обуви; выявлены основные направления обеспечения комфортности обуви; проанализированы конструктивные решения, предлагаемые различными исследователями и ведущими мировыми обувными фирмами при создании конструкций профилактической и комфортной обуви.

Монография предназначена для бакалавров, магистров, докторантов а также читателям кто интересуется созданию медицинской профилактической обуви.

Данная монография выполнена в рамках Государственной научно-технической программы ИТД-10 А-10-4 на тему: «Разработка конструкции и технологии изготовления специальной обуви для детей с патологическими отклонениями»

#### Рецензенты:

С.У.Пулатова

Доцент кафедры «Технологии и оборудование легкой промышленности БухИТИ

Л.Э.Атамурадов

Врач ортопед-травмотолог высшей категории Бухарского областного «КТТМ»

ISBN 978-9943-4612-3-9

© Turon zamin ziyo,  
Ташкент, 2016

## ВВЕДЕНИЕ

В условиях обострения конкурентной борьбы на мировых обувных рынках опыт производителей сумевших противостоять все нарастающему потоку обуви из Юго-восточной Азии показывает, что они ориентированы на выпуск специальных видов обуви или создание конструкций обуви с улучшенными потребительскими свойствами.

Сегодня не все потребители удовлетворены舒适ностью покупаемой обуви, особенно те, деятельность которых связана с большими нагрузками на стопы в течение дня. Поэтому задача разработки рациональной конструкции профилактической обуви и обуви повышенной комфортности является актуальной.

Как показывают исследования, одной из основных причин возникновения и развития деформаций стоп является ношение нерациональной обуви. К сожалению, нет промежуточного звена между ортопедической обувью и обувью массового производства.

Предотвратить развитие деформаций стоп, призвана профилактическая обувь, причем наиболее эффективна профилактика деформаций в детском возрасте, в период формирования и активного роста стопы. Использование профилактической обуви для взрослых гораздо менее эффективно. На наш взгляд, для данной категории носчиков необходимо применять обувь повышенной комфортности, в конструкции которой заложены элементы, обеспечивающие условия для нормального функционирования стопы.

Ведущую роль в обеспечении комфортности обуви играет ее опорная поверхность, на которую приходится основная нагрузка при стоянии и ходьбе. Форма следа колодки для обуви массового производства в большинстве своем выполняется уплощенной. С появлением новых видов материалов, а также технологий, позволяющих получать формованные узлы и детали низа обуви, отпала необходимость в уплощенной форме следа колодки [1].

Нами предлагается в качестве пути повышения комфортности внутриобувного пространства применение колодок с анатомическим следом, профилированных стелечных узлов или вкладных приспособлений, с помощью которых можно обеспечить соответствие внутриобувного пространства форме стопы.

Создание научно-обоснованного внутриобувного пространства медицинской профилактической обуви и обуви повышенной комфортности путем разработки рациональной конструкции колодки с анатомическим следом, а также конструкции и технологии изготовления стельчного узла.

Для достижения поставленной цели в работе:

- определено место медицинской профилактической обуви и обуви

- повышенной комфортности в общей классификации обуви;

- проанализированы конструктивные решения, предлагаемые различными исследователями и ведущими мировыми обувными фирмами при создании конструкций профилактической и комфортной обуви, выявлены основные направления обеспечения комфортности обуви;

- проведен анализ характера изменения формы и размеров стопы под нагрузкой с использованием усовершенствованного метода гипсовых слепков и 3-D сканера;

- разработана специальная программа Semakis, позволяющая выделить из общего массива отсканированных точек координаты точек стандартных сечений стопы, а также координаты габаритных линий стопы;

- проведены антропометрические исследования стоп школьников, в ходе которых были выявлены средние - средние параметры для четырех половозрастных групп детей, определен необходимый размерный ассортимент, получены данные для разработки рациональной формы колодок для каждой половозрастной группы;

- разработаны медико-технические требования для детской профилактической обуви;

- разработана методика проектирования колодки для обуви повышенной комфортности и медицинской профилактической обуви;

- разработаны конструкции колодок и стельчных узлов для медицинской профилактической обуви и обуви повышенной комфортности.

# **ГЛАВА 1. АНАЛИЗ ИССЛЕДОВАНИЙ, ПРОВОДИМЫХ В ОБЛАСТИ СОЗДАНИЯ МЕДИЦИНСКОЙ ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЙ И КОМФОРТНОЙ ОБУВИ**

## **1.1. Развитие методов проектирования рациональной внутренней формы обуви**

Проблема обеспечения населения рациональной обувью всегда была в центре внимания, как обувщиков, так и медиков, поскольку несоответствие обуви предъявляемым к ней требованиям и отсутствие у нее необходимых профилактических свойств является одной из основных причин образования деформаций и дефектов стоп. В 1959 году по инициативе Министра здравоохранения была создана «Межведомственная комиссия по рациональной обуви», объединившая специалистов кожевенно-обувной промышленности, гигиенистов, физиологов, антропологов, ортопедов, перед которыми была поставлена задача создания для населения обуви, рациональной с медицинской, технической и гигиенической точек зрения [2].

В понятие «рациональная обувь» часто вкладывают разное содержание, что объясняется неодинаковыми требованиями, предъявляемыми к свойствам обуви в зависимости от ее конкретного назначения и условий эксплуатации. Рациональная обувь независимо от ее конкретного назначения должна отвечать комплексу требований, обусловленных условиями ее эксплуатации, и соответствовать по своим размерам и внутренней форме конструкции и размерно-полнотному ассортименту определенной возрастно-половой группе населения [1].

Рациональность обуви, в первую очередь, определяется рациональностью ее внутренней формы. Рациональная внутренняя форма обуви с объективной точки зрения обеспечивает оптимальные условия силового взаимодействия ее со стопой по всей поверхности контакта, т.е. такие условия, которые не нарушают течения физиологических процессов в стопе, но позволяют надежно закрепить обувь на стопе, а с субъективной точки зрения не вызывает неприятных или болезненных ощущений и не приводит к быстрой утомляемости при передвижении [2].

невозможными из-за значительной выраженности деформаций либо изменении линейных или объемных размеров стоп [19].

Профилактическая обувь - вид специальной обуви, назначаемой при наличии не резко выраженных деформаций стоп, конструкция которой содержит некоторые корригирующие элементы. Профилактическая обувь изготавливается как на специальных, так и на стандартных колодках.

Корригирующими элементами такой обуви являются стельки, полустельки, выкладки внутреннего свода.

В работе [20] предложен несколько отличающийся вариант классификации, где ортопедическая обувь выделена в отдельную группу и не относится, к медицинской. По мнению автора, медицинская обувь играет, прежде всего, лечебную роль, улучшает функцию стопы или других органов, снимает болевые ощущения, снижает ее утомляемость, предупреждает прогрессирование деформаций при различных заболеваниях.

В подобной трактовке понятие «медицинской» обуви впервые вводится в работе Добровой О.С. [18]. По ее мнению, это обувь, выполняющая специальную оздоровительную функцию и являющаяся промежуточным звеном между стандартной обувью для здоровых стоп и ортопедической обувью.

На наш взгляд, данные трактовки понятия "медицинской" обуви являются неверными, поскольку сужают область применения данной обуви.

В работе Рыковой Е.С. [33] при рассмотрении классификации специальной обуви предлагается понятие профессиональной обуви, к которой относятся производственная, военная обувь и обувь, используемая работниками непродуцированной сферы (обувь для медработников, почтальонов, водителей, для танцев и др.).

На основе проведенного анализа существующих классификаций обуви нами была за основу принята классификация Ю.П. Зыбина, которая была уточнена и дополнена с учетом вариантов классификаций других авторов. Предлагаемая классификация представлена на рис. 1.1. В ней рассматривается только гражданская обувь, в связи с чем, не включена такая обширная группа специальной обуви, как военная обувь.

В данной классификации к медицинской обуви, по мимо ортопедической и профилактической, отнесены: послеоперационная, реабилитационная обувь и обувь для пожилых людей. Послеоперационная обувь предназначена для использования в послеоперационный период, как в условиях стационара, так и при амбулаторном лечении. Данная обувь должна учитывать изменение размеров стопы (отеки) и обеспечивать разгрузку прооперированных зон. Такая обувь также может применяться и при консервативном лечении при язвенном поражении и т.д. Реабилитационная обувь, предназначена для использования в восстановительный период после травм и перенесенных операций на стопе. Данная обувь должна обеспечивать разгрузку и дозированную мобилизацию травмированных участков и способствовать скорейшему восстановлению функций стопы. Обувь для пожилых должна учитывать возрастные изменения формы и размеров стопы, а так же наиболее часто встречаемые у пожилых людей виды деформаций.

По нашему мнению, профилактическая обувь должна выпускаться для детей, поскольку профилактика деформаций стоп наиболее эффективна именно в детском возрасте. Для взрослых людей, ведущих активный образ жизни и проводящих много времени на ногах предлагается изготавливать обувь повышенной комфортности, в конструкции которой заложены элементы, обеспечивающие условия для нормального функционирования стопы.

Обувь повышенной комфортности относится к бытовой обуви и составляет определенный сегмент потребительского рынка обуви. Ее отличают наличие конструктивных решений, обеспечивающих максимальное удобство в носке, присутствие специальных деталей (вкладные анатомические стельки, полустельки), рациональная научно-обоснованная внутренняя форма обуви и в частности след, применение высокотехнологичных материалов при изготовлении обуви, их жесткий отбор по физико-механическим и гигиеническим показателям.

На обуви повышенной комфортности апробируются новые конструктивные решения и материалы, призванные обеспечить максимальное удобство для носчика, которые находят потом применение в конструкциях массовой бытовой обуви

Рациональная внутренняя форма зависит от следующих факторов [81]:

- анатомического строения стопы;
- функциональных изменений стопы в статике и динамике;
- морфологических (возрастных, патологических и др.) изменений стопы;
- законов перехода от размеров и формы стопы к внутренним размерам и форме обуви;
- требований современной моды.

Колодка, как основная оснастка для изготовления обуви, определяет внешний вид, форму и размеры внутренней формы будущей обуви. Для того, чтобы обувь соответствовала необходимым требованиям комфортности при проектировании внутренней формы обуви важно обеспечить научно-обоснованный переход от формы и размеров стопы к геометрическим параметрам рациональной колодки, учитывая анатомо-физиологические особенности строения стопы, ее биомеханики.

Первые работы по вопросам научного обоснования формы обуви и требований, предъявляемых к ней стопой, относятся ко второй половине XIX века. Еще в 1876 г. Д.И. Коршневский и Б.А. Эрхард особое внимание уделяли обеспечению правильной формы следа колодки, ее соответствию плантарной поверхности стопы [24].

Научные основы преобразования геометрических параметров стопы в параметры обувной колодки в странах СНГ были разработаны в 30-40 годы XX века в трудах Зыбина Ю.П., Хохлова Б.П., Лиокумовича Х.Х. Петрова М.А., Николаева Л.П., Куслика М.И. и др. [27,36].

Во второй половине XX века представления о рациональной внутренней форме обуви получили свое развитие в работах Рындича А.А., Ченцовой К.И., Фукина В.А., Фарниевой О.В. Кочетковой Т.С., Макаричевой В.К., Лыбы В.Л. и др. исследователей [29,30,31,6,7,50,86,81,2].

Одной из важных задач, стоящих перед обувной промышленностью является обеспечение населения удобной и рациональной обувью. Не меньшее значение имеет профилактическая обувь, предупреждающая развитие различных

видов деформаций стоп. Эта обувь, также как рациональная изготавливается в условиях массового производства, но имеет свои конструктивные особенности. Профилактическая обувь, предупреждающая развитие деформаций стопы, должна быть пригодна и для людей с нормальными стопами.

Вопросу необходимости построения обуви для профилактики деформаций и их лечения постоянно уделяется много внимания как отечественными, так и зарубежными авторами. В стран СНГ этими вопросами занимались Г.И. Турнер, Р.Р. Вреден (1929), М.И. Куслик (1929), Л.П. Николаев (1929), О.В. Недригайлова (1966), Н.Н. Приоров (1960), О.С. Доброва (1960), Д.М. Соколов и другие.

Р.Р. Вреден и М.И. Куслик занимались разработкой конструкции обуви, предназначенной для профилактики деформаций стопы и вопросам построения физиологичной обуви [11]. О.С. Доброва работала над вопросами рационализации колодки для взрослых и детей, как для нормальной стопы, так и для стопы с начальными нефиксированными деформациями [12].

Ченцова К.И. занималась разработкой профилактической обуви для людей, работающих с постоянной нагрузкой на ноги. Для людей, работающих стоя, она предлагала использовать специальную производственную обувь, имеющую профилактическое назначение, для предотвращения развития дефектов в стопах и снижения утомляемости человека [13, 58].

Яралов-Яралянц В.А. и Шаргородский В.С. также вели свои разработки в области создания профилактической обуви для детей дошкольного и школьного возраста, предупреждающей развитие различных видов деформаций стоп [14].

Фарниева О.В. [15] занималась проектированием внутренней формы и конструкции обуви для пожилых людей.

В работах Костылевой В.В. разработаны принципы создания рациональной внутренней формы обуви для пожилых [13].

Э.А. Бабаев, О.В. Фарниева, Е.Ф. Лысенко [20, 59] разработали усовершенствованную конструкцию рациональной детской обуви, предназначенную для нормальных стоп, а также и для стоп с начальной патологией. Форма профилактической колодки приближена по форме и размерам геленочной части (с

По своим характеристикам обувь повышенной комфортности приближается к профилактической обуви и занимает, таким образом, промежуточное положение между бытовой и специальной обувью.

Общность требований, предъявляемых к конструкциям обуви повышенной комфортности и профилактической обуви, а также использование близких конструктивных и технологических решений при проектировании и изготовлении данных типов обуви обуславливает возможность их дальнейшего совместного рассмотрения.

### **1.3. Обеспечение комфортности обуви. Составляющие комфортности обуви.**

Под комфортностью обуви понимают способность обуви создавать условия для нормального функционирования стопы и всего организма человека при различных внешних условиях [31]. Составляющими комфортности обуви являются внутренняя форма обуви и гигиеничность. Соответствие внутренней поверхности обуви размерам стопы должно обеспечивать удобство в носке, а гигиенические свойства - нормальный влаготемпературный режим во время носки.

В работе [34] Сакулина Д.О. с соавторами выделяет следующие три степени комфортности обуви:

*Первая степень комфортности* формируется на основе антропометрических и психофизиологических требований, предъявляемых к обуви. Они являются достаточными при выборе или приобретении обуви, так как предполагают соответствие конструкции обуви форме и размерам стопы в статике, положительное эмоциональное восприятие, удобство при надевании и снятии ее.

*Вторая степень комфортности* кроме названных свойств объединяет такие, которые проявляются в процессе эксплуатации обуви. К ним относят силовые взаимодействия стопы с обувью, свойства, определяющие ее микроклимат и обеспечивающие защищенность стопы от воздействий внешней среды.

*Третья степень* - повышенный комфорт объединяет свойства, которые исключают локальные механические

воздействия на отдельные участки стопы, а также способствует созданию профилактических и оздоровительных условий. Повышенная комфортность основывается на психофизиологических свойствах обуви и может существовать только при наличии первых двух уровней комфортности.

Одними из важнейших потребительских свойств обуви являются эргономические, которые определяют удобство обуви при носке. В соответствии со стандартом [10] выделяют три группы эргономических требований к обуви: антропометрические, гигиенические и физиологические. Разработкой номенклатуры эргономических показателей качества обуви занимались такие исследователи как Есин В.А., Фомина Т.Т., Ермакова Т.Г., Лев М.В., Лиокумович В.Х., А.И.Линник [38] и др.

Одна из наиболее полных и развернутых номенклатур эргономических показателей качества бытовой обуви предложена В.Е. Горбачиком [60]. В его работе представлен широкий спектр единичных показателей комфортности, которые он относит к одной из четырех комплексных групп: антропометрические, гигиенические, физиологические и психофизиологические.

В последние годы было выполнено много работ, посвященных повышению комфортности обуви и внутриобувного пространства [32,37,56,60,82,83].

В работе [26] приводится анализ основных факторов, оказывающих влияние на комфортность обуви. К ним относятся: интервал безразличия, впорность обуви, величина давления верха на стопу и роль вкладной стельки.

В работе [32] весь комплекс эргономических свойств обуви предлагается разделить на две группы: эргономические свойства, определяющие комфортность низа обуви («опорная комфортность» обуви) и эргономические свойства, определяющие комфортность верха.

### **1.3.1. Комфортность низа обуви («опорная комфортность»)**

Под «опорной комфортностью» обуви понимаются условия наиболее благоприятного взаимодействия плантарной поверхности стопы с системой низа обуви, при котором обеспечивается функционирование стопы во внутриобувном пространстве, близкое к естественному [40].

Из новых технологий в производстве стелек, появившихся в последнее время, следует отметить разработку фирмы FOOT SCIENCE INTERNATIONAL - быстроизготавливаемые индивидуальные стельки. Заготовка стельки из термопластичного материала вставляется в обувь и разогревается специальным феном. После разогрева заготовки до пластичного состояния пациент одевает обувь и ходит в ней в течение нескольких минут, по прошествии которых материал стелек остывает, «запоминая» оптимальную конфигурацию стопы. Получаемая в результате стелька учитывает индивидуальные особенности изменения формы стопы пациента во время всех фаз ходьбы. Аналогичный принцип используется при индивидуальной подгонке спортивной обуви, в частности, горнолыжных ботинок.

Стельки, изготавливаемые на обезличенного потребителя, производятся из более широкой гаммы материалов, как правило, отличаются простотой конструкции и, следовательно, являются более технологичными. В последнее время при производстве ортопедических изделий широкое применение получили такие вспененные материалы, как пенополиэтилен, сэвилен, эвапласт, которые отличаются высокой приформовываемостью, хорошими упруго-амортизационными свойствами, легкостью и невысокой стоимостью. Изготовление вкладных ортопедических стелек из этих материалов происходит путем формования разогретого листового материала в пресс-формах. Материалу, разогретому в термоактиваторе, придается пространственная форма путем формования его в пресс-форме под давлением. Достоинством изготовления вкладных стелек этим способом является высокая технологичность метода, хорошее качество готовых изделий и их невысокая стоимость.

В работе [33] для повышения комфортности обуви было предложено использовать вкладные объемные стельки, обеспечивающие равномерное перераспределение давления стопы на след обуви в процессе ходьбы.

Существующие конструкции обезличенных вкладных стелек не учитывают индивидуальных особенностей строения плантарной части стопы потребителя. Поэтому не всегда достигается эффект максимального соответствия площади

контакта стопы опорной поверхности, тем самым не удастся в полной мере снизить локальные давления.

Несмотря на все плюсы вкладных индивидуальных и обезличенных стелек они имеют главный недостаток. В большинстве случаев, в обуви массового производства не предусматривается дополнительное внутриобувное пространство на толщину вкладной стельки. В результате, применение вкладных стелек в такой обуви неизбежно приводит к уменьшению ее обхватных параметров, что ведет к снижению впорожности обуви и, как следствие, к снижению комфортности.

Увеличение внутриобувного пространства на толщину вкладной профилированной стельки ухудшает общий силуэт обуви. Кроме того, наличие вкладной стельки приводит к образованию многослойного пакета (вкладная стелька, основная стелька, подошва), повышающего массу и изгибную жесткость низа обуви, снижающего устойчивость стопы в обуви.

Другим возможным вариантом повышения опорной комфортности обуви является разработка колодки с анатомическим следом и соответствующего ему профилированного стелечного узла, затяжка при этом производится на колодку с прикрепленным стелечным узлом.

Схожий принцип применяется в ортопедической обуви при изготовлении межстелечных слоев. Существует два основных варианта межстелечных слоев, от которых зависит способ изготовления ортопедической обуви и форма используемой колодки. В первом случае, при использовании несъемного межстелечного слоя, заготовка верха обуви затягивается на колодку с прикрепленным на след колодки ортопедическим приспособлением. Колодка при этом имеет форму следа, соответствующую конкретной деформации, и специально дорабатывается с учетом индивидуальных особенностей стопы пациента. Межстелечный слой изготавливается по следу колодки методом блоковки. Во втором случае, при применении съемного межстелечного слоя (вкладной стельки), затяжка происходит на колодку с уплощенным следом, при этом по следу колодки закладывается дополнительное внутриобувное пространство на толщину ортопедического изделия.

Один из наиболее значимых критериев опорной комфортности - это распределение динамических нагрузок (давления) по плантарной поверхности стопы.

В тоже время, необходимо отметить, что *равномерное* распределение давления по плантарной поверхности стопы не является критерием опорной комфортности. Поскольку известно, что абсолютно равномерно распределить давление стопы на опору, во-первых, невозможно, основные нагрузки воспринимает скелет стопы, а он далеко не во всех точках соприкасается с опорой. Мягкие ткани только снимают локальную концентрацию давления скелета стопы на отдельные точки. Во-вторых, равномерное распределение давления в полном смысле этого понятия совершенно не нужно, так как некоторые области стопы в силу функциональных особенностей не должны активно соприкасаться с опорной поверхностью. Например, область внутреннего свода служит рессорой при локомоциях и активное соприкосновение этой области с опорой не только нарушит двигательную функцию стопы, что отрицательно скажется на состоянии всего организма в целом, но и может негативно повлиять на кровообращение в стопе.

Необходимо не распределять равномерно давление по плантарной поверхности стопы, а устранять локальное увеличение давления на отдельные области стопы и обеспечить нормальное функционирование стопы во внутриобувном пространстве [71].

Вопросам «опорной комфортности» обуви и изучению распределения давления по следу посвящены работы целого ряда исследователей [31,39,40,51,82,86,85,91].

В работах [17,31,37,39,40,51,55,81] показано, что существенного повышения уровня комфортности возможно достичь за счет увеличения площади контакта с опорной поверхностью обуви, ведущего к снижению общего и локальных давлений.

Александров С.П., Паршина О.В., Волкова Е. А. считают, что профиль следа колодки должен быть близок к профилю следа стопы, т.к. малоспрофилированная опорная поверхность ввиду недостаточного контакта не сможет привести распределение давления к оптимуму; если же параметры профиля будут

завышенными, могут возникнуть условия разгрузки несущих скелетных элементов стопы и нагрузки связок из мягких тканей [40].

В работе [85] был сделан вывод о том, что, профилированное ложе в обуви обеспечивает более равномерную нагрузку опорной поверхности стопы и тем самым значительно облегчает движение человека.

### **1.3.2. Пути обеспечения опорной комфортности обуви**

Требуемая форма следа в обуви может достигаться как за счет формы следа используемой колодки, так и за счет вкладных ортопедических приспособлений, таких как: стельки, полустельки, выкладки сводов.

Использование вкладных профилированных стелек является наиболее простым и доступным способом обеспечения опорной комфортности.

В настоящее время существует два принципиально разных подхода к изготовлению стелек:

1) Индивидуальное производство по индивидуально доработанным ортопедическим колодкам, по гипсовому слепку стопы пациента или непосредственно по стопе, используя специальный термопластичный материал.

2) Производство стелек на обезличенного потребителя по усредненным параметрам стоп.

Кроме этого практикуется изготовление стелек максимальной готовности, дорабатываемых в ходе примерки с учетом индивидуальных особенностей стоп заказчика, а также может применяться модульный принцип подбора ортопедических изделий на основе базового модуля за счет использования различных ортопедических вкладышей.

На сегодняшний день индивидуальные вкладные ортопедические стельки преимущественно изготавливаются методом блоковки на специальных ортопедических колодках из таких материалов как пробка, микропористая резина, кожа или формируются по гипсовым слепкам, что сильно затягивает и удорожает процесс их изготовления.

Для повышения опорной комфортности обуви некоторые исследователи рекомендуют вводить амортизирующие элементы в систему низа обуви [51]. Так, получило развитие направление, связанного с разработкой специальных, комбинированных конструкций низа обуви, снижающих ударные нагрузки при ходьбе.

Пневмогидравлические системы в качестве амортизирующих устройств широко используются известными фирмами - производителями спортивной обуви. Например, амортизационная система известной спортивной обуви ASICS основана на использовании полужидкой субстанции-желе ASICS GEL, заключенной в эластичную капсулу, которая расположена внутри подошвы. При этом ASICS GEL воспринимает нагрузку, а за счет деформации эластичной камеры происходит поглощение энергии удара, благодаря этому снижается реакция опоры, и, как следствие, вероятность возникновения травм.

Амортизационные системы спортивной обуви Nike основаны на использовании материалов с газонаполненными порами. Газ имеет запатентованный сложный химический состав. Амортизационные свойства находятся в зависимости от количества и объемов пор, заполненных газом. Такая конструкция обеспечивает независимость амортизационных свойств от влияния атмосферного давления и внешней температуры.

Известны амортизационные системы спортивной обуви Reebok, использующие принцип сжатия и перемещения воздуха в каналах пластины из термополиуретана, расположенной в нижней части подошвы по всей поверхности следа. При касании пяточной частью опорной поверхности воздух, заключенный в пластине, перемещается вперед, при отталкивании — назад [81].

Москвин О.Я. [56] впервые использовал понятие «здоровьесберегающая обувь» и рекомендовал следующие принципы конструирования низа обуви:

1. Задняя часть каблука должна быть выполнена из эластичного материала типа пенополиуретана с небольшим модулем упругости в пределах 1,5-2,5 Па;

2. Остальная часть подошвы может быть выполнена из износостойкого материала с соответствующим коэффициентом жесткости;

3. В зоне опоры переднего отдела стопы необходимо применять конструктивные решения по снижению пика нагрузок, например, специально профилированные стельки или эластичные материалы с модулем упругости 2-3 МПа.

### **1.3.3. Анализ конструктивных решений, применяемых для повышения комфортности обуви ведущими мировыми производителями**

Большинство известных обувных фирм (Clarks, Solidus, Romus, Mephisto, Finn Comfort, Ecco и др.) решают задачу повышения комфортности обуви за счет улучшения гигиенических, эргономических свойств обуви; использования при производстве обуви новых перспективных материалов, совершенствования конструкций и способов изготовления деталей верха и низа обуви [64,65,66,70,71,72,73, 74,77].

При производстве обуви используются колодки повышенных полнот. Повышение опорной комфортности обуви достигается за счет использования колодок с анатомической формой следа, применения профилированных (анатомических) стелек, конструкций подошв, позволяющих снижать динамические нагрузки при ходьбе, обеспечивать терморегуляцию внутриобувного пространства и т.д. Повышение амортизационной способности низа обуви достигается за счет комбинированных конструкций подошв из различных материалов, комбинации различных материалов в подошве и систем, вставок в подошвы, вентиляционных каналов в подошве и т.п. Улучшение микроклимата внутриобувного пространства достигается за счет использования натуральных материалов, дышащих кож натуральной выделки с использованием растительных экстрактов и красителей, мембранных технологий, специальных стельчных материалов, обеспечивающих циркуляцию воздуха внутри обуви. В приложении А представлены конструктивные решения, используемые ведущими

мировыми производителями для создания обуви повышенной комфортности.

Представленные на отечественном рынке образцы детской обуви, таких производителей, как Ricosta, Richter, Romika, Bartek и др., позиционируемые фирмами как «анатомическая обувь», отличает наличие умеренных выкладок наружного и внутреннего свода, углубленная форма пятки. Обеспечение рационального внутриобувного пространства, в большинстве случаев, достигается как за счет профилированной стельки, так и за счет использования рациональной колодки и специальной конструкции подошвы.

#### **1.4. Конструктивные решения, предлагаемые различными исследователями при разработке профилактической обуви**

Важность задачи обеспечения детей профилактической обувью, учитывающей особенности строения и физиологии детских стоп в период их формирования и роста, объясняется высоким распространением патологий стоп у детей. По данным ранее проводимых исследований [24] ведущее место среди заболеваний органов опоры и движения у детей занимают статические деформации (нарушение осанки, сколиоз, плоскостопие), которые составляют 78% всех обнаруженных патологий. Следует отметить, что плоскостопие составляет 46% от всех выявленных ортопедических патологий и 58% в структуре статических деформаций. Это самая распространенная патология, встречающаяся среди детей.

К основным причинам развития плоскостопия относят: слабость мышечно-связочного аппарата; особенности строения нижних конечностей, предрасполагающие к развитию плоскостопия; ношение обуви нерациональной формы и не соответствующего размера; отсутствие профилактических средств в обуви и др.

Многие исследователи в своих работах предлагали внести в рациональную конструкцию колодок элемент профилактических мероприятий против развития плоскостопия (Куслик М.И. [11], Ченцова К.И.[13,59], Фридланд М.О. [46], Доброва О.С. [12], Яралов-Яраляни В.А., Шаргородский В.С.[14] и др.).

Если рассматривать нормальную стопу, как предлагает И.А.Полиевктов [26], как отрезок скрученной спирали, то механизм уплощения свода объясняется довольно просто - раскручиванием спирали. Процесс раскручивания сопровождается пронацией заднего отдела стопы, супинацией и отклонением переднего отдела кнаружи с понижением сводчатости.

По мнению О.С.Добровой, М.И.Куслика [18,11] и многих других исследователей, симптомы статического плоскостопия появляются тогда, когда начинается функциональная перегрузка и хроническое переутомление мышц, участвующих в поддержании сводов стопы, т.к. мышечное равновесие нарушается. Стопа поворачивается в положение некоторого вальгуса вследствие чего пятка и передний отдел пронаруются (поднимаются с наружной стороны). Таким образом, первым важным признаком плоскостопия при еще не уплощенном при нагрузке своде является вальгусная установка пятки. Под влиянием поворота пятки в дальнейшем опускается весь внутренний край стопы. Пяточная и ладьевидная кости опускаются все ниже, лишая поддержки таранную кость, головка которой опускается вперед и несколько кнутри, внедряясь между ладьевидной и пяточной костями.

Многие исследователи рассматривают детский возраст как критический для возникновения плоскостопия, потому что в детской стопе, как более эластичной и податливой, закладываются причины, влекущие за собой впоследствии, при наличии соответствующих условий, развитие плоскостопия. По мнению С.Ф. Годунова статическое плоскостопие у взрослых является, как правило, результатом недоразвития детской стопы.

Плоскую форму стопы у большинства детей младшего возраста следует рассматривать как фазу развития этого органа, а не патологию и по мере роста и развития ребенка «плоскостопие» у абсолютного большинства детей к 7-8 годам исчезает, а форма и функция стопы нормализуются. Но у некоторых детей развитие стопы протекает замедленно или может остановиться на определенной стадии, и ребенок переходит в юношеский возраст с несформированной, в различной степени выраженной плоской стопой. В то же время, широко распространенное мнение, что плоскостопие у детей до 6 лет является физиологическим и не требует коррекции не совсем правильно. Именно до 6 лет, когда не закрыты точки окостенения, легче исправить или предупредить

развитие деформации стоп и сформировать правильную походку. Из этого следует, что проведение профилактических мероприятий следует начинать именно с детского возраста. Важную роль при этом играет обеспечение детей медицинско-обоснованной профилактической обувью, построенной на основании анатомических и физиологических данных, конструкция которой призвана обеспечить благоприятные условия для нормального развития детских стоп и предупредить развитие патологических отклонений. Эффективная профилактика статических деформаций возможна только в период формирования детской стопы.

По мнению Куслика М.И. природная выкладка свода в виде жировой подушки у детей до 3-х лет служит его сохранению при первых шагах ребенка, когда подвергается нагрузке еще мягкий податливый хрящевой скелет стопы. Только с 2-х летнего возраста начинается постепенное рассасывание жировой подушки и параллельное формирование свода детской стопы, увеличивающегося в дальнейшем в связи с ростом. Поэтому необходимость выкладки свода возникает только с двухлетнего возраста.

Ченцова К.И. [57] считает, что профилактическую обувь необходимо назначать детям раннего возраста (до пяти лет), у которых мышечно-связочный аппарат очень слаб, и детям еще трудно выполнять физические упражнения, укрепляющие мышцы ног. В конструкции такой обуви необходимо предусмотреть супинированные каблуки и несколько варусный профиль пяточной части стельки (внутренний край приподнят на 3 мм). В дальнейшем, по мнению автора, профилактическую обувь можно рекомендовать для детей переходного возраста в 7-8 лет и для людей пожилого возраста.

На наш взгляд, справедливо утверждение Яралова - Яралянца В.А. и Шаргородского В.С. о том, что для детей в возрасте до 4-х лет недопустимо массовое применение какой-либо профилактической обуви, поскольку у детей до 4-х лет пониженный свод следует рассматривать как физиологический этап развития стопы не требующий лечения. По их мнению, профилактическая обувь должна выпускаться двух типов: а) детская и школьная обувь для детей с начальными формами плоскостопия в возрасте от 5 до 12 лет с вкладывшем в пяточно-геленочной части, форма которого должна предусматривать

фиксацию положения пятки и возможность формирования продольных сводов стопы; б) обувь для детей среднего и старшего возрастов (13-18 лет), страдающих начальными формами статического плоскостопия. Конструктивное оформление этого типа обуви должно предусматривать разгрузку и поддержку продольного свода стопы в условиях повышенной нагрузки.

При проектировании профилактической обуви необходимо учитывать анатомо-физиологические особенности детской стопы, отличающие её, от взрослой стопы. Стопа детей относительно короче, шире в пучках и уже в пятке. На стопе детей больше развита подкожно-жировая клетчатка, кроме того, мышечно-связочный аппарат более эластичен и податлив.

У взрослых наружный край пяточной кости приподнят под углом к горизонту. У детей на первом году жизни по данным С.Ф.Годунова пяточная кость расположена почти горизонтально. С ростом стопы процесс формирования свода сопровождается постепенным подъемом переднего отдела пяточной кости. При плоскостопии этот процесс «поворота» задерживается, пяточная кость находится в более или менее выраженном эквинусном положении и вместе с таранной ротируется внутрь.

По мере роста ребенка пяточная кость, постепенно расширяясь в поперечном направлении как бы мигрирует под суставную поверхность таранной кости, поддерживая ее снизу. Отросток, поддерживающий тело таранной кости (*sustentaculum tali*) (рис. 1.1.), в норме развивается к 7-9 годам, когда и происходит окончательная стабилизация заднего отдела стопы. Если возникает задержка в формировании этого отростка, то таранная кость не получая поддержки снизу провисает, образуя выступ, симулирующий также «вальгус» заднего отдела стопы.



*Рис. 1.1. Скелет стопы*

Если развитие стопы протекает в нормальные сроки, соответственно средним возрастным показателям, нет необходимости назначать с целью профилактики или лечения плоскостопия ортопедическую обувь или стельки. Более того, не исключена возможность, что ортопедическая обувь и стельки могут оказать отрицательное воздействие, так как стопа ребенка будет развиваться в неестественных условиях, что может привести к формированию ослабленной или даже патологической стопы. Аналогичную картину можно наблюдать при чрезмерном увлечении подростков кроссовками, имеющими выкладку продольного свода и предназначенными для использования во время занятий спортом, а не для постоянного ношения.

Профилактическая обувь или стелька должны способствовать нормальному развитию детской стопы, корректировать стопу без ограничения ее функции, приближая расположение костей к норме и предупреждая развитие патологических отклонений.

Супинаторы, поддерживающие только внутренний свод не в состоянии оказать влияния на формирование стопы по наружному своду, поэтому при разработке сводоформирующей выкладки необходимо предусмотреть приподнятость и наружного свода. Такая форма содействует правильной установке пяточной кости (поднятию переднего отдела пяточной кости), а следовательно и процессу формирования продольного свода стопы.

Поднятие переднего отдела пяточной кости и опускание пяточного бугра под нагрузкой, достигается стельками или полустельками с углублением для пятки, полной выкладкой наружного и умеренной выкладкой внутреннего свода. Наличие таких деталей в профилактической обуви при многократно повторяющейся нагрузке будет помогать моделировать наружный свод, определяющий высоту внутреннего.

Требования к рациональной детской обуви были разработаны в работах М.И.Куслика, В.А.Ярлова-Яраланца, В.С.Шаргородского, Г.Н.Крамаренко, О.В.Фарниевой, И.А.Ярлова, и др. исследователей [16,17,85].

### 1.5. Обоснование рациональной конструкции следа колодки профилактической обуви и обуви повышенной комфортности

Для правильного построения следа колодки профилактической обуви и обуви повышенной комфортности необходимо располагать объективными данными, характеризующими рельеф подсводного отдела стопы, основанными на результатах массовых антропометрических исследований стоп, а так же данными по экскурсии продольного свода стопы для различных половозрастных групп.

При обосновании формы и размеров выкладок сводов стопы необходимо руководствоваться высотой мягкого свода стопы, при этом учитывая экскурсию продольного свода стопы.

В своей работе Яременко Д.А. [44] изучал возрастные особенности костного и мягкого свода стопы, объемные размеры и форму мягкого свода стопы под нагрузкой и без. Им были использованы методы рентенографии, плантографии, а так же метод гипсовых слепков. По методике О.В.Недригайловой было изготовлено 1200 слепков подошвенной поверхности стопы в положении стоя при равномерной опоре на обе стопы с одновременной плантографией [44]. Высота свода измерялась краниометром в точках нанесенной разметки (Рис.1.2.).



*Рис. 1.2. Обработка гипсового слепка стопы по методике О.В.Недригайловой*

По результатам исследований были составлены таблицы размеров мягкого свода стопы в зависимости от длины стопы и приведены соответствующие графики; даны рекомендации по

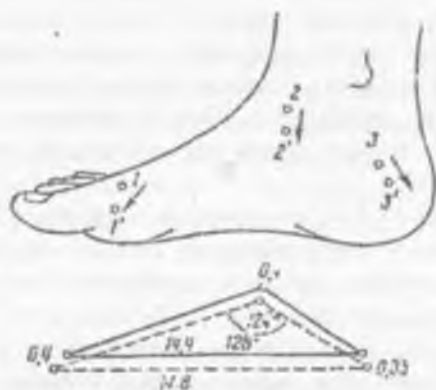
месторасположению, форме и размерам подсводной выкладки при различной длине стопы.

Наибольшую высоту выкладки свода в сечении 0,4-0,5 Д длины стопы Яременко Д.А. предлагает принять равной высоте мягкого свода на этом уровне для случая равномерной опоры на обе стопы.

При том, что полученные Яременко Д.А характеристики мягкого свода стопы, представляют несомненную ценность, на наш взгляд, предлагаемый способ задания высоты выкладки является неверным, поскольку в этом случае не учитывается характер изменения формы и размеров стопы под нагрузкой.

Исследуя стопы в нагруженном и ненагруженном состояниях рентгенографическим методом М.И. Куслик [11] выявил, что при нагрузке положение костей стопы изменяется: передний отдел пяточной кости опускается и сдвигается кзади; таранная кость опускается (положение значительной подошвенной флексии) и сдвигается кпереди; одновременно с ней опускается и сдвигается вперед ладьевидная и I клиновидная кости; кубовидная и сочленяющиеся с нею IV и V плюсневые кости почти не изменяют положения, а II, III и особенно I плюсневые кости продвигаются вперед и опускаются — смещение точек 1, 2, 3 в положение Г, 2', 3' (рис. 1.3.). Опускание плюсневых костей с внутренней стороны при неизменном положении с наружной подтверждает общее мнение о том, что некоторое уплощение сводчатости является нормальной реакцией на нагрузку, если проявляются пружинящие свойства свода.

Если обувь обеспечить вкладными приспособлениями, высота которых соответствует высоте свода при двуопорном стоянии, то свод окажется выполненным полностью и условий для его экскурсии не будет. Высоту мягкого свода стопы, полученную в результате исследований, проведенных в условиях статической нагрузки (равномерной опоры на обе стопы) следует уменьшать на величину экскурсии свода под нагрузкой. По данным Яralова-Яралянца В.А., Шаргородского В.С., она составляет для детей - 36%, а для взрослых - 24%.



**Рис. 1.3. Изменение положения анатомических точек стопы под действием нагрузки**

В результате проведенных исследований женских стоп Н.А.Колесниковой [29] было установлено месторасположение выкладки продольного свода на горизонтальной проекции следа колодки для женской профилактической обуви: задняя граница выкладки находится в сечении  $0,31Д$ , передняя -  $0,64 Д$ ; место наибольшей ширины выкладки свода соответствует наиболее узкому месту отпечатка стопы в сечении  $0,46 Д$ ; место наибольшей высоты выкладки продольного свода с внутренней стороны соответствует месту расположения на стопе бугристости ладьевидной кости и составляет  $0,4 Д$ , с наружной стороны оно смещено кзади и находится в сечении  $0,34 Д$ . Пяточная часть следа профилактической обуви имеет углубление до  $8 мм$ . Это препятствует повороту пяточной кости в горизонтальное положение и является профилактикой продольного плоскостопия.

Ярлов-Ярлянец В.А. и Шаргородский В.С., установили, что максимальная высота свода по латеральному краю стопы соответствует пяточно-кубовидному сочленению. По их мнению, вершину стельки необходимо сместить несколько кзади в сечение  $0,38Д$ . При такой форме стельки ее вершина оказывается под треугольным пространством, выполненным пяточно-ладьевидной вязкой, над которой расположена головка таранной кости.

Именно на этом участке, а не у вершины свода стопы, под тяжестью тела головка таранной кости может вклиниваться между пяточной и ладьевидной костями, вызывая опущение свода. Поэтому вершину стельки целесообразно задавать именно на этом участке, наиболее слабом в механическом отношении, что по мнению авторов будет способствовать удержанию свода от опускания [29].

Циркуновой Н.А. с соавторами в работе [58] предлагается для взрослых выполнять выкладку сводов на участке 0,2-0,62Д. Наибольшая глубина выборки наружного свода находится на расстоянии 0,34Д, внутреннего - 0,37-0,42Д.

По мнению большинства ортопедов, высота детской профилактической выкладки должна быть такой, чтобы обеспечить поддержку свода только при усталости мышц, когда свод начинает резко опускаться.

Куслик М.И. для детской профилактической обуви предлагает задавать высоту подсводной выкладки - от 3 до 5 мм в зависимости от возраста ребенка [11].

По мнению Д.А.Яременко [58] выкладка по внутреннему краю детской вкладной ортопедической стельки при всех видах статических деформаций ограничена сечениями 0,2 и 0,7Д. Наружная граница выкладки, определяемая на уровне ее наибольшей высоты, находится на расстоянии 0,4Д

По мнению специалистов Санкт-Петербургского научно-практического центра медико-социальной экспертизы, протезирования и реабилитации инвалидов им. Г.А.Альбрехта [41]:

- Ортопедические стельки до 140 размера должны изготавливаться только индивидуально по назначению врача-ортопеда.

- При плоскостопии вследствие замедленного развития сводов показаны сводоформирующие стельки и полустельки, изготавливаемые с выкладкой внутреннего и наружного продольного сводов стопы, которые располагаются между сечениями 0,20L и 0,60L. Максимальная высота выкладки продольных сводов, как с внутреннего, так и наружного одинакова. Она находится на уровне пяточно-кубовидного сочленения, т.е. для размеров со 140 до 200 - в сечении 0,36L и

составляет от 5 до 7 мм, для размеров с 205 по 245- в сечении 0,33L и составляет от 8 до 10 мм. Величина углубления относительно граней стельки в пятке равна 3-4 мм для детских и малодетских стелек и 5-6 мм для остальных.

- При функциональной недостаточности мышечно-связочного аппарата и умеренном выраженном статическом нефиксированном плоскостопии назначаются сводоподдерживающие стельки и полустельки, изготавливаемые с выкладкой внутреннего и наружного продольного сводов стопы, которые располагаются между сечениями 0,20L и 0,60L. При этом выкладка внутреннего свода выше выкладки наружного. Местоположение максимальной выкладки внутреннего и наружного продольных сводов находится на уровне пяточно-кубовидного сочленения, аналогично вышеописанному. В зависимости от размера стопы выкладка наружного свода составляет от 5 до 8 мм, а внутреннего от 9 до 12 мм.

#### **1.6. Анализ методик перехода от стопы к форме следа колодки**

Для построения рациональной формы следа колодки необходимо изучить изменение размеров и формы стопы человека в статике и динамике. При этом необходимо учитывать деформацию мягких тканей стопы, изменение габаритных размеров стопы под нагрузкой, экскурсию сводов.

В работе Б.П.Хохлов и А.А.Златорунский изучали изменение размеров и формы обнаженной стопы в покое и при передвижении. Со стоп школьников были получены гипсовые слепки в шести наиболее характерных положениях покоя и передвижения:

Положение I — обремененная стопа при равномерной нагрузке обеих стоп; Положение II - обремененная стопа при нагрузке ее всей тяжестью тела; Положение III — стопа в висячем положении;

Положение IV — обремененная стопа при равномерной нагрузке обеих стоп и поднятии пятки на высоту, равную 1/14 длины стопы;

Положение V - стопа при опоре на внутренний пучок и большой палец при нагрузке всей тяжестью тела; Положение VI - стопа в момент отрыва от опорной поверхности.

В результате эксперимента было установлено, что в зависимости от положения наиболее резко изменяются следующие размеры стопы:

- а) длина стопы достигает увеличения до 25,5 мм (10,7%);
- б) длина внутреннего свода максимально увеличивается на 10 мм (6%);
- в) длина переднего отдела стопы увеличивается на 26,5 мм (37,8%);
- г) периметры поперечных сечений увеличиваются до 15 мм (5,9%).

На основе установленных закономерностей изменения размеров стопы Хохловым Б.П. была разработана методика проектирования колодок [27], получившая развитие в работе, посвященной построению колодки для детей школьного возраста. Используя в качестве исходных данных параметры стопы в положении IV, Хохлов Б.П. при проектировании колодок предлагает вносить поправки, учитывающие изменение стопы при ходьбе.

Таким образом, Хохловым Б.П. впервые была предложена методика проектирования колодки, учитывающая изменение формы и размеров стопы в различные фазы ходьбы. В тоже время вопросы разработки рационального следа колодки не нашли в его работах достаточного отражения.

Ченцова К.И. указывала на то, что при проектировании колодки следует стремиться к тому, чтобы продольный профиль следа колодки не был ниже профиля среднетипичной стопы, нагруженной весом тела при стоянии на одной ноге.

Кочеткова Т.С. изучала изменение формы плантарной части стопы в зависимости от высоты подъема пяточного отдела [29]. Для исследования формы плантарной части производилось гипсование отобранных стоп в положениях: 1) на весу; 2) при опоре на плоскость (высота каблука - 0 мм); 3) при подъеме пятки на высоту 20, 40, 60 мм и опоре переднего отдела на горизонтальную плоскость. При снятии негативов со стоп при подъеме пятки на различную высоту левая стопа устанавливалась на каблук, правая поднималась на ту же высоту, но без опоры на пятку.

Кочетковой Т.С. были найдены величины смятия мягких тканей стопы при переходе от безопорного положения к положению равномерной опоры: в области пятки - 7,9 мм, в области плюсне-фалангового сочленения - 5,8 мм. В геленочной части величина смятия была принята равной 0,7 мм.

Откладывая на продольных сечениях слепков стопы, полученных в положениях 2 и 3, найденные значения смятия мягких тканей, и соединяя их плавными линиями, были получены профили стопы, соответствующие положению стопы на весу. Полученные профили Кочеткова Т.С. принимает за основу при построении женских колодок с различными высотами каблуков (20, 40, 60 мм).

Кочетковой Т.С. предлагаются следующие принципы перехода от формы стопы к форме колодки в области следа:

а) форма плантарной части стопы в области пятки и наружного свода должна быть полностью отображена в следе колодки;

б) при построении следа колодки в области переходной, соответствующей внутреннему своду необходимо спроектировать зазор, который должен оставаться между стопой и обувью, чтобы внутренний свод не был опорным;

в) носочно-пучковую часть следа колодок нужно оставлять без изменений.

Таким образом, предлагается проектировать след колодки в области пятки и наружного свода по безопорному положению стопы.

Поскольку при опоре на любой след стопа деформируется. Кочеткова Т.С. предлагает при переходе от откорректированного следа стопы к следу колодки уменьшать средние координаты слепка на 2-3 мм.

При корректировке следа стандартных колодок на контуры их поперечных сечений переносились соответствующие сечения слепка, по которым были построены новые контуры сечений (Рис.1.6.).

Отмечая важность результатов, полученных Т.С.Кочетковой в работах [9,31], в тоже время, нужно отметить, что использование в качестве исходных данных слепков стопы, полученных в положении опоры на пучки и приподнятой, но не опирающейся на каблук пяткой, на наш взгляд, является не верным, т.к. при таком искусственном положении, основная нагрузка массон тела

приходится на вторую стопу. Правая же стопа деформирована по следу в носочно-пучковой части, в то время как пяточно-геленочная часть находится в ненагруженном, безопорном положении. Учитывая, что под нагрузкой стопа деформируется, изменяя свои форму и размеры, происходит смятие мягких тканей по следу, на наш взгляд, проектирование колодки с рациональной формой следа должно осуществляться по данным стопы под нагрузкой.

В работе так же остались не раскрытыми вопросы построения внутренней подсводной области следа, позже нашедшие отражение в работе Колесниковой Н.А.[29].

Работа Колесниковой Н.А. была посвящена проектированию следа медицинской обуви для лиц с начальными степенями статических деформаций. В работе были исследованы женские стопы, как без отклонений, так и со слабовыраженным продольным плоскостопием (I степени).

При создании конструкции медицинской обуви ею были приняты все разработки Ю.П.Зыбина и Кочетковой Т.С., касающиеся формы следа в области пятки и наружного свода.

Для определения размеров и формы горизонтальной проекции выкладки продольного свода Н.А.Колесниковой по 816 плантограммам была построена усредненная плантограмма женской стопы. Со стоп 8 отобранных женщин снимались слепки в положении "стопа на весу" и "стопа на опоре" с приподнятостью пяточной части 40 мм.

Высота каблука 20 мм.

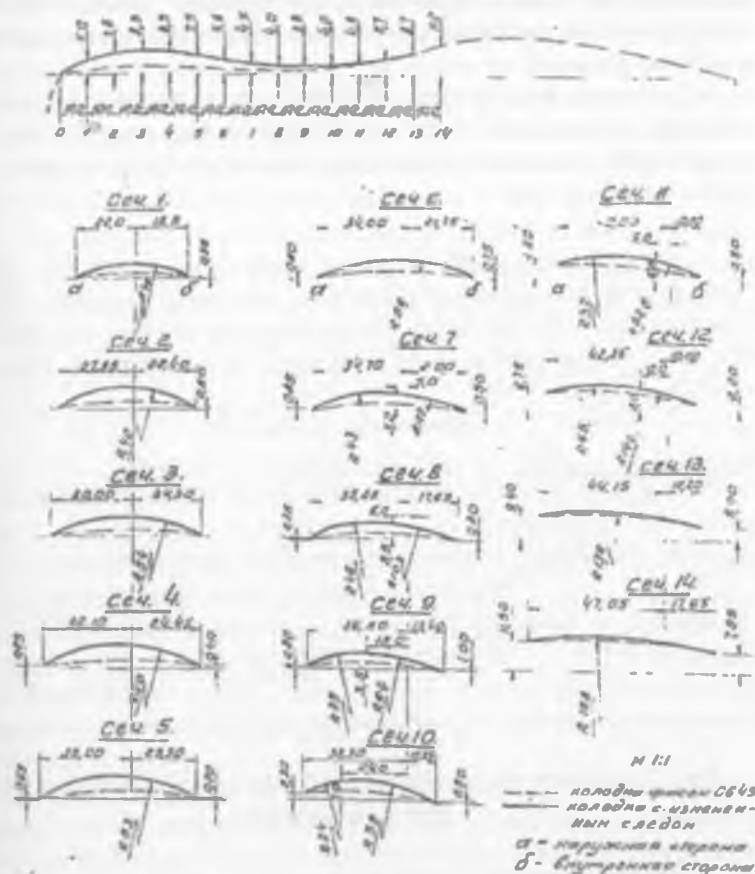
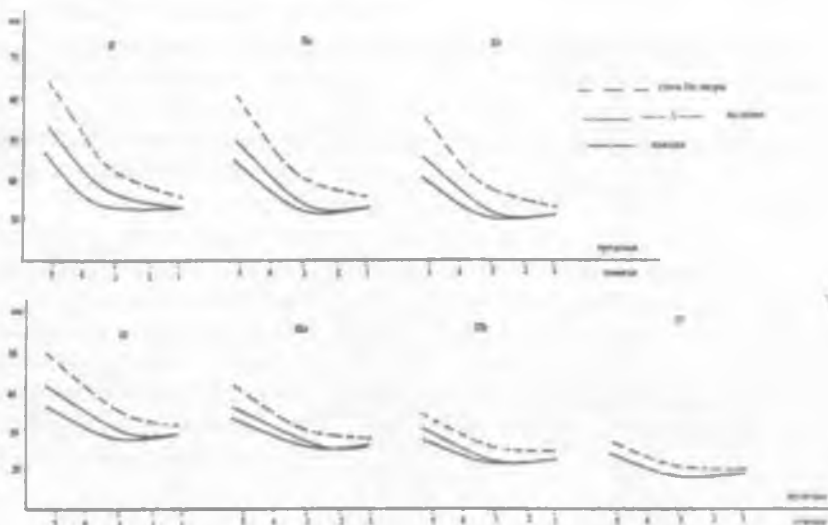


Рис. 1.4. Изменение формы следа калодки с высотой каблука 20 мм

Для определения высоты и формы выкладки продольного свода использовали специально сконструированное приспособление, на котором крепились гипсовые формы носочной и пяточной частей, а также опорной части продольного свода, выполненные «при подъеме стопы на каблук» высотой 40

мм. Таким образом, для получения слепка рессорной части продольного свода производилось гипсование только внутренней подсводной части стопы. Гипсование производилось «с опорой» и «без опоры».

Сравнение полученных контуров продольных и поперечных сечений подсводной части с опорой и без опоры (рис. 1.7.) показывает величину экскурса мягкого свода стопы под действием веса тела.



**Рис. 1.5. Контурь поперечных сечений подсводной части стопы и колодки**

При построении подсводной части следа колодки за основу были взяты сечения нагруженной стопы. При проектировании следа колодки сечение по наружному своду стопы принималось без изменений, по внутреннему своду стопы величина прогиба была уменьшена на 4 мм, а затем плавной линией, соответствующей прогибу стопы, соединялась с сечением стопы в области пучков и пятки. Образовавшийся таким образом зазор в 4 мм необходим для сохранения рессорной функции продольного свода неутомленной стопы. При этом Колесникова Н.А. ссылается на данные исследований Яралова-Яральянца В.А. и

Шаргородского В.С, установивших, что высота выкладки продольного свода в профилактической обуви для взрослых должна быть меньше высоты мягкого свода на 24% .

В целом, соглашаясь с подходом, предлагаемым Колесниковой Н.А при проектировании следа колодки, нужно отметить, что использование в качестве профилированного основания для пяточного участка стопы и участка наружного свода гипсовых форм, полученных для безопорного положения стопы является не корректным, поскольку под нагрузкой форма и размеры стопы существенно изменяются.

Проанализированные методики перехода от формы стопы к форме рационального следа колодки, были использованы нами при выборе направления экспериментальных исследований, а также при разработке принципов перехода от стопы к следу колодки, рассмотренных во второй главе диссертации.

### **Выводы по 1 главе**

1. В результате анализа научных работ по тематике исследования определено место медицинской профилактической обуви и обуви повышенной комфортности в общей классификации обуви; изучены требования к комфортности обуви, предлагаемые различными исследователями;

2. Проанализированы конструктивные решения, предлагаемые различными авторами и ведущими производителями обуви, как в СНГ так и за рубежом при создании профилактической обуви и обуви повышенной комфортности;

3. Проведен анализ выполненных в разное время исследований, посвященных проблеме создания рациональной внутренней формы обуви и существующих методик перехода от формы стопы к рациональной форме следа колодки.

## **ГЛАВА 2. ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ФОРМЫ И РАЗМЕРОВ СТОПЫ ПРИ НАГРУЗКЕ И РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РАЦИОНАЛЬНОГО СЛЕДА КОЛОДКИ**

### **2.1. Выбор метода антропометрических исследований стоп**

Обоснование рациональной формы следа профилактической обуви и обуви повышенной комфортности невозможно без рассмотрения широкого круга вопросов, связанных с анатомией и физиологией стопы. К их числу относятся: особенности анатомического строения стопы взрослых и детей; изменения размеров и формы стопы под действием нагрузки и высоты приподнятости пятки; определение месторасположения выкладки продольного свода на следе колодки и ее оптимальных параметров для профилактической и комфортной обуви; изменения толщины мягких тканей плантарной поверхности стопы под влиянием нагрузки. Для изучения этих вопросов необходимо вначале выбрать методы получения исходных данных о стопе, которые будут применяться в работе.

Понятие «патология стоп» есть собирательный термин, характеризующий количественные и качественные нарушения параметров опорно-двигательной системы нижних конечностей человека, вызывающие дискомфорт, боль, кожные и сосудистые нарушения стопы.

Есть патологии стоп ярко выраженные. Например, Вы обращали внимание, когда идёте в людском потоке, что подавляющее количество людей либо косолапят, либо их ноги внутрь "заваливаются". И это уже не впечатление, а фактическое наблюдение - людей с патологиями стоп больше, чем здоровых людей. Почему так? В чём причины?

Ортопедическая патология делится на две примерно равные группы по количеству. Одну составляют врожденные деформации скелета и наследственные заболевания, приводящие к системным нарушениям, другую - приобретенная патология. Кроме того, отклонения от нормального развития могут быть следствием сочетания индивидуальных особенностей, которые ребенку по наследству передают родители. К ним

относятся конституция, строение тканей, обмен веществ и прочее. Например, ребенок рождается с большим весом и ростом, что само по себе не является патологией, но в сочетании с определенной формой нижних конечностей фактор избыточного веса может привести к деформации стоп на этапе вставания малыша на ноги и в начале ходьбы.

**Выраженные врожденные деформации** чаще выявляются сразу после рождения, но нередко они проявляются позже, в процессе роста. Уже в первые недели жизни у ребенка возможны приобретенные отклонения костно-мышечной системы: последствия родовой травмы, воспалительных заболеваний, измененного обмена веществ, нарушения функций внутренних органов. Поэтому очень важно, чтобы ребенок был осмотрен врачом-ортопедом в месячном возрасте.

**Врожденная деформация стоп** относится к числу наиболее распространенных ортопедических заболеваний. По частоте занимает одно из первых мест среди патологий опорно-двигательного профиля (25-30%), уступая по частоте лишь врожденному вывиху бедра.

**Пяточная установка стоп** является одной из наиболее частых и легких форм патологии у маленьких детей и возникает как следствие их особого фиксированного положения в период внутриутробного развития. При этой патологии стопы находятся в положении тыльного сгибания в голеностопных суставах, иногда в сочетании как с их приведением, так и с отведением.

**Неврологические отклонения** со стороны нижних конечностей, связанные с родовой травмой поясничного отдела или с нарушением развития спинного мозга в пояснично-крестцовом отделе, проявляются асимметричным тонусом мышц и различными функциональными нарушениями положения стоп: они отклоняются наружу от средней позиции, занимают пяточное положение или обратное ему, когда стопы опущены в подошвенную сторону.

Приведенные стопы часто проявляются лишь к одному месяцу жизни, и родители узнают об этом от врача-ортопеда на первом осмотре. Суть деформации заключается в отклонении вовнутрь переднего отдела по отношению к пятке и закруглении наружного края стопы. Это отчетливо видно со стороны

подошвы. Первый межпальцевый промежуток расширен, а первый палец «смотрит» вовнутрь. Некоторые принимают данную деформацию за косолапость, но это не так, поскольку в этом случае отсутствуют нарушения соотношения костей стопы, нет ограничения подвижности в голеностопных суставах и т. д.

**Врожденная косолапость** более тяжелая деформация стоп с изменением формы и положения костей, укорочением всех мягких тканей по задней и внутренней поверхностям голени и стопы (типичные случаи). У мальчиков она встречается чаще, чем у девочек. В некоторых случаях косолапость передается по наследству. Такое порочное положение стопы или не устраняется одномоментно, или устраняется с большим трудом. Именно этот факт позволяет отличить нетяжелую косолапость от функциональных расстройств, связанных с преобладанием тонуса отдельных мышц.

При врожденной косолапости стопа несколько уменьшена в размерах, поскольку изменены процессы ее кровоснабжения и окостенения. Всегда нарушены движения в голеностопном суставе.

Косолапость может быть следствием неправильного развития спинного мозга на уровне пояснично-крестцового отдела. В таких случаях отмечается парадоксальная работа мышечных групп, постепенно развивается их атрофия и к школьному возрасту вся конечность укорачивается в целом на 1-2 см.

Типичная врожденная косолапость в большинстве случаев полностью излечивается на первом году жизни без каких-либо хирургических вмешательств.

**Приобретённые патологии стоп.** В связи с разными заболеваниями могут возникнуть деформации скелета.

Чаше других наблюдаются рахитические искривления конечностей и позвоночника. Они связаны с нагрузкой на размягченные рахитом кости. Большая часть приобретенных вследствие рахита искривлений бесследно исчезает самостоятельно в процессе роста при условии ранней нормализации обмена кальция и фосфора в организме и применении других лечебных мероприятий: лечебного массажа, специальных физических упражнений, солевых или хвойных ванн.

Значительное уменьшение О-образных искривлений или их полное исправление происходит к 5-6 годам жизни ребенка.

Сложнее обстоят дела только с Х-образной формой ног. С одной стороны, она нарушает правильное развитие стоп, поскольку центр тяжести тела смещается дальше внутрь от внутреннего края стоп, а с другой — хуже самостоятельно исправляется. Для того чтобы поддержать стопы и способствовать нормализации оси конечностей, детям необходимо длительно носить жесткую ортопедическую обувь или ортопедические стельки-супинаторы, которые поднимают внутренние края стоп.

К школьному возрасту у ребёнка формируются продольные и поперечные своды стоп. Появляется ненагружаемое подсводное пространство с внутренней стороны, как у взрослого, что свидетельствует о формировании продольного свода стопы, а округлость у основания пальцев характеризует наличие поперечного свода стопы.

Почему именно в этом возрасте детям полезно бегать босиком по траве?

Осуществляется массаж ступней ног, где находятся много активных точек, при воздействии на которые укрепляется здоровье и лечатся многие болезни сердца, почек, печени и др.

Дополнительно: со ступней удаляются ненужные отмершие клетки. Ступни становятся более здоровыми, упругими, красивыми, загорелыми. Они начинают дышать, между пальцев исчезает опрелость. Уменьшается риск подцепить грибковую инфекцию.

Наши прадеды ходили босиком. У них было не только с ногами всё в порядке, но и со здоровьем. При этом они ходили босиком и по улице, и по земле, и по траве. Причём всегда босиком даже в самую дождливую погоду, а это считается важным моментом в закаливании организма.

Если лето ребенок проводит на даче или в деревне, то пусть бегает босиком столько, сколько захочет. В лечебных целях лучше всего ходить по скошенной траве или по мелкой гальке. Это дает наибольший эффект в связи с воздействием на активные точки стопы. Ведь на стопе человека расположены зоны, которые представляют собой проекцию практически всех внутренних

органов и коры головного мозга человека. В рефлексотерапии активно используют эти зоны воздействуя на них разными методами, включая точечный массаж и иглоукалывание. За счет дополнительной стимуляции стоп улучшается циркуляция крови в ногах, активизируется работа внутренних органов. Никаких противопоказаний для ходьбы босиком не существует. Ведь это не что иное, как самомассаж.

А если у ребёнка нет возможности бегать босиком по траве, если он "прикован" к городской квартире? В наших современных дворах, где и травы-то порой почти нет, а та, что есть, изрядно унавожена фекалиями домашних собак, босиком не побегаешь. Многие родители говорят: Наш ребёнок всё время по квартире бегает босиком!

Ровный пол, да ещё, наверное, и с подогревом ... О каком закаливании и формировании стопы можно говорить в таком случае!? В таких случаях приходится больше говорить о патологии стоп.

Чем можно упредить патологии стоп у ребёнка? Дети должны носить жесткую, желательна кожаную, обувь со средним (2-3 см) каблуком и свободным носом, или родители должны приобрести ортопедическую обувь для ребёнка. Ортопедическая обувь для детей, а точнее супинаторы в обуви, облегчают нагрузку на стопы и способствуют их правильному развитию.

Но, что чаще всего бывает в жизни? Ортопедическая обувь для детей не всем родителям доступна по финансовым соображениям. И, как правило, в таких семьях ребёнку покупают обувь "на вырост", т.е. на 2 размера больше. Понятно, не у всех есть средства на частую смену обуви при быстром росте размера ноги ребёнка. Второй момент проблемы заключается в том, что при современном сумасшедшем ритме жизни просто нет времени бегать по огромному количеству магазинов и примерять огромное количество обуви, произведённой не понятно для кого и зачем. Выход для многих один - побыстрее купить какие-нибудь китайские ботинки, да и закрыть этот вопрос.

**Статическое плоскостопие** чаще всего обусловлено слабостью капсулярно-связочного и мышечного аппаратов стоп и большой нагрузкой на них, особенно при избыточном весе ребенка. Уменьшение сводов постепенно нарастает и приводит к

усталости ног, болям в икроножных мышцах после длительной нагрузки. Походка ребенка становится тяжелой, он не успевает в быстроте за своими сверстниками, превращается в «увальня» и «неумеху». Уменьшение рессорной функции стоп отражается и на состоянии всего скелета, особенно позвоночника, усиливаются уже имеющиеся патологии.

Важно своевременно стабилизировать плоскостопие, предупредить деформацию пальцев стоп. Детям с плоскостопием необходимо носить стельки-супинаторы или ортопедические стельки, формирующие своды. В тех случаях, когда не только снижена высота сводов, но и имеется неправильная установка стоп, назначается врачом-ортопедом ортопедическая обувь или индивидуальные ортопедические стельки. Обязательным условием лечения являются тренировка мышц голеней и стоп. С этой целью применяются различные тренажеры, массажеры, лечебная физкультура на массажных ковриках, контрастные ванны, физиотерапевтические процедуры.

Патологии стопы при статической недостаточности:

**продольное плоскостопие** – опускание вниз продольного свода стопы

**поперечное плоскостопие** – распластаный передний отдел стопы

**продольно-поперечно плоскостопие** – комбинированный вариант

**плоско-вальгусная деформация стоп** – определенное снижение высоты обоих сводов стопы и искривление её оси, при этом пятка и пальцы смотрят наружу, а вот средний отдел стопы завален внутрь

**Полая стопа** – патология, которая выражается в деформации стопы таким образом, что высота продольного свода увеличивается, т.е. происходит увеличение кривизны продольной части свода. Такого рода деформация абсолютно противоположна плоскостопию, когда свод опущен и слегка уплощен. Полая стопа вызывает опускание первой плюсневой кости стопы у основания большого пальца, пятка при этом слегка поворачивается внутрь. Таким образом, стопа «скручивается». Со временем полая стопа приводит и к деформации пальцев: они принимают когтеобразную или молоткообразную форму. При

выраженных формах заболевания стопы опирается только на головки плюсневых костей и на пяточный бугор, а средняя часть стопы и вовсе не прикасается к земле.

Индивидуальные ортопедические стельки противопоказаны в следующих случаях патологий стоп: полая стопа III и более степени; эквино-полая (ещё называется "конская", т.е. больной может наступать только на пальцы), эквино-поло-варусная и полаяпяточная деформации стопы.

*Не всегда известны причины возникновения данной патологии. Тем не менее, существуют 3 основные группы факторов, которые могут привести к образованию полой стопы:*

Заболевания нервно-мышечного аппарата, в ходе которых происходит увеличение высоты свода стопы. К таким заболеваниям относятся мышечная дистрофия, полинейропатия, опухоли спинного мозга, церебральный паралич и др.

Переломы таранной или пяточной кости, которые, вследствие каких-либо причин, срослись неправильно.

Патологии стоп, приобретённые в результате травм.

Многочисленные заболевания воспалительной природы и последствия травм дополняют врожденные нарушения скелета у детей.

Переломы костей и вывихи суставов в детском возрасте являются частой и серьезной патологией, которая не только длительно лечится, но может иметь серьезные последствия — вплоть до инвалидности человека.

Повреждения костей стопы у детей встречаются сравнительно редко, преимущественно в среднем и старшем школьном возрасте. Они возникают, главным образом, при наезде транспортных средств и во время падений больших тяжестей на область стопы, а также падений самих детей с большой высоты (деревьев, заборов, балконов и т.д.). В зависимости от механизма травмы частота переломов костей стопы различна: кости корня стопы менее уязвимы, подвержены переломам реже, а составляющие передний отдел стопы плюсневые кости и фаланги пальцев повреждаются довольно часто. Первое место по частоте занимают переломы плюсневых костей, затем идут переломы пяточной кости и фаланг пальцев. Преобладающее большинство переломов костей стопы

внутрисуставные, что определяет важность и сложность их диагностики и эффективного лечения.

Последствия таких нарушений весьма чувствительны для организма - это и укорочения конечностей, и нарушения формы костей, и ограничения подвижности в суставах стоп.

Патологии стопы, приобретённые в результате травм:

посттравматическое плоскостопие укорочение нижней конечности до 3 см относительное (укорочение нижней конечности в результате дисбаланса мышц таза, из-за которого происходит перекос или скручивание тазовых костей, сама нога при этом такой же длины как и другая) или анатомическое (укорочение нижней конечности происходит вследствие укорочения костей бедра или голени в результате травмы)

С целью выбора метода антропометрических исследований были рассмотрены наиболее распространенные методы получения исходной информации о стопе. В настоящее время, при обмерах и исследованиях стоп наибольшее применение получили метрические методы измерений (линейные и объёмные), плантографический метод, метод гипсования, метод получения сечений с помощью контурографов, фотографический, рентгенологический, бароподометрический.

При проведении антропометрических исследований часто используется плантографический метод, являющийся одним из наиболее доступных при массовых исследованиях стоп. Получаемые с его помощью плантограммы, отражают все особенности строения стопы и позволяют получать как дискретные, так и аналоговые ее характеристики.

С помощью метода плантографии можно получить контуры отпечатка и габарита стопы, определить наличие деформаций стопы. При всей простоте метода он очень информативен, т.к. плантограмма является необходимой исходной информацией для проектирования следа колодки и дает возможность оценки состояния стопы по целому ряду коэффициентов.

В тоже время, плантограмма стопы дает представление о форме и размерах мягкого свода в горизонтальной плоскости, что лишь отчасти позволяет судить о высоте костного свода.

В работе Синевой О.В. [62] был усовершенствован метод оценки состояния продольного свода стопы, а также была предложена классификация методов обработки плантограмм.

В работе Белгородского В.С. [18] разработан способ получения и обработки плантограмм стоп с использованием цифровых информационных технологий. На основе применения цифровых методов обработки плантограмм разработаны графо-аналитические способы определения основных габаритных размеров стоп и площадей контакта с плоской опорой, которые применены при конструировании вкладных деталей обуви.

Одним из наиболее отработанных методов получения пространственных геометрических характеристик стопы является *метод гипсовых слепков*.

На сегодняшний день существует несколько способов получения гипсовых слепков:

1. Снятие гипсового слепка стопы при помощи гипсового или с полимерной пропиткой бинта (лонгеты);

2. Получение гипсового слепка заливкой жидкого гипса в форму;

3. Снятие гипсового слепка стопы при помощи сухой полиуретановой пены (например Pedilen фирмы "Otto Bock").

4. С помощью подушек с сыпучим (текучим) наполнителем с использованием вакуумно-компрессорной установки и регуляцией давления в подушках;

К числу достоинств метода относятся простота реализации и доступность используемых материалов, а также возможность переноса на слепок отмеченных на стопе анатомических точек и линий. Незначительная погрешность, возникающая вследствие изменения размеров гипсовой отливки при застывании, может быть устранена с помощью ручной доводки или использования для полученных цифровых данных поправочных коэффициентов, определяемых экспериментальным путем.

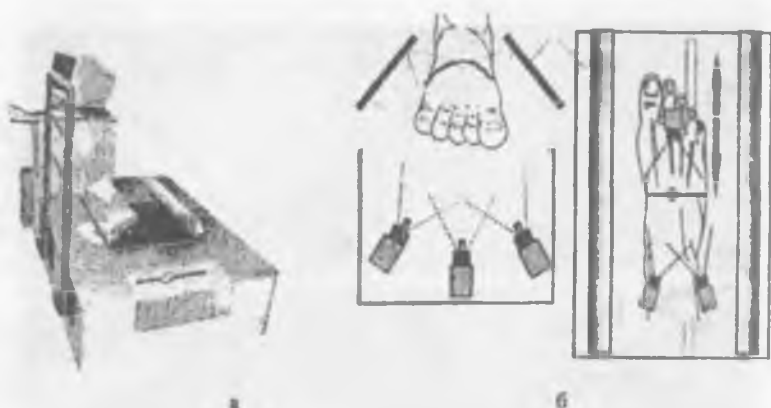


*Рис. 2.1. Получение и обработка гипсовых слепков стопы*

Данный метод проигрывает современным бесконтактным методам обмера по трудоемкости, скорости и точности получения данных. Тем не менее, метод гипсовых слепков дает уникальную возможность изучения характера изменения формы и размеров стопы при опоре на не плоское основание.

Широкий спектр существующих методов получения информации о стопе делает возможным выбор метода, наиболее подходящего для конкретной задачи, а внедрение компьютерных технологий повышает точность и эффективность измерений.

В последнее время все большее распространение получают *бесконтактные автоматические устройства для обмера стоп*. При этом выполняется обмер всей поверхности стопы с последующим анализом ее формы программными средствами. Примером таких устройств может служить 3-Д сканер ScanWorX Foot Measure, использующий метод светового сечения стопы (рис. 2.2 а).



*Рис.2.2. 3-D сканер (а - внешний вид, б - принцип работы)*

Сканирование стопы происходит в течение нескольких секунд (максимум 12 сек.) с помощью лазеров, установленных на каретке, движущейся вдоль стопы. Лучи лазеров отражаются от зеркал и проецируются на стопу (рис.2.2 б.), что позволяет получать набор поперечных сечений стопы по всей ее поверхности. Контуры получаемых световых сечений стопы считываются камерами и передаются в компьютер. Получаемые в результате программной обработки каркас поверхности стопы с нанесенными контурами контрольных сечений, а так же ее основные размерные параметры стопы выводятся на монитор. При просмотре имеется возможность выбора необходимого ракурса изображения поверхности стопы. Количество точек каркаса поверхности стопы составляет до 120000 в зависимости от ее размера.

При том, что прилагаемое программное обеспечение позволяет выполнять широкий набор действий, необходимых при исследовании стопы, оно, к сожалению, не позволяет отслеживать изменения положений отдельных анатомических точек стопы в зависимости от положения опоры и характера распределения нагрузки на стопу. Несколько недоопределенным остается пяточный участок стопы, отсутствует возможность определения параметров стопы при опоре на профилированное основание, полученные данные стопы без дополнительной обработки не могут быть использованы при проектировании колодки.

В настоящее время в ортопедии для диагностики патологий стоп широкое применение получили компьютерные бароподометрические системы «Pad Professional» фирмы «Extra Comfort» (Израиль), представляющая собой подключенную к компьютеру подометрическую платформу с 1024 барочувствительными элементами. Программное обеспечение позволяет получить картину распределения давления стопы на плоскую опору в виде цветного изображения (рис. 2.3.а), на котором каждому цвету соответствует определенная величина давления.

Аналогичными возможностями обладают система «Emed-SX/R» фирмы «Novel» (Германия) (рис. 2.3.б) и целый ряд других. Российский программно-аппаратный комплекс «ДиаСлед» (рис. 2.3.в,г) оснащен набором функциональных стелек с датчиками давления, регистрирующими нагрузку под стопами. Количество датчиков для пары стелек 28-го размера достигает 190 шт. За 1 с. каждый датчик опрашивается 100-250 раз. Получаемые на комплексе "ДиаСлед" данные о динамике распределения давления по подошвенной поверхности стопы, структуре траектории центра давления под стопами, изменении суммарной нагрузки под стопами во времени позволяют выявлять заболевания на ранней стадии, когда наблюдаются лишь функциональные нарушения опорно-двигательного аппарата, а также отслеживать динамику заболевания и эффективность проводимого лечения.

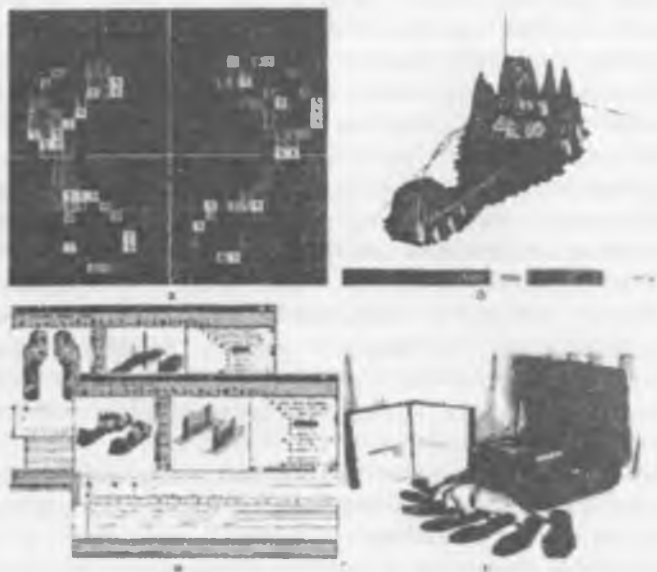
К сожалению, описанные бароподометрические системы не позволяют измерять давление при опоре стопы на профилированное основание, таким образом, отсутствует возможность оценить рациональность разработанного анатомического следа обуви, что в значительной степени снижает интерес к данным системам.

На основе проведенного анализа нами были выбраны следующие методы получения исходных данных о стопе, которые были использованы в работе:

1, *Метод метрических измерений* применялся для определения основных антропометрических параметров стоп, измерения проводились с помощью узкой ленты в положении равномерной опоры на обе стопы. Определялись значения следующих размерных признаков: обхват в середине пучков ( $O_{с-п}$ ); обхват прямого взъема ( $O_{п-вз}$ ); обхват через пятку-сгиб ( $O_{п-сг}$ ).

2. Метод плантографии использовался для определения длины стопы (Д) и параметров стопы по ширине, для оценки состояния продольного свода стопы, получения исходных данных для проектирования рационального следа колодки для профилактической обуви и обуви повышенной комфортности, а также для определения месторасположения выкладки продольного свода.

3. Метод гипсовых слепков позволил изучить характер изменения формы и размеров стопы при изменении нагрузки и положения. Использование при получении слепков сухой полиуретановой пены Pedilen (ф."Оп:о Воск") позволило получить слепки стоп, опирающихся на мягкое основание, которые впоследствии использовались для проектирования внутренней формы колодки для профилактической обуви и обуви повышенной комфортности.



**Рис.2.3. Бароподаметрические исследования (а - с помощью системы «Pad Professional», б-с помощью системы «Emed-SX/R», в - с помощью комплекса «Диа След», г – внешний вид комплекса «Диа След»)**

4. Метод SD-сканирования использовался при анализе характера изменения формы и размеров стопы в зависимости от нагрузки и высоты приподнятости пятки, для определения величины экскурсии продольного свода под нагрузкой, а также позволил бесконтактным способом получить исходные данные стопы, используемые при проектировании колодок.

## 2.2. Исследование характера изменения формы и размеров стопы в зависимости от положения и нагрузки

Как было показано еще в работах Хохлова Б.П. проектирование рациональной внутренней формы обуви тесно связано с вопросами изменения формы и размеров стопы в зависимости от положения и нагрузки. Поэтому, с целью обоснования методики проектирования рационального следа профилактической и комфортной обуви нами проводились исследования характера изменения формы и размеров стопы в зависимости от положения и нагрузки.

Ранее аналогичные исследования были проведены в работах [83, 21], при этом было установлено, что под нагрузкой увеличиваются размеры по длине, ширине и обхватам стопы, особенно переднего отдела, что объясняется подвижностью плюсневых костей и наличием мягких тканей. После снятия нагрузки форма и размеры стопы восстанавливаются до исходных. Наименьшие размеры стопы соответствуют безопорному положению. Наибольшие поперечные размеры стопы имеет в момент отрыва от опорной поверхности. При этом периметр сечения стопы в пучках увеличивается примерно на 5 % по сравнению с безопорным положением, а по сравнению с положением равномерной опоры на обе стопы увеличение составляет не более 0,7-2,0 %. Периметры поперечных сечений, проходящих через середину стопы, изменяются в меньшей степени (2-3 %), что обусловлено ограниченностью смещения плотно связанных между собой костей предплюсны и частично плюсны. Ширина в пучках изменяется на 7-8 %, имея минимальный размер в безопорном положении и максимальный - при опоре на пучки. Наибольшее увеличение длины стопы соответствует моменту опоры на одну ногу и не превышает 1,5 мм (0,6 %) по сравнению с равномерной опорой на обе стопы.

### **2.2.1. Исследование характера изменения формы и размеров стопы методом гипсовых слепков**

В ходе экспериментальных исследований по определению изменения формы и размеров стопы в зависимости от нагрузки были выполнены:

1. Анализ характера изменения формы стопы в зависимости от нагрузки и высоты приподнятости пятки;

2. Исследование изменения положения по высоте и ширине габаритных точек стопы в зависимости от нагрузки и высоты приподнятости пятки;

3. Исследование экскурсии продольного свода стопы в зависимости от нагрузки;

4. Определение деформации мягких тканей стопы при переходе от безопорного положения к положению равномерной опоры на плоское основание и при переходе от положения равномерной опоры на мягкое основание к положению равномерной опоры на плоское основание;

5. Определение приращений по сечениям при переходе от положения плоской опоры стопы с пяткой, опирающейся на каблук, к форме рационального следа комфортной обуви с заданной высотой приподнятости пятки.

Полученные данные в дальнейшем были использованы при разработке принципов перехода от формы стопы к форме следа колодки для профилактической обуви и обуви повышенной комфортности; при разработке методики проектирования колодки для профилактической и комфортной обуви; при определении рационального профиля следа; оптимальных параметров выкладки; при проектировании контуров продольно-осевого и поперечно-вертикальных сечений колодки.

С целью исследования изменения формы и размеров стопы под нагрузкой и определения величин смятия мягких тканей нами сопоставлялись гипсовые слепки женских стоп ( $D=230$  мм;  $D=240$  мм;  $D=250$  мм) и детской стопы ( $D=180$  мм) полученные в различных положениях.

Для исследования характера изменений формы и размеров стопы под нагрузкой были получены слепки плантарной поверхности женской стопы в следующих положениях:

безопорном положении; при равномерной опоре на обе стопы; при полной опоре на одну стопу. Кроме того, были получены еще 2 слепка стопы в искусственно созданном положении равномерной и полной опоры на гипсовый оттиск, полученный для безопорного положения стопы.

Перед получением каждого гипсового слепка для оценки изменения положения свода и анализа величины смятия мягких тканей в пучках и пятке на ноге были отмечены следующие анатомические точки (при гипсовании эти точки перешли на слепки):

- точка бугристости ладьевидной кости;
- наиболее выступающая точка пятки;
- центр головки первой плюсневой кости;
- центр головки пятой плюсневой кости.

Эксперимент проводился следующим образом. Для безопорного положения (стопа без нагрузки касается плоскости основания точками следа, соответствующими бугру пяточной кости и головкам плюсневых костей), положений равномерной опоры на обе стопы и полной опоры на одну стопу (на плоское основание) были сделаны негативы с отпечатком плантарной поверхности и получены слепки.

Кроме того, нами был рассмотрен случай равномерной опоры, когда стопа опиралась на негатив, полученный для безопорного положения. С тем, чтобы определить, насколько при этом понижается высота свода стопы, на опорной плите предварительно был снят слой гипса в подсводной области и, непосредственно перед установкой стопы в этом месте подливался жидкий раствор гипса. Таким образом, в соответствии с рекомендациями Кочетковой Т.С. [29], форма пятки и наружного свода на слепке оставалась неизменной. такой, как она была в случае безопорного положения. Внутренний же свод на слепке, полученном таким образом, соответствовал равномерной опоре на две стопы. Данная методика во многом перекликается с методикой получения слепков, использовавшейся Н.А. Колесниковой. Аналогично был получен слепок для случая полной опоры на одну стопу.

При помощи штангенрейсмуса, были определены координаты отмеченных точек на каждом слепке. В качестве

базовой плоскости использовалась плоскость опоры. На горизонтальной проекции продольная ось была выбрана, проходящей через центр пятки и середину пучков в направлении второго межпальцевого промежутка.

Расстояние от плоскости опоры до каждой отмеченной точки было измерено при помощи штангенрейсмуса. В таблице 2.1. представлены полученные данные для женской стопы (Д=230 мм).

**Таблица 2.1**

**Данные обмера женской стопы (Д=230 мм) в различных положениях**

| № п.п. | Положение стопы                                                                                                                  | Высота от плоскости опоры до анатомической точки, мм |                                  |                                    |                                    |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
|        |                                                                                                                                  | Центр бугристости Ладьевидной кости                  | Наиболее выступающая точка пятки | Центр головки 1-ой плюсневой кости | Центр головки V-ой плюсневой кости |
| 1.     | Безопорное положение                                                                                                             | 43,1                                                 | 26,3                             | 23,9                               | 17,0                               |
| 2.     | Равномерная опора на обе стопы                                                                                                   | 33,1                                                 | 20,3                             | 19,1                               | 12,5                               |
| 3.     | Полная опора на стопу                                                                                                            | 27,2                                                 | 19,4                             | 17,0                               | 10,6                               |
| 4.     | Равномерная опора на обе стопы (при стоянии на гипсовом оттиске, снятом в безопорном положении, с удаленным подсводным участком) | 36,6                                                 | 21,9                             | 21,4                               | 14,1                               |
| 5.     | Полная опора на стопу (при стоянии на гипсовом оттиске, снятом в безопорном положении, с удаленным подсводным участком)          | 32,4                                                 | 20,6                             | 19,6                               | 12,6                               |

Проведенный эксперимент показал:

1. При переходе от безопорного положения к опорному длина и габаритные размеры стопы по ширине увеличиваются, внутренний свод опускается, а также происходит деформация мягких тканей по следу.

2. Величины деформации мягких тканей для случая опоры на профилированное основание меньше, чем на плоское. Это связано с тем, что нагрузка распределяется по всей поверхности контакта стопы с гипсовым оттиском, и, как следствие, нагрузка в значительной степени снижается по сравнению со случаем опоры на плоское основание.

3. При полной опоре на одну стопу деформация мягких тканей под бугром пяточной кости по сравнению со случаем равномерной опоры изменяется незначительно.

4. Сопоставление значений удаленности от плоскости опоры четырех выбранных анатомических точек для безопорного положения стопы и случая опоры стопы на гипсовый отпечаток, полученный для безопорного положения, показывает, что при опоре стопы на отпечаток также присутствует деформация мягких тканей. На слепках отчетливо видно, что под нагрузкой стопа расплываясь значительно увеличивает свои размеры как по длине, так и по ширине и не вписывается в габариты отиска, полученного для безопорного положения. Таким образом, параметры следа стопы, полученные для безопорного положения, а также величины смятия мягких тканей, полученные путем сравнения геометрических параметров стопы в безопорном положении и положении равномерной опоры на плоское основание не могут использоваться при построении рациональной формы следа обуви.

5. Для получения исходных данных для проектирования рационального следа, а так же для получения объективных значений величин смятия мягких тканей под нагрузкой, необходимо брать случай опоры стопы на профилированное ложе, полученное не путем гипсования стопы в безопорном положении, а путем получения оттиска стопы под нагрузкой при опоре на мягкое основание.

При проектировании колодок для обуви повышенной комфортности и профилактической обуви, нами предлагается использовать гипсовые слепки стоп, полученные при опоре на мягкое основание. В работе, при получении слепков использовалась сухая полиуретановая пена Pedilen фирмы "Otto Bock".

В ходе апробации разработанной методики нами были найдены значения смятия мягких тканей для женской стопы ( $D=250$  мм), а так же для детской стопы ( $D=180$  мм).

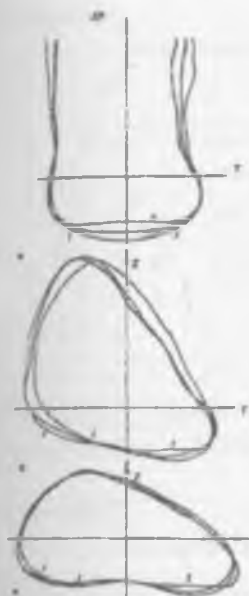
Для определения величин смятия мягких тканей в зависимости от нагрузки нами сопоставлялись гипсовые слепки женской стопы ( $D=250$  мм), полученные в различных положениях: 1 - безопорном; 2 - при равномерной опоре на плоское основание; 3 - при равномерной опоре на мягкое основание. На рис.2.4. представлены поперечно-вертикальные сечения стопы  $0,18D$ ;  $0,4D$ ;  $0,62D$ .

При сопоставлении параметров слепков все они ориентировались относительно общей базовой горизонтальной плоскости, положение которой определялось следующим образом:

1. На слепке 2, полученном для случая равномерной опоры на плоское основание базовая плоскость выбрана проходящей параллельно плоскости опоры на удалении  $0,09D$ .

2. На слепке 2 было измерено расстояние от наружной и внутренней лодыжек до базовой горизонтальной плоскости. На слепках 1 и 3 положение горизонтальной плоскости в пяточной части выбрано отстоящим на такое же удаление от лодыжек.

В сечении  $0,73D$  на слепке 2 было измерено расстояние от базовой горизонтальной плоскости до верхней габаритной точки на тыльной стороне стопы, соответствующей головке первой плюсневой кости. Положение горизонтальной плоскости на слепках 1 и 3 в области головки первой плюсневой кости задано на том же удалении от верхней точки.



*Рис. 2.4. Контуры сечений стопы (а - 0,18Д, б - 0,4Д, в - 0,62Д), полученные в безопорном положении (1), положении равномерной опоры на плоское основание (2), положении равномерной опоры на мягкое основание (3)*

Продольно-вертикальная плоскость выбрана проходящей перпендикулярно горизонтальной плоскости через середину пучков и середину пятки стопы, найденные по габариту стопы. Поперечно-вертикальные сечения заданы в плоскостях, перпендикулярных горизонтальной и продольно-вертикальной плоскостям. Положение сечений определялось на удалении от наиболее выступающей точки пятки в долях от длины стопы по слепку (0,07Д, 0,18Д, 0,3Д, 0,4Д, 0,5Д, 0,62Д, 0,68Д, 0,73Д, 0,8Д, 0,9Д).

Величины смятия мягких тканей при переходе от безопорного положения к положению равномерной опоры на плоское основание ( $A^1$ ) и от безопорного положения к положению равномерной опоры на мягкое основание ( $A$ ), найденные в нижних габаритных точках сечений стопы, представлены в табл. 2.2.

Таблица 2.2

**Величины смятия мягких тканей женской  
стопы (D=250 мм)**

| При переходе от<br>безопорного положения<br>к положению<br>равномерной опоры на: | Величины смятия мягких тканей<br>по сечениям, мм: |       |      |      |      |       |       |       |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-------|------|------|------|-------|-------|-------|
|                                                                                  | 0,07Д                                             | 0,18Д | 0,3Д | 0,4Д | 0,5Д | 0,62Д | 0,68Д | 0,73Д |
| плоское основание, Δ'                                                            | 5                                                 | 7     | 4    | 5    | 3,5  | 2,5   | 2,5   | 2,5   |
| мягкое основание, Δ                                                              | 3                                                 | 2,5   | 1    | 2    | 1,5  | 0,5   | 0,5   | 0,5   |

Для детской стопы (D=180 мм) были определены величины смятия мягких тканей в основных анатомических точках.

Таблица 2.3

**Величины смятия мягких тканей детской  
стопы (D=180 мм)**

| При переходе от<br>безопорного положения<br>к положению<br>равномерной опоры на: | Величины смятия мягких тканей в основных<br>анатомических точках, мм: |                              |                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------|---------------------------------|
|                                                                                  | Бугор пяточной<br>кости                                               | Головка 1<br>плюсневой кости | Головка 5<br>плюсневой<br>кости |
| плоское основание, Δ'                                                            | 4,5                                                                   | 4,2                          | 4                               |
| мягкое основание, Δ                                                              | 2,5                                                                   | 3                            | 0,5                             |

При разработке следа колодок обуви повышенной комфортности и профилактической обуви для различных половозрастных групп необходимо в ходе дополнительных исследований определить средние величины смятия мягких тканей на различных участках плантарной поверхности стопы.

Помимо определения величин смятия мягких тканей стопы нами исследовалось изменение положения линии габарита стопы по ширине в зависимости от случая опоры (рис. 2.5).

Для полученных слепков были найдены расстояния от базовой плоскости до линии габарита стопы по ширине, а также ширина стопы по габариту (табл.2.4.).

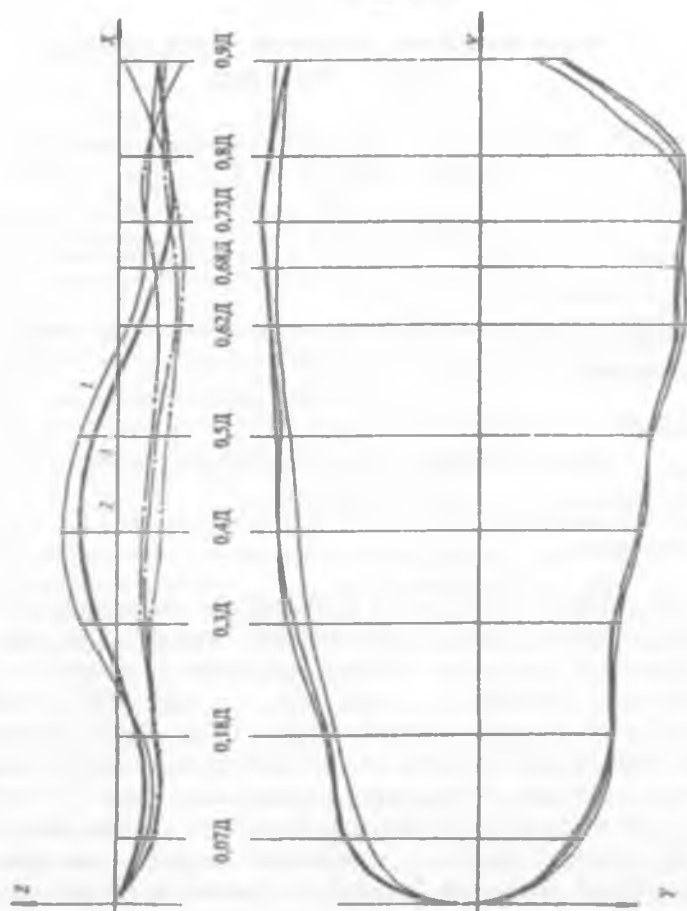
Таблица 2.4.

**Значения высоты и ширины линии габарита  
стопы (Д=250 мм)**

| Положение стопы                           | Поперечно-вертикальное сечение |      |      |      |      |      |       |      |       |      |       |      |
|-------------------------------------------|--------------------------------|------|------|------|------|------|-------|------|-------|------|-------|------|
|                                           | 0,3Д                           |      | 0,4Д |      | 0,5Д |      | 0,62Д |      | 0,68Д |      | 0,73Д |      |
|                                           | Высота линии габарита, мм      |      |      |      |      |      |       |      |       |      |       |      |
|                                           | Вн.                            | Нар. | Вн.  | Нар. | Вн.  | Нар. | Вн.   | Нар. | Вн.   | Нар. | Вн.   | Нар. |
| Безопорное                                | 8                              | 6    | 12   | 7    | 9,5  | 8,5  | 2,5   | 14   | 4     | 13   | 5,5   | 12   |
| Равномерная опора на<br>плоское основание | 4                              | 7    | 8,5  | 11   | 6    | 11   | 4     | 14   | 9     | 14   | 11    | 13   |
| Равномерная опора на<br>мягкое основание  | 4                              | 7    | 8,5  | 6    | 6    | 8    | 4     | 9    | 9     | 8,5  | 11    | 5    |
|                                           | Ширина линии габарита, мм      |      |      |      |      |      |       |      |       |      |       |      |
| Безопорное                                | 37                             | 31   | 39   | 35   | 41   | 36   | 44    | 43   | 44    | 43,5 | 44    | 44   |
| Равномерная опора на<br>плоское основание | 41                             | 29   | 43   | 35   | 43   | 38   | 46    | 46   | 47    | 45   | 47,5  | 45   |
| Равномерная опора на<br>мягкое основание  | 39,5                           | 29   | 43   | 35,5 | 44   | 36   | 46    | 44   | 47    | 44   | 47,5  | 45,5 |

Из таблицы 2.4. и рис. 2.5. видно, что положение по высоте линии габарита стопы с внутренней стороны для положений равномерной опоры на плоское основание и опоры на мягкое основание практически совпадают. С наружной стороны в подсводной области (сечения 0,3Д; 0,4Д; 0,5Д) практически совпадают кривые габарита для положения равномерной опоры на мягкое основание и безопорного положения стопы.

Из таблицы 2.4. и рис. 2.5. видно, что положение по высоте линии габарита стопы с внутренней стороны для положений равномерной опоры на плоское основание и опоры на мягкое основание практически совпадают. С наружной стороны в подсводной области (сечения 0,3Д; 0,4Д; 0,5Д) практически совпадают кривые габарита для положения равномерной опоры на мягкое основание и безопорного положения стопы.



**Рис.2.5. Проекции линии габарита стопы по ширине**  
**(1-безопорное положение; 2-равномерная опора на плоское основание;**  
**3-равномерная опора на мягкое основание)**

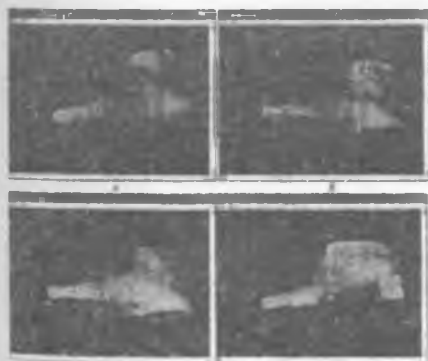
На наш взгляд, поскольку, изменение прогиба свода хорошо прослеживается по изменению линии внутреннего габарита стопы, по ее форме можно судить и о прогибе стопы в целом. Поэтому в работе предлагается привязываться к пространственной кривой габарита стопы с учетом изменения ее положения под нагрузкой и при подъеме пяточной части.

Определение величин экскурсии мягкого свода стопы под нагрузкой проводилось в ходе исследований стоп с помощью 3-D сканера и рассмотрено ниже.

### **2.2.2. Получение исходных данных и анализ изменения размеров стопы с помощью 3-D сканера**

Методика обмера стопы при помощи 3-D сканера очень эффективна, если необходимо узнать изменение длиннотных, широтных и обхватных параметров в зависимости от положения стопы и нагрузки. При помощи 3-D сканера Scan WorX Foot Measure нами были отсканированы женские стопы ( $D=230$  мм;  $D=240$  мм;  $D=250$  мм) в следующих положениях: безопорном, положении равномерной опоры, полной опоры на одну стопу и при опоре на каблук. На рис 2.6. представлен пример отсканированной женской стопы  $D=230$  мм.

Для анализа изменения размеров стопы в зависимости от положения и нагрузки в ходе сканирования были проведены обмеры стоп. Были получены параметры стоп в безопорном положении, при равномерной опоре на обе стопы и при полной опоре на одну стопу (рис. 2.7.). В таблице 2.5. представлены основные параметры женской стопы  $D=230$  мм.



*Рис. 2.6. Общий вид отсканированной стопы ( $D=230$  мм) при различных положениях опоры (а - безопорное положение; б - равномерная опора; в - полная опора на 1 стопу; г - опора на каблук)*

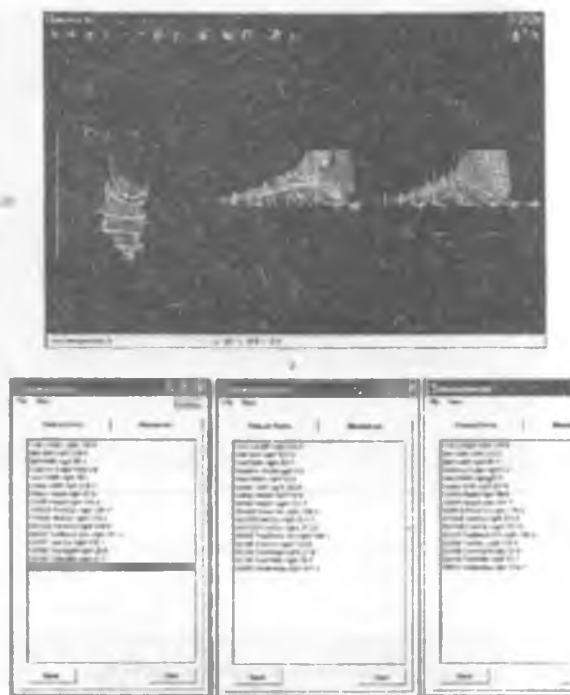
Таблица 2.5.

**Сравнение основных параметров стопы, снятых в  
различных положениях**

| Положение<br>стопы                   | Длина<br>стопы | Обхват по<br>наружному<br>пучку | Обхват по<br>внутреннему<br>пучку | Обхват<br>середины<br>стопы | Обхват<br>через<br>пятку-сгиб | Длина до<br>внутреннего<br>пучка |
|--------------------------------------|----------------|---------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|----------------------------------|
| Безопорное                           | 230,6          | 209,5                           | 191,3                             | 191,3                       | 236,5                         | 208,8                            |
| Равномерная<br>опора на обе<br>стопы | 232,8          | 212,3                           | 196,9                             | 198,1                       | 239,3                         | 212,0                            |
| Полная опора на<br>стопу             | 234,8          | 212,6                           | 198,1                             | 196,9                       | 239,9                         | 212,5                            |

В результате проведенного эксперимента было установлено, что при переходе от безопорного положения к положению равномерной опоры на обе стопы длина стопы увеличивается на 2,2 мм, а к положению полной опоры - на 4,2 мм. При переходе от безопорного положения к положению равномерной опоры обхват по наружному пучку увеличивается на 3,3 мм, обхват в середине стопы - на 6,8 мм, обхват через пятку-сгиб - на 2,8 мм.

В ходе проведения эксперимента был так же рассмотрен характер изменения положения габаритных точек стопы при различной нагрузке, а именно, для безопорного положения, для положения полной опоры на одну ногу, для равномерной опоры на обе ноги.



**Рис.2.7. Основные параметры (а) женской стопы ( $D=230$  мм), найденные в безопорном положении (б), положениях равномерной (в) и патной (г) опоры на стопу.**

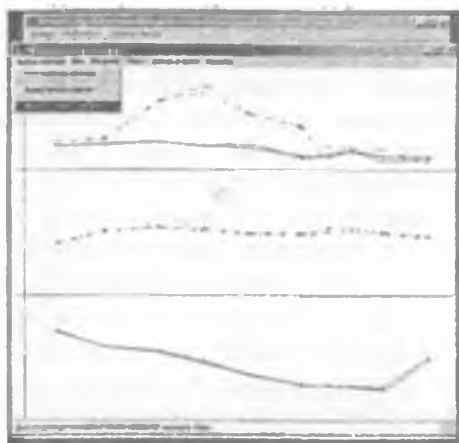
К сожалению, программное обеспечение, поставляемое вместе со сканером, не позволяет получить координаты контуров поперечно-вертикальных сечений стопы, а также координаты точек габаритных линий стопы. В связи с этим, нами с помощью компилятора Borland C++ Builder была разработана программа Semakis (рис. 2.8.), которая позволяет выделить из общего массива точек координаты точек 10 основных поперечно-вертикальных сечений стопы: 0.07Д, 0.18Д, 0.3Д, 0.4Д, 0.5Д, 0.62Д, 0.68Д, 0.73Д, 0.8Д, 0.9Д, а также координаты габаритных линий стопы (рис. 2.9 -2.10.).



**Рис.2.8. Выбор исходных для обработки**



**Рис.2.9. Вывод на экран контуров 10 стандартных сечений столы**



*Рис.2.10. Вывод на экран габаритиных линий по ширине (равномерная и полная опора)*

На рис. 2.10. показан характер изменения положения линии габарита в зависимости от нагрузки во фронтальной и горизонтальной проекции. При совмещении линий габарита одноименных сечений в различных положениях стопы была измерена высота габаритных точек и анализировалась величина расхождения контуров.

С помощью созданной программы мы анализировали изменение контуров сечений стопы, полученные в различных положениях (рис. 2.11.), а так же определяли величины экскурсий. Для определения величины экскурсии мягкого свода стопы под нагрузкой, нами сопоставлялись координаты контуров поперечно-вертикальных сечений 0,3Д, 0,4Д, 0,5Д женских стоп (Д=230 мм; Д=240 мм; Д=250 мм), полученные для случая равномерной и полной опоры на плоское основание с нулевой приподнятостью пятки. Высота свода определялась от плоскости опоры до внутреннего края стопы.

Было установлено, что при опоре на плоское основание экскурсия продольного свода стопы при переходе от положения равномерной опоры на обе стопы к положению полной опоры на

одну стопу в среднем составляет: в сечении 0,3Д - 2,5 мм, в сечении 0,4Д - 3,5 мм, в сечении 0,5Д - 3 мм.

К сожалению, использовавшийся нами сканер, так же как и другие аналогичные устройства, предназначен для проведения обмеров стопы в положении плоской опоры. В связи с этим, использование полученных данных при проектировании колодки с заданной высотой приподнятости пятки, особенно в области следа, связано с определенными трудностями, поскольку, как было показано ранее, для построения рационального следа колодки необходимо использовать данные стопы, пятка которой опирается на каблук заданной высоты. А для получения комфортного следа желательно также располагать данными стопы, полученными в положении опоры на мягкое основание.



Рис.2.11. Сечения стопы ( $D=230$ ) в безопорном положении (---), положении равномерной опоры (\*-) и полной опоры (—) на стопу (а-сеч. 0,3; б-сеч.0,4Д; в-сеч.0,6Д)

Мы предлагаем следующее решение данной проблемы:

1. При обмере стопы на 3D сканере стопа в пяточной части должна опираться на специальную опору, высота которой подбирается в зависимости от высоты приподнятости пятки колодки.

2. Поскольку, как видно из рис. 2.6.г и 2.12.а, стопа в таком положении сильно деформирована по следу, а именно: под бугром пяточной кости наблюдается значительная деформация мягких тканей, а при переходе к геленочной части образуется излом, связанный с тем, что мягкие ткани стопы провисают, не встречая в этой области поддержки, полученные исходные данные должны корректироваться с тем, чтобы приблизить их к форме следа стопы, опирающейся на мягкое основание.

3. В носочно-пучковой части форма следа стопы приближается к форме следа для случая равномерной опоры на плоское основание. Однако, вследствие переноса центра тяжести вперед при подъеме стопы на каблук, нагрузка на передний отдел повышается и, в результате, происходит увеличение габаритных размеров по ширине и опускание габарита по высоте, которые необходимо учитывать при проектировании следа колодки.

4. Для того, чтобы задать рациональную форму следа колодки данные, полученные при обмере на 3D сканере, должны быть откорректированы в пятке и пучковой части на величины приращений при переходе от положения равномерной опоры на плоское основание к положению равномерной опоры на мягкое основание, а в геленочной части: в области наружного свода - откорректированы на величину смятия мягких тканей при переходе от безопорного положения к положению равномерной опоры на мягкое основание; в области внутреннего свода - опущены на величину экскурсии свода под нагрузкой.

5. Величины приращений, необходимые для перехода от сечений стопы к форме следа рациональной колодки, были определены в ходе эксперимента с гипсовыми слепками стоп, полученными для безопорного положения и случая равномерной и полной опоры как на плоское, так и на мягкое основание.

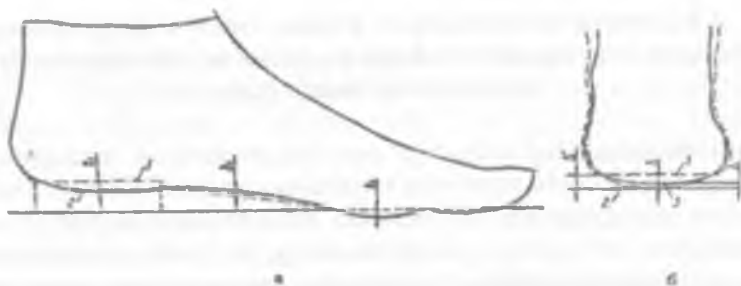
### 2.3. Принципы перехода от формы стопы к форме следа колодки для медицинской профилактической обуви и обуви повышенной комфортности

Используя найденные в ходе проведенного эксперимента величины деформации стопы в основных анатомических точках и с учетом рассмотренных методик проектирования разработаны принципы перехода от стопы к следу колодки, положенные в основу разработанной методики проектирования следа колодки.

*Принципы перехода от формы стопы к форме следа колодки с высотой приподнятости пятки менее 20 мм:*

1. При проектировании колодки для низко-каблучной обуви (высота приподнятости пятки менее 20 мм) в качестве исходной информации, на наш взгляд, допустимо использовать антропометрические данные стопы, полученные для случая равномерной опоры на мягкое основание при нулевой приподнятости пятки;

2. Для использования в качестве исходных данных параметров стопы, найденных в положении равномерной опоры на плоское основание, необходимо предварительно определить смятие мягких тканей стопы, опирающейся на мягкое профилированное основание. Величина смятия мягких тканей при переходе от безопорного положения к положению равномерной опоры на плоское основание составляет  $A'$ , а при переходе от безопорного положения к положению опоры на мягкое основание -  $A$  (рис. 2.12.6). Величина приращения при переходе от положения равномерной опоры к форме рационального следа может быть найдена как  $b=A'-A$ .



*Рис. 2.12. Определение величин смятия мягких тканей стопы и корректировка следа 1 - положение равномерной опоры на плоское основание; 2 - безопорное положение; 3 - положение равномерной опоры на мягкое основание*

3. При построении следа колодки в области внутреннего свода необходимо предусмотреть выемку под выкладку продольного свода. Эта выкладка не должна препятствовать рессорной функции свода стопы и работе мышц по удержанию продольного свода. Высота выкладки должна быть ниже высоты мягкого свода утомленной стопы. Она служит поддержкой для свода лишь в период утомления мышц, когда свод опускается. На наш взгляд, она должна быть равна высоте мягкого свода, соответствующей максимальной нагрузке массой тела при опоре на одну стопу.

4. Форма следа колодки в пяточной части и в области наружного свода должна соответствовать форме стопы при равномерной опоре на мягкое основание.

5. В носочно-пучковой части колодок нельзя задавать профилированную форму следа, отражающую плантарную поверхность плюсневого и пальцевого отделов стопы, т.к. положение головок плюсневых костей и пальцев у разных людей существенно различается, поэтому на данном участке форма следа колодки остается стандартной.

6. Контур следа колодки должен быть таким, чтобы обеспечивать удобное и правильное расположение стопы в обуви с учетом максимального использования ее опорных плоскостей. Он должен быть шире отпечатка стопы на плантограмме, чтобы исключить травмирование стопы стелечной гранью.

7. Форму носочной части колодки необходимо проектировать независимо от моды (фасона) в соответствии с пальцевой дугой

стопы. Для этого внутренний край по месту расположения большого пальца для детей до пятилетнего возраста - делают прямым, до восьмилетнего возраста - отклоненным на  $5^\circ$  от касательной к внутренней стороне стопы, для остальных возрастных групп - принимают отклоненным на  $8-10^\circ$ .

8. Форма следа колодки для детской профилактической обуви должна обеспечивать условия для правильной установки стопы и способствовать правильному формированию сводов. Это обеспечивается с помощью профилированной пятки и умеренных выкладок в области наружного и внутреннего свода.

9. Наиболее широкая форма носочной части для детской колодки должна быть не в области пучков, а у основания дистальных (ногтевых) фаланг, что будет обеспечивать свободу пальцев.

10. Носочно-пучковую часть следа колодки следует проектировать без валика Зейца, поскольку большая вариабельность стоп по длине плюсневых костей затрудняет определение места расположения выкладки поперечного свода в обуви массового производства.

11. При поперечном плоскостопии на след готовой обуви рекомендуется вклеивать валик Зейца, месторасположение и высота которого должны индивидуально подбираться в ходе примерки обуви под наблюдением врача.

*В случае проектирования колодки с высотой приподнятости пятки 20 мм и выше в последовательность проектирования колодки вносятся следующие изменения:*

1. При проектировании колодок, высота приподнятости пятки, которых составляет 20 мм и выше, в качестве исходной информации необходимо использовать антропометрические данные стопы, полученные в положении плоской опоры с пяткой, опирающейся на каблук;

2. В области пятки, наружного свода и пучков форма следа колодки должна соответствовать положению опоры на мягкое основание с приподнятой пяткой.

3. При построении следа колодки данные следа стопы, полученные в положении плоской опоры должны корректироваться с учетом деформации мягких тканей стопы. Так, для построения рациональной формы следа в пучках и пятке необходимо учитывать величины приращений при переходе от случая опоры на

плоское основание к случаю опоры на мягкое основание, а в геленочной части: в области наружного свода - откорректированы на величину смятия мягких тканей при переходе от безопорного положения к положению равномерной опоры на мягкое основание; в области внутреннего свода - опущены на величину экскурсии свода под нагрузкой. На основании изложенных принципов была разработана методика проектирования колодки для медицинской профилактической обуви и обуви повышенной комфортности, представленная в главе 4.

## Выводы по 2 главе

1. На основе проведенного анализа существующих методов получения исходной информации о стопе были обоснованы методы антропометрических исследований, использованные в работе.

2. С целью обоснования рациональной формы следа профилактической обуви и обуви повышенной комфортности проведены экспериментальные исследования по определению изменения формы и размеров стопы в зависимости от нагрузки с помощью метода гипсовых слепков и 3-D сканера.

3. На основании проведенных исследований изменения положения по высоте габаритных точек стопы в зависимости от нагрузки и высоты приподнятости пятки, установлено, что независимо от того опирается ли стопа на плоское или на мягкое основание при одинаковой высоте приподнятости пятки и распределении нагрузки (равномерная опора на обе стопы) положение линии внутреннего габарита на стопе по отношению к нейтральному базису стопы остается неизменным. Поэтому в работе предлагается привязка к пространственной кривой габарита стопы с учетом изменения ее положения под нагрузкой и при подъеме пяточной части.

4. С использованием компилятора Borland C++ Builder разработана программа Semakis, позволяющая выделить из общего массива точек координаты точек 10 основных сечений стопы: 0.07Д, 0.18Д, 0.3Д, 0.4Д, 0.5Д, 0.62Д, 0.68Д, 0.73Д, 0.8Д, 0.9Д, а также координаты габаритных линий стопы.

5. Определены деформации мягких тканей стопы и экскурсия продольного свода стопы под нагрузкой. Определены приращения по сечениям при переходе от положения плоской опоры с пяткой, опирающейся на каблук, к форме рационального следа комфортной обуви с заданной высотой приподнятости пятки.

## ГЛАВА 3. АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СТОП ДЕТЕЙ ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

Для получения объективных антропометрических данных, необходимых создания рациональной конструкции профилактической детской обуви нами были проведены антропометрические исследования стоп школьников г.Бухары.

### 3.1. Получение антропометрических данных стоп

Целью проведенных антропометрических исследований стоп школьников являлось:

- определение основных антропометрических параметров стоп и сравнения полученных данных с данными проводившихся ранее исследований;
- определение характера распределения стоп детей в исследуемом коллективе по значениям основных антропометрических признаков;
- выявление закономерностей изменения основных геометрических характеристик детских стоп с возрастом;
- обоснование деления на поло-возрастные группы детей школьного возраста;
- построение научно-обоснованного размерного ассортимента обуви для детей школьного возраста;
- разработка рациональной формы следа колодки детской профилактической обуви;
- уточнение значений полугодового прироста стопы по длине и обхвату;
- уточнение положения пучков в зависимости от возраста;
- определение основных параметров средне-средних стоп для выделенных половозрастных групп;
- разработка размерного ассортимента обуви для детей школьного возраста;
- обоснование ширины следа колодки в сечении 018Д и 0,68 Д;
- получение данных для разработки рациональной формы затяжных колодок для каждой половозрастной группы.

Первоначально, в ходе исследований, нами была проведена статистическая обработка антропометрических данных.

полученных при обмере стоп детей начальных классов школ г.Бухары. В ходе проводимых в течение нескольких месяцев обмеров было обследовано более тысяч детей, из них 866 детей в возрасте от 5 до 7 лет, соответствующих дошкольной половозрастной группе. Из общего числа детей девочки 5-ти и 6-ти лет составляли - 213 и 209 человек соответственно и мальчики 5-ти и 6-ти лет - 243 и 201 человека соответственно. Были измерены длина стопы и следующие обхваты: в пучках, по прямому взъему и через пятку-сгиб.

В ходе статистической обработки данных с использованием программы MS Excel для следующих признаков: длины стопы, обхвата в пучках, обхвата прямого взъема (табл. 3.1.) для дошкольной половозрастной группы были рассчитаны:

- средние значения размерных признаков  $M$ ;
- среднеквадратичные отклонения  $\sigma$ ;
- ошибка опыта  $t$ ;
- коэффициенты вариации ( $v$ )

*Таблица 3.1.*

**Средние значения размерных признаков стоп для дошкольной группы**

| Размерные признаки      | $M \pm m$ , мм    | $\sigma$ , мм | $v$ , % |
|-------------------------|-------------------|---------------|---------|
| Длина стопы             | $190 \pm 0,408$   | 12            | 6,3     |
| Обхват в пучках         | $177 \pm 0,396$   | 11,64         | 6,6     |
| Обхват прямого взъема   | $177,6 \pm 0,421$ | 12,38         | 7,0     |
| Обхват через пятку-сгиб | $241 \pm 0,59$    | 17,4          | 7,2     |

В рамках исследований, проводимых БИТИ по Государственной научно-технической программы ИТД-10 А-10-4 на тему: «Разработка конструкции и технологии изготовления специальной обуви для детей с патологическими отклонениями» на базе 4 школ нами в марте-сентябре 2015г. были проведены антропометрические исследования стоп школьников с 1 по 9 класс. Всего было обмерено 1084 человека. Выборка детей от 6 до 16 лет для каждой половозрастной группы колеблется в пределах от 100 до 126 чел. что обеспечивает ее достоверность.

В ходе проведения обмеров фиксировали фамилию, имя, возраст ребенка, класс, дату обмера. Измерения проводились в положении равномерной опоры на обе стопы. С правой стопы снимали плантограмму. Измерение обхватов проводили с помощью гибкой миллиметровой ленты. Размеры по длине и ширине определяли на плантограмме.

Были определены значения следующих размерных признаков: длина стопы ( $D$ ); обхват в середине пучков ( $O_{cp}$ ); обхват прямого взъема ( $O_{п\ вз}$ ); обхват через пятку-сгиб ( $O_{сг}$ ). По плантограмме определяли ширину стопы по отпечатку ( $Ш_{оп}$ ) и габариту в пятке ( $Ш_{п}$ ) в сечении  $0,18D$ , а так же ширину стопы по отпечатку ( $Ш_{оп}$ ) и габариту ( $Ш_{г-пч}$ ) в пучках (в сечении  $0,68D$ ). Полученные данные были обработаны методом вариационной статистики с использованием программы Microsoft Excel.

### 3.2. Обработка данных обмера стоп школьников.

Изучение динамики изменения у детей длины стопы, а также основных обхватных и широтных параметров имеет большое практическое и теоретическое значение для определения закономерностей роста и развития детского организма.

На основе данных, полученных в ходе проведенных антропометрических исследований, выявлена закономерность изменения всех основных размеров стопы с возрастом детей. Средняя арифметическая длина стопы у девочек с 6 до 16 лет увеличивается на 49,35 мм (с 199,08 мм до 248,43 мм), у мальчиков на 76,49 мм (с 199,83 мм до 276,32 мм). Наиболее интенсивный рост стопы наблюдается у девочек с 6 до 11 лет и у мальчиков с 6 до 14 лет. Длина стоп мальчиков, больше чем у девочек, хотя в 10-11 лет стопы у мальчиков и девочек различаются незначительно, и разница между длинами стоп составляет (3,85-3,0 мм).

До 11 лет кривые по длине стопы и основным обхватам, как у мальчиков, так и у девочек идут практически параллельно. Начиная с 12 –летнего возраста характер кривых у мальчиков и девочек становится различным. У девочек по длине стопы и по обхватным параметрам наблюдается падение скорости роста и в

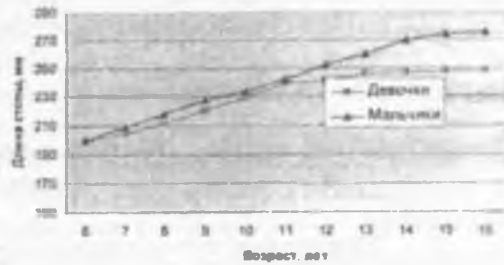
среднем к 14-15 годам рост стопы прекращается. У мальчиков рост стопы продолжается до 16-18 лет. Из графиков (Рис.3.1.) видно, что изменение интенсивности роста происходит в возрасте 12 лет.

**Таблица 3.2.**

**Прирост основных размерных признаков стоп  
детей школьного возраста по годам**

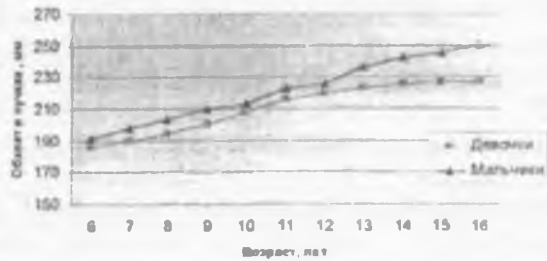
| Прирост размерного признака по годам, мм |      |      |       |      |       |       |       |       |      |       |
|------------------------------------------|------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|------|-------|
| Возраст                                  | 6-7  | 7-8  | 8-9   | 9-10 | 10-11 | 11-12 | 12-13 | 13-14 | 14-  | 15-16 |
| <b>длина стопы</b>                       |      |      |       |      |       |       |       |       |      |       |
| Девочки                                  | 5,34 | 6,62 | 9,17  | 9,69 | 9,18  | 2,45  | 4,78  | 0,73  | 0,96 | 0,43  |
| Мальчики                                 | 9,4  | 8,59 | 10,23 | 5,7  | 8,33  | 10,34 | 7,51  | 9,94  | 4,72 | 1,76  |
| <b>обхват в пучках</b>                   |      |      |       |      |       |       |       |       |      |       |
| Девочки                                  | 3,7  | 4,6  | 5,77  | 7,58 | 7,9   | 3,89  | 3,43  | 2,57  | 1,08 | 0,68  |
| Мальчики                                 | 7,13 | 4,75 | 6,78  | 3,26 | 9,63  | 3,11  | 10,3  | 6,28  | 2,58 | 5,73  |
| <b>обхват прямого в.п.ема</b>            |      |      |       |      |       |       |       |       |      |       |
| Девочки                                  | 4,54 | 4,52 | 4,7   | 8,37 | 6,71  | 2,79  | 3,8   | 2,06  | 1,53 | 0,57  |
| Мальчики                                 | 5,83 | 5,08 | 7,52  | 3,01 | 9,68  | 6,52  | 6,93  | 7,05  | 2,82 | 3,55  |

Зависимость длины стопы от возраста



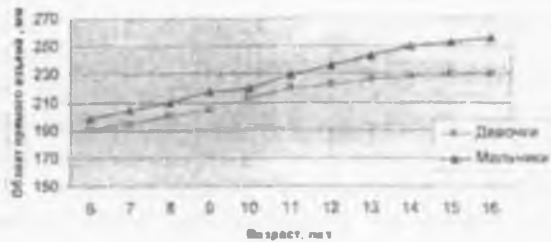
а

Зависимость обхвата в пучках от возраста



б

Зависимость обхвата прямого взъема от возраста



в

Рис.3.1. Зависимость основных размерных признаков стоп детей от возраста (а-длина стопы; б-обхват прямого взъема)

Анализ полученных значений приращений (табл. 3.2.) и построенных графических зависимостей (Рис.3.1.) позволяет сделать вывод о неравномерном росте стопы по длине и основным обхватам, как у мальчиков, так и у девочек. Это еще раз подтверждает мнение Ю.П.Зыбина [3], который вывел закономерность изменения размеров стоп детей в зависимости от возраста и установил, что у девочек в возрасте 12-13 лет рост стопы замедляется, что связано с физиологической неравнозначностью возрастов между девочками и мальчиками.

У девочек наибольший прирост длины стопы отмечается в возрасте 8-11 лет (от 9,17 до 9,69 мм за год). В дальнейшем прирост длины стопы идет менее интенсивно и в возрасте 13-16 лет он минимален (0,43-0,96 мм).

У мальчиков наибольший прирост стопы в первый раз наблюдается в возрасте 8-9 лет (в этот период стопа увеличивается на 10,23 мм), второй - в возрасте 11-12 лет (на 10,34 мм).

Средние значения основных размерных признаков стоп девочек и мальчиков в возрасте 6-17 лет представлены в табл. 3.3.

Мы сравнили полученные нами данные средних значений основных размерных признаков стоп с данными ранее проводимых исследований. Значения сравниваемых основных размерных признаков стоп для детей представлены в приложении Г.

Из приведенной таблицы видно, что за прошедший период времени размерные параметры стоп детей претерпели существенные изменения. Так, наиболее существенный прирост по длине стопы, по сравнению с данными исследований 1980г., наблюдается у мальчиков и достигает в среднем 12,5 мм. у девочек он несколько ниже и составляет 8,1 мм. Можно также отметить, что у девочек-школьниц наиболее существенное увеличение средней длины стопы наблюдается в младшей возрастной группе и в ряде случаев превышает 10 мм, в старшей возрастной группе изменение размеров не такое значительное.

Таблица 3.3.

**Средние значения основных размерных признаков стоп  
школьников**

| Средние значения основных размерных признаков стоп девочек, мм   |                          |                |                                |                             |                            |
|------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------|--------------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| Возраст                                                          | Количество<br>обмеренных | Длина<br>стопы | Обхват в<br>середине<br>пучков | Обхват<br>прямого<br>взъема | Обхват<br>«пятка-<br>сгиб» |
| 6                                                                | 65                       | 199,08         | 186,24                         | 190,66                      | 254,47                     |
| 7                                                                | 51                       | 204,42         | 189,94                         | 195,2                       | 262,44                     |
| 8                                                                | 56                       | 211,03         | 194,54                         | 199,72                      | 269,79                     |
| 9                                                                | 51                       | 220,2          | 200,31                         | 204,42                      | 279,2                      |
| 10                                                               | 56                       | 229,89         | 207,89                         | 212,79                      | 290,37                     |
| 11                                                               | 62                       | 239,07         | 215,79                         | 219,5                       | 300,28                     |
| 12                                                               | 68                       | 241,53         | 219,68                         | 222,29                      | 303,84                     |
| 13                                                               | 66                       | 246,31         | 223,11                         | 226,09                      | 309,15                     |
| 14                                                               | 37                       | 247,04         | 225,68                         | 228,15                      | 310,2                      |
| 15                                                               | 30                       | 248            | 226,76                         | 229,68                      | 310,7                      |
| <b>ВСЕГО:</b>                                                    | 544                      |                |                                |                             |                            |
| Средние значения основных размерных признаков стоп мальчиков, мм |                          |                |                                |                             |                            |
| Возраст                                                          | Количество<br>обмеренных | Длина<br>стопы | Обхват в<br>середине<br>пучков | Обхват<br>прямого<br>взъема | Обхват<br>«пятка-<br>сгиб» |
| 6                                                                | 70                       | 199,83         | 191,17                         | 198,59                      | 261,58                     |
| 7                                                                | 68                       | 209,23         | 198,30                         | 204,42                      | 270,81                     |
| 8                                                                | 66                       | 217,82         | 203,05                         | 209,5                       | 281,85                     |
| 9                                                                | 56                       | 228,05         | 209,83                         | 217,02                      | 293,96                     |
| 10                                                               | 56                       | 233,74         | 213,09                         | 220,03                      | 300,07                     |
| 11                                                               | 45                       | 242,07         | 222,72                         | 229,71                      | 312,37                     |
| 12                                                               | 40                       | 252,41         | 225,83                         | 236,23                      | 321,34                     |
| 13                                                               | 45                       | 259,90         | 236,13                         | 243,16                      | 333,46                     |
| 14                                                               | 52                       | 269,85         | 242,41                         | 250,21                      | 342,6                      |
| 15                                                               | 42                       | 274,56         | 244,99                         | 253,03                      | 344,97                     |
| <b>ВСЕГО:</b>                                                    | 540                      |                |                                |                             |                            |

Таким образом, сравнение полученных результатов с данными предыдущих исследований еще раз подтвердило необходимость пересмотра размерного ассортимента обуви, выпускаемой для детей школьного возраста, а также уточнения значений основных размерных признаков условных средних стоп для каждой половозрастной группы.

Построение размерной типологии детского и подросткового населения гораздо сложнее, чем взрослого, так как в связи с неравномерностью индивидуальных темпов роста в одном и том же возрасте наблюдаются резкие различия в размерах сегментов стопы. Объединение в возрастные группы производится с учетом морфологического возраста населения, т.е. отрезка времени, в течение которого организм характеризуется определенными закономерностями роста. С целью выделения параметров средне-средних стоп, необходимых для проектирования обувной колодки и для построения размерной типологии, было произведено объединение половозрастных групп детей школьного возраста.

При объединении детей в половозрастные группы различные авторы используют различные подходы [8]. Так, например, в работе объединение осуществляется на основе анализа линий регрессий, построенных с учетом сочетаний основных признаков стопы: длины стопы и обхвата стопы через наружный пучок. В работе [8] половозрастные группы были объединены с помощью ошибки среднеквадратичного отклонения. В работах [31] объединение половозрастных групп производилось по критерию Моллинсона.

По нашему мнению, критерием при объединении половозрастных групп у детей является подчинение основных размерных признаков общей корреляционной зависимости, что является подтверждением сохранения единых пропорций стоп, поэтому объединение должно осуществляться на основании анализа линий регрессии для каждой половозрастной группы, построенных с учетом сочетаний основных признаков стопы: длины стопы и основных обхватов. На наш взгляд, применение критерия Стюдента при определении возможности объединения групп детей, различающихся по возрасту, является

затруднительным, поскольку изменение средних параметров у детей за год может достигать 10 мм. Для того чтобы разбить выборку на половозрастные группы необходимо оценить характер связи между длиной стопы и обхватными параметрами детей разного возраста. Для установления зависимости между длиной стопы и ее обхватными параметрами, а также для объединения половозрастных групп школьников для каждой группы были рассчитаны коэффициенты корреляции, получены уравнения регрессии, построены линии регрессии по основным обхватам от длины стопы для каждой половозрастной группы. Найденные корреляционные зависимости оценивались как графически по построенным линиям регрессии, так и на основании рассчитанных коэффициентов корреляции.

Статистическую степень связи между признаками характеризует коэффициент корреляции  $r$  [3].

*Коэффициент корреляции* определяют по формуле:

$$r = \pm \frac{\sum (x - M_x) \cdot (y - M_y)}{N \sigma_x \sigma_y}, \quad (3.1.)$$

Как видно из формулы, в числителе - сумма произведений отклонений каждого из признаков от своих среднеквадратичных отклонений каждого признака.

Под большой корреляционной связью подразумевают величину, лежащую в пределах  $\pm 0,75 \dots \pm 0,999$ ; средняя корреляционная связь имеет пределы  $\pm 0,45 \dots \pm 0,749$ ; малая корреляционная связь  $-0 \dots \pm 0,449$ . При корреляционной связи равной 0 связь отсутствует.

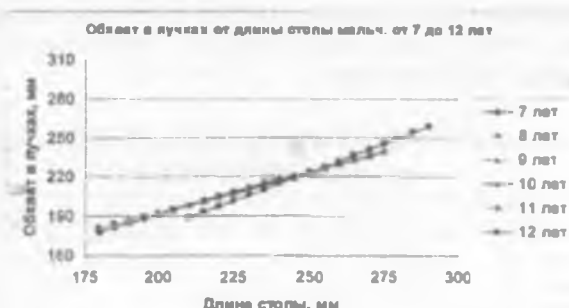
Коэффициент, который показывает, как меняется один признак при изменении другого на единицу измерения, называется коэффициентом регрессии  $R$ .

*коэффициент регрессии  $R$ :*

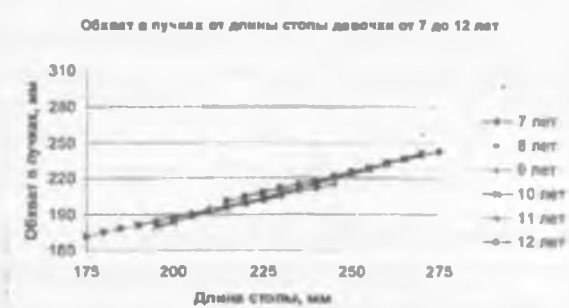
$$R_{2/1} = \frac{\sigma_2}{\sigma_1} r_{12},$$

где  $\sigma_1, \sigma_2$  - средние квадратические отклонения первого и второго признаков;

$r_{12}$  — коэффициент корреляции между первым и вторым признаками.



а



б

**Рис.3.3. Графики регрессионной зависимости обхвата в пучках от длины стопы для мальчиков и девочек от 7 до 12 лет**

На рис.3.3. представлен пример полученных линий регрессий для мальчиков и девочек младшего школьного возраста. При этом хорошо видно изменение характера зависимости при достижении возраста 12 лет. Анализ линий регрессий, а также закономерности изменения основных размеров стопы с возрастом детей позволили объединить детей школьного возраста в следующие половозрастные группы: девочки от 7 до 12 лет и от 12 до 16 лет, мальчики от 7 до 12 лет и от 12 до 16 лет.

Графики регрессионной зависимости основных обхватов от длины стопы для объединенных половозрастных групп представлены в приложении.

Таблица 3.4.

**Уравнения регрессии и коэффициенты корреляции  $r$  размерных признаков**

| Корреляционная связь между размерными признаками | Уравнение регрессии       | $r$   | Уравнение регрессии       | $r$   |
|--------------------------------------------------|---------------------------|-------|---------------------------|-------|
|                                                  | девочки от 7 до 12 лет    |       | мальчики от 7 до 12 лет   |       |
| $O_{с.п.}$ и Д                                   | $O_{с.п.} = 0,722 Д + 42$ | 0,833 | $O_{с.п.} = 0,679 Д + 56$ | 0,617 |
| $O_{п.м.}$ и Д                                   | $O_{п.м.} = 0,712 Д + 49$ | 0,817 | $O_{п.м.} = 0,72 Д + 53$  | 0,785 |
| $O_{п.ср}$ и Д                                   | $O_{п.ср} = 1,124 Д + 32$ | 0,884 | $O_{п.ср} = 1,181 Д + 25$ | 0,877 |
|                                                  | девочки от 12 до 16 лет   |       | мальчики 12 до 16 лет     |       |
| $O_{с.п.}$ и Д                                   | $O_{с.п.} = 0,642 Д + 66$ | 0,617 | $O_{с.п.} = 0,728 Д + 45$ | 0,642 |
| $O_{п.м.}$ и Д                                   | $O_{п.м.} = 0,653 Д + 66$ | 0,62  | $O_{п.м.} = 0,614 Д + 83$ | 0,712 |
| $O_{п.ср}$ и Д                                   | $O_{п.ср} = 0,94 Д + 78$  | 0,716 | $O_{п.ср} = 1,165 Д + 28$ | 0,795 |

Рассчитанные уравнения регрессии и коэффициенты корреляции основных размерных признаков стоп детей, объединенных в половозрастные группы представлены в табл. 3.4.

Из таблицы видно, что между основными антропометрическими признаками и длиной стопы в группе девочек от 7 до 12 лет существует большая корреляционная связь ( $r = 0,817 \dots 0,884$ ), а также большая и средняя корреляционная связь прослеживается в группе мальчиков от 7 до 12 лет ( $r = 0,617 \dots 0,877$ ), девочек от 12 до 16 лет ( $r = 0,617 \dots 0,716$ ), и мальчиков от 12 до 16 лет ( $r = 0,642 \dots 0,795$ ).

Для объединенных половозрастных групп были рассчитаны средние статистические параметры величин признаков, представленные в табл. 3.5.

Типичная характеристика вариационного ряда каждой объединенной группы — *среднеарифметическое значение*  $M$ .

$$M = \frac{\sum xp}{N}, \quad (3.3.)$$

где:  $x$  — значение наблюдаемого признака;

$p$  — частота повторения признака;

$N$  — сумма частот, т. е. объем данной совокупности.

*среднее квадратическое отклонение:*

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum (x - M)^2}{N}},$$

где:  $\sum (x_i - M)^2$  — сумма квадратов отклонений всех значений признака от среднеарифметической величины в данной выборке;  
 $n$  — численность выборки.

Если выразить  $\sigma$  в процентах от  $M$ , то получим коэффициент изменчивости данного признака, т. е. *вариационный коэффициент*:

$$V = \frac{\sigma * 100}{M},$$

где:  $\sigma$  — среднеквадратическое отклонение параметра, мм;

$M$  — среднеарифметическая, мм.

Для подтверждения того, что полученный частный результат характеризует всю генеральную совокупность изучаемого признака, вычисляют дополнительную характеристику  
 - *ошибку среднеарифметической величины*:

$$m(M) = \pm \frac{\sigma}{\sqrt{N}},$$

где:  $\sigma$  — среднеквадратическое отклонение параметра, мм.

$N$  — численность выборки.

в виде отклонений от среднеарифметической величины, деленных на среднеквадратичное отклонение. Такая операция называется нормированием [3].

Нами произведено нормирование, результаты которого и данные, необходимые для построения теоретической кривой распределения длины стопы и обхвата в пучках для мальчиков в возрасте от 7 до 12 лет, представлены в таблицах 3.6., 3.7.

**Таблица 3.7.**

**Расчет теоретического распределения обхвата в пучках стон мальчиков от 7 до 12 лет**

| Границы классовых интервалов | Средние значения | $n_i$ | $t$    | $f(t)$      | $n_i$ |
|------------------------------|------------------|-------|--------|-------------|-------|
| 170,5-177,4                  | 174              | 3     | -2,43  | 0,02083     | 6     |
| 177,5-184,4                  | 181              | 21    | -1,95  | 0,05959     | 17    |
| 184,5-191,4                  | 188              | 37    | -1,47  | 0,13742     | 38    |
| 191,5-198,4                  | 195              | 62    | -0,99  | 0,24439     | 68    |
| 198,5-205,4                  | 202              | 111   | -0,51  | 0,35029     | 98    |
| 205,5-212,4                  | 209              | 120   | -0,03  | 0,39876     | 111   |
| 212,5-219,4                  | 216              | 97    | 0,45   | 0,36053     | 101   |
| 219,5-226,4                  | 223              | 65    | 0,93   | 0,25888     | 72    |
| 226,5-233,4                  | 230              | 28    | - 1,41 | 0,14764     | 41    |
| 233,5-240,4                  | 237              | 18    | 1,89   | 0,06687     | 19    |
| 240,5-247,4                  | 244              | 14    | 2,37   | 0,02406     | 7     |
| 247,5-254,4                  | 251              | 3     | 2,85   | 0,00687     | 2     |
| 254,5-261,4                  | 258              | 2     | 3,33 . | 0,00156     | 1     |
|                              | $n_3=581$        |       |        | $n_1 = 581$ |       |

Аналогично рассчитываются и строятся теоретические и экспериментальные кривые распределения для других

половозрастных групп. Расчет кривых распределения для других групп школьников представлен в приложении Е.

По результатам расчета были построены теоретические и экспериментальные кривые распределения стоп на примере мальчиков (Рис. 3.4.). Для остальных групп школьников кривые распределения представлены в приложении.



а



б

*Рис.3.4. Экспериментальные и теоретические кривые распределения стоп мальчиков от 7 до 12 лет по длине и обхвату в пучках*

**Таблица 3.5.**

**Средние статистические параметры ведущих признаков**

| Группа            | Девочки от 7 до 12 лет  |                    |          |      | Мальчики 7 до 12 лет  |                    |          |      |
|-------------------|-------------------------|--------------------|----------|------|-----------------------|--------------------|----------|------|
| Признак           | Min-Max                 | $M \pm m$          | $\sigma$ | V    | Min-Max               | $M \pm m$          | $\sigma$ | V    |
| Д                 | 178-269                 | 220,85 $\pm$ 0,758 | 17,38    | 7,87 | 180-278               | 226,27 $\pm$ 0,689 | 16,61    | 7,34 |
| О <sub>сн</sub>   | 167-255                 | 201,64 $\pm$ 0,656 | 15,05    | 7,46 | 175-261               | 209,46 $\pm$ 0,604 | 14,57    | 6,96 |
| О <sub>сред</sub> | 171-255                 | 206,29 $\pm$ 0,661 | 15,16    | 7,35 | 178-270               | 216,2 $\pm$ 0,63   | 15,25    | 7,05 |
| О <sub>пер</sub>  | 208-347                 | 280,34 $\pm$ 0,963 | 22,08    | 7,88 | 203-369               | 291,9 $\pm$ 0,928  | 22,37    | 7,66 |
|                   | Девочки от 12 до 16 лет |                    |          |      | Мальчики 12 до 16 лет |                    |          |      |
| Д                 | 215-284                 | 245,52 $\pm$ 0,562 | 11,52    | 4,74 | 212-308               | 263,43 $\pm$ 0,845 | 16,78    | 6,37 |
| О <sub>сн</sub>   | 188-263                 | 223,55 $\pm$ 0,585 | 12,115   | 5,42 | 190-285               | 237,38 $\pm$ 0,798 | 15,84    | 6,67 |
| О <sub>сред</sub> | 186-275                 | 226,28 $\pm$ 0,617 | 12,78    | 5,65 | 201-291               | 245,15 $\pm$ 0,827 | 16,42    | 6,7  |
| О <sub>пер</sub>  | 234-370                 | 308,27 $\pm$ 0,81  | 16,78    | 5,44 | 210-395               | 335,0 $\pm$ 1,21   | 24,04    | 7,17 |

Здесь: Min, Max - минимальное и максимальные значения признака; M - среднеарифметическая;  $\sigma$  - среднеквадратичное отклонение; V - коэффициент вариации; m - ошибка среднеарифметической.

#### Сравнение теоретического и эмпирического распределений стоп школьников по длине стопы

По вычисленным значениям среднеарифметической величины M и среднеквадратического отклонения  $\sigma$  по таблице ординат кривой нормального распределения были рассчитаны теоретические кривые распределения.

**Таблица 3.6.**

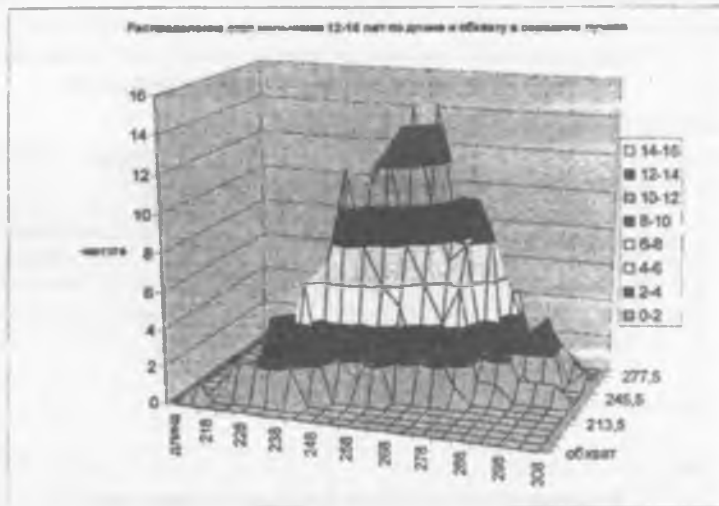
**Расчет теоретического распределения длины стоп мальчиков  
от 7 до 12 лет**

| Границы<br>классовых | Средние<br>значения | $n_i$ | $t$    | $f(t)$      | $n_i$ |
|----------------------|---------------------|-------|--------|-------------|-------|
| 178,5-183,4          | 181                 | 2     | -2,73  | 0,00961     | 2     |
| 183,5-188,4          | 186                 | -     | -2,43  | 0,02083     | 4     |
| 188,5-193,4          | 191                 | 7     | -2,12  | 0,04217     | 7     |
| 193,5-198,4          | 196                 | 18    | -1,82  | 0,07614     | 13    |
| 198,5-203,4          | 201                 | 23    | -1,52  | 0,12566     | 22    |
| 203,5-208,4          | 206                 | 33    | -1,22  | 0,18954     | 33    |
| 208,5-213,4          | 211                 | 42    | -0,92  | 0,26129     | 46    |
| 213,5-218,4          | 216                 | 64    | -0,62  | 0,32918     | 58    |
| 218,5-223,4          | 221                 | 70    | -0,32  | 0,37903     | 66    |
| 223,5-228,4          | 226                 | 73    | -0,016 | 0,39886     | 70    |
| 228,5-233,4          | 231                 | 57    | 0,28   | 0,38361     | 67    |
| 233,5-238,4          | 236                 | 56    | 0,59   | 0,33521     | 59    |
| 238,5-243,4          | 241                 | 51    | 0,89   | 0,26848     | 47    |
| 243,5-248,4          | 246                 | 38    | 1,19   | 0,19652     | 35    |
| 248,5-253,4          | 251                 | 17    | 1,49   | 0,13147     | 23    |
| 253,5-258,4          | 256                 | 14    | 1,79   | 0,08038     | 14    |
| 258,5-263,4          | 261                 | 7     | 2,09   | 0,04491     | 8     |
| 263,5-268,4          | 266                 | 1     | 2,39   | 0,02294     | 4     |
| 268,5-273,4          | 271                 | 4     | 2,69   | 0,01071     | 2     |
| 273,5-278,5          | 276                 | 4     | 2,99   | 0,00457     | 1     |
| $n_3=581$            |                     |       |        | $n_i = 581$ |       |

Чтобы воспользоваться таблицей ординат кривой нормального распределения необходимо выразить средние значения классовых интервалов

Для построения размерной типологии существенное значение имеет не только распределение отдельных признаков, но и распределение их сочетаний.

Пространственные графики распределения по двум размерным признакам показаны нарис. 3.5. на примере мальчиков от 12 до 16 лет/



*Рис.3.5. Корреляционное поле ведущих признаков стоп мальчиков от 12 до 16 лет*

После построения эмпирических и теоретических кривых нами были рассчитаны критерии, с помощью которых оценивается расхождение между эмпирическим и теоретическим распределением (табл. 3.8.).

К таким критериям относятся:  $\chi^2$  (хи-квадрат), асимметрия  $\gamma_1$ , эксцесс  $\gamma_2$ , ошибка среднеарифметической  $m(M)$ , погрешность  $P$ .

Расхождения между теоретическими и эмпирическими распределениями оценивают критерием  $\chi^2$  (хи-квадрат), который является суммой отношений квадрата разностей эмпирических и теоретических частот к теоретическим частотам:

$$\chi^2 = \sum \frac{(f_i - f_{ti})^2}{f_{ti}}, \quad (3.7.)$$

где  $f, f_i$  — частоты эмпирического и теоретического распределения.

Погрешность в процентах может быть вычислена как полусумма абсолютных разностей (без учета знака) между эмпирическими и теоретическими частотами, деленная на общую численность выборки:

$$П = \sum |f - f_i| / 2 \sum f * 100 \quad (3.8.)$$

Таблица 3.8.

Расчёт критериев, оценивающих расхождение между эмпирическим и теоретическим распределением стоп детей

| Пол      | Размер-               | Возраст         | Статистический параметр     |                           |      |                       |                               |                       |
|----------|-----------------------|-----------------|-----------------------------|---------------------------|------|-----------------------|-------------------------------|-----------------------|
|          |                       |                 | Рассчитан -<br>ный $\chi^2$ | Табличный<br>$\chi^2$ при |      | Эксцесс<br>$\gamma_1$ | Асимме-<br>трия<br>$\gamma_2$ | Погреш-<br>ность П, % |
|          |                       |                 |                             | 0,95                      | 0,99 |                       |                               |                       |
| Мальчики |                       | от 7 до 12 лет  | 10,38                       | 23,7                      | 29,1 | -1,323                | 0,4498                        | 4,82                  |
|          |                       | от 12 до 16 лет | 7,87                        | 22,4                      | 27,7 | -1,077                | 0,5528                        | 4,56                  |
| Девочки  |                       | от 7 до 12 лет  | 10,75                       | 25                        | 30,6 | -1,532                | 0,1492                        | 5,3                   |
|          |                       | от 12 до 16 лет | 4,45                        | 18,3                      | 23,2 | -0,9377               | 0,6603                        | 3,39                  |
| Мальчики | Обхват<br>в<br>пучках | от 7 до 12 лет  | 19,2                        | 16,9                      | 21,7 | -0,866                | 0,768                         | 5,6                   |
|          |                       | от 12 до 16 лет | 12,1                        | 16,9                      | 21,7 | -1,48                 | 0,52                          | 3,8                   |
| Девочки  |                       | от 7 до 12 лет  | 23,7                        | 18,3                      | 23,2 | 0,475                 | -1,546                        | 5,8                   |
|          |                       | от 12 до 16 лет | 11,63                       | 15,5                      | 20,1 | -0,7                  | 0,82                          | 5,5                   |

Из табл.3.8. видно, что практически все рассчитанные значения  $\chi^2$  меньше, чем теоретические значения  $\chi^2$ , найденные по таблице при доверительной вероятности 0,95 и 0,99, поэтому можно считать, что распределения длины стоп школьников в данных половозрастных группах являются нормальными. Величина рассчитанной погрешности также лежит в допустимых пределах. Наличие нормального распределения стоп по размерам позволяет установить взаимосвязь между размерными признаками стопы для разработки научных основ конструирования обуви для детей.

В ходе проведенной работы нами были уточнены значения годового прироста стопы по длине и обхвату.

Полугодовой прирост стопы по данным Фарниевой О.В. [25] для детей от 1 года до 2-х лет составляет 4,5 мм, от 3 до 4-х лет — 4 мм, для детей от 5 до 6 лет, а так же для девочек и мальчиков от 7 до 8 лет - 2,5 мм, для девочек и мальчиков старше 8 лет -1,5 мм.

По нашим данным, полугодовой прирост стопы для девочек от 7 до 12 лет составляет в среднем 3,7 мм, для девочек 12-16 лет 1 мм, для мальчиков от 7 до 12 лет полугодовой прирост составляет в среднем 4,3 мм, для мальчиков 12-16 лет — 3 мм. Средние значения годового прироста основных размерных признаков стоп для четырех выделенных групп представлены в табл.3.9.

**Таблица 3.9.**

**Средние значения годового прироста основных размерных признаков стоп для четырех выделенных групп.**

| Группа                     | Средний годовой прирост размерного |                          |                       |                     |
|----------------------------|------------------------------------|--------------------------|-----------------------|---------------------|
|                            | Длина стопы                        | Обхват в середине пучков | Обхват прямого взъема | Обхват «пятка-сгиб» |
| Девочки (от 7 до 12 лет)   | 7,42                               | 5,94                     | 5,41                  | 8,28                |
| Девочки (от 12 до 16 лет)  | 1,72                               | 1,94                     | 1,99                  | 1,98                |
| Мальчики (от 7 до 12 лет)  | 8,64                               | 5,51                     | 6,36                  | 10,11               |
| Мальчики (от 12 до 16 лет) | 5,98                               | 6,22                     | 5,09                  | 7,20                |

**Расчет размерного ассортимента обуви для школьников.**  
Статистическая обработка данных обмера стоп является основой для проектирования обувной колодки и составления размерно-полнотного ассортимента обуви для детей. Размерный ассортимент обуви составлен отдельно по каждой объединенной половозрастной группе. Согласно ГОСТ 11373-88 «Обувь. Размеры» интервал между смежными размерами обуви составляет 5 мм.

**Таблица 3.10.**

**Расчетная структура размерного ассортимента обуви для группы мальчиков от 7 до 12 лет**

| Размер обуви | Граничные значения $X$ , мм |         | Нормированная величина $Z$ |         | Значения функции Лапласа $\Phi$ |               | $\Phi(Z_i^H), \Phi(Z_i^B)$ | Относит. доля |
|--------------|-----------------------------|---------|----------------------------|---------|---------------------------------|---------------|----------------------------|---------------|
|              | $X_i^H$                     | $X_i^B$ | $Z_i^H$                    | $Z_i^B$ | $\Phi(Z_i^H)$                   | $\Phi(Z_i^B)$ |                            |               |
| 1            | 2                           | 3       | 4                          | 5       | 6                               | 7             | 8                          | 9             |
| 180          | 177,5                       | 182,5   | -2,94                      | -2,64   | 0,0016                          | 0,0042        | 0,0026                     | 0             |
| 185          | 182,5                       | 187,5   | -2,64                      | -2,34   | 0,0042                          | 0,0096        | 0,0054                     | 0,01          |
| 190          | 187,5                       | 192,5   | -2,34                      | -2,03   | 0,0096                          | 0,0212        | 0,0116                     | 0,01          |
| 195          | 192,5                       | 197,5   | -2,03                      | -1,73   | 0,0212                          | 0,0418        | 0,0206                     | 0,02          |
| 200          | 197,5                       | 202,5   | -1,73                      | -1,43   | 0,0418                          | 0,0764        | 0,0346                     | 0,04          |
| 205          | 202,5                       | 207,5   | -1,43                      | -1,13   | 0,0764                          | 0,1292        | 0,0528                     | 0,05          |
| 210          | 207,5                       | 212,5   | -1,13                      | -0,83   | 0,1292                          | 0,2033        | 0,0741                     | 0,07          |
| 215          | 212,5                       | 217,5   | -0,83                      | -0,53   | 0,2033                          | 0,2981        | 0,0948                     | 0,10          |
| 220          | 217,5                       | 222,5   | -0,53                      | -0,23   | 0,2981                          | 0,4091        | 0,111                      | 0,11          |
| 225          | 222,5                       | 227,5   | -0,23                      | 0,07    | 0,4091                          | 0,5279        | 0,1188                     | 0,12          |
| 230          | 227,5                       | 232,5   | 0,07                       | 0,38    | 0,5279                          | 0,6480        | 0,1201                     | 0,12          |
| 235          | 232,5                       | 237,5   | 0,38                       | 0,68    | 0,6480                          | 0,7518        | 0,1038                     | 0,10          |

Относительная доля  $a_i$   $i$ -го размера обуви равно вероятности попадания нормально распределенной случайной величины  $X$  в соответствующий  $j$ -й интервал  $(X_i^H, X_i^B)$ , где  $X_i^H, X_i^B$  - нижняя и верхняя границы  $j$ -го интервала соответственно [47]:

$$a_i = P(x_i^H < x < x_i^B) = \Phi(Z_i^B) - \Phi(Z_i^H) \quad (3.9)$$

где  $\Phi(Z_i^B, Z_i^H)$  - функция Лапласа, определяемая по таблице [3]:

$$Z_i^a = \frac{x_i^a - \bar{x}}{S(x)} \quad Z_i^b = \frac{x_i^b - \bar{x}}{S(x)} \quad (3.10.)$$

Совокупность рассчитываемых значений ее, по всем рассматриваемым размерным позициям является размерным ассортиментом обуви.

Нами составлены для каждой объединенной половозрастной группы школьников расчетные структуры размерного ассортимента обуви, которые на примере группы мальчиков от 7 до 12 лет представлены в таблице 3.10. Аналогично рассчитываются показатели для других групп школьников.

Для всех объединенных групп составлена структура обобщенного размерного ассортимента обуви (табл. 3.11.-3.12). В ходе уточнения необходимого размерного ассортимента учитывались данные антропометрических исследований для дошкольной группы.

Таблица 3.11.

Структура обобщенного размерного ассортимента обуви для детей школьного возраста

| Размер обуви | Мальчики           |                 | Девочки        |                 |
|--------------|--------------------|-----------------|----------------|-----------------|
|              | от 7 до 12 лет     | от 12 до 16 лет | от 7 до 12 лет | от 12 до 16 лет |
|              | Относительная доля |                 |                |                 |
| 180          |                    |                 | д ← 0,01       |                 |
| 185          | д ← 0,01           |                 | д ← 0,01       |                 |
| 190          | д ← 0,01           |                 | д ← 0,02       |                 |
| 195          | д ← 0,02           |                 | д ← 0,04       |                 |
| 200          | д ← 0,04           |                 | 0,08           |                 |
| 205          | д(0,08) → 0,05     |                 | 0,10           |                 |
| 210          | д(0,04) → 0,07     |                 | 0,11           | ← 0,01          |
| 215          | д(0,02) → 0,10     |                 | 0,11           | ← 0,02          |
| 220          | 0,11               |                 | 0,11           | ← 0,04          |
| 225          | 0,12               | ← 0,01          | 0,10           | ← 0,07          |
| 230          | 0,12               | ← 0,02          | 0,08 →         | 0,11            |
| 235          | 0,10               | ← 0,03          | 0,06 →         | 0,15            |
| Итого        | 1,0                | 1,0             | 1,0            | 1,0             |

Здесь: д - дошкольная группа.

**Таблица 3.12.**

**Структура обобщенного размерного ассортимента обуви  
для детей школьного возраста после корректировки**

| Размер | Мальчики           |             | Девочки        |             |
|--------|--------------------|-------------|----------------|-------------|
|        | от 7 до 12 лет     | от 12 до 15 | от 7 до 12 лет | от 12 до 15 |
|        | Относительная доля |             |                |             |
| 205    | 18                 |             | 11             |             |
| 210    | 19                 |             | 13             |             |
| 215    | 12                 |             | 16             |             |
| 220    | 11                 |             | 17             |             |
| 225    | 13                 |             | 20             |             |
| 230    | 14                 |             | 23             |             |
| 235    | 13                 |             |                | 18          |
| Итого  | 100                |             | 100            | 18          |

По результатам построенного размерного ассортимента рекомендуется производить обувь следующих размеров:

|                                                                                                                                                       |                                                                                                                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Девочки<br>от 7 до 12 лет .....<br>от 12 до 15 лет .....<br>Мальчики<br>от 7 до 12 лет .....<br>215, 220, 225, 230, 235, 240<br>от 12 до 15 лет ..... | Размеры обуви<br>205, 210, 215, 220, 225, 230<br>235, 240, 245, 250, 255<br>205, 210,<br>245, 250, 255, 260, 265, 270, 275 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### 3.3. Определение параметров средне - средних стоп для различных групп школьников

Одной из важных задач определения рациональной внутренней формы обуви и рационального размерного ассортимента является определение параметров средне - средних стоп. В работе были определены параметры средне-средних стоп для объединенных групп школьников ( табл. 3.13.)

**Таблица 3.13.**

**Параметры средне-средних стоп для групп школьников**

| Группа         | Девочки        |                 | Мальчики       |                 |
|----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|
| Признак        | от 7 до 12 лет | от 12 до 15 лет | от 7 до 12 лет | от 12 до 15 лет |
| д              | 221            | 245,5           | 226            | 253             |
| О <sub>п</sub> | 201,6          | 223,6           | 209,5          | 236,5           |
| О <sub>м</sub> | 206,2          | 226,3           | 215,7          | 244,5           |
| О <sub>с</sub> | 280,4          | 308,8           | 286            | 334,4           |
| Ш <sub>с</sub> | 60,5           | 64,8            | 62,8           | 71              |
| Ш <sub>п</sub> | 40,3           | 44,7            | 44             | 49,7            |
| Ш <sub>с</sub> | 82,7           | 91,7            | 86             | 97              |
| Ш <sub>п</sub> | 66,5           | 76              | 69             | 80,4            |

Как было установлено Ю.П.Зыбиным, все параметры стопы связаны между собой по ширине, высоте и обхватам пропорциональной зависимостью.

В работе были рассчитаны значения коэффициентов пропорциональности, связывающие значения ширины следа в пятке и пучках со значением обхвата в пучках, а так же задающие положение наружного и внутреннего пучка в зависимости от длины для различных параметров для всех половозрастных групп школьников (табл.3.14.-3.15.).

**Таблица 3.14.**

**Расчет коэффициентов пропорциональности  
для школьников каждого возраста**

| Возраст         | Отношение ширины отпечатка в пятке к обхвату в | Отношение ширины отпечатка в пучках к обхвату в | Отношение ширины габарита в пятке к обхвату в | Отношение ширины габарита в пучках к обхвату в | Отношение длины до внутреннего пучка к длине | Отношение длины до наружного пучка к длине |
|-----------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------|
| <b>Девочки</b>  |                                                |                                                 |                                               |                                                |                                              |                                            |
| 6               | 0,21                                           | 0,33                                            | 0,31                                          | 0,41                                           | 0,74                                         | 0,66                                       |
| 7               | 0,20                                           | 0,33                                            | 0,3                                           | 0,41                                           | 0,73                                         | 0,65                                       |
| 8               | 0,21                                           | 0,33                                            | 0,3                                           | 0,41                                           | 0,73                                         | 0,65                                       |
| 9               | 0,20                                           | 0,33                                            | 0,29                                          | 0,41                                           | 0,73                                         | 0,65                                       |
| 10              | 0,20                                           | 0,33                                            | 0,29                                          | 0,41                                           | 0,73                                         | 0,64                                       |
| 11              | 0,20                                           | 0,33                                            | 0,29                                          | 0,41                                           | 0,73                                         | 0,65                                       |
| 12              | 0,21                                           | 0,34                                            | 0,29                                          | 0,41                                           | 0,72                                         | 0,64                                       |
| 13              | 0,20                                           | 0,34                                            | 0,29                                          | 0,41                                           | 0,72                                         | 0,64                                       |
| 14              | 0,21                                           | 0,34                                            | 0,29                                          | 0,41                                           | 0,72                                         | 0,64                                       |
| 15              | 0,20                                           | 0,34                                            | 0,29                                          | 0,41                                           | 0,72                                         | 0,65                                       |
| <b>Мальчики</b> |                                                |                                                 |                                               |                                                |                                              |                                            |
| 6               | 0,21                                           | 0,33                                            | 0,31                                          | 0,43                                           | 0,74                                         | 0,66                                       |
| 7               | 0,21                                           | 0,33                                            | 0,3                                           | 0,41                                           | 0,73                                         | 0,65                                       |
| 8               | 0,2                                            | 0,33                                            | 0,3                                           | 0,41                                           | 0,73                                         | 0,65                                       |
| 9               | 0,2                                            | 0,34                                            | 0,3                                           | 0,41                                           | 0,73                                         | 0,65                                       |
| 10              | 0,2                                            | 0,33                                            | 0,3                                           | 0,41                                           | 0,72                                         | 0,64                                       |
| 11              | 0,21                                           | 0,33                                            | 0,3                                           | 0,41                                           | 0,73                                         | 0,65                                       |
| 12              | 0,21                                           | 0,34                                            | 0,3                                           | 0,41                                           | 0,73                                         | 0,64                                       |
| 13              | 0,21                                           | 0,34                                            | 0,3                                           | 0,41                                           | 0,72                                         | 0,65                                       |
| 14              | 0,21                                           | 0,34                                            | 0,3                                           | 0,41                                           | 0,72                                         | 0,64                                       |
| 15              | 0,21                                           | 0,34                                            | 0,3                                           | 0,41                                           | 0,72                                         | 0,64                                       |

Таблица 3.15

**Расчет коэффициентов пропорциональности для объединенных  
половозрастных групп**

| Отношение<br>ширины стопы по отпечатку в<br>пятке к обхвату в пучках | Отношение<br>ширины стопы по отпечатку в<br>пучках к обхвату в пучках | Отношение<br>ширины стопы по габариту в<br>пятке к обхвату в пучках | Отношение ширины стопы по<br>габариту в пучках к обхвату в<br>пучках | Отношение длины до<br>внутреннего пучка к длине<br>стопы | Отношение длины до<br>наружного пучка к длине<br>стопы | Отношение ширины<br>наружного отпечатка в пятке к<br>длине стопы | Отношение наружного габарита<br>в пятке к длине стопы |
|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Девочки от 7 до 12 лет                                               |                                                                       |                                                                     |                                                                      |                                                          |                                                        |                                                                  |                                                       |
| 0,2                                                                  | 0,33                                                                  | 0,30                                                                | 0,41                                                                 | 0,73                                                     | 0,65                                                   | 0,10                                                             | 0,14                                                  |
| Девочки от 12 до 16 лет                                              |                                                                       |                                                                     |                                                                      |                                                          |                                                        |                                                                  |                                                       |
| 0,2                                                                  | 0,34                                                                  | 0,29                                                                | 0,41                                                                 | 0,72                                                     | 0,64                                                   | 0,10                                                             | 0,14                                                  |
| Мальчики от 7 до 12 лет                                              |                                                                       |                                                                     |                                                                      |                                                          |                                                        |                                                                  |                                                       |
| 0,21                                                                 | 0,33                                                                  | 0,30                                                                | 0,41                                                                 | 0,73                                                     | 0,65                                                   | 0,10                                                             | 0,14                                                  |
| Мальчики от 12 до 16 лет                                             |                                                                       |                                                                     |                                                                      |                                                          |                                                        |                                                                  |                                                       |
| 0,21                                                                 | 0,34                                                                  | 0,30                                                                | 0,41                                                                 | 0,72                                                     | 0,64                                                   | 0,10                                                             | 0,14                                                  |

Используя рассчитанные коэффициенты пропорциональности и уравнения регрессии для объединенных половозрастных групп школьников в работе был произведен расчет ширины следа колодки в сечении 0,18 Д по данным стопы. Было принято допущение, что контур стельки в пяточной части в сечении 0,18 Д проходит между контуром отпечатка и контуром габарита стопы. Учитывая, что след колодки в пяточной части строится симметричным относительно оси симметрии пятки, ширина следа в сечении 0,18Д может быть рассчитана по формуле (3.11.):

$$Ш_{0,18}^{кол} = Ш_{0,18\text{ в пят.}} + Ш_{г.п. пят.} \quad (3.11.)$$

Ширина следа в сечении 0,68 Д определяется по плантограмме стопы и в зависимости от вида обуви может составлять от  $Ш_{0,м.ч}$  до

$$\text{Ш}_{0,68}^{\text{мал}} = (\text{Ш}_{0, \text{мал}} + \text{Ш}_{\text{г. мал}}) / 2. \quad (3.12.)$$

Учитывая, что в колодках для детской обуви необходимо предусматривать дополнительные припуски на полугодовой прирост стопы, нами предлагается ширину следа в сечении 0,68 Д определять по формуле 3.12.

**Таблица 3.16.**

**Расчетные значения ширины следа колодки исходной полноты в сечениях 0,18Д и 0,68Д девочки от 7 до 12 лет**

| Ширина стельки в сечениях, мм |                 | Длина стопы, мм |      |      |      |      |      |
|-------------------------------|-----------------|-----------------|------|------|------|------|------|
|                               |                 | 205             | 210  | 215  | 220  | 225  | 230  |
| 0,18Д                         | Расчетное       | 45,4            | 46,3 | 47,1 | 48   | 48,8 | 49,7 |
|                               | По ГОСТ 3927-88 | 48,7            | 49,4 | 50,1 | 50,8 | 51,5 | 52,2 |
| 0,68Д                         | Расчетное       | 70,3            | 71,6 | 73   | 74,3 | 75,6 | 77   |
|                               | По ГОСТ 3927-88 | 67,5            | 68,5 | 69,5 | 70,5 | 71,5 | 72,5 |

**мальчики от 7 до 12 лет**

| Ширина стельки в сечениях, мм |                 | Длина стопы, мм |      |      |      |      |      |      |
|-------------------------------|-----------------|-----------------|------|------|------|------|------|------|
|                               |                 | 210             | 215  | 220  | 225  | 230  | 235  | 240  |
| 0,18Д                         | Расчетное       | 47,7            | 48,5 | 49,3 | 50,1 | 50,9 | 51,7 | 52,5 |
|                               | По ГОСТ 3927-88 | 52,0            | 52,7 | 53,4 | 54,1 | 54,8 | 55,5 | 56,2 |
| 0,68Д                         | Расчетное       | 73,5            | 74,7 | 76   | 77,2 | 78,5 | 79,7 | 81   |
|                               | По ГОСТ 3927-88 | 74,5            | 75,5 | 76,5 | 77,5 | 78,5 | 79,5 | 80,5 |

**девочки от 12 до 16 лет**

| Ширина стельки в сечениях, мм |                 | Длина стопы, мм |      |      |      |      |      |
|-------------------------------|-----------------|-----------------|------|------|------|------|------|
|                               |                 | 235             | 240  | 245  | 250  | 255  | 260  |
| 0,18Д                         | Расчетное       | 52,1            | 52,8 | 53,6 | 54,4 | 55,1 | 55,9 |
|                               | По ГОСТ 3927-88 | 52,9            | 53,6 | 54,3 | 55,0 | 55,7 | 56,4 |
| 0,68Д                         | Расчетное       | 81,3            | 82,5 | 83,7 | 84,9 | 86,1 | 87,3 |
|                               | По ГОСТ 3927-88 | 75,5            | 76,5 | 77,5 | 78,5 | 79,5 | 80,5 |

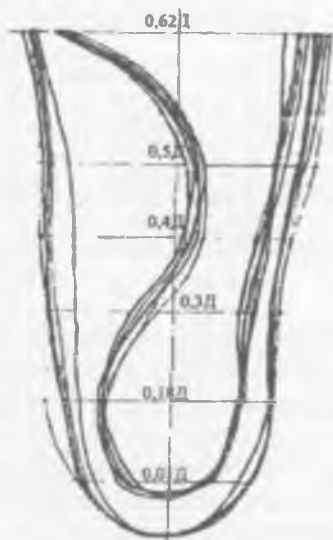
**мальчики от 12 до 16 лет**

| Ширина стельки в сечениях, мм |                 | Длина стопы, мм |      |      |      |      |      |      |      |
|-------------------------------|-----------------|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|
|                               |                 | 245             | 250  | 255  | 260  | 265  | 270  | 275  | 280  |
| 0,18Д                         | Расчетное       | 53,6            | 54,5 | 55,4 | 56,2 | 57,1 | 58   | 58,8 | 59,7 |
|                               | По ГОСТ 3927-88 | 57,2            | 57,9 | 58,6 | 59,3 | 60,0 | 60,7 | 61,4 | 62,1 |
| 0,68Д                         | Расчетное       | 83,8            | 85,1 | 86,5 | 87,8 | 89,2 | 90,6 | 91,9 | 93,3 |
|                               | По ГОСТ 3927-88 | 81,5            | 82,5 | 83,5 | 84,5 | 85,5 | 86,5 | 87,5 | 88,5 |

Для девичьей обуви нами предлагается ширину следа принять равной ширине отпечатка стопы на плантограмме, поскольку в данном возрасте значения полугодового прироста

стопы незначительно и параметры девичьих колодок могут быть приближены к параметрам женских колодок. Расчетные значения ширины следа колодки исходной полноты в сечениях ОД8Д и 0,68Д для объединенных групп школьников представлены в таблице 3.16.

В ходе антропометрических исследований стоп школьников были определены параметры средне-средних стоп и уточнены пропорции детской стопы. Были построены усредненные плантограммы стопы для всех объединенных групп школьников (на рис. 3.6. представлена усредненная плантограмма для школьников-мальчиков). На основании полученных данных, были спроектированы рациональные контуры следа колодок и определено месторасположение выкладок сводов.



*Рис.3.6. Усредненная плантограмма для школьников-мальчиков*

### 3.4. Медико-технические требования к профилактической обуви для детей.

Наряду с необходимостью наличия объективных антропометрических данных о стопах детей, для создания рациональной конструкции профилактической детской обуви необходимо также располагать медико-техническими требованиями к такой обуви. Проведенный анализ научных исследований, выполненных в данной области, конструктивных решений, предлагаемых в разное время производителями профилактической обуви, а также собственные наработки в этом направлении позволили нам сформулировать следующие медико-технические требования к профилактической обуви для детей.

#### 1. Медицинские требования:

- вызывать целенаправленное воздействие на скелет стопы, обуславливать правильное его формирование;
- способствовать правильной установке пятки (стабилизировать голеностаранный и таранно-пяточный сустав);
- способствовать правильному формированию сводов стопы;

#### 2. Технические требования

##### Общие требования

- профилактическая обувь со сводоформирующей выкладкой назначается детям, с отставанием развития свода стопы, вследствие замедленного его формирования, без функциональных нарушений;
- обувь не должна препятствовать нормальному функционированию стопы, вызывать болезненные ощущения и неудобства при использовании;
- обувь должна быть впорной;
- гибкость и масса обуви должны соответствовать техническим нормативам.

Гибкость обуви регламентируется требованиями ГОСТ-14226 "Обувь. Нормы гибкости". Норма массы обуви установлена ГОСТ -16993 "Обувь. Нормы массы".

- обувь должна быть удобной при снятии и надевании;
- детская обувь должна иметь надежное и удобное закрепление на ноге, не препятствующее движениям (наиболее

предпочтительной для детской профилактической обуви является шнуровка). Также целесообразно использование пряжек и застежек «велкро»;

- профилактическая обувь для детей должна изготавливаться с закрытой пяточной частью.

*Требования к рациональной колодке для детской профилактической обуви:*

- форма колодки должна соответствовать анатомо-физиологическим особенностям строения детской стопы;

- форму носочной части следа колодки необходимо проектировать в соответствии с пальцевой дугой стопы. Для этого внутренний край по месту расположения большого пальца для детей до пятилетнего возраста — делают прямым, до восьмилетнего возраста — отклоненным на 5°, для остальных возрастных групп - принимают отклоненным на 8-10°;

- наиболее широкая форма носочной части в колодке для детской обуви должна быть не в области пучков, а у основания дистальных (ногтевых) фаланг, что будет обеспечивать свободу пальцев;

- при проектировании колодки необходимо закладывать припуск на полугодовой прирост стопы, как по длине следа, так и по обхватам. Значения полугодового прироста стопы по длине и обхватам для различных групп школьников были уточнены в главе 3.

- для лучшей фиксации пятки в детской обуви, необходимо, чтобы ширина следа колодки в сечении 0,18 Д рассчитывалась по формуле:

$$Ш_{0,18}^{кол} = Ш_{0,18, н.п.п.т} + Ш_{г, н.п.п.т}$$

Расчетные значения ширины следа колодки исходной полноты для всех групп школьников в сечении 0,18Д представлены в главе 3.

- ширина пятки по габариту должна соответствовать ширине стопы;

- в обуви для детей дошкольного возраста приподнятость носочной части должна быть 8-10 мм, для детей школьного возраста - 11-12 мм.

- форма линии пяточного закругления колодки в

зависимости от вида обуви должна или точно соответствовать линии пяточного закругления стопы для заданной высоты приподнятости пятки или быть несколько смещена назад с целью избежание травмирования ахиллова сухожилия верхним кантом обуви и облегчения съема и одевания;

- рекомендуемая высота приподнятости пятки зависит от длины стопы и составляет  $1/14 D$ ;

- обувь утепленная должна изготавливаться по колодкам, обхватные параметры которых увеличиваются в соответствии с требованиями ГОСТ 3927 на 3-4 мм.;

- обязательным элементом конструкции детской профилактической обуви является межстелечный слой,

- межстелечный слой должен обеспечивать рациональное распределение нагрузки по подошвенной поверхности стопы;

- межстелечные слои могут быть изготовлены закрепленными в обуви или извлекаемыми;

- если в конструкции обуви предусмотрен извлекаемый межстелечный слой (вкладная ортопедическая стелька), то по всему следу колодки должно быть заложено дополнительное внутриобувное пространство на толщину межстелечного слоя;

- не извлекаемый межстелечный слой должен повторять анатомическую форму следа колодки;

- межстелечный слой должен иметь сводоформирующую выкладку;

- сводоформирующая выкладка проектируется в колодке в месте внутреннего и наружного продольного сводов стопы, которые располагаются между сечениями 0,20L и 0,60L. Максимальная высота выкладки продольных сводов, как с внутреннего, так и наружного края одинакова. Она находится на уровне пяточно-кубовидного сочленения;

- в области проекции бугра пяточной кости (с центром в сечении 0,18D) рекомендуется проектировать углубление на 3-4 мм.

*Требования к конструкции заготовки верха профилактической обуви:*

- конструкция обуви в местах соединения деталей верха не должны оказывать избыточного локального давления на стопу;

- видимые края деталей верха обуви рекомендуется

обрабатывать в обрезку с последующей окраской. при обработке видимых краев деталей обуви в загибку, края деталей должны быть спущены в соответствии с нормативами с целью недопущения утолщения кромки детали.

- обувь должна иметь трансформирующийся объем за счет конструкции верха;

- подкладка и верх обуви должны быть выполнены из натуральных материалов, имеющих необходимые гигиенические сертификаты;

- не допускается применять в малодетской и дошкольной обуви, на детали верха и низа искусственные и синтетические материалы, кроме материалов, имеющих разрешение органов здравоохранения на применение их в детской обуви.

*Требования к каркасным деталям обуви:*

- жесткий задник должен обеспечивать надежную фиксацию пятки в обуви с целью задания правильного вертикального положения пятки и повышения устойчивости при стоянии и ходьбе;

- для лучшей фиксации пятки рекомендуются прочные, высокие, жесткие задники;

- для создания условий для активного воздействия обуви на продольный свод стопы возможно применение асимметричного задника с удлиненным внутренним крылом. наружное крыло проектируют по обычной методике: внутреннее крыло заходит за вторую базисную линию с таким расчетом, чтобы крайняя его точка находилась на расстоянии 0,55 длины стопы;

- форма жесткого задника должна точно соответствовать форме пяточной части колодки. Не допускается загибание верхних кромок подноски и задника внутрь обуви и их выступание под подкладкой;

- для предохранения пальцев от травмирования при ходьбе изготавливаемая обувь для детей должна иметь жесткий подносок;

- деформация задника и подноски должна соответствовать требованиям ГОСТ.

*Требования к деталям низа обуви:*

- подошва профилактической обуви должна нейтрализовать ударные нагрузки при ходьбе и беге, что

достигается за счет применения материалов с высокими амортизирующими свойствами;

- подошва должна быть выполнена из материалов, обеспечивающих хорошее сцепление с опорной поверхностью при ходьбе и защиту от скольжения;

- подошва в обуви должна обеспечивать незатрудненный пережат при ходьбе. В носочной части подошва может выполняться заходящей на верх обуви;

- в обуви должны быть прочные геленки, так как нестабильная геленочная часть может привести к подвертыванию, растяжению и вывиху стопы;

- недопустимо использование для изготовления подошв жестких материалов с ограниченной гибкостью, таких как натуральная кожа, монокитные резины и их аналоги. Допустимо для профилактической обуви применять формованные подошвы из пенополиуретана и ТЭП.

При функциональной недостаточности мышечно-связочного аппарата или при начальных статическом нефиксированном плоскостопии у детей, по рекомендации врача, возможно назначение индивидуальных, сводоподдерживающих стелек, которые могут вставляться в профилактическую обувь с извлекаемым межстелечным слоем. В зависимости от степени выраженности деформации межстелечный слой может быть дополнен следующими элементами: супинатор пяточного отдела, пронатор пяточного отдела, супинатор носочно-пучкового отдела, пронатор носочно-пучкового отдела, супинатор или пронатор по длине следа.

### Выводы по 3 главе

1. Проведены антропометрические исследования стоп 1084 школьников города Бухары и в возрасте от 6 до 15 лет. На основе данных, полученных в работе, была выявлена закономерность изменения всех основных размеров стопы с возрастом детей; проведено сравнение с данными ранее проводимых исследований; уточнены значения полугодового прироста стопы по длине и обхватам.

2. На основе анализа рассчитанных коэффициентов регрессий и линий регрессий, построенных для основных размерных признаков стоп для детей каждого года жизни, было произведено объединение школьников по половозрастным группам. Было установлено, что между основными антропометрическими признаками и длиной в объединенных группах существует большая и средняя корреляционная связь. Теоретические и экспериментальные кривые распределения для объединенных групп школьников, как и рассчитанные критерии, показали, что распределения длины стоп школьников в данных половозрастных группах являются близкими к нормальному.

3. Рассчитан размерный ассортимент обуви для детей школьного возраста. В результате построения размерного ассортимента рекомендуется производить обувь размеров 205-240 для мальчиков в возрасте от 7 до 12 лет и 245-275 - для мальчиков в возрасте от 12 до 15 лет; размеров 205-230 для девочек в возрасте от 7 до 12 лет и 235-255 - для девочек в возрасте от 12 до 15 лет.

4. Для объединенных половозрастных групп школьников рассчитаны уравнения пропорциональности, связывающие значения ширины следа в пятке и пучках со значением обхвата в пучках, а так же задающие положение наружного и внутреннего пучка по длине. Уточнены значения ширины стопы по габариту и отпечатку в пятке и в пучках, что позволило обосновать ширину следа колодки в сечениях 0,18Д и 0,68/0,72Д. Установлено, что значения ширины колодки в пучках, заложенные в ГОСТ 3927-88 для рассмотренных половозрастных групп детской обуви занижены, а ширина следа колодки в сечении 0,18 Д завышена.

5. Получены антропометрические данные средне-средних стоп. Построены усредненные плантограммы стопы для всех объединенных групп школьников.

6. Разработаны медико-технические требования для детской профилактической обуви.

## **ГЛАВА 4. РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ОБУВИ ПОВЫШЕННОЙ КОМФОРТНОСТИ И МЕДИЦИНСКОЙ ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЙ ОБУВИ**

### **4.1. Разработка методики проектирования колодки для обуви повышенной комфортности.**

Внутренняя форма создается в обуви как за счет формы колодки, в случае если данная обувь применяется без вкладных элементов, так и за счет вкладных элементов (стелек, полустелек, выкладок сводов). В работе для обеспечения рациональной внутренней формы медицинской профилактической обуви и обуви повышенной комфортности нами используются оба варианта решения.

В случае применения вкладных элементов, след колодки проектируется по традиционной методике, при этом по следу колодки должно быть заложено дополнительное внутри обувное пространство на толщину элемента.

При проектировании колодки с анатомическим следом выбор варианта методики проектирования во многом определяется возможностями получения необходимых исходных данных стопы. Как было показано в главе 2, рациональный след колодки для медицинской профилактической обуви и обуви повышенной комфортности должен соответствовать следу стопы, опирающейся на мягкое основание. В тоже время, получение данных стопы, опирающейся на мягкое основание, возможно только для случая с нулевой приподнятостью пятки, а для построения колодки с приподнятой пяткой необходимы данные стопы с пяткой, опирающейся на каблук соответствующей высоты. Способ обмера стопы с помощью 3-D сканера позволяет получить данные стопы, опирающейся на плоское основание. Причем, стандартное программное обеспечение, поставляемое со сканером, не предусматривает получение данных стопы с пяткой приподнятой на каблук.

Все это обуславливает необходимость рассмотрения в данной работе трех различных вариантов методики проектирования рационального следа колодки.

Предлагаемые варианты методики проектирования колодки с анатомическим следом для обуви повышенной комфортности рассматриваются на примере женской стопы ( $D=250$  мм), а медицинской профилактической обуви – на примере детской стопы ( $D=225$  мм), отобранных по результатам предварительных обмеров и не имеющих видимых деформаций. Проектирование колодок производилось для следующих значений высоты приподнятости пятки: (для женской  $B_{\text{п}}=1/14D \approx 20$  мм, для детской  $B_{\text{п}}=1/14D \approx 16$  мм).

***Методика проектирования колодок для обуви повышенной комфортности с высотой приподнятости пятки до 20 мм.***

***(1 вариант методики)***

В зависимости от высоты приподнятости пятки требования к используемым исходным данным несколько различаются. Учитывая, что в низкокаблучной обуви ( $B_{\text{п}} < 20$  мм) стопа по следу изгибается незначительно (от 0 до 1,5 мм) [28], на наш взгляд, в качестве исходных данных допустимо использовать данные стопы, опирающейся на мягкое основание при нулевой приподнятости пятки.

Помимо слепка стопы в данном положении, для построения также используются плантограмма, полученная для случая равномерной опоры на плоское основание, и значения трех обхватов: обхват в середине пучков ( $O_{\text{с.п.}}$ ); обхват прямого взема ( $O_{\text{п.-вз.}}$ ); обхват через пятку-сгиб ( $O_{\text{п.-сг.}}$ ).

В основу разработанной методики положена методика МГУДТ [7,49], в которую был внесен ряд изменений.  
*Построение развертки следа колодки.*

1. В качестве исходной информации используется плантограмма правой стопы, полученная в положении равномерной опоры и ориентированная в трех системах координат (анатомической, продольная ось которой проходит через середину пятки и середину пучков; системе координат колодки по ГОСТ, проходящей через наиболее выступающую точку пятки и точку, расположенную на удалении 0,4 III, от внутреннего пучка; системе координат пяточно-геленочного участка следа колодки, продольной

осью которой является ось симметрии пяточной части следа, проходящая через середину пятки параллельно касательной к наружному участку следа).

2. Положение начальной точки следа находится на удалении от наиболее выступающей точки пятки на плантограмме, равном сдвигу в пятке по следу, рассчитываемому по ГОСТ при заданных значениях длины стопы и высоты приподнятости пятки.

3. Ширина следа в середине пятки (сеч. 0,18Д) рассчитывается по формуле:

$$\text{Ш}_{0,18}^{\text{кол}} = \text{Ш}_{\text{о.п.п.т.}} + \text{Ш}_{\text{г.п.п.т.}}$$

4. В сечении 0,62Д наружный контур следа строится совпадающим с контуром отпечатка на плантограмме.

5. Наружный участок контура следа от начальной точки до сечения 0,62Д строится проходящим, между контурами отпечатка и габарита стопы на плантограмме, занимая в пятке промежуточное положение и приближаясь к контуру отпечатка в области пучков. В геленочной части контур выполняется с небольшим (1,5-2 мм) прогибом, измеряемым по нормали, выставленной в середине касательной к наружной стороне контура следа.

6. Внутренний участок следа до сечения 0,3Д строится симметричным наружному участку относительно оси симметрии пяточного участка следа.

7. В сечении 0,73Д внутренний участок контура следа строится совпадающим с контуром отпечатка на плантограмме.

8. В подсводной области на участке 0,3-0,73Д ширина следа колодки выбирается с учетом обеспечения необходимого внутриобувного пространства в подсводной части обуви. Окончательная форма кривой следа колодки до пучков определяется в ходе ее корректировки по результатам построения поперечно-вертикальных сечений.

9. При построении носочного участка величина припуска в носочной части определяется с учетом задуманного фасона и не должна быть меньше минимального функционального припуска по ГОСТ. Форма кривой следа также выбирается с учетом задуманного фасона, при этом контур следа не должен резать контуры пальцев на отпечатке стопы.

*Построение продольно-осевого сечения и фронтальной проекции следа колодки*

1. При построении колодки для низко-каблучной обуви (высота каблука от 0 до 20 мм) могут быть использованы данные стопы, полученные для случая равномерной опоры на мягкое основание с нулевой приподнятостью пятки.

2. Кривая профиля следа строится по исходной кривой профиля следа стопы. При этом, под бугром пяточной кости (0,18Д), а также в середине пучков (0,68Д) кривые профиля следа стопы и колодки совпадают; в подсводной области (сечения 0,3-0,5Д) кривая профиля колодки проходит ниже кривой следа стопы, занимая промежуточное положение между кривыми профиля и фронтальной проекции следа стопы. Окончательное месторасположение кривой следа колодки на данном участке определяется по результатам построения поперечно - вертикальных сечений с учетом экскурсии свода стопы под нагрузкой. Носочный участок профиля следа колодки строится по стандартной методике с учетом заданной высоты приподнятости носка и принятой величины припуска в носочной части.

3. Линия пяточного закругления колодки строится по аналогичной кривой на профиле стопы. При этом точка начала следа находится выше положения ребра следа стандартной колодки, на пересечении линии пяточного закругления колодки и профиля следа.

4. Кривая фронтальной проекции следа колодки в области наружного свода строится совпадающей с аналогичной кривой на контуре стопы. *Построение поперечно-вертикальных сечений колодки* Первоначально контур поперечных сечений строится по стандартной методике [7,49]. При корректировке контуров сечений в пяточной части, под бугром пяточной кости контур следа колодки строится совпадающим с контуром сечения стопы; в геленочной части, в области наружного свода участок следа строится совпадающим с контуром сечения стопы в положении равномерной опоры на мягкое основание, а с внутренней стороны кривая следа колодки строится ниже кривой следа стопы на величину экскурсии свода под нагрузкой; в сечениях пучковой части контур следа колодки строится совпадающим с контуром следа стопы.

**Методика проектирования колодки для обуви  
повышенной комфортности с приподнятостью пяточной  
части от 20 мм и выше  
(2 вариант методики).**

Особенностью проектирования колодок, высота приподнятости пятки, которых от 20 мм и выше, является то, что в качестве исходных данных, используются данные стопы, полученные в положении равномерной опоры на плоское основание с пяткой, приподнятой на каблук.

Попытки использовать данные стопы, полученные для случая плоской опоры с нулевой приподнятостью пятки, приводят к искажению формы и размеров колодки, поскольку с изменением высоты приподнятости пятки происходит изменение формы следа стопы, а также ее наружного и внутреннего габаритов, линий пяточного закругления, гребня и др.

Получение данных стопы с заданной приподнятостью пятки в положении опоры на мягкое основание не представляется возможным.

Использование слепка, полученного для случая опоры на негатив, снятый со стопы с пяткой, приподнятой, но не опирающейся на каблук, как это предлагалась в работы [30], на наш взгляд, является некорректным, поскольку, как было показано в главе 2, при опоре под нагрузкой стопа существенно изменяет свои форму и размеры.

Проведенный эксперимент показал, что независимо от того опиралась ли стопа на плоское или на мягкое основание при одинаковой высоте приподнятости пятки и распределении нагрузки (равномерная опора на обе стопы) положение линии внутреннего габарита на стопе по отношению к нейтральному базису стопы остается неизменным. На основании этого можно предположить, что и для случая стопы, опирающейся на каблук, положение линии внутреннего габарита будет оставаться неизменным, независимо от того опирается ли стопа на мягкое или плоское основание.

С учетом этого можно предложить следующий порядок построения рационального следа колодки с высотой приподнятости, составляющей 20 мм и выше:

1. В качестве исходных данных выступают сечения стопы, полученные для случая опоры на плоское основание и пятки, опирающейся на каблук. В качестве дополнительной информации используются сечения стопы, полученные для случая равномерной опоры на мягкое основание при нулевой приподнятости пятки.

2. По традиционной методике проектируются сечения колодки по данным стопы с приподнятой пяткой.

3. На контуры поперечных сечений стопы и колодки с приподнятой пяткой накладываются контуры соответствующих сечений стопы для случая опоры на мягкое основание. При совмещении контуров обеспечивается одинаковое положение по высоте габаритных точек сечений с внутренней стороны.

4. С учетом формы кривых нижней части поперечных сечений стопы для случая опоры на мягкое основание корректируются контуры сечений колодки.

5. По результатам корректировки контуров поперечно-вертикальных сечений колодки корректируются контуры продольно-осевого сечения и фронтальной проекции колодки (рис. 4.1.).

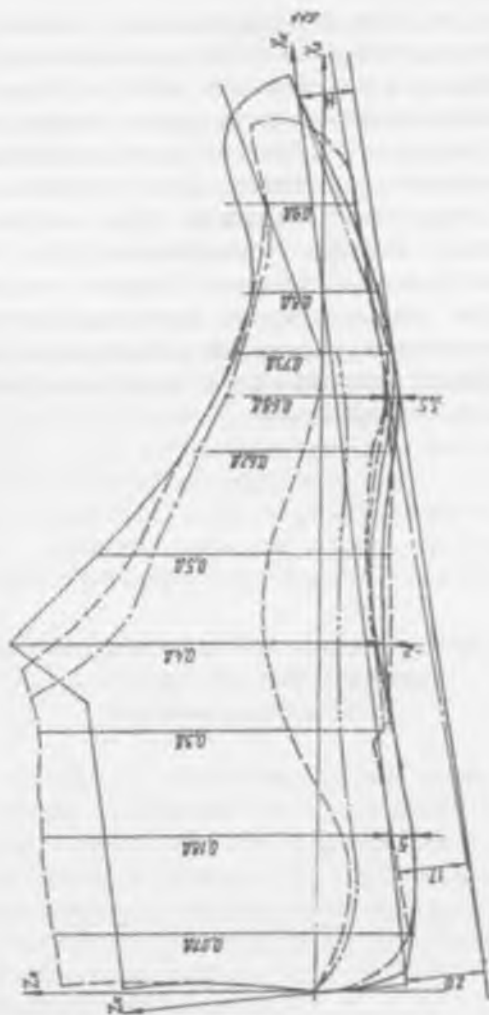
***Методика проектирования колодки для обуви  
повышенной комфортности  
(3 вариант методики).***

В том случае, если получение данных стопы в положении опоры на мягкое основание не представляется возможным, проектирование колодок для обуви повышенной комфортности может производиться по данным стопы, полученным в положении плоской опоры, например, с помощью 3D-сканера. При этом, если высота приподнятости пяточной части проектируемой колодки составляет 20 мм и выше, должны использоваться данные стопы с пяткой, опирающейся на «каблук».

Для перехода от исходной формы следа стопы к форме следа, соответствующей положению опоры на мягкое основание, нами предлагается использовать соответствующие величины приращений, учитывающие деформацию мягких тканей стопы под нагрузкой (см. п.2.2.1). Так, для корректировки контуров поперечно-вертикальных сечений в пучках и пятке линия следа стопы должна

быть опущена на величину приращения в данном сечении при переходе от случая опоры на плоское основание к случаю опоры на мягкое основание, а в геленочной части: в области наружного свода - поднята на величину смятия мягких тканей при переходе от безопорного положения к положению равномерной опоры на мягкое основание; в области внутреннего свода - опущена на величину экскурсии свода под нагрузкой (рис. 4.2.). Аналогично корректируются контуры продольно-осевого сечения и фронтальной проекции стопы. Следует отметить, что в зависимости от размера и высоты приподнятости пятки колодки используемые значения приращений должны различаться.

Дальнейшее проектирование колодки производится по ранее рассмотренной методике.



*Рис.4.1. Построение продольно-осевого сечения калодки (Т-250) для женской обуви повышенной комфортности (—стопа в положении опоры на плоское основание с припнятой пяткой; —стопа в положении опоры на мягкое основание; ---калодка)*

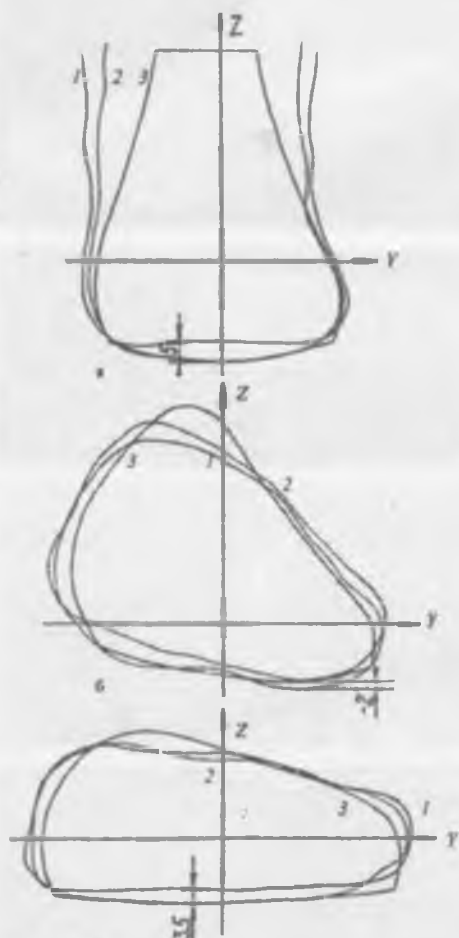


Рис.4.2. Построение контуров поперечно-вертикальных сечений калодки (Д-250) для женской обуви повышенной комфортности (а – сеч.0,18Д; б- сеч.0,5Д; в- сеч.0,73Д; 1-контур стопы в положении плоской опоры с плиткой, приподнятой на каблук; 2-контур стопы в положении опоры на мягкое основание; 3-контур калодки)



а



б



в



г

**Рис.4.3. Разработанные эталоны колодок для женской (а,б) и мужской (в,г) обуви повышенной комфортности (а,в-вид с наружной стороны; б,г-вид со стороны следа)**

С использованием разработанной методики проектирования колодок (2 вариант) были спроектированы и изготовлены эталоны колодок для женской ( $D=250$ ) и мужской ( $D=270$ ) обуви повышенной комфортности (рис. 4.3.)

#### 4.2. Разработка методики проектирования колодки для детской профилактической обуви

В результате проведенных антропометрических исследований стоп школьников, описанных в 3 главе, были определены параметры условных средних стоп, необходимые для построения колодок.

Из коллектива детей были отобраны дети, параметры стоп которых приближаются к средне-средним, рассчитанным для каждой из половозрастных групп. При выборе учитывались не только основные размерные параметры средне-средней стопы, но и анализировались плантограммы, с тем, чтобы отсеять детей с патологическими отклонениями и деформациями стоп. Для отобранной группы детей были получены слепки стоп, которые наряду с плантограммами и измеренными обхватными параметрами являлись исходной информацией при проектировании колодок. При разработке колодки для детской профилактической обуви в качестве исходной информации нами использовались гипсовые слепки стопы, полученные в положении опоры на мягкое основание при нулевой приподнятости пятки, поскольку высота приподнятости пятки в зависимости от половозрастной группы составляла от 14 до 19 мм ( $1/14D$  в соответствии с рекомендациями М.И. Куслика).

Рассмотрим особенности проектирования профилактических колодок для детей на примере колодки для школьников-мальчиков. Построение продольно-осевого сечения колодки представлено на рис. 4.4. Образцы разработанных эталонов колодок и изготовленной обуви для школьников-мальчиков и школьников-девочек представлены на рис. 4.5.

При разработке колодок с анатомическим следом для детской профилактической обуви, на наш взгляд, будет справедлива методика проектирования колодки для низкокаблучной обуви, описанная выше. В тоже время

необходимо учитывать особенности разработки колодок для детской профилактической обуви.

*Построение развертки следа колодки* производится по рассчитанной усредненной плантограмме для данной половозрастной группы.

Ширина следа профилактической колодки для школьников-мальчиков в середине пятки (сеч. 018Д) рассчитывалась по формуле:  $\text{Ш}^{\text{вс}}_{0,18} = \text{Ш}_{\text{о.п.п.т.}} + \text{Ш}_{\text{г.п.п.т.}}$  а ширина следа в пучках (сечение 0,68/0,72Д)  $\text{Ш}^{\text{вс}}_{0,68} = (\text{Ш}_{\text{о.п.п.ч.}} + \text{Ш}_{\text{г.п.п.ч.}})/2$ . В нашем случае, при Д=225мм  $\text{Ш}^{\text{кол}}_{018}$  составляла 50,1 мм, а  $\text{Ш}^{\text{кол}}_{0,68} - 77,2$  мм.

Как было установлено в главе 3, положение внутреннего пучка для школьников-мальчиков удалено от наиболее выступающей точки пятки на 0,73 Д, а наружного пучка - 0,65 Д.

При проектировании детских колодок, необходимо учитывать величину суммарного припуска. Величина суммарного припуска ( $P_{\text{сум}}$ ) рассчитывалась по формуле:

$$P_{\text{сум}} = P_1 + P_2 + P_3,$$

где  $P_1$  - минимальный функциональный припуск (0,045Д), мм;  $P_2$  - декоративный припуск, определяемый фасоном колодки, мм;  $P_3$  - припуск на полугодовой прирост стопы, задаваемый в колодках для детской обуви, мм (был уточнен в главе 3). Припуск на полугодовой прирост стопы для школьников-мальчиков составляет 4,3 мм.

*Кривая профиля следа* строится по исходной кривой профиля следа стопы, полученного для случая опоры на мягкое основание.

Кривая следа колодки на фронтальной проекции в области наружного свода, пятки (сеч. 0,18Д) и пучковой части (сеч. 0,73Д) строится совпадающей с аналогичной кривой на контуре стопы.

В подсводной области в сечениях 0,3Д, 0,4Д и 0,5Д, с тем, чтобы задать необходимый зазор для обеспечения рессорной функции внутреннего продольного свода, кривая профиля следа колодки строится занимающей промежуточное положение между контурами фронтальной проекции и профиля следа стопы. Окончательная корректировка кривой профиля в подсводной

области выполняется по результатам проектирования поперечно-вертикальных сечений с учетом экскурсии свода под нагрузкой. В носочной части профиль следа строится по стандартной методике.

*При построении поперечно-вертикальных сечений колодки их контур по наружному своду строится совпадающим с контуром стопы, а с внутренней стороны, в подсводной области - проходящим ниже исходной кривой на величину экскурсии свода.*

С целью правильной установки стопы и способствования правильному формированию сводов след колодки для детской профилактической обуви в пяточной части (сеч. 0,18Д) имеет увеличенную стрелу прогиба, создающую в обуви углубление, способствующее правильной установке пятки, а в геленочной части задается равномерная выкладка как наружного, так и внутреннего сводов с наивысшей точкой в области пяточно-кубовидного сочленения (сеч. 0,36Д). Высота выкладки для школьников-мальчиков составляет 5-7 мм. .

Разработанные методики проектирования следа колодок для обуви повышенной комфортности и медицинской профилактической обуви могут быть использованы как при разработке колодок традиционным ручным способом, так и при автоматизированном проектировании в составе программно-методического обеспечения создаваемых САПР колодок.

Наибольший эффект от их применения, на наш взгляд, возможен при автоматизированном проектировании поверхности колодки по данным 3D-сканирования стопы.

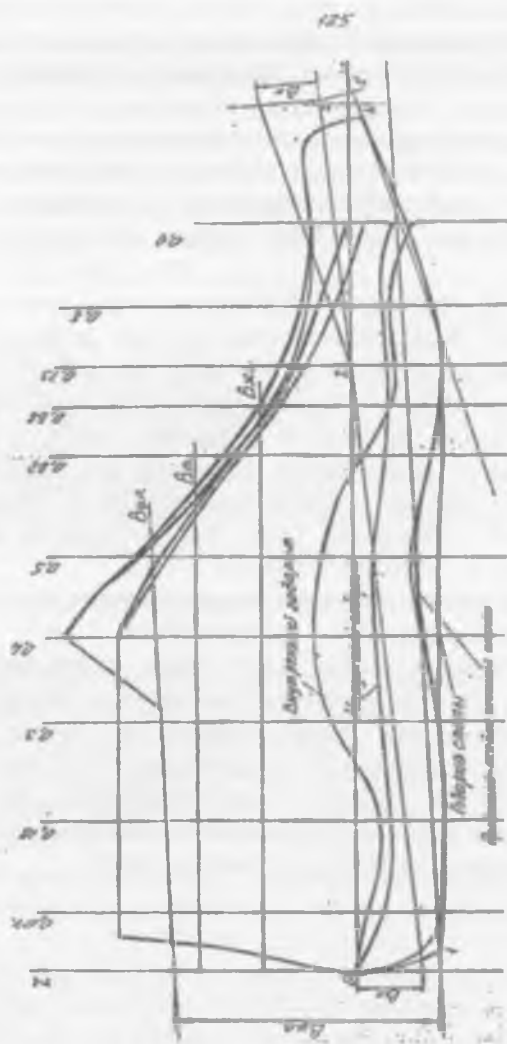
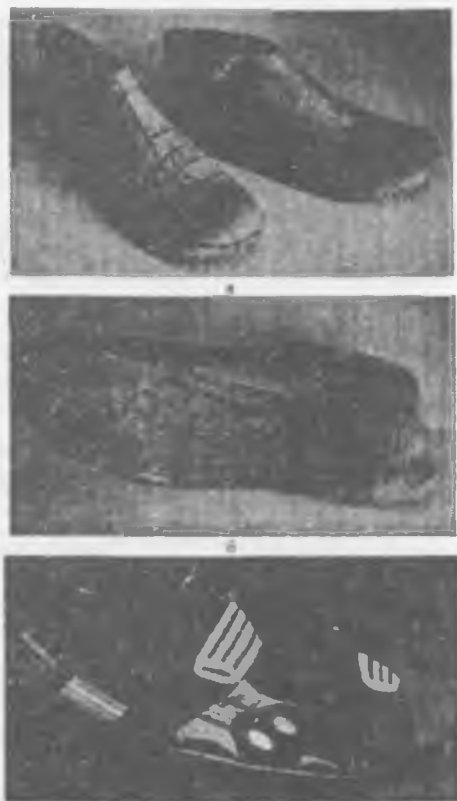


Рис.4.4. Построение продольно-осевого сечения и фронтальной проекции коробки для школьников-мальчиков



*Рис. 4.5. Разработанные эталоны колодок с анатомическим следом и образец детской летней открытой профилактической обуви литьевого метода крепления*

#### **4.3. Разработка узла основной стельки для обуви повышенной комфортности и медицинской профилактической обуви**

При использовании затяжной колодки с анатомическим следом в конструкции обуви повышенной комфортности и медицинской профилактической обуви необходимо применять формованный стелечный узел, неходовая сторона которого должна точно соответствовать следу колодки. Поскольку при

изготовлении обуви предлагается применять клеевую затяжку верха с использованием стандартного оборудования и готовые формованные подошвы (при клеевом методе крепления), ходовая сторона стелечного узла выполняется уплощенной, соответствующей используемой подошве.

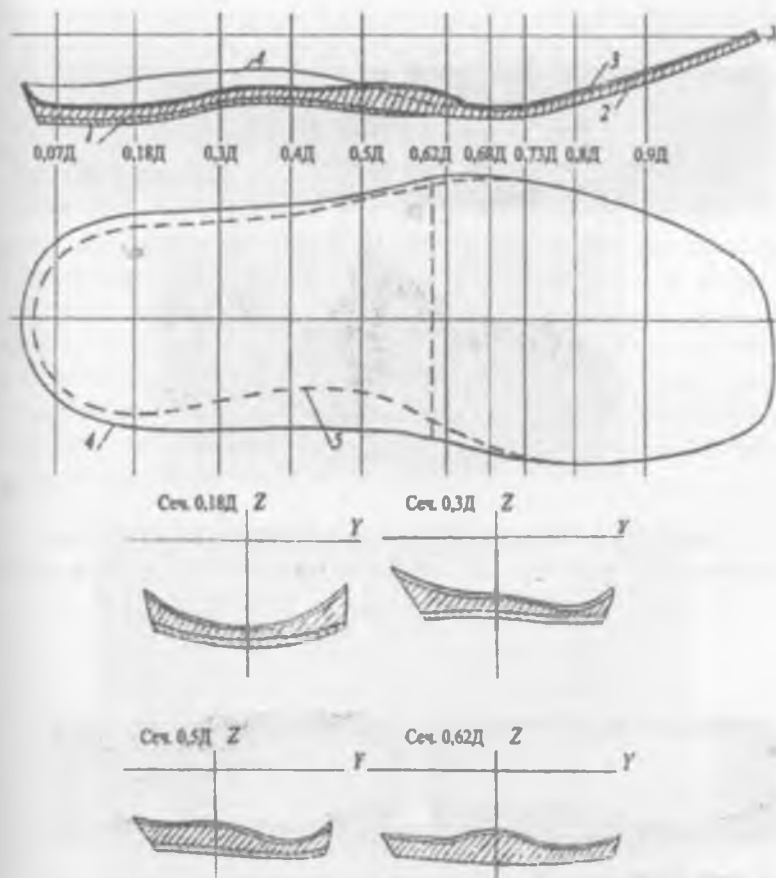
Контактный слой стелечного узла выполняется из подкладочной кожи или нетканых материалов. Минимальная толщина стелечного узла в пучках составляет 2-3 мм. Предлагается несколько вариантов конструкции стелечного узла.

Первый вариант - стелечный узел представляет собой цельноформованный элемент из полимерного материала, дублированного с ходовой стороны по всему следу слоем картона.

Второй вариант - стелечный узел состоит из формованного элемента из вспененного полимерного материала, дублированного с ходовой стороны в пяточно-геленочной части картонной полустелькой. Данная конструкция обеспечивает необходимую жесткость стелечного узла в геленочной части и хорошую гибкость в пучковой части.

Кроме того, возможны варианты полимерной формованной стельки, дублированной тканью, сеткой и т.д.

На рис. 4.6. показана конструкция стелечного узла для мужской обуви повышенной комфортности. На рис. 4.7 и 4.8 показаны образцы стелечных узлов для мужской обуви повышенной комфортности клеевого метода крепления и детской профилактической обуви литьевого метода крепления, а также образцы обуви, изготовленные по предлагаемой технологии.



**Рис.4.6. Конструкция стельчного узла для мужской обуви повышенной комфортности (1- картонная полустелька; 2- слой полимерного материала; 3 - контактный слой из кожи; 4 - контур стельки с неходовой стороны; 5 - контур стельки с ходовой стороны)**



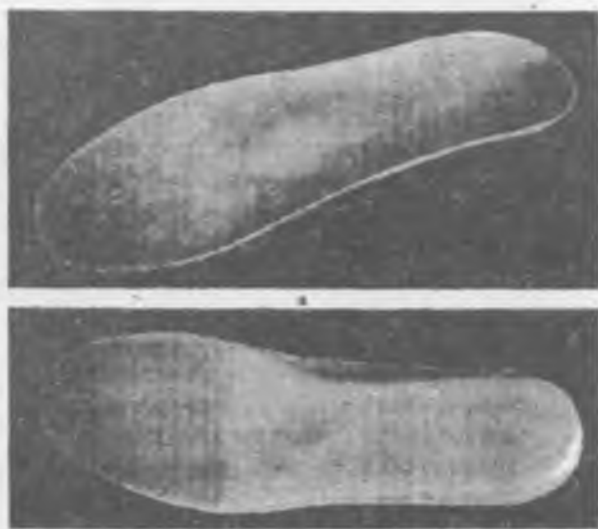
*Рис.4.7. Стелечный узел (а,б) и опытный образец мужских полуботинок повышенной комфортности клеевого метода крепления (в)*



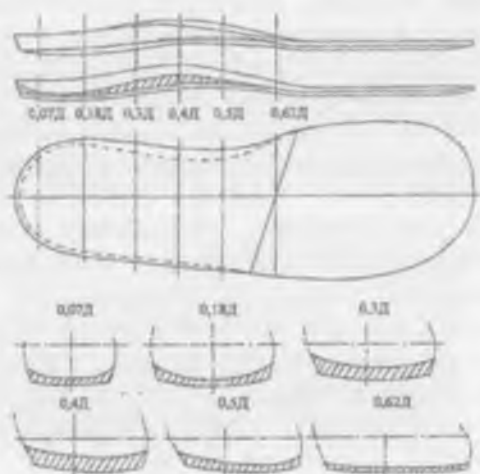
*Рис.4.8. Стелечный узел (а,б) и опытный образец детской профилактической обуви летьевого метода крепления (в), разрез обуви (г)*

#### 4.4. Разработка вкладных элементов для обуви повышенной комфортности и медицинской профилактической обуви

На основе полученных в результате проведенных антропометрических исследований данных условной средней стопы была спроектирована мужская разгружающая стелька «Комфорт» (рис. 4.9.). Стелька предназначена как для использования в обуви повышенной комфортности, изготовленной на колодках с традиционной формой следа и дополнительным внутрибугновым пространством по следу на толщину стельки, так и в обычной бытовой обуви массового производства (в этом случае должна подбираться обувь повышенной полноты). Стелька имеет профилированное ложе в пяточной части, умеренные выкладки наружного и внутреннего продольных сводов, поперечного свода.



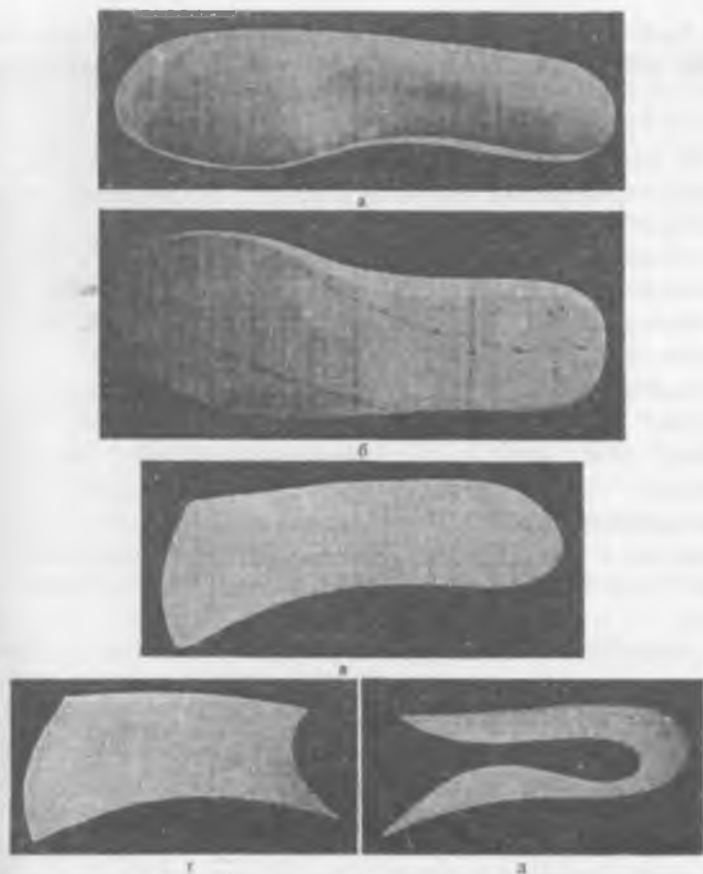
*Рис. 4.9. Разработанная мужская вкладная разгружающая стелька «Комфорт» (а - вид с неходовой стороны, б - вид с ходовой стороны)*



*Рисунок 4.10. Конструкция вкладной профилактической стельки для детей*

Для найденных параметров средне-средних стоп детей были разработаны образцы вкладных профилактических стелек (рис.4.П.а,б), предназначенные для использования в специальной профилактической обуви, изготовленной на колодках со стандартной формой следа, имеющей дополнительный припуск по следу на толщину вкладной стельки. Разработанные конструкции полустелек (рис.4.11.в) и выкладок сводов (рис.4.11.г,д) могут использоваться как в профилактической обуви, так и в обычной детской обуви массового производства.

В пяточной части разработанных стелек под бугром пяточной кости предусмотрено углубление, способствующее ее правильной установке. Для разворота переднего края пяточной кости предусмотрена выкладка, как наружного, так и внутреннего сводов. Наивысшая точка выкладки находится в области пяточно-кубовидного сочленения в сечении 0,3 6Д и составляет от 5 до 7 мм. На рис. 4.10. представлен один из предлагаемых вариантов конструкции вкладной профилактической стельки для детей



*Рис. 4.11. Вкладные элементы для детской профилактической обуви (а, б - стелька; в- полустелька, г, д - выкладки сводов).*

Проф. Спиваком Б.Г. было предложено дополнить разработанную конструкцию вкладной профилактической стельки (рис.4.11,б) съемными элементами (пронатором или супинатором, коском), с помощью которых стелька могла бы индивидуально дорабатываться с ходовой стороны при наличии вальгусной деформации, укорочении стопы и т.п.

#### 4.5. Выбор материала и технологии изготовления стелечного узла для обуви повышенной комфортности и медицинской профилактической обуви

В настоящее время в производстве ортопедических стелек широкое применение получили вспененные материалы, такие как пенополиэтилен, сэвилен, эвалласт, отличающиеся хорошими упруго-амортизационными свойствами, легкостью и невысокой стоимостью. Эти материалы отличаются высокой химической стойкостью, водостойкостью, потостойкостью, а изделия из них не оказывают вредного воздействия на организм.

Вспененные материалы должны обладать определенным набором физико-механических характеристик при изгибе и сжатии. Для материалов, применяемых при изготовлении вкладных стелек, важным является их поведение при многократном сжатии со значительной скоростью деформации, характерной для ходьбы. Некоторые виды материалов под воздействием многоцикловых деформаций сжатия теряют свою форму в связи с накоплением остаточных деформаций. Остаточная деформация при сжатии материалов для деталей низа обуви, не должна превышать 15-30%.

Снижение твердости материалов низа обуви увеличивает амортизационные свойства обуви, уменьшает утомляемость стопы при ходьбе и беге. Снижение твердости возможно только до определенного предела, который лимитируется величиной остаточной деформации материала при сжатии, пределы которой были указаны выше.

Были проведены испытания, по определению показателей свойств материалов при сжатии, и был подобран материал для изготовления стелечного узла и вкладной разгружающей стельки. При этом стояла задача выбора материала, обладающего: малой плотностью, с целью снижения веса изделия, оптимальными значениями показателей эластичности и упругости для обеспечения необходимых амортизационных свойств: необходимой пластичностью, для обеспечения при формоваемости. Технологичность материала оценивалась показателями термопластичных и адгезионных свойств, которые определяют способность формования в пресс-формах и способность к склеиванию.

Таким образом, для оценки эксплуатационных и технологических свойств были выбраны следующие показатели: остаточная деформация ( $\epsilon_0, \%$ ), упругость ( $U, \%$ ), пластичность ( $P, \%$ ), изменения пластичности ( $\Delta P, \%$ ) при увеличении усилия.

В ходе выполнения работы были исследованы материалы различных марок как отечественных так и зарубежных производителей. Из представленного ассортимента необходимо было выбрать материал, по своему составу, строению и физико-механическим показателям наилучшим образом удовлетворяющий поставленным требованиям. Он должен обладать достаточно высокими упругими свойствами, чтобы обеспечивать профилированное ложе под пятку, и поддержку сводов при максимальной нагрузке и в тоже время обладать оптимальным соотношением показателей упругости и пластичности, чтобы в пучках, после при формования к стопе держать исходную форму.

Вначале проводились одно цикловые испытания, где пробы материалов нагружались на 37,5; 57,5; 77,5; 97,5; 112,5 кг. При выборе величин мы исходили из того, что средняя масса тела человека составляет 75 кг.

Пробе сообщали требуемую нагрузку и определяли толщину при действии заданной нагрузки, затем разгружали пробу и определяли толщину материала после сжатия и отдыха. По полученным результатам вычисляли остаточную и полную деформацию, а затем рассчитывали упругость и пластичность. Твердость материалов определяли абсолютным методом.

При исследовании поведения материалов, применяемых для изготовления вкладных стелек, при многократном сжатии установлено, что наибольшее изменение модуля сжатия и других показателей материала происходит в первые 5 циклов нагружения, до 10 циклов показатели несколько меняются, а затем остаются практически неизменными. Некоторые виды материалов под воздействием много цикловых деформаций сжатия теряют свою форму ("растопываются"). Чтобы определить, как поведет себя материал при многократной нагрузке, пробы нагружались по 5 и 10 циклов (при значениях нагрузки 37.5 и 112.5 кг). После проведенных испытаний определялась остаточная и полная деформации, и рассчитывались показатели упругости и пластичности. Полученные результаты

при полу цикловых и много цикловых испытаниях для всех материалов сравнивались.

По результатам испытаний были построены графики изменения пластичности и упругости в зависимости от нагрузки, а также график, показывающий динамику изменения свойств материалов при увеличении нагрузки (Рис. 4.11.- 4.13.). Показатели свойств материалов при сжатии представлены в таблице в приложении И.

После оценки полученных результатов был выбран образец материала под № 5 (эвапласт вид Б плотностью 0,35 г/см<sup>3</sup>, твердостью 20-25 ед.). Этот материал обладает достаточно высокими упругими свойствами, чтобы обеспечивать профилированное ложе под пятку и доля упругой деформации при увеличении нагрузки изменяется незначительно по сравнению с другими материалами. То есть, представленный материал обладает наилучшей способностью сохранять размер и форму при деформировании и, следовательно, является наиболее пригодным материалом для изготовления стелечного узла и складной разгружающей стельки.

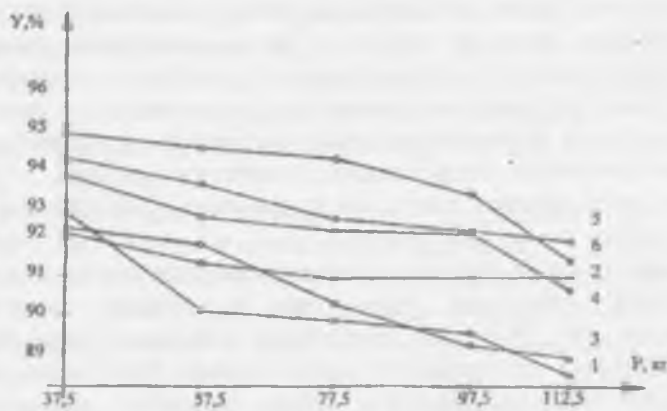


Рис. 4.11. График изменения упругости от нагрузки

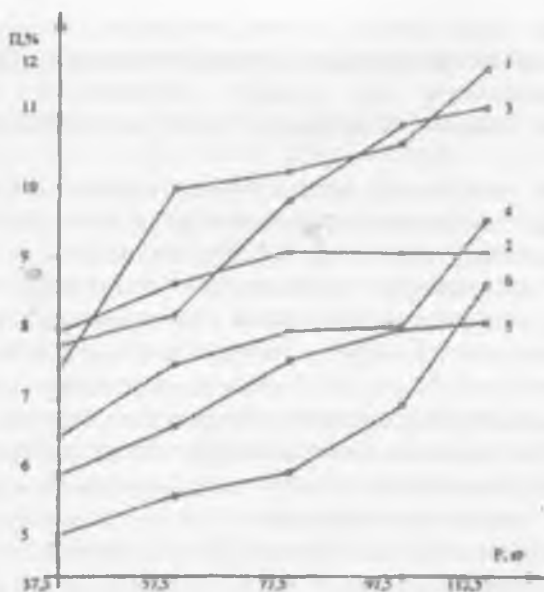


Рис.4.12. График изменения пластичности от нагрузки

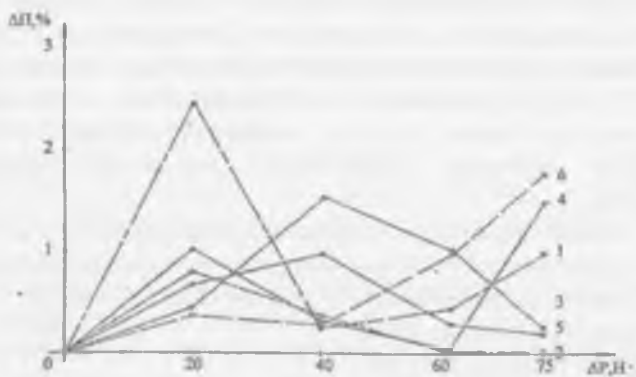


Рис. 4.13. Динамика изменения пластических свойств материалов при увеличении нагрузки

Выбор технологии изготовления стелечного узла. Для выбранного материала были подобраны оптимальные режимы

формования (температура нагрева материала, давление пресса, время разогрева материала в термоактиваторе). Полученные данные позволяют в процессе формования обеспечить формируемым изделиям требуемую форму и заданный комплекс свойств.

Чтобы установить оптимальные режимы формования в пресс-формах выбранных материалов проводились испытания по методике предложенной проф. В.Л.Раяцкасом [49].

Для определения оптимальной температуры нагрева материала проводились испытания при давлении  $10 \text{ кгс/см}^2$  и времени нагрева 1 мин, температура в термоактиваторе варьировалась от  $100$  до  $140^\circ\text{C}$ . В ходе испытаний установлено, что оптимальной температурой нагрева заготовок из эвапласта является  $120^\circ\text{C}$ , при которой величина остаточной деформации является максимальной. Увеличение температуры до  $140^\circ\text{C}$  приводит к плавлению материала.

При определении оптимального усилия формования давление изменялось от  $5$  до  $25 \text{ кгс/см}^2$  при постоянной температуре нагрева материала  $120^\circ\text{C}$ . В результате установлено, что оптимальным является давление  $20 \text{ кгс/см}^2$ , при котором обеспечивается требуемая величина остаточной деформации.

Для определения оптимального периода нагрева материала время формования изменялось от  $30$  секунд до  $3$  минут при установленных ранее значениях температуры и давления.

В ходе проведенных испытаний было установлено, что оптимальное время нагрева материала составляет  $90$  с, при котором материал приобретает наилучшие формовочные свойства.

Таким образом, в результате проведенного эксперимента были установлены оптимальные режимы термоформования:

- время разогрева материала в термоактиваторе  $90$  с.
- температура нагрева  $120^\circ\text{C}$
- давление пресса  $20 \text{ кгс/см}^2$ .

#### 4.6. Апробация результатов работы.

В рамках выполнения Государственной научно-технической программы ИТД-10 А-10-4 на тему: «Разработка конструкции и технологии изготовления специальной обуви для детей с патологическими отклонениями» была обоснована рациональная форма следа детской летней открытой обуви; разработана методика перехода от формы и размеров стопы к параметрам рациональной внутренней формы обуви; уточнен необходимый размерный ассортимент и определены геометрические характеристики средне-средней стопы; разработан эталон колодки для детской летней открытой обуви, по которому, с учетом технологических особенностей процесса литья, а также используемого оборудования и технологической оснастки, был разработан эталон поверхности прессовой колодки.

На предприятии ООО «BUKHARA SHOES INVEST» прошла промышленную апробацию и была внедрена в производство разработанная конструкция вкладной разгружающей стельки.

В рамках выполнения Государственной научно-технической программы ИТД-10 А-10-4 на тему: «Разработка конструкции и технологии изготовления специальной обуви для детей с патологическими отклонениями» были разработаны рекомендации по определению месторасположения, формы и размеров выкладок сводов для детской обуви;

конструкторская документация на вкладные профилактические изделия для детской обуви; изготовлены опытные образцы выкладок сводов, вкладных профилактических стелек и полустелек.

В рамках научно-исследовательской работы были проведены антропометрические исследования стоп школьников г.Бухары; установлены геометрические параметры средне-средних стоп для всех поло-возрастных групп школьников; разработан рациональный размерный ассортимент обуви.

По полученным данным были разработаны рациональная научно-обоснованная внутренняя форма обуви, спроектированы и изготовлены эталоны колодок для закрытой школьной обуви для мальчиков, школьной обуви для девочек.

### Выводы по 4 главе

1. На основании изложенных в главе 2 принципов была разработана методика проектирования колодки для профилактической обуви и обуви повышенной комфортности.

2. Разработана конструкция узла основной стельки для обуви повышенной комфортности и медицинской профилактической обуви.

3. Разработаны конструкции вкладных разгружающих и профилактических стелек.

4. Выбран материал и технология изготовления стелечного узла для обуви повышенной комфортности и медицинской профилактической обуви.

5. Разработаны и изготовлены образцы колодок для мужской и женской обуви повышенной комфортности, а также для детской профилактической обуви. Изготовлены образцы стелечного узла и комфортной обуви для мужчин. Изготовлены образцы вкладной разгружающей мужской стельки, детских профилактических стелек, полустелек и выкладок сводов.

6. Результаты работы прошли апробацию и внедрены на «BUKHARA SHOES INVEST».

## ОБЩИЕ ВЫВОДЫ ПО РАБОТЕ

1. В результате анализа научных работ по тематике исследования определено место медицинской профилактической обуви и обуви повышенной комфортности в общей классификации обуви; выявлены основные направления обеспечения комфортности обуви; проанализированы конструктивные решения, предлагаемые различными исследователями и ведущими мировыми обувными фирмами при создании конструкций профилактической и комфортной обуви.

2. Дан сравнительный анализ существующих методик перехода от формы стопы к форме рационального следа колодки, результаты которого были использованы при выборе направления экспериментальных исследований, а также при разработке принципов перехода от формы стопы к следу колодки.

3. С целью обоснования рациональной формы следа профилактической обуви и обуви повышенной комфортности проведены экспериментальные исследования по определению изменения формы и размеров стопы в зависимости от нагрузки с помощью усовершенствованного метода гипсовых слепков и 3-D сканера. В результате которых, были определены величины смятия мягких тканей стопы, значения экскурсии продольного свода стопы под нагрузкой, изменение положения габарита стопы по ширине и другие показатели.

4. С использованием компилятора Borland C++ Builder разработана программа Semakis, позволяющая из общего массива точек, полученных с помощью 3-D сканера, выделить координаты точек 10 основных поперечно-вертикальных сечений стопы, а также координаты габаритных линий стопы, являющихся необходимой исходной базой для проектирования колодок, а также для исследования характера изменения формы и размеров стопы под нагрузкой.

5. В результате антропометрических исследований стоп 1084 школьников города Бухары в возрасте от 6 до 15 лет установлены зависимости основных размерных признаков стопы от возраста, уточнены значения полугодового прироста стопы по длине и обхватам.

6. Выделены четыре размерные группы детей школьного возраста: девочки от 7 до 12 лет, от 12 до 15 лет и мальчики от 7 до 12 лет и от 12 до 16 лет. Построены теоретические и экспериментальные кривые распределения основных размерных признаков, анализ

которых позволяет судить о их близости к нормальному распределению. На основе полученных данных рассчитан рациональный размерный ассортимент обуви для детей школьного возраста. Для выделенных групп получены антропометрические данные средние - средних стоп детей для последующего проектирования обувных колодок.

7. Для 4 половозрастных групп школьников рассчитаны коэффициенты пропорциональности, связывающие значения ширины следа в пятке и пучках со значением обхвата в пучках, а так же задающие положение наружного и внутреннего пучка по длине. Установлено, что положение внутреннего пучка для школьников-мальчиков и школьников-девочек удалено от наиболее выступающей точки пятки на 0,73Д, а для девичьей и мальчиковой группы - 0,72Д. Положение наружного пучка для школьников-мальчиков и школьников-девочек удалено от наиболее выступающей точки пятки на 0,65Д, для девичьей и мальчиковой группы - 0,64Д. Установлено, что для всех объединенных групп школьников коэффициенты пропорциональности отношения ширины наружного отпечатка к обхвату в пучках и ширины наружного габарита к обхвату в пучках остаются неизменным и составляют 0,1 и 0,14 соответственно.

8. По уточненным значениям ширины стопы в пятке и в пучках, обоснованы значения ширины следа рациональной колодки. Установлено, что значения обхвата в пучках, заложенные в ГОСТ 3927-88 для всех объединенных половозрастных групп занижены, а ширина следа колодки в сечении 0,18Д завышена.

9. Разработаны медико-технические требования для детской профилактической обуви.

10. На основе сформулированных принципов перехода от формы стопы к форме рационального следа колодки разработана методика проектирования колодки для профилактической обуви и обуви повышенной комфортности. Изготовлены образцы вкладной разгружающей мужской стельки, детских профилактических стелек, полу стелек и выкладок сводов.

11. Разработаны конструкции, выбраны материал и технология изготовления стельчных узлов и вкладных изделий для обуви повышенной комфортности и медицинской профилактической обуви

## ТОЛКОВАТЕЛЬ ТЕРМИНОВ

- **Апоневроз** - широкая сухожильная пластина. Апоневрозы сходны с сухожилиями, однако, практически лишены кровеносных сосудов и нервных окончаний.

- **Аппаратно-программный комплекс «ДиаСлед»** предназначен для: раннего выявления деформаций опорно-двигательного аппарата при профилактических обследованиях; уточнения клинического диагноза, выбора способа лечения и конструкции индивидуальных ортопедических стелек при деформациях позвоночника, функциональном или анатомическом укорочении нижней конечности, деформациях стоп, заболеваниях суставов нижней конечности, неврологических нарушениях, оценки эффективности и коррекции техником-ортопедом индивидуальных ортопедических стелек, уточнения профилактических и реабилитационных программ, назначенных врачом ортопедом.

- **Артроз** - это заболевание суставов, сопровождающееся разрушением хрящей.

- **Вальгус** - любая деформация, вызывающая искривление вовнутрь конечностей. Обычно такая деформация возникает еще в детском возрасте буквально через несколько месяцев после начала ходьбы. Главная причина заболевания-большая нагрузка на ноги в период быстрого развития костей при слабом связочно-мышечном аппарате.

- **Галюкс вальгус** - вальгусная деформация первого пальца стопы, характеризующаяся отклонением от оси, деформация сопровождается появлением мозоля-натоптыша на пальце, что проявляется в виде боли и неудобства при ношении привычной обуви.

- **Гиподинамия**- нарушение функций организма (опорно-двигательного аппарата, кровообращения, дыхания, пищеварения) при ограничении двигательной активности, снижении силы сокращения мышц.

- **Компьютерная плантография** предназначена для проведения исследований состояния стопы (компьютерное обследование отпечатка стоп с расчетом определения степени поперечного и/или продольного плоскостопия) и выдачи диагностического заключения.

- **Кривошея** - заболевание, вызванное изменением мягких тканей, скелета и нервов шеи, выраженное наклонным положением головы с поворотом её в противоположную сторону.

- **Латекс**, он же натуральный каучук, добывают из млечного сока каучукового дерева-Бразильской Гвеи

- **Ортез** - специальное приспособление, предназначенное для разгрузки, фиксации, активизации и коррекции функций поврежденного сустава или конечности.

- **Ортопедия** - медицинская дисциплина, изучающая распознавание, предупреждение и лечение деформаций и повреждений опорно-двигательного аппарата человека. В некоторых странах (в том числе и в России) совместно с травматологией составляет единую медицинскую специальность.

- **Осанка** - это привычное положение тела, которое человек принимает стоя или сидя. Формируется осанка с самого раннего детства в процесс воспитания и развития ребенка.

- **Остеохондроз** - дистрофическое поражение суставного хряща и подлежащий костной ткани. Развитию остеохондроза способствуют неблагоприятные условия статической нагрузки на позвоночник, наследственная предрасположенность, различные повреждения и перегрузка структур позвоночника (большая масса тела, ношение тяжестей и др.)

- **Плантография** - общее название методов определения патологии по отпечатку подошвенной поверхности стопы.

- **Поднатрия** - раздел медицины, занимающийся лечением заболеваний стопы и голени, объединяющий знания по ортопедии, травматологии, сосудистой и гнойной хирургии, нейрохирургии.

- **Полинейропатия** - множественное поражение периферических нервов, проявляющееся периферическими вялыми параличами, нарушениями чувствительности, трофическими и вегетососудистыми расстройствами преимущественно в дистальных отделах конечностей.

- **Полиуретан** - полимер, который используется в качестве заменителя резины. Полиуретаны нашли большое применение в промышленности благодаря широкому диапазону прочностных характеристик.

- **Пронация** - это способ постановки внешней части стопы при ходьбе и беге. Она является частью естественного движения, которое

помогает голени бороться с ударной нагрузкой, возникающий при каждом соприкосновении стопы с поверхностью, на которую она наступает. Некоторые люди при ходьбе или беге больше заваливают стопу вовнутрь (гиперпронация), а некоторые - наружу (недопронация или супинация).

- **Рахит** - заболевание детей грудного и раннего возраста, протекающее с нарушением образования костей и недостаточностью их минерализации, обусловленное главным образом дефицитом кальция и его активных форм в период наиболее интенсивного роста организма.

- **Сколиоз** - боковое искривление позвоночника в виде латинской буквы ...

- **Спондилёз позвоночника** - это хроническое заболевание, сопровождающееся деформацией позвонков из-за разрастания костной ткани: на поверхности позвонков появляются выступы и шипы.

- **Таранная кость** - одна из костей стопы, которая помещается выше пяточной, почему и называется ещё надпяточной, и сочленяется с костями голени.

- **Трофика** - это совокупность процессов клеточного питания, обеспечивающих сохранение структуры и функции ткани или органа.

- **Физиотерапия** - это метод лечения различных заболеваний, в котором используются не химические или лекарственные препараты, а используется физическое воздействие лазером, ультразвуком, током, магнитным полем.

- **Церебральный паралич** - это нарушение движений и контроля за положением тела в пространстве.

- **Шейно-плечевой синдром** - это возрастное заболевание, обычно наблюдается у людей 30-50 лет. Причинами заболевания могут быть ранее перенесенные вывихи плеча, травмы ключицы, травмы мышц плечевого пояса и шеи, дистрофия или воспаления 4-7 позвонков шейного отдела, регулярные напряжения рук (чаще всего, профессиональные).

- **Коллагеноз** (коллагеновые болезни, диффузные заболевания соединительной ткани) - это группа заболеваний, характеризующаяся системным поражением соединительной ткани (Соединительная ткань - главная «опора» нашего

организма: ее элементы обнаруживаются в коже, костях, хрящах, стенках сосудов и даже крови).

- **Подagra** - это заболевание, вызванное нарушением обмена веществ в организме и отложением мочекислых соединений в тканях, с преимущественно поражением суставов (2,5% всех случаев заболеваний суставов) и почек. Различают подагру первичную — следствие врождённого нарушения обмена веществ и воздействия фактора питания, и вторичную — при отравлении свинцом, некоторых болезнях крови и др. (встречается реже). Поражаются преимущественно мужчины среднего возраста. Заболевание протекает в виде острых рецидивирующих приступов или хронически. Приступ подагрического артрита характеризуется внезапными болями, чаще в области большого пальца стопы, которые быстро нарастают, сопровождаются припухлостью и покраснением.

- **Сахарный диабет** - хроническое заболевание, вызванное нарушением обмена веществ: в основе болезни - абсолютная или относительная недостаточность инсулина. Синдром диабетической стопы (СДС) - одно из самых тяжелых осложнений сахарного диабета. В 50 % случаев причина СДС - патология нервных волокон и нервов на конечностях. Она проявляется ощущением мурашек и покалывания в стопе, понижением чувствительности кожи. В 25 % случаев причина СДС - нарушение местного кровообращения в стопе. Это может привести к омертвлению определенного участка ткани - гангрене.

- **Синдром диабетической стопы** развивается не сразу: это результат поражения сосудов, суставов, костей, периферических нервов, кожного покрова, мягких тканей нижних конечностей. Из-за указанных нарушений возникают гнойные и язвенные образования стопы, постепенно разрушается костно-суставная система.

- **Ишемические повреждения стоп** при сосудистых заболеваниях. Например, ишемическая диабетическая стопа образуется за счет поражения крупных и мелких сосудов конечностей. Само название патологии (ишемическая стопа) говорит о том, что в данном случае трофические изменения тканей стопы происходят по причине нарушения циркуляции крови и недостатка кислорода в тканях ноги. Признаки

ишемической стопы: выраженный, стойкий отек стопы, боли в ногах во время ходьбы, быстрая утомляемость ног, пигментация кожи, появление волдырей.

- **Деформирующий артроз первого плюснефалангового сустава.** Способствующими факторами развития артроза первого плюснефалангового сустава являются: большие и длительно действующие на сустав перегрузки или средние нагрузки, оказывающиеся для этого сустава чрезмерными; травма сустава; хронические микротравмы сустава, которые часто встречаются у спортсменов; переохлаждение стоп; ношение узкой, сдавливающей обуви.

- **Болезнь Леддерхозе** - подошвенная болезнь после травм и переломов. На фоне воспалительно-дегенеративных изменений появляется сокращение внутреннего края апоневроза (участок мышцы, расположенный там, где мышечные волокна переходят в сухожильные), что ведет к развитию патологий: плоскостопие, полая стопа.

- **Болезнь Мортон** (неврома Мортон) - заболевание, относится к числу редко встречающихся, проявляется сильной жгучей болью, локализующейся на подошвенной поверхности стопы между головками III и IV плюсневых костей. Боли ощущаются во время ходьбы и уменьшаются после разгрузки стопы, снятие обуви приводит к их полному исчезновению. Больные отмечают болезненное онемение IV и реже III пальцев.

- **бурситах** (бурсит — это острое или хроническое воспаление синовиальной сумки суставов; чаще всего бурсит возникает в плечевых суставах, реже — в коленных, локтевых, бедренных и в синовиальной сумке между пяточной костью и ахилловым сухожилием)

- **гигромах** (гигрома — это киста, которая образуется в тканях нашего организма; причинами возникновения гигромы связывают с постоянными и однотипными физическими нагрузками на суставы и сухожилия)

- **гиперкератозе** (гиперкератоз — чрезмерное развитие рогового слоя кожи человека; проявления гиперкератоза всем прекрасно известны — это мозоли и натоптыши;

- **натоптыши** возникают из-за постоянного давления и натирания вследствие неадекватной нагрузки на стопу при

физических нагрузках, плоскостопии, при ношении узкой обуви, обуви на высоком каблуке, особенно если имеется избыточный вес)

- **незаживающих трещинах** (чаще всего трещины на подошвенной поверхности стопы появляются при грибковой инфекции, либо при пересыхании кожи из-за повышенного образования рогового слоя)

- **Пяточная шпора** - это шиповидное костное разрастание на подошвенной поверхности пяточных костей в месте прикрепления связок стопы или пяточного (ахиллова) сухожилия.

- **остеохондропатия** - заболевание, характеризующееся омертвлениями губчатого вещества костей в местах наибольшей механической нагрузки на них:

- Болезнь Диаса (таранная кость)
- Болезнь Излена (V плюсневая кость)
- Болезнь Келлера I (ладьевидная кость предплюсны)
- Болезнь Келлера II (головки II, III, IV плюсневых костей)
- Болезнь Ренандера-Мюллера (сесамовидной кости I плюснефалангового сустава)
- Болезнь Севера (пяточной кости)
- Болезнь Фрайберга (головки II плюсневой кости)
- Болезнь Хаглунда (аномальная кость между ладьевидной костью предплюсны и головкой таранной кости)
- Болезнь Хаглунда-Шинца (апофиза пяточной кости)

- **Прочие патологии стоп:** дефекты стоп, связанные с несостоятельностью мягких тканей (омертвление мышц), дефекты стоп после хирургического лечения деформаций, после консервативного лечения (систематическая лечебная гимнастика) косолапости.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стопа и рациональная обувь /К. И. Ченцова - М.: , «Легкая индустрия», 1974.
2. Расчет параметров рациональной внутренней формы обуви на основе силового взаимодействия стопы с обувью /Лыба В. П. - диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, М.: 1983.
3. Антропометрические и биомеханические основы конструирования изделий из кожи /Кочеткова Т.С., Ключникова В.М. -Легпромбытиздат, М, 1991 .
4. Анализ антропометрических данных стоп детей /Киселева М.В., Фукин В.А., Егорова Т.Ш.- КОП, №2, М., 2006.
5. Конструирование изделий из кожи /Зыбин Ю.П., Ключникова В.М., Кочеткова Т.С., Фукин В.А., - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982.
6. Буй В.Х. Разработка метода получения антропометрических данных и проектирования внутренней формы обуви с использованием цифровых и информационных технологий (на примере антропометрии вьетнамских школьников): Дисс к.т.н.- М, МГУДТ, 2006
7. ГОСТ 16035-81. Показатели качества изделий эргономические. Термины, определения, классификация и номенклатура. // Введен 11.07.82, Издательство стандартов, 1981, 5 с.
8. Обувь и ее роль в профилактике плоскостопия /Яралов-Яралянц В.А., Шаргородский В.С. - Сборник: Ортопедия, травматология.
9. Разработка и обоснование конструкции медицинской обуви /Иванова Т.М.- диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, М.: МГАЛП, 2003.
10. Медико-биометрическое обоснование конструкций медицинской обуви для больных сахарным диабетом /Французова Н.В.- диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, М.: МГАЛП, 1998.
11. РД17-06-152-89. Обувь. Номенклатура показателей качества.- Взамен ГОСТ 4.12-81-Введ. 01.01 92. М: ЦНИИТЭН, 1991 - 9с.

12. Распространенность патологии/ Андрианов В.В.- Организация ортопедической и травматологической помощи детям, Л.: 1988
13. Костылева В.В. и др. Антропометрические исследования стоп женщин пожилого возраста, КОИ, 1991, №1, с. 45.
14. Костровская Т.В. Разработка методики автоматизированной оценки комфортности обуви по показателям физико-механических свойств пакетов материалов верха / - диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. М.: МГУДТ, 2006
15. Рыкова Е.С. Обоснование и разработка конструкции обуви специального назначения / - диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, М.: МГУДТ, 2004.
16. Фукин В.А., Сакулина Д.О., Костылева В.В. О комплексе свойств, определяющих комфортность обуви. Кожевенно-обувная промышленность, 1994, №1-2, с.37-38
17. ГОСТ 23251-83 (СТ СЭВ 2677-80) «Обувь. Термины и определения», - М.: Издательство стандартов, 1984, -17с.
18. Белгородский В.С. Разработка методов и средств повышения комфортности обуви: Дисс. ... канд. техн. наук. М, 2001.
19. Горбачик В.Е., Линник А.И. Комплексная оценка уровня качества обуви / Обувная промышленность. Обзорная информация. -М:ЦНИИТЭИлег-пром, 1991.- вып. 2, - 60 с.
20. Рекомендации по проектированию вкладных ортопедических стелек для детей (на подбор) / И.К.Горелова. Ю.Б.Голубева, Е.И.Скирмонт -СПбНИП, СПб, 2002.
21. Калягин А.М. Обоснование и разработка конструкции медицинской обуви для больных с поражением нервных окончаний конечностей./- диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, М.: МГАЛП, 1999.
22. Максимова И. А. Создание конструкций малосложной ортопедической обуви./- диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, М.: МГУДТ, 2003.
23. Барановская И.А. Совершенствование размерного ассортимента детской кожаной обуви. Дис.... к.т.н. М. 2003. 147 с.
24. Фукин В.А., Костылева В.В., Лыба В.П. Проектирование обувных колодок. Легпромиздат, М., 1987, с.68
25. Фукин В.А., Киселев С.Ю.Проектирование

технологической оснастки обувного производства. Учебное пособие. - М.: ИИЦМГУДТ, 2003

26. Тулупов О.К., Артемьева О. А. Исследование повышения комфортности внутриобувного пространства // Кожевенно-обувная промышленность 2005, №1, с.44-46

27. Зыбин Ю.П. Основные задачи исследования в области конструирования рациональной обуви. - Труды IV пленума по вопросам лечения заболеваний и деформаций стоп и обеспечения населения рациональной обувью, ЦИТО, Москва, 1972, с 24.-30.

28. Анатомические и биомеханические обоснования для изготовления обуви при плоскостопии /Годунов С.Ф. - 6-я научная сессия ЦНИИ протезирования и протезостроения, М.: 1958.

29. Разработка следа медицинской обуви для женщин с начальными степенями статических деформаций стоп /Н. А. Колесникова, Т. С. Кочеткова. - Труды IV пленума по вопросам лечения заболеваний и деформаций стоп и обеспечения населения рациональной обувью, ЦИТО, Москва, 1972.

30. Разработка методов расчета энергозатрат человека при ходьбе в обуви и амортизирующего низа обуви /Москвин О.Я. - Диссертация на соискание ученой степени к.т.н., М: 2000.

31. Методика исследования, диагностика и ортопедическое снабжение при статических деформациях стоп. Методические рекомендации для ортопедов-травматологов, хирургов, врачей протезно-ортопедических предприятий. Харьков, 1984.

32. Конструкторско-технологические решения повышения эргономических свойств обуви /Горбачик В.Е. - Диссертация на соискание ученой степени д.т.н., МГАЛП, М: 1998.

33. Исследование и разработка метода расчета стелечного узла для профилактики продольного плоскостопия /Куприянов А.П. - Диссертация на соискание ученой степени к.т.н., М: 1999.

34. Разработка и обоснование конструкции обуви для лиц с переломами пяточной кости. / Фокина А.А. - Диссертация на соискание ученой степени к.т.н., М: 2004.

35. Динамика возрастных изменений длины детской стопы /Барановская И.А., Покусаева А.Д., Безбородов С.С.- КОП, №4, М., 2001.

36. <http://www.ecco-shoes.ru>

37. <http://www.mephisto.com>

комфортности и медицинской профилактической обуви, Кимёвий технологиялари соҳасининг долзарб муаммолари. Халқаро илмий-амалий анжуман материаллари.10-12 ноябр 2015.

71. С.С.Мусаев. Применение новых разработок в области искусственного интеллекта для решения задач производства обуви”, 2015, Кимёвий технологиялари соҳасининг долзарб муаммолари. Халқаро илмий-амалий анжуман материаллари.10-12 ноябр 2015. Абдурахманова Ф.А. Патологик нуксонлари бўлган болалар учун ортопедик пойабзал ишлаб чиқаришда ганч нусхасини ҳосил қилиш ва изини олиш методлари. Кимёвий технологиялари соҳасининг долзарб муаммолари. Халқаро илмий-амалий анжуман материаллари.10-12 ноябр 2015.

72. Узоқова Л.П., Гаппарова М.Х., Мухаммедова М.О. Патологик нуксонга эга бўлган болаларнинг оёқ панжасини узунлиги бўйича вариацион тақсимланиш графигини тузиш. Кимёвий технологиялари соҳасининг долзарб муаммолари. Халқаро илмий-амалий анжуман материаллари.10-12 ноябр 2015.

73. Узоқова Л.П., Гаппарова М.Х. , Мухаммедова М.О. Патологик нуксонга эга бўлган болаларни оёқ панжасини оммавий ўлчаш ва ўрганиш методлари. Кимёвий технологиялари соҳасининг долзарб муаммолари. Халқаро илмий-амалий анжуман материаллари.10-12 ноябр 2015. Қ.Т.Олимов. Мухаммедова М. Ортопедик пойабзал устки деталларини тикиш машиналарини қиёсий таҳлили, БухМТИ, “Фан ва технологиялар” журнали, 2015.

74. Мусаев С.С. Узоқова Л.П., Абдурахмонова Ф.А. Чарм-пойабзал тармоғига илғор технологияларни жорий этиш, техник қайта жиҳозлаш ва модернизация қилиш имкониятлари. Ўрта махсус касб-хунар таълими жараёнида сифат ва самарадорликни оширишнинг долзарб муаммолари. Республика илмий-амалий конференцияси материаллар. Бухоро-2015.20-21 апрель.

75. Мусаев С.С. Узоқова Л.П., Абдурахмонова Ф.А. Ортопедик пойабзал лойиҳалаш учун антропометрик ўлчовлар ўтказиш. Ўрта махсус касб-хунар таълими жараёнида сифат ва самарадорликни оширишнинг долзарб муаммолари. Республика илмий-амалий конференцияси материаллари. Бухоро-2015.20-21 апрель.

76. Мусаев С.С. Узокова Л.П., Абдурахмонова Ф.А. Ясситовон болалар учун махсус пойабзаллар ишлаб чиқишга таъсир этувчи омиллар. Ўрта махсус касб-хунар таълими жараёнида сифат ва самарадорликни оширишнинг долзарб муаммолари. Республика илмий-амалий конференцияси материаллари. Бухоро-2015.20-21 апрель.

77. Мусаев С.С. Махсус пойабзал конструкциясини ишлаб чиқишда антропометрик кўрсаткичлар ўзгарувчанлиги. Ўрта махсус касб-хунар таълими жараёнида сифат ва самарадорликни оширишнинг долзарб муаммолари. Республика илмий-амалий конференцияси материаллари. Бухоро-2015.20-21 апрель.

78. Мусаев С.С. Нуқсонли товонлилар учун пойабзал лойиҳалашда антропометрик кўрсаткичларни ўзгарувчанлиги. Ўрта махсус касб-хунар таълими жараёнида сифат ва самарадорликни оширишнинг долзарб муаммолари. Республика илмий-амалий конференцияси материаллари. Бухоро-2015.20-21 апрель.

79. Адизов Ф., Абдурахмонова Ф.А. Антропометрик ўлчовлар ўтказиш бўйича ўлчаш дастурларини тузиш. Бухоро муҳандислик-технология институти микёсидаги илмий-амалий анжуман.2015.

80. Ҳалимова О., Узокова Л.П. Антропометрик кўрсаткичларни ўзгарувчанлиги ва таксимланиш қонуниятлари. Бухоро муҳандислик-технология институти микёсидаги илмий-амалий анжуман.

81. Жўраев К., Мусаев С.С. Патологик нуқсонга эга бўлган болалар учун махсус пойабзал конструкциясини ишлаб чиқишда антропометрик кўрсаткичлар ўзгарувчанлиги. Бухоро муҳандислик-технология институти микёсидаги илмий-амалий анжуман.

82. Узакова Л.П., Мухаммедова М.О. Выбор метода антропометрических исследований стоп у детей, имеющих патологические отклонения. "Молодой Ученый" илмий журнали, Россия Федерацияси 2015.

83. Узакова Л.П., Мухаммедова М.О. Исследование характера изменения формы и размеров стопы в зависимости от положения и нагрузки у детей, имеющих патологические отклонения. "Молодой Ученый" илмий журнали, Россия Федерацияси 2015.

Таблица 1.

**Конструктивные решения, используемые  
производителями для обуви повышенной комфортности  
повышенной комфортности**

| Фирма              | Узел                                       | Предлагаемые решения                                                                                                                                                                                                                      | Обеспечиваемый результат                                                                                                                                   |
|--------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                  | 2                                          | 3                                                                                                                                                                                                                                         | 4                                                                                                                                                          |
| Clarks<br>(Англия) | Колодка                                    | Использование колодок повышенных полнот (увеличенные значения обхватов в пучках и прямого взъема)                                                                                                                                         | Удовлетворение потребности носчиков нестандартными размерами стоп (увеличенная полнота, возрастные изменения и т.д.)                                       |
|                    | Подошва                                    | Система Active Air (рис.а), состоящая из сети воздухопроницаемых канавок и камер в подошве. Внешняя подошва обуви сделана из крепкой резины или полиуретана (PU), внутренняя из пенополиуретана или EVA.                                  | Лучшее поглощение динамических нагрузок при ходьбе, обеспечение возвратного потока воздуха при ударе                                                       |
|                    | Подошва для классической мужской обуви     | В конструкции обуви Flexline (рис. в) используются специальные вставки в подошву. Носочно-пучковая часть подошвы заполнена EVA, в пяточной части используется пробковый поглотитель динамической нагрузки.                                | Достижение особой мягкости, гибкости и легкости обуви, поглощение динамических нагрузок при ходьбе.                                                        |
|                    | Подошва мужской обуви для активного отдыха | Технология тройной подошвы- Tri Step (рис.б). В конструкции подошвы применяются: полиуретановая вставка в пяточную часть подошвы, дополнительная поддержка геленочной части за счет фиксирующих бортиков и гибкая носочно-пучковая часть. | Нейтрализация динамических нагрузок при ходьбе, дополнительная поддержка геленочной части и максимально комфортный перекат стопы в носочно-пучковой части. |

|                                   |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                   | Стелька          | Комбинированная стелька, состоящая из пенополиуретана, войлока и кожаного верха с перфорацией в носочно-пучковой части                                                                                                                                                                                      | Повышение комфортности обуви за счет отвода влаги от стопы. Благодаря приформованности войлока к стопе увеличивается площадь контакта плантарной поверхности стопы со стелькой в обуви, а это в свою очередь приводит к более равномерному распределению давления |
| Solidus<br>(рис. г)<br>(Германия) | Колодка          | Использование колодок повышенных полнот, с заложенным по следу дополнительным внутри-обувным пространством для профилированной стельки                                                                                                                                                                      | Удовлетворение потребности носчиков с нестандартными размерами стоп (возрастные изменения, диабетическая стопа и т.д.)                                                                                                                                            |
|                                   | Вкладная стелька | Анатомическая комбинированная стелька из пробколатексного материала с выкладкой внутренних сводов и небольшим валиком Зейсса. В конструкции стельки в пяточной части предусмотрена подпяточная подушка из материала «Луналастик». Верхний контактный слой - кожа, перфорированная в носочно-пучковой части. | Повышение опорной комфортности обуви, предотвращение прогрессирования статической деформации, разгрузка пяточной шпоры, обеспечение нормального микроклимата внутриобувного пространства                                                                          |
|                                   | Заготовка верха  | Для заготовки верха обуви применяются мягкие натуральные кожи. Верх обуви выполняется без внутренних швов в области переднего отдела стопы. В конструкции обуви используется мягкий верхний кант                                                                                                            | Улучшение микроклимата внутриобувного пространства<br>Комфортная фиксация обуви                                                                                                                                                                                   |
|                                   | Подошва          | Ударопоглащающая подошва сделана из износостойкого пенного полиуретана                                                                                                                                                                                                                                      | Нейтрализация динамических нагрузок при ходьбе                                                                                                                                                                                                                    |
|                                   | Детали низа      | Удлиненная форма задника                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Улучшенная фиксация стопы и устойчивость                                                                                                                                                                                                                          |

|                                  |                 |                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                       |
|----------------------------------|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Romus<br>(Испания)               | Колодка         | Использование колодок<br>повышенных полнот                                                                                                                                                                                                     | Удовлетворение потребности носчиков с нестандартными стопами<br>(увеличенная полнота, возрастные изменения и т.д); возможность использования с обувью вкладных стелек |
|                                  | Стелька         | Анатомическая форма и<br>антимикробное покрытие                                                                                                                                                                                                | Повышают опорную комфортность обуви, улучшают микроклимат внутрибутного пространства                                                                                  |
|                                  | Детали низа     | Система ABSORB-BED в<br>пяточной части подошвы<br>В женских модельных туфлях на каблучке, поддержка внутреннего свода осуществляется за счет внешнего супинатора, являющегося элементом пластиковой платформы в пяточно-геленочной части следа | Повышение амортизационной способности низа обуви. Повышение опорной комфортности высококаблучной обуви                                                                |
| Mephisto<br>(рис.д)<br>(Франция) | Подошва         | Использование амортизирующего каблучка, профилированного рельефа подошвы, амортизирующей внутренней подошвы, системы циркуляции воздуха в подошве, эластичной многослойной подошвы из вспененного латекса                                      | Снижение динамических нагрузок при ходьбе, воздушное кондиционирование стопы, надежное сцепление с опорной поверхностью                                               |
|                                  | Стелька         | Вкладные анатомические стельки                                                                                                                                                                                                                 | Повышение опорной комфортности обуви                                                                                                                                  |
|                                  | Заготовка верха | Использование высококачественных натуральных материалов, дышащих кож натуральной выделки, с использованием растительных экстрактов и красителей                                                                                                | Улучшение микроклимата внутрибутного пространства                                                                                                                     |
| Finn Comfort<br>(Германия)       | Заготовка верха | Объемная конструкция заготовки, натуральные высококачественные                                                                                                                                                                                 | Комфортная фиксация обуви на стопе, улучшение                                                                                                                         |

|                      |         |                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                      |         | материалы, мягкий кант                                                                                                                                                                           | микроклимата<br>внутриобувного<br>пространства                                                                                                                                                   |
|                      | Колодка | Профилированный след<br>колодки с анатомической<br>выкладкой свода                                                                                                                               | Повышение опорной<br>комфортности                                                                                                                                                                |
|                      | Подошва | Специальная форма ходовой<br>поверхности подошвы,<br>вентиляционные канаты в<br>подошве                                                                                                          | Амортизация<br>ударных нагрузок при<br>ходе                                                                                                                                                      |
| Stonefly<br>(Италия) | Подошва | В конструкции подошвы,<br>выполненной из полиуретана,<br>используется система Stock-<br>Air принудительной<br>циркуляции воздуха, при<br>ходе, включающая<br>специальный насос и два<br>клапана. | Обеспечение<br>терморегуляции,<br>удаление излишней<br>влаги из внутренней<br>части обуви, защита<br>от ударов при ходе.<br>Стопа остается сухой<br>и не перегревается                           |
| Ессо<br>(Дания)      | Стелька | Использование специально<br>разработанного материала для<br>стелек Comfort fibre system,<br>обеспечивающего циркуляцию<br>воздуха внутри обуви Puliyon -<br>материал для стелек.                 | Улучшение внутри<br>обувного<br>микроклимата                                                                                                                                                     |
|                      | Колодка | Колодки с анатомическим<br>следом                                                                                                                                                                | Стельки,<br>изготовленные из<br>этого материала,<br>можно стирать, они<br>обладают<br>бактерицидным<br>эффектом                                                                                  |
|                      | Подошва | Подошва Rubber Tech-<br>подошва содержит композит<br>двух материалов разной<br>плотности; внешняя часть<br>подошвы - резина;<br>промежуточная - полиуретан<br>Подошва Vibram Hike                | Эта комбинация<br>позволяет достичь<br>более высокой<br>гибкости и<br>износоустойчивости<br>подошвы.<br>Обеспечивает<br>надежное сцепление<br>при любой<br>температуре и на<br>любой поверхности |
| Alveo AG<br>(Италия) | Стелька | Применение вспененных<br>полиолефинов с закрытой<br>клеточной структурой.                                                                                                                        | Стелька из этого<br>материала имеет<br>способность<br>поглощать пот.<br>Степечный материал<br>не разлагается,<br>моется, не вреден для<br>здоровья, легок при<br>переработке                     |

|                                                                |                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                     |
|----------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ессо<br>(Дания)<br>Mephisto<br>(Франция)<br>Clarks<br>(Англия) | Верх обуви        | В конструкции производимой обуви используют «дышащий» материал Gore-tex фирмы W.L. Gore & Associates, отличающийся высокой водонепроницаемостью.                                                                                                                                            | Водонепроницаемая обувь, обеспечивающая комфортный микроклимат ногам в самых разнообразных условиях |
| Геол<br>(Италия)                                               | Подошва и стелька | Перфорированные подошвы содержат микропористую мембрану, которая впитывает и выводит пот наружу в тоже время, не пропуская влагу извне.<br>На основе этой же технологии изобретена специальная стелька с микропорами, которая поглощает влагу и выводит ее наружу через отверстия в подошве | Внутри обуви создается сухой микроклимат без характерных неприятных запахов                         |



*Рис.1. Конструкция комфортной обуви фирмы MEPHISTO*

1. **SOFT-WALK** - амортизирующий каблук для нейтрализации динамических нагрузок во время ходьбы.
2. **AIR-BAG** - Воздушная подушка для защиты свода стопы
3. **UNIVERSAL-GRIP** - профилированный рельеф подошвы для надежного сцепления на сложных и скользких поверхностях.
4. **AIR-STEP** - амортизирующая внутренняя подошва.
5. **AIR-JET** - система циркуляции воздуха.
6. **SOFT-AIR** - эластичная многослойная подошва из вспененного латекса.
7. **AIR-RELAX** - вынимаемые стельки.
8. **SOFT-STEP** - мягкий верхний кант для защиты от трения
9. **SOFT-CONTACT** - дополнительное утолщение стельки под пяткой.
10. **ANATOMIC** - максимально соответствующий анатомическому строению стопы рельеф внутренней плоскости подошвы.
11. **FAST-SPEED** - оригинальная система быстрого и легкого шнурования.
12. **SOFT-FEEL** - мягкий язычок.
13. **HIDRO-SOFT** - дышащие кожи натуральной выделки с использованием растительных экстрактов и красителей.
14. **BEST NATURAL PRODUCTS** - высококачественные натуральные материалы.

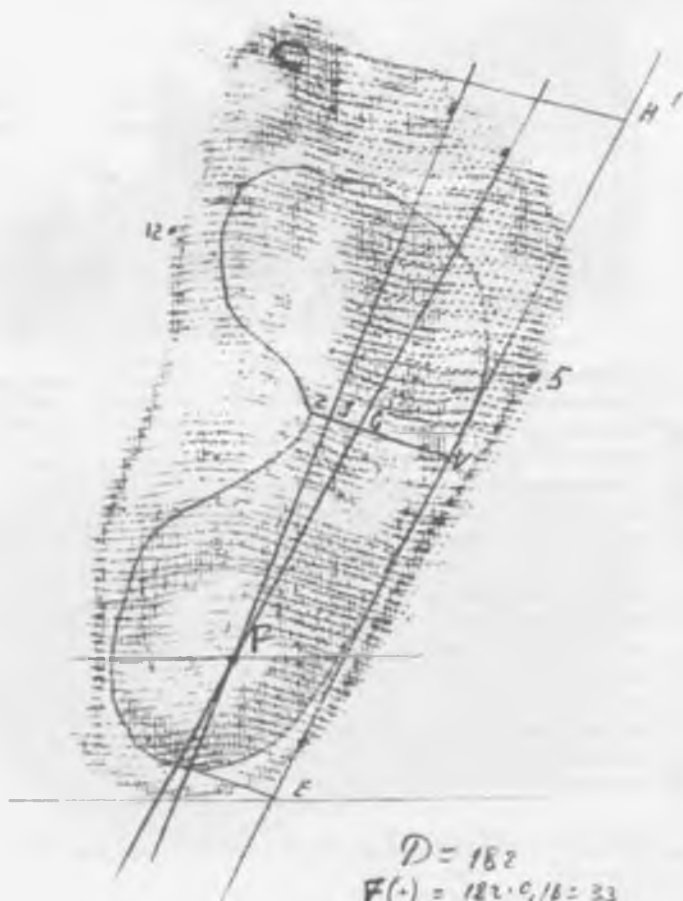


Рис. 2. Конструкция комфортной обуви



-  **Комфортная фиксация**  
благодаря мягкому калту
-  **Повышенная устойчивость**  
благодаря специальному контуру каблука
-  **Хорошая амортизация ударных нагрузок**  
благодаря вогнутой выемке с ходовой стороны подошвы
-  **Вентиляционные каналы**  
обеспечивающие эффективную циркуляцию воздуха
-  **Свобода для пальцев**  
благодаря продуманному дизайну
-  **Хороший воздухообмен**  
благодаря использованию лучшей кожи
-  **Анатомическое ложе**  
благодаря профилированному следу и выкладке свода
-  **Исключительная гибкость**  
благодаря ручной прошивке

*Рис.3. Составляющие комфорта обуви Flinn Comfort*



$$D = 182$$

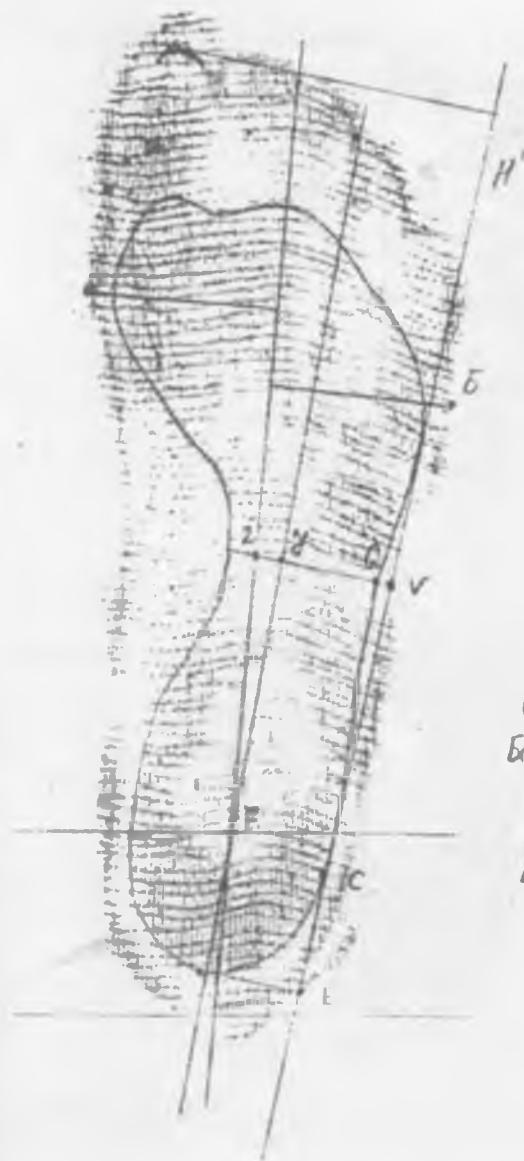
$$F(\cdot) = 182 \cdot 0,16 = 29$$

$$B(\cdot) = 182 \cdot 0,62 = 113$$

$$182 \cdot 0,23 = 42$$

$$V(\cdot) = 182 \cdot 0,46 = 84$$

$$K = \frac{2G}{2V} = \frac{24}{17} = 0,8$$



186

$$F: 186 \cdot 0,18 = 33,5$$

$$E: 186 \cdot 0,62 = 115,3$$

$$186 \cdot 0,75 = 139,5$$

$$186 \cdot 0,46 = 86$$

$$K = \frac{76}{2v} = \frac{18}{2,7} = 0,6$$

Normal



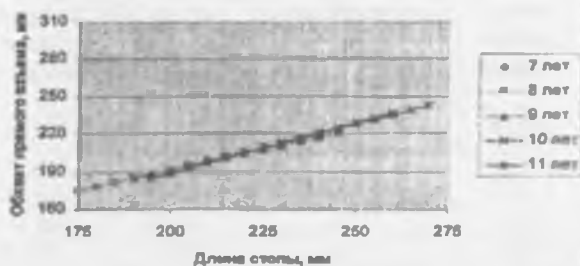
**Сравнение средних значений основных размерных признаков  
стоп девочек, мм**

| <b>Воз-<br/>раст</b> | <b>Длина<br/>стопы<br/>наши<br/>данные</b> | <b>Длина стопы<br/>(данные Кране<br/>В.,<br/>Колесниковой<br/>Н.)</b> | <b>Длина<br/>стопы<br/>(данные<br/>Федяевой<br/>Т.) 1985</b> | <b>Обхват в<br/>пучках<br/>(наши<br/>данные)</b> | <b>Обхват в<br/>середине<br/>пучков<br/>(данные<br/>Федяевой)</b> |
|----------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 6                    | 199,08                                     | 183,3                                                                 |                                                              | 186,24                                           |                                                                   |
| 7                    | 204,42                                     | 191,1                                                                 | 209                                                          | 189,94                                           | 191                                                               |
| 8                    | 211,03                                     | 205,5                                                                 | 212,5                                                        | 194,54                                           | 199,5                                                             |
| 9                    | 220,2                                      | 213,9                                                                 | 218,0                                                        | 200,31                                           | 203,5                                                             |
| 10                   | 229,89                                     | 221,3                                                                 | 220,5                                                        | 207,89                                           | 199,5                                                             |
| 11                   | 239,07                                     | 228,5                                                                 | 223,5                                                        | 215,79                                           | 204,5                                                             |
| 12                   | 241,53                                     | 233,7                                                                 | 238,0                                                        | 219,68                                           | 214,0                                                             |
| 13                   | 246,31                                     | 237,5                                                                 | 241,5                                                        | 223,11                                           | 218,5                                                             |
| 14                   | 247,04                                     | 240,0                                                                 | 242,0                                                        | 225,68                                           | 221,0                                                             |
| 15                   | 248                                        | 241,8                                                                 |                                                              | 226,76                                           |                                                                   |
| 16                   | 248,43                                     | 242,4                                                                 |                                                              | 227,44                                           |                                                                   |
| 17                   | 245,67                                     | 243,4                                                                 |                                                              | 221,44                                           |                                                                   |

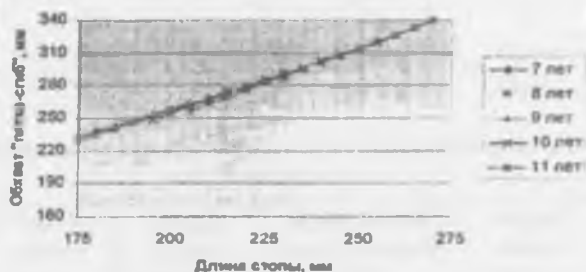
**Сравнение средних значений основных размерных признаков стоп  
мальчиков, мм**

| <b>Воз-<br/>раст</b> | <b>Длина<br/>стопы<br/>наши<br/>данные</b> | <b>Длина стопы<br/>(данные Кране<br/>В.,<br/>Колесниковой<br/>Н.)</b> | <b>Длина<br/>стопы<br/>(данные<br/>Федяевой<br/>Т.) 1985</b> | <b>Обхват в<br/>пучках<br/>(наши<br/>данные)</b> | <b>Обхват в<br/>середине<br/>пучков<br/>(данные<br/>Федяевой)</b> |
|----------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 6                    | 199,83                                     | 183,4                                                                 |                                                              | 191,17                                           |                                                                   |
| 7                    | 209,23                                     | 191,9                                                                 | 205,0                                                        | 198,30                                           | 193,5                                                             |
| 8                    | 217,82                                     | 206,7                                                                 | 211,0                                                        | 203,05                                           | 198,5                                                             |
| 9                    | 228,05                                     | 215,2                                                                 | 221,5                                                        | 209,83                                           | 206,0                                                             |
| 10                   | 233,74                                     | 224,2                                                                 | 228,0                                                        | 213,09                                           | 211,5                                                             |
| 11                   | 242,07                                     | 232,7                                                                 | 229,5                                                        | 222,72                                           | 211,0                                                             |
| 12                   | 252,41                                     | 241,3                                                                 |                                                              | 225,83                                           |                                                                   |
| 13                   | 259,90                                     | 249,4                                                                 |                                                              | 236,13                                           |                                                                   |
| 14                   | 269,85                                     | 256,1                                                                 |                                                              | 242,41                                           |                                                                   |
| 15                   | 274,56                                     | 261,5                                                                 |                                                              | 244,99                                           |                                                                   |
| 16                   | 276,32                                     | 266,4                                                                 |                                                              | 250,72                                           |                                                                   |
| 17                   | 283,0                                      | 269,1                                                                 |                                                              | 261,35                                           |                                                                   |

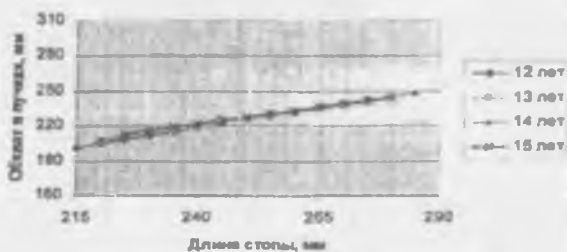
Обхват прямого взъема от длины стопы девочки от 7 до 12 лет



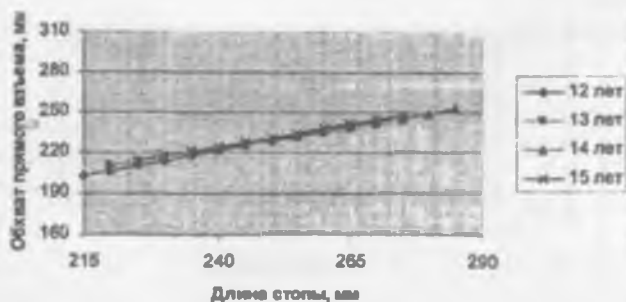
Обхват "пятка-сгиб" от длины стопы девочки от 7 до 12 лет



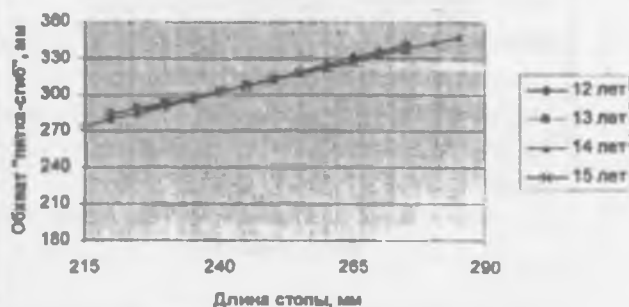
Обхват в пучках от длины стопы девочки от 12 до 16 лет



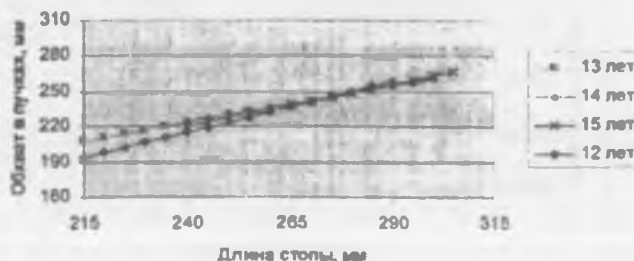
Обхват прямого взъема от длины стопы девочки от 12 до 16 лет



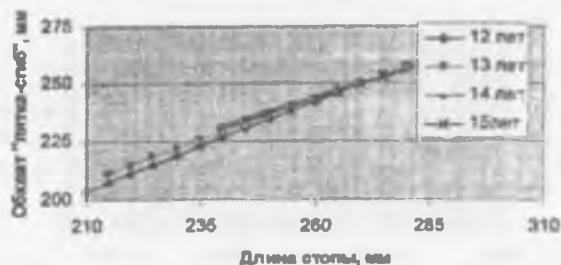
Обхват "пятка-сгиб" от длины стопы девочки от 12 до 16 лет



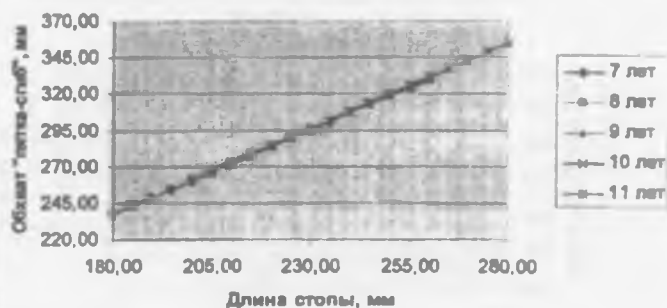
Обхват в пучках от длины стопы мальч. от 12 до 16 лет



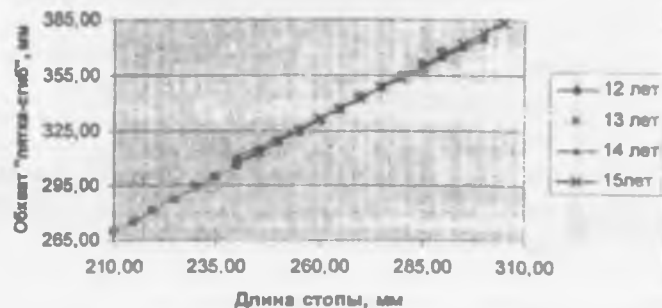
Обхват прямого взъема от длины стопы мальчиков от 12 до 16 лет



Обхват "пятка-сгиб" от длины стопы мальчиков от 7 до 12 лет



Обхват "пятка-сгиб" от длины стопы мальчики от 12 до 16 лет



# Приложение 4

Таблица 1.

## Расчет кривой распределения по длине стоп для девочек от 7 до 12 лет

| Границы классовых интервалов | Средние значения | n,                   | t     | f(t)                 | n <sub>i</sub> |
|------------------------------|------------------|----------------------|-------|----------------------|----------------|
| 173,5-178,4                  | 176              | 1                    | -2,58 | 0,01431              | 2              |
| 178,5-183,4                  | 181              | 3                    | -2,29 | 0,02898              | 5              |
| 183,5-188,4                  | 186              | 6                    | -2,01 | 0,05292              | 8              |
| 188,5-193,4                  | 191              | 18                   | -1,72 | 0,09089              | 14             |
| 193,5-198,4                  | 196              | 24                   | -1,43 | 0,14350              | 22             |
| 198,5-203,4                  | 201              | 39                   | -1,14 | 0,20831              | 32             |
| 203,5-208,4                  | 206              | 47                   | -0,85 | 0,27798              | 42             |
| 208,5-213,4                  | 211              | 49                   | -0,57 | 0,33912              | 51             |
| 213,5-218,4                  | 216              | 54                   | -0,28 | 0,38361              | 58             |
| 218,5-223,4                  | 221              | 61                   | 0,009 | 0,39892              | 61             |
| 223,5-228,4                  | 226              | 49                   | 0,3   | 0,38139              | 58             |
| 228,5-233,4                  | 231              | 45                   | 0,58  | 0,33718              | 51             |
| 233,5-238,4                  | 236              | 41                   | 0,87  | 0,27324              | 41             |
| 238,5-243,4                  | 241              | 32                   | 1,16  | 0,20357              | 31             |
| 243,5-248,4                  | 246              | 26                   | 1,45  | 0,13943              | 21             |
| 248,5-253,4                  | 251              | 13                   | 1,73  | 0,08933              | 14             |
| 253,5-258,4                  | 256              | 10                   | 2,02  | 0,05186              | 8              |
| 258,5-263,4                  | 261              | 6                    | 2,31  | 0,02768              | 4              |
| 263,5-268,4                  | 266              | 1                    | 2,6   | 0,01358              | 2              |
| 268,5-273,4                  | 271              | 1                    | 2,89  | 0,00613              | 1              |
|                              |                  | n <sub>Σ</sub> = 526 |       | n <sub>i</sub> = 526 |                |

Таблица 2.

Расчет кривой распределения для обхвата в пучках  
девочек от 7 до 12 лет

| Границы<br>классовых | Средни<br>е | n, | t                    | f(t)    | n <sub>i</sub> |
|----------------------|-------------|----|----------------------|---------|----------------|
| 163,5-170,4          | 167         | 2  | -2,3                 | 0,02833 | 7              |
| 170,5-177,4          | 174         | 12 | -1,84                | 0,07341 | 18             |
| 177,5-184,4          | 181         | 45 | -1,37                | 0,15608 | 38             |
| 184,5-191,4          | 188         | 87 | -0,91                | 0,26369 | 65             |
| 191,5-198,4          | 195         | 95 | -0,44                | 0,36213 | 89             |
| 198,5-205,4          | 202         | 87 | 0,02                 | 0,39876 | 98             |
| 205,5-212,4          | 209         | 75 | 0,49                 | 0,35381 | 87             |
| 212,5-219,4          | 216         | 57 | 0,95                 | 0,25406 | 62             |
| 219,5-226,4          | 223         | 39 | 1,42                 | 0,14556 | 36             |
| 226,5-233,4          | 230         | 12 | 1,88                 | 0,06814 | 17             |
| 233,5-240,4          | 237         | 6  | 2,35                 | 0,02522 | 6              |
| 240,5-247,4          | 244         | 7  | 2,82                 | 0,00748 | 2              |
| 247,5-254,4          | 251         | 1  | 3,28                 | 0,00184 | 1              |
| 254,5-261,4          | 258         | 1  | 3,75                 | 0,001   | -              |
| n <sub>0</sub> = 526 |             |    | n <sub>1</sub> = 526 |         |                |

Таблица 3.

**Расчет кривой распределения по длине стоп для девочек от 12 до 16 лет**

| Границы классовых интервалов | Средние значения | n, | t     | f(t)                 | n <sub>i</sub> |
|------------------------------|------------------|----|-------|----------------------|----------------|
| 213,5-218,4                  | 216              | 3  | -2,56 | 0,01506              | 3              |
| 218,5-223,4                  | 221              | 8  | -2,13 | 0,04128              | 8              |
| 223,5-228,4                  | 226              | 17 | -1,69 | 0,09566              | 18             |
| 228,5-233,4                  | 231              | 36 | -1,26 | 0,18037              | 35             |
| 233,5-238,4                  | 236              | 54 | -0,83 | 0,28269              | 54             |
| 238,5-243,4                  | 241              | 80 | -0,39 | 0,36973              | 71             |
| 243,5-248,4                  | 246              | 78 | 0,043 | 0,39862              | 77             |
| 248,5-253,4                  | 251              | 60 | 0,48  | 0,35553              | 68             |
| 253,5-258,4                  | 256              | 48 | 0,91  | 0,26369              | 51             |
| 258,5-263,4                  | 261              | 30 | 1,35  | 0,16038              | 31             |
| 263,5-268,4                  | 266              | 17 | 1,78  | 0,08183              | 16             |
| 268,5-273,4                  | 271              | 6  | 2,21  | 0,03470              | 7              |
| 273,5-278,5                  | 276              | 4  | 2,65  | 0,01191              | 2              |
| 278,5-283,4                  | 281              | -  | 3,08  | 0,00348              | 1              |
| 283,5-288,4                  | 286              | 1  | 3,52  | 0,00081              | -              |
| n <sub>∑</sub> = 442         |                  |    |       | n <sub>i</sub> = 442 |                |

Таблица 4.

Расчет кривой распределения для обхвата в пучках девочек от 12 до 16 лет

| Границы классовых интервалов | Средние значения | $n_i$ | $t$    | $f(t)$      | $n_i$ |
|------------------------------|------------------|-------|--------|-------------|-------|
| 185-190                      | 187,5            | 1     | -3,0   | 0,00443     | 1     |
| 191-196                      | 193,5            | 3     | -2,50  | 0,01753     | 4     |
| 197-202                      | 199,5            | 7     | -2,0   | 0,05399     | 12    |
| 203-208                      | 205,5            | 28    | -1,50  | 0,12952     | 29    |
| 209-214                      | 211,5            | 62    | -1,01  | 0,23955     | 53    |
| 215-220                      | 217,5            | 84    | -0,51  | 0,35029     | 77    |
| 221-226                      | 223,5            | 93    | -0,008 | 0,39892     | 88    |
| 227-232                      | 229,5            | 67    | 0,49   | 0,35381     | 78    |
| 233-238                      | 235,5            | 47    | 0,99   | 0,24439     | 54    |
| 239-244                      | 241,5            | 25    | 1,49   | 0,13147     | 29    |
| 245-250                      | 247,5            | 17    | 1,99   | 0,05508     | 12    |
| 251-256                      | 253,5            | 3     | 2,49   | 0,01797     | 4     |
| 257-262                      | 259,5            | 4     | 2,98   | 0,00470     | 1     |
| 263-268                      | 265,5            | 1     | 3,48   | 0,00094     | -     |
|                              | $n_s = 442$      |       |        | $n_t = 442$ |       |

Таблица 5.

Расчет кривой распределения по длине стопы для мальчиков  
от 12 до 16 лет

| Границы классовых интервалов | Средние значения     | n, | t      | f(t)                 | n <sub>i</sub> |
|------------------------------|----------------------|----|--------|----------------------|----------------|
| 210,5-215,4                  | 213                  | 1  | -3,0   | 0,00443              | -              |
| 215,5-220,4                  | 218                  | 1  | -2,71  | 0,01014              | 1              |
| 220,5-225,4                  | 223                  | 2  | -2,41  | 0,02186              | 3              |
| 225,5-230,4                  | 228                  | 8  | -2,11  | 0,04307              | 5              |
| 230,5-235,4                  | 233                  | 9  | -1,81  | 0,07754              | 9              |
| 235,5-240,4                  | 238                  | 17 | -1,52  | 0,12566              | 15             |
| 240,5-245,4                  | 243                  | 21 | -1,22  | 0,18954              | 22             |
| 245,5-250,4                  | 248                  | 25 | -0,92  | 0,26129              | 31             |
| 250,5-255,4                  | 253                  | 37 | -0,62  | 0,32918              | 39             |
| 255,5-260,4                  | 258                  | 44 | -0,32  | 0,37903              | 45             |
| 260,5-265,4                  | 263                  | 49 | -0,026 | 0,39876              | 47             |
| 265,5-270,4                  | 268                  | 50 | 0,27   | 0,38466              | 45             |
| 270,5-275,4                  | 273                  | 40 | 0,57   | 0,33912              | 40             |
| 275,5-280,4                  | 278                  | 33 | 0,87   | 0,27324              | 32             |
| 280,5-285,4                  | 283                  | 20 | 1,17   | 0,20121              | 24             |
| 285,5-290,4                  | 288                  | 18 | 1,46   | 0,13742              | 16             |
| 290,5-295,4                  | 293                  | 7  | 1,76   | 0,08478              | 10             |
| 295,5-300,4                  | 298                  | 9  | 2,06   | 0,04780              | 6              |
| 300,5-305,4                  | 303                  | 2  | 2,36   | 0,02463              | 3              |
| 305,5-310,4                  | 308                  | 1  | 2,66   | 0,0116               | 1              |
|                              | n <sub>2</sub> = 394 |    |        | n <sub>1</sub> = 394 |                |

# Приложение 5

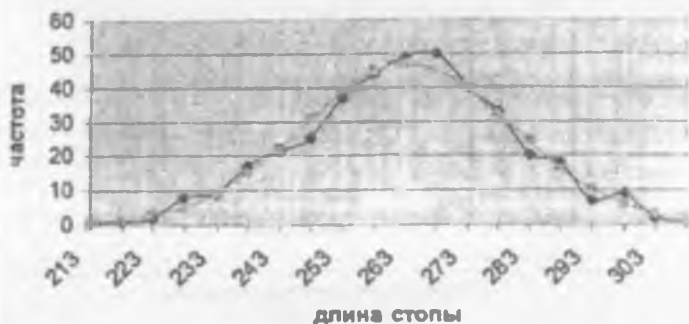
## Расчетная структура размерного ассортимента обуви для группы девочек от 7 до 12 лет

| Размер обуви | Граничные значения X, мм |         | Нормированная величина Z |         | Значения функции Лапласа $\Phi$ |               | $\Phi(Z_i^B) - \Phi(Z_i^H)$ | Относит. доля |
|--------------|--------------------------|---------|--------------------------|---------|---------------------------------|---------------|-----------------------------|---------------|
|              | $X_i^H$                  | $X_i^B$ | $Z_i^H$                  | $Z_i^B$ | $\Phi(Z_i^H)$                   | $\Phi(Z_i^B)$ |                             |               |
| 1            | 2                        | 3       | 4                        | 5       | 6                               | 7             | 8                           | 9             |
| 170          | 167,5                    | 172,5   | -3,07                    | -2,78   | 0,0011                          | 0,0027        | 0,0016                      | 0             |
| 175          | 172,5                    | 177,5   | -2,78                    | -2,49   | 0,0027                          | 0,0064        | 0,0037                      | 0             |
| 180          | 177,5                    | 182,5   | -2,49                    | -2,21   | 0,0064                          | 0,0136        | 0,0072                      | 0,01          |
| 185          | 182,5                    | 187,5   | -2,21                    | -1,92   | 0,0136                          | 0,0274        | 0,0138                      | 0,01          |
| 190          | 187,5                    | 192,5   | -1,92                    | -1,63   | 0,0274                          | 0,0516        | 0,0242                      | 0,02          |
| 195          | 192,5                    | 197,5   | -1,63                    | -1,34   | 0,0516                          | 0,0901        | 0,0385                      | 0,04          |
| 200          | 197,5                    | 202,5   | -1,34                    | -1,06   | 0,0901                          | 0,1446        | 0,0545                      | 0,06          |
| 205          | 202,5                    | 207,5   | -1,06                    | -0,77   | 0,1446                          | 0,2207        | 0,0761                      | 0,08          |
| 210          | 207,5                    | 212,5   | -0,77                    | -0,48   | 0,2207                          | 0,3156        | 0,095                       | 0,10          |
| 215          | 212,5                    | 217,5   | -0,48                    | -0,19   | 0,3156                          | 0,4247        | 0,109                       | 0,11          |
| 220          | 217,5                    | 222,5   | -0,19                    | 0,09    | 0,4247                          | 0,5359        | 0,1112                      | 0,11          |
| 225          | 222,5                    | 227,5   | 0,09                     | 0,38    | 0,5359                          | 0,6480        | 0,1121                      | 0,11          |
| 230          | 227,5                    | 232,5   | 0,38                     | 0,67    | 0,6480                          | 0,7486        | 0,101                       | 0,10          |
| 235          | 232,5                    | 237,5   | 0,67                     | 0,96    | 0,7486                          | 0,8315        | 0,083                       | 0,08          |
| 240          | 237,5                    | 242,5   | 0,96                     | 1,25    | 0,8315                          | 0,8944        | 0,063                       | 0,06          |
| 245          | 242,5                    | 247,5   | 1,25                     | 1,53    | 0,8944                          | 0,9370        | 0,043                       | 0,04          |
| 250          | 247,5                    | 252,5   | 1,53                     | 1,82    | 0,9370                          | 0,9656        | 0,029                       | 0,03          |
| 255          | 252,5                    | 257,5   | 1,82                     | 2,11    | 0,9656                          | 0,9826        | 0,017                       | 0,02          |
| 260          | 257,5                    | 262,5   | 2,11                     | 2,40    | 0,9826                          | 0,9918        | 0,0092                      | 0,01          |
| 265          | 262,5                    | 267,5   | 2,40                     | 2,68    | 0,9918                          | 0,9963        | 0,0045                      | 0,01          |
| 270          | 267,5                    | 272,5   | 2,68                     | 2,97    | 0,9963                          | 0,9985        | 0,0022                      | 0             |

**Расчетная структура размерного ассортимента обуви для  
группы девочек от 12 до 16 лет**

| Размер<br>обуви | Граничные<br>значения X, мм |         | Нормированная<br>величина Z |         | Значения<br>функции<br>Лапласа $\Phi$ |               | $\Phi(Z_i^B) -$<br>$\Phi(Z_i^H)$ | Относ.<br>ит,<br>доля |
|-----------------|-----------------------------|---------|-----------------------------|---------|---------------------------------------|---------------|----------------------------------|-----------------------|
|                 | $X_i^H$                     | $X_i^B$ | $Z_i^H$                     | $Z_i^B$ | $\Phi(Z_i^H)$                         | $\Phi(Z_i^B)$ |                                  |                       |
| 1               | 2                           | 3       | 4                           | 5       | 6                                     | 7             | 8                                | 9                     |
| 215             | 212,5                       | 217,5   | -2,84                       | -2,41   | 0,0023                                | 0,008         | 0,0057                           | 0,01                  |
| 220             | 217,5                       | 222,5   | -2,41                       | -1,98   | 0,008                                 | 0,0239        | 0,0159                           | 0,02                  |
| 225             | 222,5                       | 227,5   | -1,98                       | -1,55   | 0,0239                                | 0,0606        | 0,0367                           | 0,04                  |
| 230             | 227,5                       | 232,5   | -1,55                       | -1,12   | 0,0606                                | 0,1314        | 0,0708                           | 0,07                  |
| 235             | 232,5                       | 237,5   | -1,12                       | -0,69   | 0,1314                                | 0,2451        | 0,1137                           | 0,11                  |
| 240             | 237,5                       | 242,5   | -0,69                       | -0,26   | 0,2451                                | 0,3974        | 0,1523                           | 0,15                  |
| 245             | 242,5                       | 247,5   | -0,26                       | 0,17    | 0,3974                                | 0,5675        | 0,1701                           | 0,17                  |
| 250             | 247,5                       | 252,5   | 0,17                        | 0,60    | 0,5675                                | 0,7258        | 0,1583                           | 0,16                  |
| 255             | 252,5                       | 257,5   | 0,60                        | 1,03    | 0,7258                                | 0,8485        | 0,1227                           | 0,12                  |
| 260             | 257,5                       | 262,5   | 1,03                        | 1,46    | 0,8485                                | 0,9279        | 0,0794                           | 0,08                  |
| 265             | 262,5                       | 267,5   | 1,46                        | 1,89    | 0,9279                                | 0,9706        | 0,0427                           | 0,04                  |
| 270             | 267,5                       | 272,5   | 1,89                        | 2,32    | 0,9706                                | 0,9898        | 0,0192                           | 0,02                  |
| 275             | 272,5                       | 277,5   | 2,32                        | 2,75    | 0,9898                                | 0,9970        | 0,0072                           | 0,01                  |
| 280             | 277,5                       | 282,5   | 2,75                        | 3,18    | 0,9970                                | 0,999         | 0,002                            | 0                     |

Распределение по длинам стоп мальчиков от 12 до 16 лет



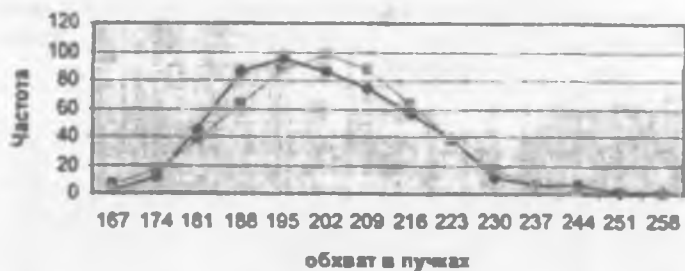
Распределение по обхвату в пучках стоп мальчиков от 12 до 16 лет



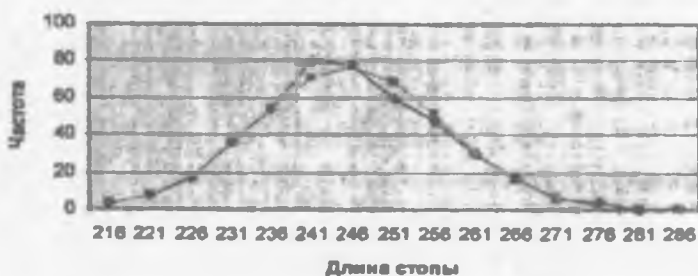
Распределение по длинам стоп девочек от 7 до 12 лет



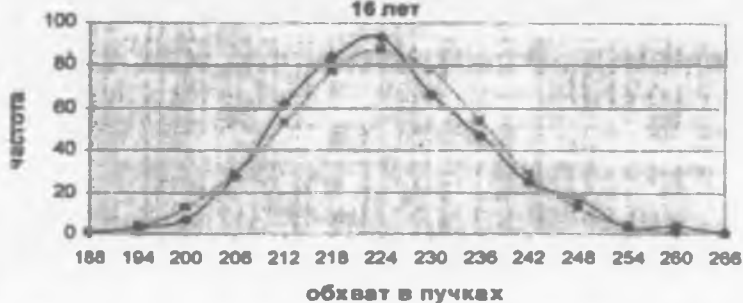
Распределение по объёму в пучках стоп девочек от 7 до 12 лет



Распределение по длинам стоп девочек от 12 до 16 лет



Распределение по объёму в пучках стоп девочек от 12 до 16 лет



## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                                                                   |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>ВВЕДЕНИЕ.....</b>                                                                                                                              | <b>3</b>  |
| <b>Глава 1. Анализ исследований, проводимых в области создания медицинской профилактической и комфортной обуви.....</b>                           | <b>5</b>  |
| 1.1. Развитие методов проектирования рациональной внутренней формы обуви.....                                                                     | 5         |
| 1.2. Место медицинской профилактической обуви и обуви повышенной комфортности в общей классификации.....                                          | 8         |
| 1.3. Обеспечение комфортности обуви. Составляющие комфортности обуви.....                                                                         | 12        |
| 1.3.1. Комфортность низа обуви («опорная комфортность»).....                                                                                      | 13        |
| 1.3.2. Пути обеспечения опорной комфортности обуви.....                                                                                           | 15        |
| 1.3.3. Анализ конструктивных решений, применяемых для повышения комфортности обуви ведущими мировыми производителями.....                         | 19        |
| 1.4. Конструктивные решения, предлагаемые различными исследователями при разработке профилактической обуви.....                                   | 20        |
| 1.5. Обоснование рациональной конструкции следа профилактической обуви и обуви повышенной комфортности.....                                       | 25        |
| 1.6. Анализ методик перехода от стопы к форме следа колодки.....                                                                                  | 29        |
| <b>Выводы по 1 главе.....</b>                                                                                                                     | <b>35</b> |
| <b>Глава 2. Исследование изменения формы и размеров стопы при нагрузке и разработка принципов проектирования рационального следа колодки.....</b> | <b>36</b> |
| 2.1. Выбор метода антропометрических исследований стоп.....                                                                                       | 36        |
| 2.2. Исследование характера изменения формы и размеров стопы в зависимости от положения и нагрузки.....                                           | 49        |
| 2.2.1. Исследование характера изменения формы и размеров стопы методом гипсовых слепков.....                                                      | 50        |
| 2.2.2. Получение исходных данных и анализ изменения размеров стопы с помощью 3-D сканера.....                                                     | 59        |
| 2.3. Принципы перехода от формы стопы к форме следа колодки для профилактической обуви и обуви повышенной комфортности..                          | 67        |
| <b>Выводы по 2 главе.....</b>                                                                                                                     | <b>71</b> |
| <b>Глава 3. Антропометрические исследования стоп детей школьного возраста.....</b>                                                                | <b>72</b> |
| 3.1. Получение антропометрических данных стоп.....                                                                                                | 72        |
| 3.2. Обработка данных обмера стоп школьников.....                                                                                                 | 74        |
| 3.3. Определение параметров средне-средних стоп для различных                                                                                     |           |

|                                                                                                                                            |            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| групп школьников.....                                                                                                                      | 93         |
| 3.4.Медико-технические требования к профилактической обуви для детей.....                                                                  | 99         |
| Выводы по 3 главе.....                                                                                                                     | 103        |
| <b>Глава 4. Разработка конструкции обуви повышенной комфортности и медицинской профилактической обуви.....</b>                             | <b>105</b> |
| 4.1. Разработка методики проектирования колодки для обуви повышенной комфортности.....                                                     | 105        |
| 4.2. Разработка методики проектирования колодки для детской профилактической обуви.....                                                    | 115        |
| 4.3. Разработка узла основной стельки для обуви повышенной комфортности и медицинской профилактической обуви.....                          | 119        |
| 4.4. Разработка вкладных элементов для обуви повышенной комфортности и медицинской профилактической обуви.....                             | 123        |
| 4.5. Выбор материала и технологии изготовления стельчного узла для обуви повышенной комфортности и медицинской профилактической обуви..... | 126        |
| 4.6. Апробация результатов работы.....                                                                                                     | 131        |
| Выводы по 4 главе.....                                                                                                                     | 132        |
| Общие выводы по работе.....                                                                                                                | 133        |
| Толкователь терминов.....                                                                                                                  | 135        |
| Список использованной литературы.....                                                                                                      | 141        |
| Приложение.....                                                                                                                            | 148        |

**С.С.МУСАЕВ, Л.П.УЗАКОВА, Ф.А.АБДУРАХМАНОВА**

**РАЗРАБОТКА РАЦИОНАЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ  
ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЙ ОБУВИ**

Редактор: Д.Раджабов  
Тех.редактор: М.Рахманов  
Дизайнер: Д.Джалилов

Изд. "Tugon zamin ziyo"  
Лицензия: AI 278. 2016 год 11 январь.

Сдано в набор: 25.01.2016. Подписано в печать: 04.02.2016.  
Формат: 60x84 1/16. Гарнитура: Times New Roman. Офсетная  
бумага. Офсетная печать. Усл.п.л. 11. Изд.п.л. 10,23. Тираж 100.  
шт. Номер заказа: 6.

Отпечатано в «Standart Poligraf» ч.ф.  
г. Бухоро, пр. Навоний, 6. Тел.: 223-47-08.  
E-mail: standartpol@list.ru



683-346  
0191

С.С.МУСАЕВ, Л.П.УЗАКОВА,  
Ф.А.АБДУРАХМАНОВА

# РАЗРАБОТКА РАЦИОНАЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЙ ОБУВИ





685.348.2(053.2)

М-91 .

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО  
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ  
УЗБЕКИСТАН

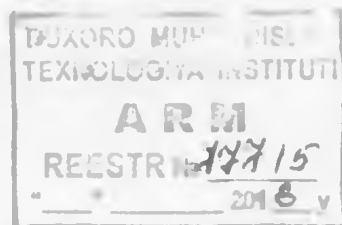
БУХАРСКИЙ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
ИНСТИТУТ

С.С.МУСАЕВ, Л.П.УЗАКОВА,  
Ф.А.АБДУРАХМАНОВА

РАЗРАБОТКА РАЦИОНАЛЬНОЙ  
КОНСТРУКЦИИ  
ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЙ ОБУВИ

48244-51444  
40.04

Ташкент  
"Turon zamin ziyo"  
2016



УДК: 685.348.2(053.2)

ББК 37.255

М91

Мусаев, С. С.

Разработка рациональной конструкции профилактической обуви [Текст] / С. С. Мусаев, Л. П. Узакова, Ф. А. Абдурахманова. - Ташкент : Turon zamin ziyo, 2016. - 176 Б.

ISBN 978-9943-4612-3-9

УДК: 685.348.2(053.2)

ББК 37.255

В монографии приведены результаты исследований, проведенных в области создания медицинской профилактической обуви. В результате анализа научных работ по тематике исследования определено место медицинской профилактической обуви и обуви повышенной комфортности в общей классификации обуви; выявлены основные направления обеспечения комфортности обуви; проанализированы конструктивные решения, предлагаемые различными исследователями и ведущими мировыми обувными фирмами при создании конструкций профилактической и комфортной обуви.

Монография предназначена для бакалавров, магистров, докторантов а также читателям кто интересуется созданию медицинской профилактической обуви.

Данная монография выполнена в рамках Государственной научно-технической программы ИТД-10 А-10-4 на тему: «Разработка конструкции и технологии изготовления специальной обуви для детей с патологическими отклонениями»

#### Рецензенты:

С.У.Пулатова

Л.Э.Агамуралов

Доцент кафедры «Технологии и оборудование легкой промышленности БухИТИ  
Врач ортопед-травматолог высшей категории Бухарского областного «КТТМ»

ISBN 978-9943-4612-3-9

© Turon zamin ziyo,  
Ташкент, 2016

## ВВЕДЕНИЕ

В условиях обострения конкурентной борьбы на мировых обувных рынках опыт производителей сумевших противостоять все нарастающему потоку обуви из Юго-восточной Азии показывает, что они ориентированы на выпуск специальных видов обуви или создание конструкций обуви с улучшенными потребительскими свойствами.

Сегодня не все потребители удовлетворены комфортностью покупаемой обуви, особенно те, деятельность которых связана с большими нагрузками на стопы в течение дня. Поэтому задача разработки рациональной конструкции профилактической обуви и обуви повышенной комфортности является актуальной.

Как показывают исследования, одной из основных причин возникновения и развития деформаций стоп является ношение нерациональной обуви. К сожалению, нет промежуточного звена между ортопедической обувью и обувью массового производства.

Предотвратить развитие деформаций стоп, призвана профилактическая обувь, причем наиболее эффективна профилактика деформаций в детском возрасте, в период формирования и активного роста стопы. Использование профилактической обуви для взрослых гораздо менее эффективно. На наш взгляд, для данной категории носчиков необходимо применять обувь повышенной комфортности, в конструкции которой заложены элементы, обеспечивающие условия для нормального функционирования стопы.

Ведущую роль в обеспечении комфортности обуви играет ее опорная поверхность, на которую приходится основная нагрузка при стоянии и ходьбе. Форма следа колодки для обуви массового производства в большинстве своем выполняется уплощенной. С появлением новых видов материалов, а также технологий, позволяющих получать формованные узлы и детали низа обуви, отпала необходимость в уплощенной форме следа колодки [1].

Нами предлагается в качестве пути повышения комфортности внутриобувного пространства применение колодок с анатомическим следом, профилированных стелечных узлов или вкладных приспособлений, с помощью которых можно обеспечить соответствие внутриобувного пространства форме стопы.

Создание научно-обоснованного внутрнбувного пространства медицинской профилактической обуви и обуви повышенной комфортности путем разработки рациональной конструкции колодки с анатомическим следом, а также конструкции и технологии изготовления стелечного узла.

Для достижения поставленной цели в работе:

- определено место медицинской профилактической обуви и обуви

- повышенной комфортности в общей классификации обуви;

- проанализированы конструктивные решения, предлагаемые различными исследователями и ведущими мировыми обувными фирмами при создании конструкций профилактической и комфортной обуви, выявлены основные направления обеспечения комфортности обуви;

- проведен анализ характера изменения формы и размеров стопы под нагрузкой с использованием усовершенствованного метода гипсовых слепков и 3-D сканера;

- разработана специальная программа Semakis, позволяющая выделить из общего массива отсканированных точек координаты точек стандартных сечений стопы, а также координаты габаритных линий стопы;

- проведены антропометрические исследования стоп школьников, в ходе которых были выявлены средне - средние параметры для четырех половозрастных групп детей, определен необходимый размерный ассортимент, получены данные для разработки рациональной формы колодок для каждой половозрастной группы;

- разработаны медико-технические требования для детской профилактической обуви;

- разработана методика проектирования колодки для обуви повышенной комфортности и медицинской профилактической обуви;

- разработаны конструкции колодок и стелечных узлов для медицинской профилактической обуви и обуви повышенной комфортности.

# **ГЛАВА 1. АНАЛИЗ ИССЛЕДОВАНИЙ, ПРОВОДИМЫХ В ОБЛАСТИ СОЗДАНИЯ МЕДИЦИНСКОЙ ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЙ И КОМФОРТНОЙ ОБУВИ**

## **1.1. Развитие методов проектирования рациональной внутренней формы обуви**

Проблема обеспечения населения рациональной обувью всегда была в центре внимания, как обувщиков, так и медиков, поскольку несоответствие обуви предъявляемым к ней требованиям и отсутствие у нее необходимых профилактических свойств является одной из основных причин образования деформаций и дефектов стоп. В 1959 году по инициативе Министра здравоохранения была создана «Межведомственная комиссия по рациональной обуви», объединившая специалистов кожевенно-обувной промышленности, гигиенистов, физиологов, антропологов, ортопедов, перед которыми была поставлена задача создания для населения обуви, рациональной с медицинской, технической и гигиенической точек зрения [2].

В понятие «рациональная обувь» часто вкладывают разное содержание, что объясняется неодинаковыми требованиями, предъявляемыми к свойствам обуви в зависимости от ее конкретного назначения и условий эксплуатации. Рациональная обувь независимо от ее конкретного назначения должна отвечать комплексу требований, обусловленных условиями ее эксплуатации, и соответствовать по своим размерам и внутренней форме конструкции и размерно-полнотному ассортименту определенной возрастно-половой группе населения [1].

Рациональность обуви, в первую очередь, определяется рациональностью ее внутренней формы. Рациональная внутренняя форма обуви с объективной точки зрения обеспечивает оптимальные условия силового взаимодействия ее со стопой по всей поверхности контакта, т.е. такие условия, которые не нарушают течения физиологических процессов в стопе, но позволяют надежно закрепить обувь на стопе, а с субъективной точки зрения не вызывает неприятных или болезненных ощущений и не приводит к быстрой утомляемости при передвижении [2].

Рациональная внутренняя форма зависит от следующих факторов [81]:

- анатомического строения стопы;
- функциональных изменений стопы в статике и динамике;
- морфологических (возрастных, патологических и др.) изменений стопы;
- законов перехода от размеров и формы стопы к внутренним размерам и форме обуви;
- требований современной моды.

Колодка, как основная оснастка для изготовления обуви, определяет внешний вид, форму и размеры внутренней формы будущей обуви. Для того, чтобы обувь соответствовала необходимым требованиям комфортности при проектировании внутренней формы обуви важно обеспечить научно-обоснованный переход от формы и размеров стопы к геометрическим параметрам рациональной колодки, учитывая анатомо-физиологические особенности строения стопы, ее биомеханики.

Первые работы по вопросам научного обоснования формы обуви и требований, предъявляемых к ней стопой, относятся ко второй половине XIX века. Еще в 1876 г. Д.И. Коршневский и Б.А. Эрхард особое внимание уделяли обеспечению правильной формы следа колодки, ее соответствию плантарной поверхности стопы [24].

Научные основы преобразования геометрических параметров стопы в параметры обувной колодки в странах СНГ были разработаны в 30-40 годы XX века в трудах Зыбина Ю.П., Хохлова Б.П., Ликумовича Х.Х. Петрова М.А. Николаева Л.П., Куслика М.И. и др. [27,36].

Во второй половине XX века представления о рациональной внутренней форме обуви получили свое развитие в работах Рындича А.А., Ченцовой К.И., Фукина В.А., Фарниевой О.В. Кочетковой Т.С., Макаричевой В.К., Лыбы В.Л. и др. исследователей [29,30,31,6,7,50,86,81,2].

Одной из важных задач, стоящих перед обувной промышленностью является обеспечение населения удобной и рациональной обувью. Не меньшее значение имеет профилактическая обувь, предупреждающая развитие различных

видов деформаций стоп. Эта обувь, также как рациональная изготавливается в условиях массового производства, но имеет свои конструктивные особенности. Профилактическая обувь, предупреждающая развитие деформаций стопы, должна быть пригодна и для людей с нормальными стопами.

Вопросу необходимости построения обуви для профилактики деформаций и их лечения постоянно уделяется много внимания как отечественными, так и зарубежными авторами. В стран СНГ этими вопросами занимались Г.И. Турнер, Р.Р. Вреден (1929), М.И. Куслик (1929), Л.П. Николаев (1929), О.В. Недригайлова (1966), Н.Н. Приоров (1960), О.С. Доброва (1960), Д.М. Соколов и другие.

Р.Р. Вреден и М.И. Куслик занимались разработкой конструкции обуви, предназначенной для профилактики деформаций стопы и вопросам построения физиологичной обуви [11]. О.С. Доброва работала над вопросами рационализации колодки для взрослых и детей, как для нормальной стопы, так и для стопы с начальными нефиксированными деформациями [12].

Ченцова К.И. занималась разработкой профилактической обуви для людей, работающих с постоянной нагрузкой на ноги. Для людей, работающих стоя, она предлагала использовать специальную производственную обувь, имеющую профилактическое назначение, для предотвращения развития дефектов в стопах и снижения утомляемости человека [13, 58].

Яралов-Яралянц В.А. и Шаргородский В.С. также вели свои разработки в области создания профилактической обуви для детей дошкольного и школьного возраста, предупреждающей развитие различных видов деформаций стоп [14].

Фарниева О.В.[15] занималась проектированием внутренней формы и конструкции обуви для пожилых людей.

В работах Костылевой В.В. разработаны принципы создания рациональной внутренней формы обуви для пожилых [13].

Э.А. Бабаев, О.В. Фарниева, Е.Ф. Лысенко [20, 59] разработали усовершенствованную конструкцию рациональной детской обуви, предназначенную для нормальных стоп, а также и для стоп с начальной патологией. Форма профилактической колодки приближена по форме и размерам геленочной части (с

внутренней стороны в области продольного свода) к форме и размерам типичных стоп, что создает условия для правильного формирования стопы в процессе работы и активного воздействия обуви на мышечно-связочный аппарат стопы. Разработку обуви проводили на основе исследования стоп детей старшего школьного возраста.

Т.С. Кочетковой и Н.А. Колесниковой [29] были проведены исследования, результатом которых явилась разработка следа медицинской обуви для женщин с начальными степенями статических деформаций стоп.

Максимовой И.А. [66] были усовершенствованы процессы проектирования, изготовления и подбора малосложной ортопедической обуви, а так же были предложены различные конструкции малосложной ортопедической обуви массового производства.

Костюховой Ю.С. [31] была разработана классификация патологических состояний опорно-двигательного аппарата, предложен ассортимент межстелечных слоев для проектирования вкладных ортопедических стелек при различных СДС, разработана методика автоматизированного проектирования корригирующих и разгружающих приспособлений.

Куприянов А.П. в своей работе [61] разработал метод расчета конструкции стелечного узла для профилактики (коррекции) начальной стадии продольного плоскостопия. Также в работе была предложена математическая модель взаимодействия стопы с корригирующим элементом и упругим подпальцевым упором.

## **1.2. Место медицинской профилактической обуви и обуви повышенной комфортности в общей классификации**

Для определения места медицинской профилактической обуви и обуви повышенной комфортности в общей классификации рассмотрены предлагавшиеся ранее варианты классификаций.

Всю обувь можно разделить по следующим признакам: назначению, половозрастным группам и размерам, конструкции и высоте заготовки верха, высоте каблука, материалам,

применяемым для изготовления деталей верха и низа обуви, методам крепления заготовки к верху [5].

По классификации, предложенной Ю.П.Зыбиным [5] вся обувь делится на два основных типа: бытовую и специальную. В свою очередь специальная обувь подразделяется на производственную, спортивную и медицинскую.

Медицинская обувь включает в себя профилактическую, т.е. способствующую предупреждению заболеваний стоп у лиц, расположенных к этому, и ортопедическую, применяемую при патологии стоп.

Близкие формулировки при рассмотрении деления обуви по назначению даны в ГОСТ [7]. Так, приводятся следующие виды обуви:

- ортопедическая - обувь, конструкция которой разработана с учетом патологических отклонений в стопе, голени или бедре;

- профилактическая-обувь, конструкция которой разработана с учетом предупреждения возникновения и развития патологических отклонений в стопе.

Стандарт [9] относит профилактическую обувь к ортопедической, что не соответствует классификации Ю.П.Зыбина.

Ортопедическую обувь подразделяют на малосложную и сложную, в зависимости от степени выраженности деформации стопы.

Малосложная ортопедическая обувь предназначена для лиц, имеющих умеренно выраженные деформации стоп или укорочение нижней конечности, компенсируемое коском до 30 мм. Обувь выпускается увеличенной полноты по специальным ортопедическим колодкам. Обязательными индивидуальными элементами такой обуви являются ортопедические стельки, коски до 30 мм, межстельчные слои [20].

Сложная ортопедическая обувь предназначена для лиц, имеющих выраженные деформации и дефекты стопы. Медицинскими показаниями к назначению сложной ортопедической обуви являются такие варианты анатомо-функционального состояния стоп, при которых пользование обычной обувью даже при наличии вкладных приспособлений или использование малосложной обуви становятся

невозможными из-за значительной выраженности деформаций либо изменении линейных или объемных размеров стоп [19].

Профилактическая обувь - вид специальной обуви, назначаемой при наличии не резко выраженных деформаций стоп, конструкция которой содержит некоторые корректирующие элементы. Профилактическая обувь изготавливается как на специальных, так и на стандартных колодках.

Корректирующими элементами такой обуви являются стельки, полустельки, выкладки внутреннего свода.

В работе [20] предложен несколько отличающийся вариант классификации, где ортопедическая обувь выделена в отдельную группу и не относится, к медицинской. По мнению автора, медицинская обувь играет, прежде всего, лечебную роль, улучшает функцию стопы или других органов, снимает болевые ощущения, снижает ее утомляемость, предупреждает прогрессирование деформаций при различных заболеваниях.

В подобной трактовке понятие «медицинской» обуви впервые вводится в работе Добровой О.С. [18]. По ее мнению, это обувь, выполняющая специальную оздоровительную функцию и являющаяся промежуточным звеном между стандартной обувью для здоровых стоп и ортопедической обувью.

На наш взгляд, данные трактовки понятия "медицинской" обуви являются неверными, поскольку сужают область применения данной обуви.

В работе Рыковой Е.С. [33] при рассмотрении классификации специальной обуви предлагается понятие профессиональной обуви, к которой относятся производственная, военная обувь и обувь, используемая работниками непромышленной сферы (обувь для медработников, почтальонов, водителей, для танцев и др.).

На основе проведенного анализа существующих классификаций обуви нами была за основу принята классификация Ю.П. Зыбина, которая была уточнена и дополнена с учетом вариантов классификаций других авторов. Предлагаемая классификация представлена на рис. 1.1. В ней рассматривается только гражданская обувь. в связи с чем, не включена такая обширная группа специальной обуви, как военная обувь.

В данной классификации к медицинской обуви, по мимо ортопедической и профилактической, отнесены: послеоперационная, реабилитационная обувь и обувь для пожилых людей. Послеоперационная обувь предназначена для использования в послеоперационный период, как в условиях стационара, так и при амбулаторном лечении. Данная обувь должна учитывать изменение размеров стопы (отеки) и обеспечивать разгрузку прооперированных зон. Такая обувь также может применяться и при консервативном лечении при язвенном поражении и т.д. Реабилитационная обувь, предназначена для использования в восстановительный период после травм и перенесенных операций на стопе. Данная обувь должна обеспечивать разгрузку и дозированную мобилизацию травмированных участков и способствовать скорейшему восстановлению функций стопы. Обувь для пожилых должна учитывать возрастные изменения формы и размеров стопы, а так же наиболее часто встречаемые у пожилых людей виды деформаций.

По нашему мнению, профилактическая обувь должна выпускаться для детей, поскольку профилактика деформаций стоп наиболее эффективна именно в детском возрасте. Для взрослых людей, ведущих активный образ жизни и проводящих много времени на ногах предлагается изготавливать обувь повышенной комфортности, в конструкции которой заложены элементы, обеспечивающие условия для нормального функционирования стопы.

Обувь повышенной комфортности относится к бытовой обуви и составляет определенный сегмент потребительского рынка обуви. Ее отличают наличие конструктивных решений, обеспечивающих максимальное удобство в носке, присутствие специальных деталей (вкладные анатомические стельки, полустельки), рациональная научно-обоснованная внутренняя форма обуви и в частности след, применение высокотехнологичных материалов при изготовлении обуви, их жесткий отбор по физико-механическим и гигиеническим показателям.

На обуви повышенной комфортности апробируются новые конструктивные решения и материалы, призванные обеспечить максимальное удобство для носчика, которые находят потом применение в конструкциях массовой бытовой обуви.

По своим характеристикам обувь повышенной комфортности приближается к профилактической обуви и занимает, таким образом, промежуточное положение между бытовой и специальной обувью.

Общность требований, предъявляемых к конструкциям обуви повышенной комфортности и профилактической обуви, а также использование близких конструктивных и технологических решений при проектировании и изготовлении данных типов обуви обуславливает возможность их дальнейшего совместного рассмотрения.

### **1.3. Обеспечение комфортности обуви. Составляющие комфортности обуви.**

Под комфортностью обуви понимают способность обуви создавать условия для нормального функционирования стопы и всего организма человека при различных внешних условиях [31]. Составляющими комфортности обуви являются внутренняя форма обуви и гигиеничность. Соответствие внутренней поверхности обуви размерам стопы должно обеспечивать удобство в носке, а гигиенические свойства - нормальный влаготемпературный режим во время носки.

В работе [34] Сакулина Д.О. с соавторами выделяет следующие три степени комфортности обуви:

*Первая степень комфортности* формируется на основе антропометрических и психофизиологических требований, предъявляемых к обуви. Они являются достаточными при выборе или приобретении обуви, так как предполагают соответствие конструкции обуви форме и размерам стопы в статике, положительное эмоциональное восприятие, удобство при надевании и снятии ее.

*Вторая степень комфортности* кроме названных свойств объединяет такие, которые проявляются в процессе эксплуатации обуви. К ним относят силовые взаимодействия стопы с обувью, свойства, определяющие ее микроклимат и обеспечивающие защищенность стопы от воздействий внешней среды.

*Третья степень* - повышенный комфорт объединяет свойства, которые исключают локальные механические

воздействия на отдельные участки стопы, а также способствует созданию профилактических и оздоровительных условий. Повышенная комфортность основывается на психофизиологических свойствах обуви и может существовать только при наличии первых двух уровней комфортности.

Одним из важнейших потребительских свойств обуви являются эргономические, которые определяют удобство обуви при носке. В соответствии со стандартом [10] выделяют три группы эргономических требований к обуви: антропометрические, гигиенические и физиологические. Разработкой номенклатуры эргономических показателей качества обуви занимались такие исследователи как Есин В.А., Фомина Т.Т., Ермакова Т.Г., Лев М.В., Лиюкумович В.Х., А.И. Линник [38] и др.

Одна из наиболее полных и развернутых номенклатур эргономических показателей качества бытовой обуви предложена В.Е. Горбачиком [60]. В его работе представлен широкий спектр единичных показателей комфортности, которые он относит к одной из четырех комплексных групп: антропометрические, гигиенические, физиологические и психофизиологические.

В последние годы было выполнено много работ, посвященных повышению комфортности обуви и внутриобувного пространства [32,37,56,60,82,83].

В работе [26] приводится анализ основных факторов, оказывающих влияние на комфортность обуви. К ним относятся: интервал безразличия, впадность обуви, величина давления верха на стопу и роль вкладной стельки.

В работе [32] весь комплекс эргономических свойств обуви предлагается разделить на две группы: эргономические свойства, определяющие комфортность низа обуви («опорная комфортность» обуви) и эргономические свойства, определяющие комфортность верха.

### **1.3.1. Комфортность низа обуви («опорная комфортность»)**

Под «опорной комфортностью» обуви понимаются условия наиболее благоприятного взаимодействия плантарной поверхности стопы с системой низа обуви, при котором обеспечивается функционирование стопы во внутриобувном пространстве, близкое к естественному [40].

Один из наиболее значимых критериев опорной комфортности - это распределение динамических нагрузок (давления) по плантарной поверхности стопы.

В тоже время, необходимо отметить, что *равномерное* распределение давления по плантарной поверхности стопы не является критерием опорной комфортности. Поскольку известно, что абсолютно равномерно распределить давление стопы на опору, во-первых, невозможно, основные нагрузки воспринимает скелет стопы, а он далеко не во всех точках соприкасается с опорой. Мягкие ткани только снимают локальную концентрацию давления скелета стопы на отдельные точки. Во-вторых, равномерное распределение давления в полном смысле этого понятия совершенно не нужно, так как некоторые области стопы в силу функциональных особенностей не должны активно соприкасаться с опорной поверхностью. Например, область внутреннего свода служит рессорой при локомоциях и активное соприкосновение этой области с опорой не только нарушит двигательную функцию стопы, что отрицательно скажется на состоянии всего организма в целом, но и может негативно повлиять на кровообращение в стопе.

Необходимо не распределять равномерно давление по плантарной поверхности стопы, а устранять локальное увеличение давления на отдельные области стопы и обеспечить нормальное функционирование стопы во внутриобувном пространстве [71].

Вопросам «опорной комфортности» обуви и изучению распределения давления по следу посвящены работы целого ряда исследователей [31,39,40,51,82,86,85,91].

В работах [17,31,37,39,40,51,55,81] показано, что существенного повышения уровня комфортности возможно достичь за счет увеличения площади контакта с опорной поверхностью обуви, ведущего к снижению общего и локальных давлений.

Александров С.П., Паршина О.В., Волкова Е. А. считают, что профиль следа колодки должен быть близок к профилю следа стопы, т.к. малоспрофилированная опорная поверхность ввиду недостаточного контакта не сможет привести распределение давления к оптимуму; если же параметры профиля будут

завышенными, могут возникнуть условия разгрузки несущих скелетных элементов стопы и нагрузки связок из мягких тканей [40].

В работе [85] был сделан вывод о том, что, профилированное ложе в обуви обеспечивает более равномерную нагрузку опорной поверхности стопы и тем самым значительно облегчает движение человека.

### 1.3.2. Пути обеспечения опорной комфортности обуви

Требуемая форма следа в обуви может достигаться как за счет формы следа используемой колодки, так и за счет вкладных ортопедических приспособлений, таких как: стельки, полустельки, выкладки сводов.

Использование вкладных профилированных стелек является наиболее простым и доступным способом обеспечения опорной комфортности.

В настоящее время существует два принципиально разных подхода к изготовлению стелек:

1) Индивидуальное производство по индивидуально доработанным ортопедическим колодкам, по гипсовому слепку стопы пациента или непосредственно по стопе, используя специальный термопластичный материал.

2) Производство стелек на обезличенного потребителя по усредненным параметрам стоп.

Кроме этого практикуется изготовление стелек максимальной готовности, дорабатываемых в ходе примерки с учетом индивидуальных особенностей стоп заказчика, а также может применяться модульный принцип подбора ортопедических изделий на основе базового модуля за счет использования различных ортопедических вкладышей.

На сегодняшний день индивидуальные вкладные ортопедические стельки преимущественно изготавливаются методом блоковки на специальных ортопедических колодках из таких материалов как пробка, микропористая резина, кожа или формируются по гипсовым слепкам, что сильно затягивает и удорожает процесс их изготовления.

Из новых технологий в производстве стелек, появившихся в последнее время, следует отметить разработку фирмы FOOT SCIENCE INTERNATIONAL - быстроизготавливаемые индивидуальные стельки. Заготовка стельки из термопластичного материала вставляется в обувь и разогревается специальным феном. После разогрева заготовки до пластичного состояния пациент одевает обувь и ходит в ней в течение нескольких минут, по прошествии которых материал стелек остывает, «запоминая» оптимальную конфигурацию стопы. Получаемая в результате стелька учитывает индивидуальные особенности изменения формы стопы пациента во время всех фаз ходьбы. Аналогичный принцип используется при индивидуальной подгонке спортивной обуви, в частности, горнолыжных ботинок.

Стельки, изготавливаемые на обезличенного потребителя, производятся из более широкой гаммы материалов, как правило, отличаются простотой конструкции и, следовательно, являются более технологичными. В последнее время при производстве ортопедических изделий широкое применение получили такие вспененные материалы, как пенополиэтилен, сэвилен, эвапласт, которые отличаются высокой приформовываемостью, хорошими упруго-амортизационными свойствами, легкостью и невысокой стоимостью. Изготовление вкладных ортопедических стелек из этих материалов происходит путем формования разогретого листового материала в пресс-формах. Материалу, разогретому в термоактиваторе, придается пространственная форма путем формования его в пресс-форме под давлением. Достоинством изготовления вкладных стелек этим способом является высокая технологичность метода, хорошее качество готовых изделий и их невысокая стоимость.

В работе [33] для повышения комфортности обуви было предложено использовать вкладные объемные стельки, обеспечивающие равномерное перераспределение давления стопы на след обуви в процессе ходьбы.

Существующие конструкции обезличенных вкладных стелек не учитывают индивидуальных особенностей строения плантарной части стопы потребителя. Поэтому не всегда достигается эффект максимального соответствия площади

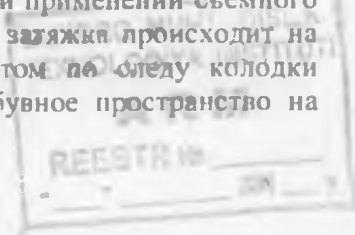
контакта стопы опорной поверхности, тем самым не удастся в полной мере снизить локальные давления.

Несмотря на все плюсы вкладных индивидуальных и обезличенных стелек они имеют главный недостаток. В большинстве случаев, в обуви массового производства не предусматривается дополнительное внутриобувное пространство на толщину вкладной стельки. В результате, применение вкладных стелек в такой обуви неизбежно приводит к уменьшению ее обхватных параметров, что ведет к снижению впорности обуви и, как следствие, к снижению комфорта.

Увеличение внутриобувного пространства на толщину вкладной профилированной стельки ухудшает общий силуэт обуви. Кроме того, наличие вкладной стельки приводит к образованию многослойного пакета (вкладная стелька, основная стелька, подошва), повышающего массу и изгибающую жесткость низа обуви, снижающего устойчивость стопы в обуви.

Другим возможным вариантом повышения опорной комфорта обуви является разработка колодки с анагомическим следом и соответствующего ему профилированного стелечного узла, затяжка при этом производится на колодку с прикрепленным стелечным узлом.

Схожий принцип применяется в ортопедической обуви при изготовлении межстелечных слоев. Существует два основных варианта межстелечных слоев, от которых зависит способ изготовления ортопедической обуви и форма используемой колодки. В первом случае, при использовании несъемного межстелечного слоя, заготовка верха обуви затягивается на колодку с прикрепленным на след колодки ортопедическим приспособлением. Колодка при этом имеет форму следа, соответствующую конкретной деформации, и специально дорабатывается с учетом индивидуальных особенностей стопы пациента. Межстелечный слой изготавливается по следу колодки методом блоковки. Во втором случае, при применении съемного межстелечного слоя (вкладной стельки), затяжка происходит на колодку с уплощенным следом, при этом по следу колодки закладывается дополнительное внутриобувное пространство на толщину ортопедического изделия.



Для повышения опорной комфортности обуви некоторые исследователи рекомендуют вводить амортизирующие элементы в систему низа обуви [51]. Так, получило развитие направление, связанного с разработкой специальных, комбинированных конструкций низа обуви, снижающих ударные нагрузки при ходьбе.

Пневмогидравлические системы в качестве амортизирующих устройств широко используются известными фирмами - производителями спортивной обуви. Например, амортизационная система известной спортивной обуви ASICS основана на использовании полужидкой субстанции-желе ASICS GEL, заключенной в эластичную капсулу, которая расположена внутри подошвы. При этом ASICS GEL воспринимает нагрузку, а за счет деформации эластичной камеры происходит поглощение энергии удара, благодаря этому снижается реакция опоры, и, как следствие, вероятность возникновения травм.

Амортизационные системы спортивной обуви Nike основаны на использовании материалов с газонаполненными порами. Газ имеет запатентованный сложный химический состав. Амортизационные свойства находятся в зависимости от количества и объемов пор, заполненных газом. Такая конструкция обеспечивает независимость амортизационных свойств от влияния атмосферного давления и внешней температуры.

Известны амортизационные системы спортивной обуви Reebok, использующие принцип сжатия и перемещения воздуха в каналах пластины из термополиуретана, расположенной в нижней части подошвы по всей поверхности следа. При касании пяточной частью опорной поверхности воздух, заключенный в пластине, перемещается вперед, при отталкивании — назад [81].

Москвин О.Я. [56] впервые использовал понятие «здоровьесберегающая обувь» и рекомендовал следующие принципы конструирования низа обуви:

1. Задняя часть каблука должна быть выполнена из эластичного материала типа пенополиуретана с небольшим модулем упругости в пределах 1,5-2,5 Па;

2. Остальная часть подошвы может быть выполнена из износостойкого материала с соответствующим коэффициентом жесткости;

3. В зоне опоры переднего отдела стопы необходимо применять конструктивные решения по снижению пика нагрузок, например, специально профилированные стельки или эластичные материалы с модулем упругости 2-3 МПа.

### **1.3.3. Анализ конструктивных решений, применяемых для повышения комфортности обуви ведущими мировыми производителями**

Большинство известных обувных фирм (Clarks, Solidus, Romus, Mephisto, Finn Comfort, Ecco и др.) решают задачу повышения комфортности обуви за счет улучшения гигиенических, эргономических свойств обуви, использования при производстве обуви новых перспективных материалов, совершенствования конструкций и способов изготовления деталей верха и низа обуви [64,65,66,70,71,72,73, 74,77].

При производстве обуви используются колодки повышенных полнот. Повышение опорной комфортности обуви достигается за счет использования колодок с анатомической формой следа, применения профилированных (анатомических) стелек, конструкций подошв, позволяющих снижать динамические нагрузки при ходьбе, обеспечивать терморегуляцию внутриобувного пространства и т.д. Повышение амортизационной способности низа обуви достигается за счет комбинированных конструкций подошв из различных материалов, комбинации различных материалов в подошве и систем, вставок в подошвы, вентиляционных каналов в подошве и т.п. Улучшение микроклимата внутриобувного пространства достигается за счет использования натуральных материалов, дышащих кож натуральной выделки с использованием растительных экстрактов и красителей, мембранных технологий, специальных стельчных материалов, обеспечивающих циркуляцию воздуха внутри обуви. В приложении А представлены конструктивные решения, используемые ведущими

мировыми производителями для создания обуви повышенной комфортности.

Представленные на отечественном рынке образцы детской обуви, таких производителей, как Ricosta, Richter, Romika, Bartek и др., позиционируемые фирмами как «анатомическая обувь», отличает наличие умеренных выкладок наружного и внутреннего свода, углубленная форма пятки. Обеспечение рационального внутриобувного пространства, в большинстве случаев, достигается как за счет профилированной стельки, так и за счет использования рациональной колодки и специальной конструкции подошвы.

#### **1.4. Конструктивные решения, предлагаемые различными исследователями при разработке профилактической обуви**

Важность задачи обеспечения детей профилактической обувью, учитывающей особенности строения и физиологии детских стоп в период их формирования и роста, объясняется высоким распространением патологий стоп у детей. По данным ранее проводимых исследований [24] ведущее место среди заболеваний органов опоры и движения у детей занимают статические деформации (нарушение осанки, сколиоз, плоскостопие), которые составляют 78% всех обнаруженных патологий. Следует отметить, что плоскостопие составляет 46% от всех выявленных ортопедических патологий и 58% в структуре статических деформаций. Это самая распространенная патология, встречающаяся среди детей.

К основным причинам развития плоскостопия относят: слабость мышечно-связочного аппарата; особенности строения нижних конечностей, предрасполагающие к развитию плоскостопия; ношение обуви нерациональной формы и не соответствующего размера; отсутствие профилактических средств в обуви и др.

Многие исследователи в своих работах предлагали внести в рациональную конструкцию колодок элемент профилактических мероприятий против развития плоскостопия (Куслик М.И. [11], Ченицова К.И.[13,59], Фридланд М.О. [46], Доброва О.С. [12], Яралов-Яралянц В.А., Шаргородский В.С.[14] и др.).

Если рассматривать нормальную стопу, как предлагает И.А.Полиевков [26], как отрезок скрученной спирали, то механизм уплощения свода объясняется довольно просто - раскручиванием спирали. Процесс раскручивания сопровождается пронацией заднего отдела стопы, супинацией и отклонением переднего отдела кнаружи с понижением сводчатости.

По мнению О.С.Добровой, М.И.Куслика [18,11] и многих других исследователей, симптомы статического плоскостопия появляются тогда, когда начинается функциональная перегрузка и хроническое переутомление мышц, участвующих в поддержании сводов стопы, т.к. мышечное равновесие нарушается. Стопа поворачивается в положение некоторого вальгуса вследствие чего пятка и передний отдел пронаруются (поднимаются с наружной стороны). Таким образом, первым важным признаком плоскостопия при еще не уплощенном при нагрузке своде является вальгусная установка пятки. Под влиянием поворота пятки в дальнейшем опускается весь внутренний край стопы. Пяточная и ладьевидная кости опускаются все ниже, лишая поддержки таранную кость, головка которой опускается вперед и несколько кнутри, внедряясь между ладьевидной и пяточной костями.

Многие исследователи рассматривают детский возраст как критический для возникновения плоскостопия, потому что в детской стопе, как более эластичной и податливой, закладываются причины, влекущие за собой впоследствии, при наличии соответствующих условий, развитие плоскостопия. По мнению С.Ф. Годунова статическое плоскостопие у взрослых является, как правило, результатом недоразвития детской стопы.

Плоскую форму стопы у большинства детей младшего возраста следует рассматривать как фазу развития этого органа, а не патологию и по мере роста и развития ребенка «плоскостопие» у абсолютного большинства детей к 7-8 годам исчезает, а форма и функция стопы нормализуются. Но у некоторых детей развитие стопы протекает замедленно или может остановиться на определенной стадии, и ребенок переходит в юношеский возраст с несформированной, в различной степени выраженной плоской стопой. В то же время, широко распространенное мнение, что плоскостопие у детей до 6 лет является физиологическим и не требует коррекции не совсем правильно. Именно до 6 лет, когда не закрыты точки окостенения, легче исправить или предупредить

развитие деформации стоп и сформировать правильную походку. Из этого следует, что проведение профилактических мероприятий следует начинать именно с детского возраста. Важную роль при этом играет обеспечение детей медицинско-обоснованной профилактической обувью, построенной на основании анатомических и физиологических данных, конструкция которой призвана обеспечить благоприятные условия для нормального развития детских стоп и предупредить развитие патологических отклонений. Эффективная профилактика статических деформаций возможна только в период формирования детской стопы.

По мнению Куслика М.И. природная выкладка свода в виде жировой подушки у детей до 3-х лет служит его сохранению при первых шагах ребенка, когда подвергается нагрузке еще мягкий податливый хрящевой скелет стопы. Только с 2-х летнего возраста начинается постепенное рассасывание жировой подушки и параллельное формирование свода детской стопы, увеличивающегося в дальнейшем в связи с ростом. Поэтому необходимость выкладки свода возникает только с двухлетнего возраста.

Ченцова К.И. [57] считает, что профилактическую обувь необходимо назначать детям раннего возраста (до пяти лет), у которых мышечно-связочный аппарат очень слаб, и детям еще трудно выполнять физические упражнения, укрепляющие мышцы ног. В конструкции такой обуви необходимо предусмотреть супинированные каблуки и несколько варусный профиль пяточной части стельки (внутренний край приподнят на 3 мм). В дальнейшем, по мнению автора, профилактическую обувь можно рекомендовать для детей переходного возраста в 7-8 лет и для людей пожилого возраста.

На наш взгляд, справедливо утверждение Яралова - Яралянца В.А. и Шаргородского В.С. о том, что для детей в возрасте до 4-х лет недопустимо массовое применение какой-либо профилактической обуви, поскольку у детей до 4-х лет пониженный свод следует рассматривать как физиологический этап развития стопы не требующий лечения. По их мнению, профилактическая обувь должна выпускаться двух типов: а) детская и школьная обувь для детей с начальными формами плоскостопия в возрасте от 5 до 12 лет с вкладышем в пяточно-геленочной части, форма которого должна предусматривать

фиксацию положения пятки и возможность формирования продольных сводов стопы; б) обувь для детей среднего и старшего возрастов (13-18 лет), страдающих начальными формами статического плоскостопия. Конструктивное оформление этого типа обуви должно предусматривать разгрузку и поддержку продольного свода стопы в условиях повышенной нагрузки.

При проектировании профилактической обуви необходимо учитывать анатомо-физиологические особенности детской стопы, отличающие её от взрослой стопы. Стопа детей относительно короче, шире в пучках и уже в пятке. На стопе детей больше развита подкожно-жировая клетчатка, кроме того, мышечно-связочный аппарат более эластичен и податлив.

У взрослых наружный край пяточной кости приподнят под углом к горизонту. У детей на первом году жизни по данным С.Ф.Годунова пяточная кость расположена почти горизонтально. С ростом стопы процесс формирования свода сопровождается постепенным подъемом переднего отдела пяточной кости. При плоскостопии этот процесс «поворота» задерживается, пяточная кость находится в более или менее выраженном эквинусном положении и вместе с таранной ротируется внутрь.

По мере роста ребенка пяточная кость, постепенно расширяясь в поперечном направлении как бы мигрирует под суставную поверхность таранной кости, поддерживая ее снизу. Отросток, поддерживающий тело таранной кости (*sustentaculum tali*) (рис. 1.1.), в норме развивается к 7-9 годам, когда и происходит окончательная стабилизация заднего отдела стопы. Если возникает задержка в формировании этого отростка, то таранная кость не получая поддержки снизу провисает, образуя выступ, симулирующий также «вальгус» заднего отдела стопы.



*Рис. 1.1. Скелет стопы*

Если развитие стопы протекает в нормальные сроки, соответственно средним возрастным показателям, нет необходимости назначать с целью профилактики или лечения плоскостопия ортопедическую обувь или стельки. Более того, не исключена возможность, что ортопедическая обувь и стельки могут оказать отрицательное воздействие, так как стопа ребенка будет развиваться в неестественных условиях, что может привести к формированию ослабленной или даже патологической стопы. Аналогичную картину можно наблюдать при чрезмерном увлечении подростков кроссовками, имеющими выкладку продольного свода и предназначенными для использования во время занятий спортом, а не для постоянного ношения.

Профилактическая обувь или стелька должны способствовать нормальному развитию детской стопы, корригировать стопу без ограничения ее функции, приближая расположение костей к норме и предупреждая развитие патологических отклонений.

Супинаторы, поддерживающие только внутренний свод не в состоянии оказать влияния на формирование стопы по наружному своду, поэтому при разработке сводоформирующей выкладки необходимо предусмотреть приподнятость и наружного свода. Такая форма содействует правильной установке пяточной кости (поднятию переднего отдела пяточной кости), а следовательно и процессу формирования продольного свода стопы.

Поднятие переднего отдела пяточной кости и опускание пяточного бугра под нагрузкой, достигается стельками или полустельками с углублением для пятки, полной выкладкой наружного и умеренной выкладкой внутреннего свода. Наличие таких деталей в профилактической обуви при многократно повторяющейся нагрузке будет помогать моделировать наружный свод, определяющий высоту внутреннего.

Требования к рациональной детской обуви были разработаны в работах М.И.Куслика, В.А.Ярлова-Ярлянца, В.С.Шаргородского, Г.Н.Крамаренко, О.В.Фарниевой, И.А.Ярлова, и др. исследователей [16,17,85].

### 1.5. Обоснование рациональной конструкции следа профилактической обуви и обуви повышенной комфортности

Для правильного построения следа колодки профилактической обуви и обуви повышенной комфортности необходимо располагать объективными данными, характеризующими рельеф подсводного отдела стопы, основанными на результатах массовых антропометрических исследований стоп, а так же данными по экскурсии продольного свода стопы для различных половозрастных групп.

При обосновании формы и размеров выкладок сводов стопы необходимо руководствоваться высотой мягкого свода стопы, при этом учитывая экскурсию продольного свода стопы.

В своей работе Яременко Д.А. [44] изучал возрастные особенности костного и мягкого свода стопы, объемные размеры и форму мягкого свода стопы под нагрузкой и без. Им были использованы методы рентгенографии, плантографии, а так же метод гипсовых слепков. По методике О.В.Недригайловой было изготовлено 1200 слепков подошвенной поверхности стопы в положении стоя при равномерной опоре на обе стопы с одновременной плантографией [44]. Высота свода измерялась краниометром в точках нанесенной разметки (Рис.1.2.).



*Рис. 1.2. Обработка гипсового слепка стопы по методике О.В.Недригайловой*

По результатам исследований были составлены таблицы размеров мягкого свода стопы в зависимости от длины стопы и приведены соответствующие графики; даны рекомендации по

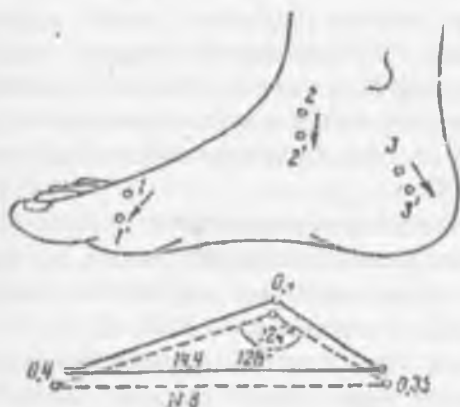
месторасположению, форме и размерам подсводной выкладки при различной длине стопы.

Наибольшую высоту выкладки свода в сечении 0,4-0,5 Д длины стопы Яременко Д.А. предлагает принять равной высоте мягкого свода на этом уровне для случая равномерной опоры на обе стопы.

При том, что полученные Яременко Д.А характеристики мягкого свода стопы, представляют несомненную ценность, на наш взгляд, предлагаемый способ задания высоты выкладки является неверным, поскольку в этом случае не учитывается характер изменения формы и размеров стопы под нагрузкой.

Исследуя стопы в нагруженном и ненагруженном состояниях рентгенографическим методом М.И. Куслик [11] выявил, что при нагрузке положение костей стопы изменяется: передний отдел пяточной кости опускается и сдвигается кзади; таранная кость опускается (положение значительной подошвенной флексии) и сдвигается кпереди; одновременно с ней опускается и сдвигается вперед ладьевидная и I клиновидная кости; кубовидная и сочленяющиеся с нею IV и V плюсневые кости почти не изменяют положения, а II, III и особенно I плюсневые кости продвигаются вперед и опускаются — смещение точек 1, 2, 3 в положение Г, 2', 3' (рис. 1.3.). Опускание плюсневых костей с внутренней стороны при неизменном положении с наружной подтверждает общее мнение о том, что некоторое уплощение сводчатости является нормальной реакцией на нагрузку, если проявляются пружинящие свойства свода.

Если обувь обеспечить вкладными приспособлениями, высота которых соответствует высоте свода при двуопорном стоянии, то свод окажется выполненным полностью и условий для его экскурсии не будет. Высоту мягкого свода стопы, полученную в результате исследований, проведенных в условиях статической нагрузки (равномерной опоры на обе стопы) следует уменьшать на величину экскурсии свода под нагрузкой. По данным Яралова-Яральянца В.А., Шаргородского В.С., она составляет для детей - 36%, а для взрослых - 24%.



**Рис. 1.3. Изменение положения анатомических точек стопы под действием нагрузки**

В результате проведенных исследований женских стоп Н.А.Колесниковой [29] было установлено месторасположение выкладки продольного свода на горизонтальной проекции следа колодки для женской профилактической обуви: задняя граница выкладки находится в сечении  $0,31Д$ , передняя -  $0,64 Д$ ; место наибольшей ширины выкладки свода соответствует наиболее узкому месту отпечатка стопы в сечении  $0,46 Д$ ; место наибольшей высоты выкладки продольного свода с внутренней стороны соответствует месту расположения на стопе бугристости ладьевидной кости и составляет  $0,4 Д$ , с наружной стороны оно смещено кзади и находится в сечении  $0,34 Д$ . Пяточная часть следа профилактической обуви имеет углубление до  $8 мм$ . Это препятствует повороту пяточной кости в горизонтальное положение и является профилактикой продольного плоскостопия.

Ярлов-Яральянц В.А. и Шаргородский В.С., установили, что максимальная высота свода по латеральному краю стопы соответствует пяточно-кубовидному сочленению. По их мнению, вершину стельки необходимо сместить несколько кзади в сечение  $0,38Д$ . При такой форме стельки ее вершина оказывается под треугольным пространством, выполненным пяточно-ладьевидной вязкой, над которой расположена головка таранной кости.

Именно на этом участке, а не у вершины свода стопы, под тяжестью тела головка таранной кости может вклиниваться между пяточной и ладьевидной костями, вызывая опущение свода. Поэтому вершину стельки целесообразно задавать именно на этом участке, наиболее слабом в механическом отношении, что по мнению авторов будет способствовать удержанию свода от опускания [29].

Циркуновой Н.А. с соавторами в работе [58] предлагается для взрослых выполнять выкладку сводов на участке 0,2-0,62Д. Наибольшая глубина выборки наружного свода находится на расстоянии 0,34Д, внутреннего - 0,37-0,42Д.

По мнению большинства ортопедов, высота детской профилактической выкладки должна быть такой, чтобы обеспечить поддержку свода только при усталости мышц, когда свод начинает резко опускаться.

Куслик М.И. для детской профилактической обуви предлагает задавать высоту подсводной выкладки - от 3 до 5 мм в зависимости от возраста ребенка [11].

По мнению Д.А.Яременко [58] выкладка по внутреннему краю детской вкладной ортопедической стельки при всех видах статических деформаций ограничена сечениями 0,2 и 0,7Д. Наружная граница выкладки, определяемая на уровне ее наибольшей высоты, находится на расстоянии 0,4Д

По мнению специалистов Санкт-Петербургского научно-практического центра медико-социальной экспертизы, протезирования и реабилитации инвалидов им. Г.А.Альбрехта [41]:

- Ортопедические стельки до 140 размера должны изготавливаться только индивидуально по назначению врача-ортопеда.

- При плоскостопии вследствие замедленного развития сводов показаны сводоформирующие стельки и полустельки, изготавливаемые с выкладкой внутреннего и наружного продольного сводов стопы, которые располагаются между сечениями 0,20L и 0,60L. Максимальная высота выкладки продольных сводов, как с внутреннего, так и наружного одинакова. Она находится на уровне пяточно-кубовидного сочленения, т.е. для размеров со 140 до 200 - в сечении 0,36L и

составляет от 5 до 7 мм, для размеров с 205 по 245- в сечении 0,33L и составляет от 8 до 10 мм. Величина углубления относительно граней стельки в пятке равна 3-4 мм для детских и малодетских стелек и 5-6 мм для остальных.

- При функциональной недостаточности мышечно-связочного аппарата и умеренном выраженном статическом нефиксированном плоскостопии назначаются сводоподдерживающие стельки и полустельки, изготавливаемые с выкладкой внутреннего и наружного продольного сводов стопы, которые располагаются между сечениями 0,20L и 0,60L. При этом выкладка внутреннего свода выше выкладки наружного. Местоположение максимальной выкладки внутреннего и наружного продольных сводов находится на уровне пяточно-кубовидного сочленения аналогично вышеописанному. В зависимости от размера стопы выкладка наружного свода составляет от 5 до 8 мм, а внутреннего от 9 до 12 мм.

#### **1.6. Анализ методик перехода от стопы к форме следа колодки**

Для построения рациональной формы следа колодки необходимо изучить изменение размеров и формы стопы человека в статике и динамике. При этом необходимо учитывать деформацию мягких тканей стопы, изменение габаритных размеров стопы под нагрузкой, экскурсию сводов.

В работе Б.П.Хохлов и А.А.Златорунский изучали изменение размеров и формы обнаженной стопы в покое и при передвижении. Со стоп школьников были получены гипсовые слепки в шести наиболее характерных положениях покоя и передвижения:

Положение I — обремененная стопа при равномерной нагрузке обеих стоп; Положение II - обремененная стопа при нагрузке ее всей тяжестью тела; Положение III — стопа в висячем положении;

Положение IV — обремененная стопа при равномерной нагрузке обеих стоп и поднятии пятки на высоту, равную  $1/14$  длины стопы;

Положение V - стопа при опоре на внутренний пучок и большой палец при нагрузке всей тяжестью тела; Положение VI - стопа в момент отрыва от опорной поверхности.

В результате эксперимента было установлено, что в зависимости от положения наиболее резко изменяются следующие размеры стопы:

- а) длина стопы достигает увеличения до 25,5 мм (10,7%);
- б) длина внутреннего свода максимально увеличивается на 10 мм (6%);
- в) длина переднего отдела стопы увеличивается на 26,5 мм (37,8%);
- г) периметры поперечных сечений увеличиваются до 15 мм (5,9%).

На основе установленных закономерностей изменения размеров стопы Хохловым Б.П. была разработана методика проектирования колодок [27], получившая развитие в работе, посвященной построению колодки для детей школьного возраста. Используя в качестве исходных данных параметры стопы в положении IV, Хохлов Б.П. при проектировании колодок предлагает вносить поправки, учитывающие изменение стопы при ходьбе.

Таким образом, Хохловым Б.П. впервые была предложена методика проектирования колодки, учитывающая изменение формы и размеров стопы в различные фазы ходьбы. В тоже время вопросы разработки рационального следа колодки не нашли в его работах достаточного отражения.

Ченцова К.И. указывала на то, что при проектировании колодки следует стремиться к тому, чтобы продольный профиль следа колодки не был ниже профиля среднестипичной стопы, нагруженной весом тела при стоянии на одной ноге.

Кочеткова Т.С. изучала изменение формы плантарной части стопы в зависимости от высоты подъема пяточного отдела [29]. Для исследования формы плантарной части производилось гипсование отобранных стоп в положениях: 1) на весу; 2) при опоре на плоскость (высота каблука - 0 мм); 3) при подъеме пятки на высоту 20, 40, 60 мм и опоре переднего отдела на горизонтальную плоскость. При снятии негативов со стоп при подъеме пятки на различную высоту левая стопа устанавливалась на каблук, правая поднималась на ту же высоту, но без опоры на пятку.

Кочетковой Т.С. были найдены величины смятия мягких тканей стопы при переходе от безопорного положения к положению равномерной опоры: в области пятки - 7,9 мм. в области плюсне-фалангового сочленения - 5,8 мм. В геленочной части величина смятия была принята равной 0,7 мм.

Откладывая на продольных сечениях слепков стопы, полученных в положениях 2 и 3, найденные значения смятия мягких тканей, и соединяя их плавными линиями, были получены профили стопы, соответствующие положению стопы на весу. Полученные профили Кочеткова Т.С. принимает за основу при построении женских колодок с различными высотами каблуков (20, 40, 60 мм).

Кочетковой Т.С. предлагаются следующие принципы перехода от формы стопы к форме колодки в области следа:

а) форма плантарной части стопы в области пятки и наружного свода должна быть полностью отображена в следе колодки;

б) при построении следа колодки в области переймы, соответствующей внутреннему своду необходимо спроектировать зазор, который должен оставаться между стопой и обувью, чтобы внутренний свод не был опорным;

в) носочно-пучковую часть следа колодок нужно оставлять без изменений.

Таким образом, предлагается проектировать след колодки в области пятки и наружного свода по безопорному положению стопы.

Поскольку при опоре на любой след стопа деформируется, Кочеткова Т.С. предлагает при переходе от откорректированного следа стопы к следу колодки уменьшать средние координаты слепка на 2-3 мм.

При корректировке следа стандартных колодок на контуры их поперечных сечений переносились соответствующие сечения слепка, по которым были построены новые контуры сечений (Рис.1.6.).

Отмечая важность результатов, полученных Т.С.Кочетковой в работах [9,31], в тоже время, нужно отметить, что использование в качестве исходных данных слепков стопы, полученных в положении опоры на пучки и приподнятой, но не опирающейся на каблук пяткой, на наш взгляд, является не верным, т.к. при таком искусственном положении, основная нагрузка массой тела

приходится на вторую стопу. Правая же стопа деформирована по следу в носочно-пучковой части, в то время как пяточно-геленочная часть находится в ненагруженном, безопорном положении. Учитывая, что под нагрузкой стопа деформируется, изменяя свои форму и размеры, происходит смятие мягких тканей по следу, на наш взгляд, проектирование колодки с рациональной формой следа должно осуществляться по данным стопы под нагрузкой.

В работе так же остались не раскрытыми вопросы построения внутренней подсводной области следа, позже нашедшие отражение в работе Колесниковой Н.А.[29].

Работа Колесниковой Н.А. была посвящена проектированию следа медицинской обуви для лиц с начальными степенями статических деформаций. В работе были исследованы женские стопы, как без отклонений, так и со слабовыраженным продольным плоскостопием (I степени).

При создании конструкции медицинской обуви ею были приняты все разработки Ю.П.Зыбина и Кочетковой Т.С., касающиеся формы следа в области пятки и наружного свода.

Для определения размеров и формы горизонтальной проекции выкладки продольного свода Н.А.Колесниковой по 816 плантограммам была построена усредненная плантограмма женской стопы. Со стоп 8 отобранных женщин снимались слепки в положении "стопа на весу" и "стопа на опоре" с приподнятостью пяточной части 40 мм.

Высота каблука 20 мм.

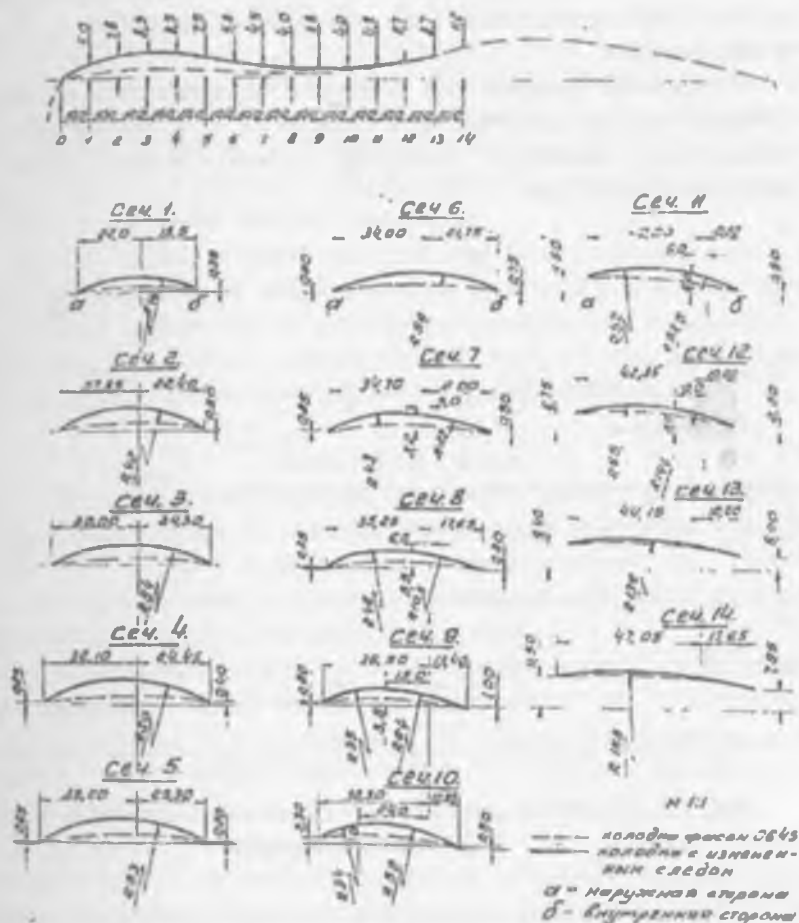
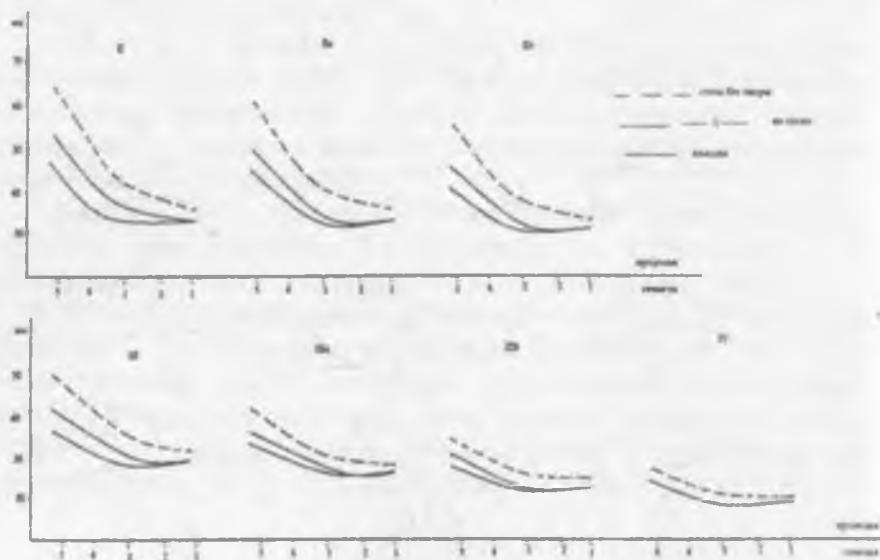


Рис. 1.4. Изменение формы следа колодки с высотой каблука 20 мм

Для определения высоты и формы выкладки продольного свода использовали специально сконструированное приспособление, на котором крепились гипсовые формы носочной и пяточной частей, а также опорной части продольного свода, выполненные «при подъеме стопы на каблук» высотой 40

мм. Таким образом, для получения слепка рессорной части продольного свода производилось гипсование только внутренней подсводной части стопы. Гипсование производилось «с опорой» и «без опоры».

Сравнение полученных контуров продольных и поперечных сечений подсводной части с опорой и без опоры (рис. 1.7.) показывает величину экскурса мягкого свода стопы под действием веса тела.



**Рис. 1.5. Контурь поперечных сечений подсводной части стопы и колодки**

При построении подсводной части следа колодки за основу были взяты сечения нагруженной стопы. При проектировании следа колодки сечение по наружному своду стопы принималось без изменений, по внутреннему своду стопы величина прогиба была уменьшена на 4 мм, а затем плавной линией, соответствующей прогибу стопы, соединялась с сечением стопы в области пучков и пятки. Образовавшийся таким образом зазор в 4 мм необходим для сохранения рессорной функции продольного свода неутомленной стопы. При этом Колесникова Н.А. ссылается на данные исследований Ярлова-Ярлянца В.А. и

Шаргородского В.С, установивших, что высота выкладки продольного свода в профилактической обуви для взрослых должна быть меньше высоты мягкого свода на 24% .

В целом, соглашаясь с подходом, предлагаемым Колесниковой Н.А при проектировании следа колодки, нужно отметить, что использование в качестве профилированного основания для пяточного участка стопы и участка наружного свода гипсовых форм, полученных для безопорного положения стопы является не корректным, поскольку под нагрузкой форма и размеры стопы существенно изменяются.

Проанализированные методики перехода от формы стопы к форме рационального следа колодки, были использованы нами при выборе направления экспериментальных исследований, а также при разработке принципов перехода от стопы к следу колодки, рассмотренных во второй главе диссертации.

### **Выводы по 1 главе**

1. В результате анализа научных работ по тематике исследования определено место медицинской профилактической обуви и обуви повышенной комфортности в общей классификации обуви; изучены требования к комфортности обуви, предлагаемые различными исследователями;

2. Проанализированы конструктивные решения, предлагаемые различными авторами и ведущими производителями обуви, как в СНГ так и за рубежом при создании профилактической обуви и обуви повышенной комфортности;

3. Проведен анализ выполненных в разное время исследований, посвященных проблеме создания рациональной внутренней формы обуви и существующих методик перехода от формы стопы к рациональной форме следа колодки.

## **ГЛАВА 2. ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ФОРМЫ И РАЗМЕРОВ СТОПЫ ПРИ НАГРУЗКЕ И РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РАЦИОНАЛЬНОГО СЛЕДА КОЛОДКИ**

### **2.1. Выбор метода антропометрических исследований стоп**

Обоснование рациональной формы следа профилактической обуви и обуви повышенной комфортности невозможно без рассмотрения широкого круга вопросов, связанных с анатомией и физиологией стопы. К их числу относятся: особенности анатомического строения стопы взрослых и детей; изменения размеров и формы стопы под действием нагрузки и высоты приподнятости пятки; определение месторасположения выкладки продольного свода на следе колодки и ее оптимальных параметров для профилактической и комфортной обуви; изменения толщины мягких тканей плантарной поверхности стопы под влиянием нагрузки. Для изучения этих вопросов необходимо вначале выбрать методы получения исходных данных о стопе, которые будут применяться в работе.

Понятие «патология стоп» есть собирательный термин, характеризующий количественные и качественные нарушения параметров опорно-двигательной системы нижних конечностей человека, вызывающие дискомфорт, боль, кожные и сосудистые нарушения стопы.

Есть патологии стоп ярко выраженные. Например, Вы обращали внимание, когда идёте в людском потоке, что подавляющее количество людей либо косолапят, либо их ноги внутрь "заваливаются". И это уже не впечатление, а фактическое наблюдение - людей с патологиями стоп больше, чем здоровых людей. Почему так? В чём причины?

Ортопедическая патология делится на две примерно равные группы по количеству. Одну составляют врожденные деформации скелета и наследственные заболевания, приводящие к системным нарушениям, другую - приобретенная патология. Кроме того, отклонения от нормального развития могут быть следствием сочетания индивидуальных особенностей, которые ребенку по наследству передают родители. К ним

относятся конституция, строение тканей, обмен веществ и прочее. Например, ребенок рождается с большим весом и ростом, что само по себе не является патологией, но в сочетании с определенной формой нижних конечностей фактор избыточного веса может привести к деформации стоп на этапе вставания малыша на ноги и в начале ходьбы.

**Выраженные врожденные деформации** чаще выявляются сразу после рождения, но нередко они проявляются позже, в процессе роста. Уже в первые недели жизни у ребенка возможны приобретенные отклонения костно-мышечной системы: последствия родовой травмы, воспалительных заболеваний, измененного обмена веществ, нарушения функций внутренних органов. Поэтому очень важно, чтобы ребенок был осмотрен врачом-ортопедом в месячном возрасте.

**Врожденная деформация стоп** относится к числу наиболее распространенных ортопедических заболеваний. По частоте занимает одно из первых мест среди патологий опорно-двигательного профиля (25-30%), уступая по частоте лишь врожденному вывиху бедра.

**Пяточная установка стоп** является одной из наиболее частых и легких форм патологии у маленьких детей и возникает как следствие их особого фиксированного положения в период внутриутробного развития. При этой патологии стопы находятся в положении тыльного сгибания в голеностопных суставах, иногда в сочетании как с их приведением, так и с отведением.

**Неврологические отклонения** со стороны нижних конечностей, связанные с родовой травмой поясничного отдела или с нарушением развития спинного мозга в пояснично-крестцовом отделе, проявляются асимметричным тонусом мышц и различными функциональными нарушениями положения стоп: они отклоняются кнаружи от средней позиции, занимают пяточное положение или обратное ему, когда стопы опущены в подошвенную сторону.

Приведенные стопы часто проявляются лишь к одному месяцу жизни, и родители узнают об этом от врача-ортопеда на первом осмотре. Суть деформации заключается в отклонении вовнутрь переднего отдела по отношению к пятке и закруглении наружного края стопы. Это отчетливо видно со стороны

подошвы. Первый межпальцевый промежуток расширен, а первый палец «смотрит» вовнутрь. Некоторые принимают данную деформацию за косолапость, но это не так, поскольку в этом случае отсутствуют нарушения соотношения костей стопы, нет ограничения подвижности в голеностопных суставах и т. д.

**Врожденная косолапость** более тяжелая деформация стоп с изменением формы и положения костей, укорочением всех мягких тканей по задней и внутренней поверхностям голени и стопы (типичные случаи). У мальчиков она встречается чаще, чем у девочек. В некоторых случаях косолапость передается по наследству. Такое порочное положение стопы или не устраняется одномоментно, или устраняется с большим трудом. Именно этот факт позволяет отличить нетяжелую косолапость от функциональных расстройств, связанных с преобладанием тонуса отдельных мышц.

При врожденной косолапости стопа несколько уменьшена в размерах, поскольку изменены процессы ее кровоснабжения и окостенения. Всегда нарушены движения в голеностопном суставе.

Косолапость может быть следствием неправильного развития спинного мозга на уровне пояснично-крестцового отдела. В таких случаях отмечается парадоксальная работа мышечных групп, постепенно развивается их атрофия и к школьному возрасту вся конечность укорачивается в целом на 1-2 см.

Типичная врожденная косолапость в большинстве случаев полностью излечивается на первом году жизни без каких-либо хирургических вмешательств.

**Приобретенные патологии стоп.** В связи с разными заболеваниями могут возникнуть деформации скелета.

Чаше других наблюдаются рахитические искривления конечностей и позвоночника. Они связаны с нагрузкой на размягченные рахитом кости. Большая часть приобретенных вследствие рахита искривлений бесследно исчезает самостоятельно в процессе роста при условии ранней нормализации обмена кальция и фосфора в организме и применении других лечебных мероприятий: лечебного массажа, специальных физических упражнений, солевых или хвойных ванн.

Значительное уменьшение О-образных искривлений или их полное исправление происходит к 5-6 годам жизни ребенка.

Сложнее обстоят дела только с Х-образной формой ног. С одной стороны, она нарушает правильное развитие стоп, поскольку центр тяжести тела смещается дальше внутрь от внутреннего края стоп, а с другой — хуже самостоятельно исправляется. Для того чтобы поддержать стопы и способствовать нормализации оси конечностей, детям необходимо длительно носить жесткую ортопедическую обувь или ортопедические стельки-супинаторы, которые приподнимают внутренние края стоп.

К школьному возрасту у ребёнка формируются продольные и поперечные своды стоп. Появляется ненагружаемое подсводное пространство с внутренней стороны, как у взрослого, что свидетельствует о формировании продольного свода стопы, а округлость у основания пальцев характеризует наличие поперечного свода стопы.

Почему именно в этом возрасте детям полезно бегать босиком по траве?

Осуществляется массаж ступней ног, где находятся много активных точек, при воздействии на которые укрепляется здоровье и лечатся многие болезни сердца, почек, печени и др.

Дополнительно: со ступней удаляются ненужные отмершие клетки. Ступни становятся более здоровыми, упругими, красивыми, загорелыми. Они начинают дышать, между пальцев исчезает опрелость. Уменьшается риск подцепить грибковую инфекцию.

Наши прадеды ходили босиком. У них было не только с ногами всё в порядке, но и со здоровьем. При этом они ходили босиком и по улице, и по земле, и по траве. Причём всегда босиком даже в самую дождливую погоду, а это считается важным моментом в закаливании организма.

Если лето ребенок проводит на даче или в деревне, то пусть бегает босиком столько, сколько захочет. В лечебных целях лучше всего ходить по скошенной траве или по мелкой гальке. Это дает наибольший эффект в связи с воздействием на активные точки стопы. Ведь на стопе человека расположены зоны, которые представляют собой проекцию практически всех внутренних

органов и коры головного мозга человека. В рефлексотерапии активно используют эти зоны воздействуя на них разными методами, включая точечный массаж и иглоукалывание. За счет дополнительной стимуляции стоп улучшается циркуляция крови в ногах, активизируется работа внутренних органов. Никаких противопоказаний для ходьбы босиком не существует. Ведь это не что иное, как самомассаж.

А если у ребёнка нет возможности бегать босиком по траве, если он "прикован" к городской квартире? В наших современных дворах, где и травы-то порой почти нет, а та, что есть, изрядно унавожена фекалиями домашних собак, босиком не побегаешь. Многие родители говорят: Наш ребёнок всё время по квартире бегаёт босиком!

Ровный пол, да ещё, наверное, и с подогревом ... О каком закаливании и формировании стопы можно говорить в таком случае!? В таких случаях приходится больше говорить о патологии стоп.

Чем можно упредить патологии стоп у ребёнка? Дети должны носить жесткую, желательно кожаную, обувь со средним (2-3 см) каблуком и свободным носом, или родители должны приобрести ортопедическую обувь для ребёнка. Ортопедическая обувь для детей, а точнее супинаторы в обуви, облегчают нагрузку на стопы и способствуют их правильному развитию.

Но, что чаще всего бывает в жизни? Ортопедическая обувь для детей не всем родителям доступна по финансовым соображениям. И, как правило, в таких семьях ребёнку покупают обувь "на вырост", т.е. на 2 размера больше. Понятно, не у всех есть средства на частую смену обуви при быстром росте размера ноги ребёнка. Второй момент проблемы заключается в том, что при современном сумасшедшем ритме жизни просто нет времени бегать по огромному количеству магазинов и примерять огромное количество обуви, произведённой не понятно для кого и зачем. Выход для многих один - побыстрее купить какие-нибудь китайские ботинки, да и закрыть этот вопрос.

Статическое плоскостопие чаще всего обусловлено слабостью капсулярно-связочного и мышечного аппаратов стоп и большой нагрузкой на них, особенно при избыточном весе ребенка. Уменьшение сводов постепенно нарастает и приводит к

усталости ног, болям в икроножных мышцах после длительной нагрузки. Походка ребенка становится тяжелой, он не успевает в быстрой за своими сверстниками, превращается в «увальня» и «неумеху». Уменьшение рессорной функции стоп отражается и на состоянии всего скелета, особенно позвоночника, усиливаются уже имеющиеся патологии.

Важно своевременно стабилизировать плоскостопие, предупредить деформацию пальцев стоп. Детям с плоскостопием необходимо носить стельки-супинаторы или ортопедические стельки, формирующие своды. В тех случаях, когда не только снижена высота сводов, но и имеется неправильная установка стоп, назначается врачом-ортопедом ортопедическая обувь или индивидуальные ортопедические стельки. Обязательным условием лечения являются тренировка мышц голени и стоп. С этой целью применяются различные тренажеры, массажеры, лечебная физкультура на массажных ковриках, контрастные ванны, физиотерапевтические процедуры.

Патологии стопы при статической недостаточности:

**продольное плоскостопие** – опускание вниз продольного свода стопы

**поперечное плоскостопие** – распластанный передний отдел стопы

**продольно-поперечно плоскостопие** – комбинированный вариант

**плоско-вальгусная деформация стоп** – определенное снижение высоты обоих сводов стопы и искривление её оси, при этом пятка и пальцы смотрят наружу, а вот средний отдел стопы завален внутрь

**Полая стопа** – патология, которая выражается в деформации стопы таким образом, что высота продольного свода увеличивается, т.е. происходит увеличение кривизны продольной части свода. Такого рода деформация абсолютно противоположна плоскостопию, когда свод опущен и слегка уплощен. Полая стопа вызывает опускание первой плюсневой кости стопы у основания большого пальца, пятка при этом слегка поворачивается внутрь. Таким образом, стопа «скручивается». Со временем полая стопа приводит и к деформации пальцев: они принимают когтеобразную или молоткообразную форму. При

выраженных формах заболевания стопы опирается только на головки плюсневых костей и на пяточный бугор, а средняя часть стопы и вовсе не прикасается к земле.

Индивидуальные ортопедические стельки противопоказаны в следующих случаях патологий стоп: полая стопа III и более степени; эквино-полая (ещё называется "конская", т.е. больной может наступать только на пальцы), эквино-поло-варусная и полопяточная деформации стопы.

*Не всегда известны причины возникновения данной патологии. Тем не менее, существуют 3 основные группы факторов, которые могут привести к образованию полой стопы:*

Заболевания нервно-мышечного аппарата, в ходе которых происходит увеличение высоты свода стопы. К таким заболеваниям относятся мышечная дистрофия, полинейропатия, опухоли спинного мозга, церебральный паралич и др.

Переломы таранной или пяточной кости, которые, вследствие каких-либо причин, срослись неправильно.

Патологии стоп, приобретённые в результате травм.

Многочисленные заболевания воспалительной природы и последствия травм дополняют врожденные нарушения скелета у детей.

Переломы костей и вывихи суставов в детском возрасте являются частой и серьезной патологией, которая не только длительно лечится, но может иметь серьезные последствия — вплоть до инвалидности человека.

Повреждения костей стопы у детей встречаются сравнительно редко, преимущественно в среднем и старшем школьном возрасте. Они возникают, главным образом, при наезде транспортных средств и во время падений больших тяжестей на область стопы, а также падений самих детей с большой высоты (деревьев, заборов, балконов и т.д.). В зависимости от механизма травмы частота переломов костей стопы различна: кости корня стопы менее уязвимы, подвержены переломам реже, а составляющие передний отдел стопы плюсневые кости и фаланги пальцев повреждаются довольно часто. Первое место по частоте занимают переломы плюсневых костей, затем идут переломы пяточной кости и фаланг пальцев. Преобладающее большинство переломов костей стопы

внутрисуставные, что определяет важность и сложность их диагностики и эффективного лечения.

Последствия таких нарушений весьма чувствительны для организма - это и укорочения конечностей, и нарушения формы костей, и ограничения подвижности в суставах стоп.

Патологии стопы, приобретённые в результате травм:

посттравматическое плоскостопие укорочение нижней конечности до 3 см относительное (укорочение нижней конечности в результате дисбаланса мышц таза, из-за которого происходит перекос или скручивание тазовых костей, сама нога при этом такой же длины как и другая) или анатомическое (укорочение нижней конечности происходит вследствие укорочения костей бедра или голени в результате травмы)

С целью выбора метода антропометрических исследований были рассмотрены наиболее распространенные методы получения исходной информации о стопе. В настоящее время, при обмерах и исследованиях стоп наибольшее применение получили метрические методы измерений (линейные и объемные), плантографический метод, метод гипсования, метод получения сечений с помощью контурографов, фотографический, рентгенологический, бароподометрический.

При проведении антропометрических исследований часто используется плантографический метод, являющийся одним из наиболее доступных при массовых исследованиях стоп. Получаемые с его помощью плантограммы, отражают все особенности строения стопы и позволяют получать как дискретные, так и аналоговые ее характеристики.

С помощью метода плантографии можно получить контуры отпечатка и габарита стопы, определить наличие деформаций стопы. При всей простоте метода он очень информативен, т.к. плантограмма является необходимой исходной информацией для проектирования следа колодки и дает возможность оценки состояния стопы по целому ряду коэффициентов.

В тоже время, плантограмма стопы дает представление о форме и размерах мягкого свода в горизонтальной плоскости, что лишь отчасти позволяет судить о высоте костного свода.

В работе Синевой О.В. [62] был усовершенствован метод оценки состояния продольного свода стопы, а также была предложена классификация методов обработки плантограмм.

В работе Белгородского В.С. [18] разработан способ получения и обработки плантограмм стоп с использованием цифровых информационных технологий. На основе применения цифровых методов обработки плантограмм разработаны графо-аналитические способы определения основных габаритных размеров стоп и площадей контакта с плоской опорой, которые применены при конструировании вкладных деталей обуви.

Одним из наиболее отработанных методов получения пространственных геометрических характеристик стопы является *метод гипсовых слепков*.

На сегодняшний день существует несколько способов получения гипсовых слепков:

1. Снятие гипсового слепка стопы при помощи гипсового или с полимерной пропиткой бинта (лонгеты);
2. Получение гипсового слепка заливкой жидкого гипса в форму;
3. Снятие гипсового слепка стопы при помощи сухой полиуретановой пены (например Pedilen фирмы "Опо Вост").
4. С помощью подушек с сыпучим (текучим) наполнителем с использованием вакуумно-компрессорной установки и регуляцией давления в подушках;

К числу достоинств метода относятся простота реализации и доступность используемых материалов, а также возможность переноса на слепок отмеченных на стопе анатомических точек и линий. Незначительная погрешность, возникающая вследствие изменения размеров гипсовой отливки при застывании, может быть устранена с помощью ручной доводки или использования для полученных цифровых данных поправочных коэффициентов, определяемых экспериментальным путем.

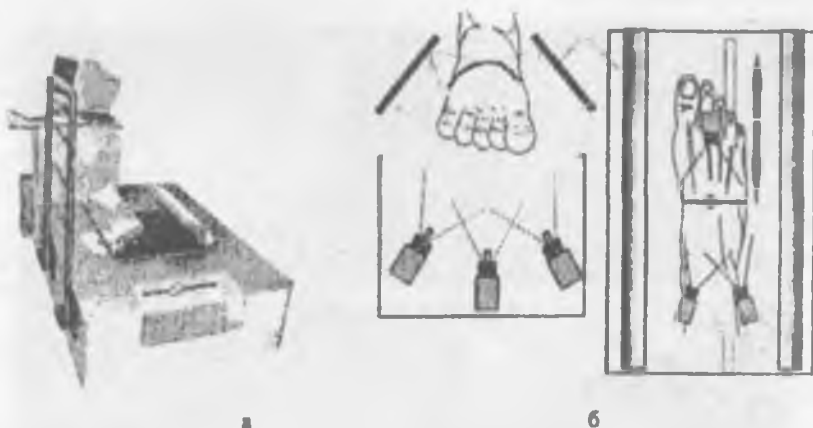


*Рис. 2.1. Получение и обработка гипсовых слепков стопы*

Данный метод проигрывает современным бесконтактным методам обмера по трудоемкости, скорости и точности получения данных. Тем не менее, метод гипсовых слепков дает уникальную возможность изучения характера изменения формы и размеров стопы при опоре на не плоское основание.

Широкий спектр существующих методов получения информации о стопе делает возможным выбор метода, наиболее подходящего для конкретной задачи, а внедрение компьютерных технологий повышает точность и эффективность измерений.

В последнее время все большее распространение получают *бесконтактные автоматические устройства для обмера стоп*. При этом выполняется обмер всей поверхности стопы с последующим анализом ее формы программными средствами. Примером таких устройств может служить 3-Д сканер ScanWorX Foot Measure, использующий метод светового сечения стопы (рис. 2.2 а).



*Рис.2.2. 3-D сканер (а - внешний вид, б - принцип работы)*

Сканирование стопы происходит в течение нескольких секунд (максимум 12 сек.) с помощью лазеров, установленных на каретке, движущейся вдоль стопы. Лучи лазеров отражаются от зеркал и проецируются на стопу (рис.2.2 б.), что позволяет получать набор поперечных сечений стопы по всей ее поверхности. Контурные получаемых световых сечений стопы считываются камерами и передаются в компьютер. Получаемые в результате программной обработки каркас поверхности стопы с нанесенными контурами контрольных сечений, а так же ее основные размерные параметры стопы выводятся на монитор. При просмотре имеется возможность выбора необходимого ракурса изображения поверхности стопы. Количество точек каркаса поверхности стопы составляет до 120000 в зависимости от ее размера.

При том, что прилагаемое программное обеспечение позволяет выполнять широкий набор действий, необходимых при исследовании стопы, оно, к сожалению, не позволяет отслеживать изменения положений отдельных анатомических точек стопы в зависимости от положения опоры и характера распределения нагрузки на стопу. Несколько недоопределенным остается пяточный участок стопы, отсутствует возможность определения параметров стопы при опоре на профилированное основание, полученные данные стопы без дополнительной обработки не могут быть использованы при проектировании колодки.

В настоящее время в ортопедии для диагностики патологий стоп широкое применение получили компьютерные бароподометрические системы «Pad Professional» фирмы «Extra Comfort» (Израиль), представляющая собой подключенную к компьютеру подометрическую платформу с 1024 барочувствительными элементами. Программное обеспечение позволяет получить картину распределения давления стопы на плоскую опору в виде цветного изображения (рис. 2.3.а), на котором каждому цвету соответствует определенная величина давления.

Аналогичными возможностями обладают система «Emed-SX/R» фирмы «Novel» (Германия) (рис. 2.3.б) и целый ряд других. Российский программно-аппаратный комплекс «ДиаСлед» (рис. 2.3.в,г) оснащен набором функциональных стелек с датчиками давления, регистрирующими нагрузку под стопами. Количество датчиков для пары стелек 28-го размера достигает 190 шт. За 1 с. каждый датчик опрашивается 100-250 раз. Получаемые на комплексе "ДиаСлед" данные о динамике распределения давления по подошвенной поверхности стопы, структуре траектории центра давления под стопами, изменении суммарной нагрузки под стопами во времени позволяют выявлять заболевания на ранней стадии, когда наблюдаются лишь функциональные нарушения опорно-двигательного аппарата, а также отслеживать динамику заболевания и эффективность проводимого лечения.

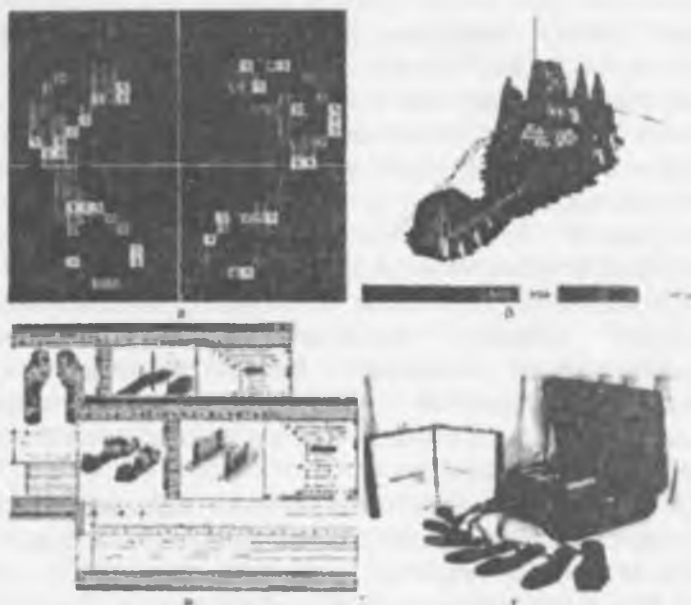
К сожалению, описанные бароподометрические системы не позволяют измерять давление при опоре стопы на профилированное основание, таким образом, отсутствует возможность оценить рациональность разработанного анатомического следа обуви, что в значительной степени снижает интерес к данным системам.

На основе проведенного анализа нами были выбраны следующие методы получения исходных данных о стопе, которые были использованы в работе:

1, *Метод метрических измерений* применялся для определения основных антропометрических параметров стоп, измерения проводились с помощью узкой ленты в положении равномерной опоры на обе стопы. Определялись значения следующих размерных признаков: обхват в середине пучков ( $O_{с.п.}$ ); обхват прямого взъема ( $O_{п.вз}$ ); обхват через пятку-сгиб ( $O_{п.сг}$ ).

2, Метод плантографии использовался для определения длины стопы (Д) и параметров стопы по ширине, для оценки состояния продольного свода стопы, получения исходных данных для проектирования рационального следа колодки для профилактической обуви и обуви повышенной комфортности, а также для определения месторасположения выкладки продольного свода.

3, Метод гипсовых слепков позволил изучить характер изменения формы и размеров стопы при изменении нагрузки и положения. Использование при получении слепков сухой полиуретановой пены Pedilen (ф."Оп:о Воск") позволило получить слепки стоп, опирающихся на мягкое основание, которые впоследствии использовались для проектирования внутренней формы колодки для профилактической обуви и обуви повышенной комфортности.



**Рис.2.3. Бароподометрические исследования (а - с помощью системы «Pad Professional», б-с помощью системы «Emed-SX/R», в - с помощью комплекса «Диа След», г - внешний вид комплекса «Диа След»)**

4. Метод SD-сканирования использовался при анализе характера изменения формы и размеров стопы в зависимости от нагрузки и высоты приподнятости пятки, для определения величины экскурсии продольного свода под нагрузкой, а также позволил бесконтактным способом получить исходные данные стопы, используемые при проектировании колодок.

## 2.2. Исследование характера изменения формы и размеров стопы в зависимости от положения и нагрузки

Как было показано еще в работах Хохлова Б.П. проектирование рациональной внутренней формы обуви тесно связано с вопросами изменения формы и размеров стопы в зависимости от положения и нагрузки. Поэтому, с целью обоснования методики проектирования рационального следа профилактической и комфортной обуви нами проводились исследования характера изменения формы и размеров стопы в зависимости от положения и нагрузки.

Ранее аналогичные исследования были проведены в работах [83, 21], при этом было установлено, что под нагрузкой увеличиваются размеры по длине, ширине и обхватам стопы, особенно переднего отдела, что объясняется подвижностью плюсневых костей и наличием мягких тканей. После снятия нагрузки форма и размеры стопы восстанавливаются до исходных. Наименьшие размеры стопы соответствуют безопорному положению. Наибольшие поперечные размеры стопы имеет в момент отрыва от опорной поверхности. При этом периметр сечения стопы в пучках увеличивается примерно на 5 % по сравнению с безопорным положением, а по сравнению с положением равномерной опоры на обе стопы увеличение составляет не более 0,7-2,0 %. Периметры поперечных сечений, проходящих через середину стопы, изменяются в меньшей степени (2-3 %), что обусловлено ограниченностью смещения плотно связанных между собой костей предплюсны и частично плюсны. Ширина в пучках изменяется на 7-8 %, имея минимальный размер в безопорном положении и максимальный - при опоре на пучки. Наибольшее увеличение длины стопы соответствует моменту опоры на одну ногу и не превышает 1,5 мм (0,6 %) по сравнению с равномерной опорой на обе стопы.

### 2.2.1. Исследование характера изменения формы и размеров стопы методом гипсовых слепков

В ходе экспериментальных исследований по определению изменения формы и размеров стопы в зависимости от нагрузки были выполнены:

1. Анализ характера изменения формы стопы в зависимости от нагрузки и высоты приподнятости пятки;
2. Исследование изменения положения по высоте и ширине габаритных точек стопы в зависимости от нагрузки и высоты приподнятости пятки;
3. Исследование экскурсии продольного свода стопы в зависимости от нагрузки;
4. Определение деформации мягких тканей стопы при переходе от безопорного положения к положению равномерной опоры на плоское основание и при переходе от положения равномерной опоры на мягкое основание к положению равномерной опоры на плоское основание;
5. Определение приращений по сечениям при переходе от положения плоской опоры стопы с пяткой, опирающейся на каблук, к форме рационального следа комфортной обуви с заданной высотой приподнятости пятки.

Полученные данные в дальнейшем были использованы при разработке принципов перехода от формы стопы к форме следа колодки для профилактической обуви и обуви повышенной комфортности; при разработке методики проектирования колодки для профилактической и комфортной обуви; при определении рационального профиля следа; оптимальных параметров выкладки; при проектировании контуров продольно-осевого и поперечно-вертикальных сечений колодки.

С целью исследования изменения формы и размеров стопы под нагрузкой и определения величин смятия мягких тканей нами сопоставлялись гипсовые слепки женских стоп ( $D=230$  мм;  $D=240$  мм;  $D=250$  мм) и детской стопы ( $D=180$  мм) полученные в различных положениях.

Для исследования характера изменений формы и размеров стопы под нагрузкой были получены слепки плантарной поверхности женской стопы в следующих положениях:

безопорном положении; при равномерной опоре на обе стопы; при полной опоре на одну стопу. Кроме того, были получены еще 2 слепка стопы в искусственно созданном положении равномерной и полной опоры на гипсовый оттиск, полученный для безопорного положения стопы.

Перед получением каждого гипсового слепка для оценки изменения положения свода и анализа величины смятия мягких тканей в пучках и пятке на ноге были отмечены следующие анатомические точки (при гипсовании эти точки перешли на слепки):

- точка бугристости ладьевидной кости;
- наиболее выступающая точка пятки;
- центр головки первой плюсневой кости;
- центр головки пятой плюсневой кости.

Эксперимент проводился следующим образом. Для безопорного положения (стопа без нагрузки касается плоскости основания точками следа, соответствующими бугру пяточной кости и головкам плюсневых костей), положений равномерной опоры на обе стопы и полной опоры на одну стопу (на плоское основание) были сделаны негативы с отпечатком плантарной поверхности и получены слепки.

Кроме того, нами был рассмотрен случай равномерной опоры, когда стопа опиралась на негатив, полученный для безопорного положения. С тем, чтобы определить, насколько при этом понижается высота свода стопы, на опорной плите предварительно был снят слой гипса в подсводной области и, непосредственно перед установкой стопы в этом месте подливался жидкий раствор гипса. Таким образом, в соответствии с рекомендациями Кочетковой Т.С. [29], форма пятки и наружного свода на слепке оставалась неизменной, такой, как она была в случае безопорного положения. Внутренний же свод на слепке, полученном таким образом, соответствовал равномерной опоре на две стопы. Данная методика во многом перекликается с методикой получения слепков, использовавшейся Н.А. Колесниковой. Аналогично был получен слепок для случая полной опоры на одну стопу.

При помощи штангенрейсмуса, были определены координаты отмеченных точек на каждом слепке. В качестве

базовой плоскости использовалась плоскость опоры. На горизонтальной проекции продольная ось была выбрана, проходящей через центр пятки и середину пучков в направлении второго межпальцевого промежутка.

Расстояние от плоскости опоры до каждой отмеченной точки было измерено при помощи штангенрейсмуса. В таблице 2.1. представлены полученные данные для женской стопы (Д=230 мм).

**Таблица 2.1**

**Данные обмера женской стопы (Д=230 мм) в различных положениях**

| № п.п. | Положение стопы                                                                                                                  | Высота от плоскости опоры до анатомической точки, мм |                                  |                                    |                                    |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
|        |                                                                                                                                  | Центр бугристости Ладьевидной кости                  | Наиболее выступающая точка ПЯТКИ | Центр головки 1-ой плюсневой кости | Центр головки V-ой плюсневой кости |
| 1.     | Безопорное положение                                                                                                             | 43,1                                                 | 26,3                             | 23,9                               | 17,0                               |
| 2.     | Равномерная опора на обе стопы                                                                                                   | 33,1                                                 | 20,3                             | 19,1                               | 12,5                               |
| 3.     | Полная опора на стопу                                                                                                            | 27,2                                                 | 19,4                             | 17,0                               | 10,6                               |
| 4.     | Равномерная опора на обе стопы (при стоянии на гипсовом оттиске, снятом в безопорном положении, с удаленным подсводным участком) | 36,6                                                 | 21,9                             | 21,4                               | 14,1                               |
| 5.     | Полная опора на стопу (при стоянии на гипсовом оттиске, снятом в безопорном положении, с удаленным подсводным участком)          | 32,4                                                 | 20,6                             | 19,6                               | 12,6                               |

Проведенный эксперимент показал:

1. При переходе от безопорного положения к опорному длина и габаритные размеры стопы по ширине увеличиваются, внутренний свод опускается, а также происходит деформация мягких тканей по следу.

2. Величины деформации мягких тканей для случая опоры на профилированное основание меньше, чем на плоское. Это связано с тем, что нагрузка распределяется по всей поверхности контакта стопы с гипсовым оттиском, и, как следствие, нагрузка в значительной степени снижается по сравнению со случаем опоры на плоское основание.

3. При полной опоре на одну стопу деформация мягких тканей под бугром пяточной кости по сравнению со случаем равномерной опоры изменяется незначительно.

4. Сопоставление значений удаленности от плоскости опоры четырех выбранных анатомических точек для безопорного положения стопы и случая опоры стопы на гипсовый отпечаток, полученный для безопорного положения, показывает, что при опоре стопы на отпечаток также присутствует деформация мягких тканей. На следах отчетливо видно, что под нагрузкой стопа расплываясь значительно увеличивает свои размеры как по длине, так и по ширине и не вписывается в габариты отпечатка, полученного для безопорного положения. Таким образом, параметры следа стопы, полученные для безопорного положения, а также величины смятия мягких тканей, полученные путем сравнения геометрических параметров стопы в безопорном положении и положении равномерной опоры на плоское основание не могут использоваться при построении рациональной формы следа обуви.

5. Для получения исходных данных для проектирования рационального следа, а так же для получения объективных значений величин смятия мягких тканей под нагрузкой, необходимо брать случай опоры стопы на профилированное ложе, полученное не путем гипсования стопы в безопорном положении, а путем получения отпечатка стопы под нагрузкой при опоре на мягкое основание.

При проектировании колодок для обуви повышенной комфортности и профилактической обуви, нами предлагается использовать гипсовые слепки стоп, полученные при опоре на мягкое основание. В работе, при получении слепков использовалась сухая полиуретановая пена Pedilen фирмы "Otto Bock".

В ходе апробации разработанной методики нами были найдены значения смятия мягких тканей для женской стопы ( $D=250$  мм), а так же для детской стопы ( $D=180$  мм).

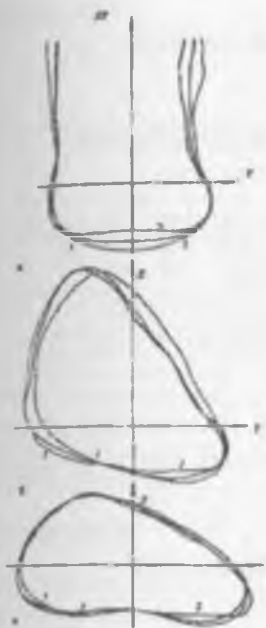
Для определения величин смятия мягких тканей в зависимости от нагрузки нами сопоставлялись гипсовые слепки женской стопы ( $D=250$  мм), полученные в различных положениях: 1 - безопорном; 2 - при равномерной опоре на плоское основание; 3 - при равномерной опоре на мягкое основание. На рис.2.4. представлены поперечно-вертикальные сечения стопы 0,18Д; 0,4Д; 0,62Д.

При сопоставлении параметров слепков все они ориентировались относительно общей базовой горизонтальной плоскости, положение которой определялось следующим образом:

1. На слепке 2, полученном для случая равномерной опоры на плоское основание базовая плоскость выбрана проходящей параллельно плоскости опоры на удалении 0,09Д.

2. На слепке 2 было измерено расстояние от наружной и внутренней лодыжек до базовой горизонтальной плоскости. На слепках 1 и 3 положение горизонтальной плоскости в пяточной части выбрано отстоящим на такое же удаление от лодыжек.

В сечении 0,73Д на слепке 2 было измерено расстояние от базовой горизонтальной плоскости до верхней габаритной точки на тыльной стороне стопы, соответствующей головке первой плюсневой кости. Положение горизонтальной плоскости на слепках 1 и 3 в области головки первой плюсневой кости задано на том же удалении от верхней точки.



*Рис. 2.4. Контуры сечений стопы (а - 0,18Д, б - 0,4Д, в - 0,62Д), полученные в безопорном положении (1), положении равномерной опоры на плоское основание (2), положении равномерной опоры на мягкое основание (3)*

Продольно-вертикальная плоскость выбрана проходящей перпендикулярно горизонтальной плоскости через середину пучков и середину пятки стопы, найденные по габариту стопы. Поперечно-вертикальные сечения заданы в плоскостях, перпендикулярных горизонтальной и продольно-вертикальной плоскостям. Положение сечений определялось на удалении от наиболее выступающей точки пятки в долях от длины стопы по слепку (0,07Д, 0,18Д, 0,3Д, 0,4Д, 0,5Д, 0,62Д, 0,68Д, 0,73Д, 0,8Д, 0,9Д).

Величины смятия мягких тканей при переходе от безопорного положения к положению равномерной опоры на плоское основание ( $A'$ ) и от безопорного положения к положению равномерной опоры на мягкое основание ( $A$ ), найденные в нижних габаритных точках сечений стопы, представлены в табл. 2.2.

Таблица 2.2

**Величины смятия мягких тканей женской  
стопы (Д=250 мм)**

| При переходе от<br>безопорного положения<br>к положению<br>равномерной опоры на: | Величины смятия мягких тканей<br>по сечениям, мм: |       |      |      |      |       |       |       |      |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-------|------|------|------|-------|-------|-------|------|
|                                                                                  | 0,07Д                                             | 0,18Д | 0,3Д | 0,4Д | 0,5Д | 0,62Д | 0,68Д | 0,73Д | 0,8Д |
| плоское основание, Δ'                                                            | 5                                                 | 7     | 4    | 5    | 3,5  | 2,5   | 2,5   | 2,5   | 1    |
| мягкое основание, Δ                                                              | 3                                                 | 2,5   | 1    | 2    | 1,5  | 0,5   | 0,5   | 0,5   | 0    |

Для детской стопы (Д=180 мм) были определены величины смятия мягких тканей в основных анатомических точках.

Таблица 2.3

**Величины смятия мягких тканей детской  
стопы (Д=180 мм)**

| При переходе от<br>безопорного положения<br>к положению<br>равномерной опоры на: | Величины смятия мягких тканей в основных<br>анатомических точках, мм: |                              |                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------|---------------------------------|
|                                                                                  | Бугор пяточной<br>кости                                               | Головка I<br>плюсневой кости | Головка V<br>плюсневой<br>кости |
| плоское основание, $\Delta'$                                                     | 4,5                                                                   | 4,2                          | 4                               |
| мягкое основание, $\Delta$                                                       | 2,5                                                                   | 3                            | 0,5                             |

При разработке следа колодок обуви повышенной комфортности и профилактической обуви для различных половозрастных групп необходимо в ходе дополнительных исследований определить средние величины смятия мягких тканей на различных участках плантарной поверхности стопы.

Помимо определения величин смятия мягких тканей стопы нами исследовалось изменение положения линии габарита стопы по ширине в зависимости от случая опоры (рис. 2.5).

Для полученных слепков были найдены расстояния от базовой плоскости до линии габарита стопы по ширине, а также ширина стопы по габариту (табл.2.4.).

Таблица 2.4.

**Значения высоты и ширины линии габарита  
стопы (Д=250 мм)**

| Положение стоны                           | Поперечно-вертикальное сечение |      |      |      |      |      |       |      |       |      |       |      |
|-------------------------------------------|--------------------------------|------|------|------|------|------|-------|------|-------|------|-------|------|
|                                           | 0,3Д                           |      | 0,4Д |      | 0,5Д |      | 0,62Д |      | 0,68Д |      | 0,73Д |      |
|                                           | Высота линии габарита, мм      |      |      |      |      |      |       |      |       |      |       |      |
|                                           | Вн.                            | Нар. | Вн.  | Нар. | Вн.  | Нар. | Вн.   | Нар. | Вн.   | Нар. | Вн.   | Нар. |
| Безопорное                                | 8                              | 6    | 12   | 7    | 9,5  | 8,5  | 2,5   | 14   | 4     | 13   | 5,5   | 12   |
| Равномерная опора на<br>плоское основание | 4                              | 7    | 8,5  | 11   | 6    | 11   | 4     | 14   | 9     | 14   | 11    | 13   |
| Равномерная опора на<br>мягкое основание  | 4                              | 7    | 8,5  | 6    | 6    | 8    | 4     | 9    | 9     | 8,5  | 11    | 5    |
|                                           | Ширина линии габарита, мм      |      |      |      |      |      |       |      |       |      |       |      |
| Безопорное                                | 37                             | 31   | 39   | 35   | 41   | 36   | 44    | 43   | 44    | 43,5 | 44    | 44   |
| Равномерная опора на<br>плоское основание | 41                             | 29   | 43   | 35   | 43   | 38   | 46    | 46   | 47    | 45   | 47,5  | 45   |
| Равномерная опора на<br>мягкое основание  | 39,5                           | 29   | 43   | 35,5 | 44   | 36   | 46    | 44   | 47    | 44   | 47,5  | 45,5 |

Из таблицы 2.4. и рис. 2.5. видно, что положение по высоте линии габарита стопы с внутренней стороны для положений равномерной опоры на плоское основание и опоры на мягкое основание практически совпадают. С наружной стороны в подсводной области (сечения 0,3Д; 0,4Д; 0,5Д) практически совпадают кривые габарита для положения равномерной опоры на мягкое основание и безопорного положения стопы.

Из таблицы 2.4. и рис. 2.5. видно, что положение по высоте линии габарита стопы с внутренней стороны для положений равномерной опоры на плоское основание и опоры на мягкое основание практически совпадают. С наружной стороны в подсводной области (сечения 0,3Д; 0,4Д; 0,5Д) практически совпадают кривые габарита для положения равномерной опоры на мягкое основание и безопорного положения стопы.

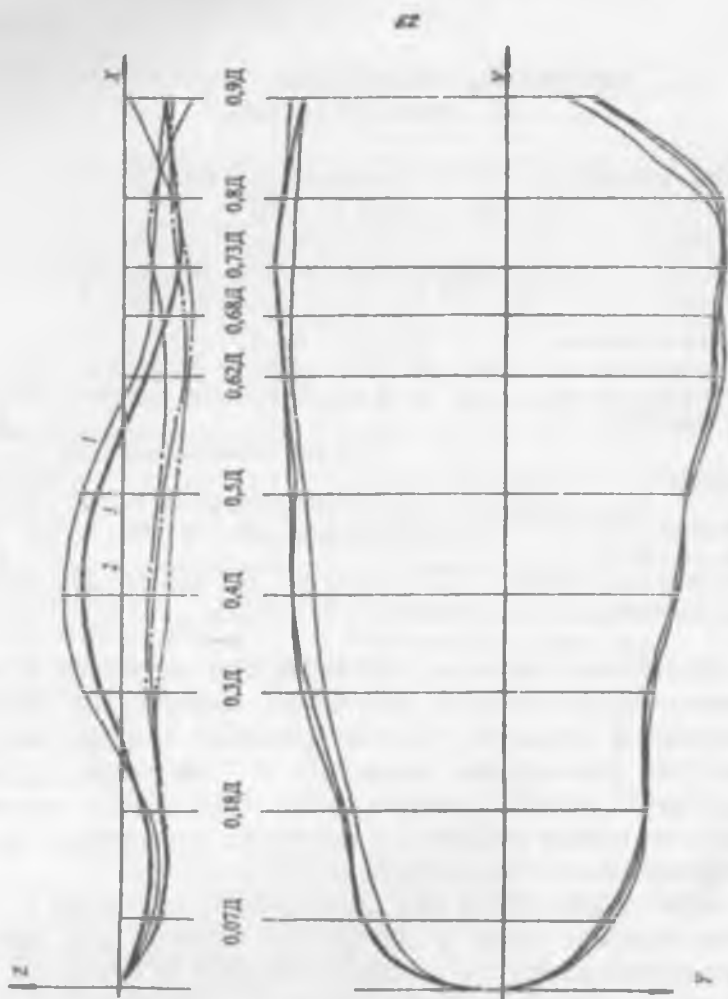


Рис.2.5. Проекции линии габарита стопы по ширине  
 (1-безопорное положение; 2-равномерная опора на плоское основание;  
 3-равномерная опора на мягкое основание)

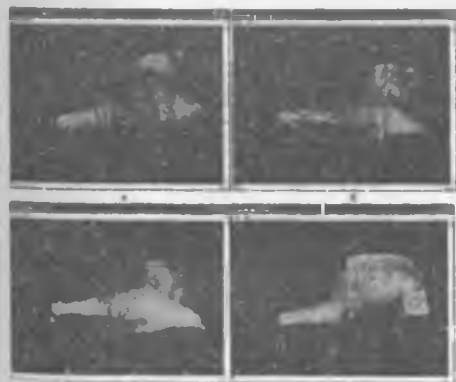
На наш взгляд, поскольку, изменение прогиба свода хорошо прослеживается по изменению линии внутреннего габарита стопы, по ее форме можно судить и о прогибе стопы в целом. Поэтому в работе предлагается привязываться к пространственной кривой габарита стопы с учетом изменения ее положения под нагрузкой и при подъеме пяточной части.

Определение величин экскурсии мягкого свода стопы под нагрузкой проводилось в ходе исследований стоп с помощью 3-D сканера и рассмотрено ниже.

### 2.2.2. Получение исходных данных и анализ изменения размеров стопы с помощью 3-D сканера

Методика обмера стопы при помощи 3-D сканера очень эффективна, если необходимо узнать изменение длиннотных, широтных и обхватных параметров в зависимости от положения стопы и нагрузки. При помощи 3-D сканера Scan WorX Foot Measure нами были отсканированы женские стопы ( $D=230$  мм;  $D=240$  мм;  $D=250$  мм) в следующих положениях: безопорном, положении равномерной опоры, полной опоры на одну стопу и при опоре на каблук. На рис 2.6. представлен пример отсканированной женской стопы  $D=230$  мм.

Для анализа изменения размеров стопы в зависимости от положения и нагрузки в ходе сканирования были проведены обмеры стоп. Были получены параметры стоп в безопорном положении, при равномерной опоре на обе стопы и при полной опоре на одну стопу (рис. 2.7.). В таблице 2.5. представлены основные параметры женской стопы  $D=230$  мм.



*Рис. 2.6. Общий вид отсканированной стопы ( $D=230$ мм) при различных положениях опоры (а - безопорное положение; б - равномерная опора; в - полная опора на 1 стопу; г - опора на каблук)*

Таблица 2.5.

**Сравнение основных параметров стопы, снятых в  
различных положениях**

| Положение<br>стопы                   | Длина<br>стопы | Обхват по<br>наружному<br>пучку | Обхват по<br>внутреннему<br>пучку | Обхват<br>середины<br>стопы | Обхват<br>через<br>пятку-сгиб | Длина до<br>внутреннего<br>пучка |
|--------------------------------------|----------------|---------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|----------------------------------|
| Безопорное                           | 230,6          | 209,5                           | 191,3                             | 191,3                       | 236,5                         | 208,8                            |
| Равномерная<br>опора на обе<br>стопы | 232,8          | 212,3                           | 196,9                             | 198,1                       | 239,3                         | 212,0                            |
| Полная опора на<br>стопу             | 234,8          | 212,6                           | 198,1                             | 196,9                       | 239,9                         | 212,5                            |

В результате проведенного эксперимента было установлено, что при переходе от безопорного положения к положению равномерной опоры на обе стопы длина стопы увеличивается на 2,2 мм, а к положению полной опоры - на 4,2 мм. При переходе от безопорного положения к положению равномерной опоры обхват по наружному пучку увеличивается на 3,3 мм, обхват в середине стопы - на 6,8 мм, обхват через пятку-сгиб - на 2,8 мм.

В ходе проведения эксперимента был так же рассмотрен характер изменения положения габаритных точек стопы при различной нагрузке, а именно, для безопорного положения, для положения полной опоры на одну ногу, для равномерной опоры на обе ноги.

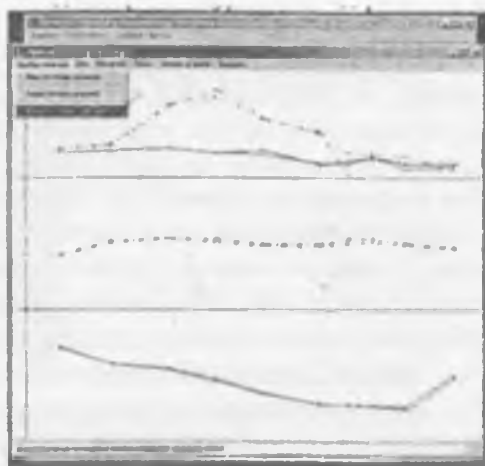




*Рис.2.8. Выбор исходных для обработки*



*Рис.2.9. Вывод на экран контуров 10 стандартных сечений стопы*



*Рис.2.10. Вывод на экран габаритиных линий по ширине (равномерная и полная опоры)*

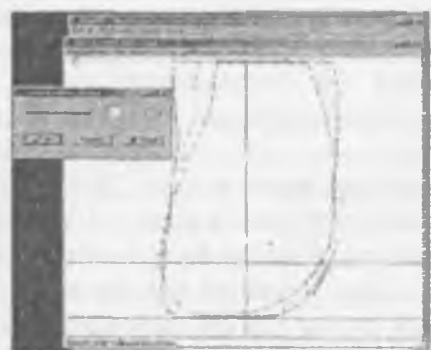
На рис. 2.10. показан характер изменения положения линии габарита в зависимости от нагрузки во фронтальной и горизонтальной проекции. При совмещении линий габарита одноименных сечений в различных положениях стопы была измерена высота габаритных точек и анализировалась величина расхождения контуров.

С помощью созданной программы мы анализировали изменение контуров сечений стопы, полученные в различных положениях (рис. 2.11.), а так же определяли величины экскурсий. Для определения величины экскурсии мягкого свода стопы под нагрузкой, нами сопоставлялись координаты контуров поперечно-вертикальных сечений 0,3Д, 0,4Д, 0,5Д женских стоп ( $D=230$  мм;  $D=240$  мм;  $D=250$  мм), полученные для случая равномерной и полной опоры на плоское основание с нулевой приподнятостью пятки. Высота свода определялась от плоскости опоры до внутреннего края стопы.

Было установлено, что при опоре на плоское основание экскурсия продольного свода стопы при переходе от положения равномерной опоры на обе стопы к положению полной опоры на

одну стопу в среднем составляет: в сечении 0,3Д - 2,5 мм, в сечении 0,4Д - 3,5 мм, в сечении 0,5Д - 3 мм.

К сожалению, использовавшийся нами сканер, так же как и другие аналогичные устройства, предназначен для проведения обмеров стопы в положении плоской опоры. В связи с этим, использование полученных данных при проектировании колодки с заданной высотой приподнятости пятки, особенно в области следа, связано с определенными трудностями, поскольку, как было показано ранее, для построения рационального следа колодки необходимо использовать данные стопы, пятка которой опирается на каблук заданной высоты. А для получения комфортного следа желательно также располагать данными стопы, полученными в положении опоры на мягкое основание.



а



б



в

Рис.2.11. Сечения стопы ( $D=230$ ) в безопорном положении (— · —), положении равномерной опоры (-\*-) и полной опоры (—) на стопу (а-сеч. 0,3; б-сеч.0,4Д; в-сеч.0,6Д)

Мы предлагаем следующее решение данной проблемы:

1. При обмере стопы на 3D сканере стопа в пяточной части должна опираться на специальную опору, высота которой подбирается в зависимости от высоты приподнятости пятки колодки.

2. Поскольку, как видно из рис. 2.6.г и 2.12.а, стопа в таком положении сильно деформирована по следу, а именно: под бугром пяточной кости наблюдается значительная деформация мягких тканей, а при переходе к геленочной части образуется излом, связанный с тем, что мягкие ткани стопы провисают, не встречая в этой области поддержки, полученные исходные данные должны корректироваться с тем, чтобы приблизить их к форме следа стопы, опирающейся на мягкое основание.

3. В носочно-пучковой части форма следа стопы приближается к форме следа для случая равномерной опоры на плоское основание. Однако, вследствие переноса центра тяжести вперед при подъеме стопы на каблук, нагрузка на передний отдел повышается и, в результате, происходит увеличение габаритных размеров по ширине и опускание габарита по высоте, которые необходимо учитывать при проектировании следа колодки.

4. Для того, чтобы задать рациональную форму следа колодки данные, полученные при обмере на 3D сканере, должны быть откорректированы в пятке и пучковой части на величины приращений при переходе от положения равномерной опоры на плоское основание к положению равномерной опоры на мягкое основание, а в геленочной части: в области наружного свода - откорректированы на величину смятия мягких тканей при переходе от безопорного положения к положению равномерной опоры на мягкое основание: в области внутреннего свода - опущены на величину экскурсии свода под нагрузкой.

5. Величины приращений, необходимые для перехода от сечений стопы к форме следа рациональной колодки, были определены в ходе эксперимента с гипсовыми слепками стоп, полученными для безопорного положения и случая равномерной и полной опоры как на плоское, так и на мягкое основание.

### 2.3. Принципы перехода от формы стопы к форме следа колодки для медицинской профилактической обуви и обуви повышенной комфортности

Используя найденные в ходе проведенного эксперимента величины деформации стопы в основных анатомических точках и с учетом рассмотренных методик проектирования разработаны принципы перехода от стопы к следу колодки, положенные в основу разработанной методики проектирования следа колодки.

*Принципы перехода от формы стопы к форме следа колодки с высотой приподнятости пятки менее 20 мм:*

1. При проектировании колодки для низко-каблучной обуви (высота приподнятости пятки менее 20 мм) в качестве исходной информации, на наш взгляд, допустимо использовать антропометрические данные стопы, полученные для случая равномерной опоры на мягкое основание при нулевой приподнятости пятки;

2. Для использования в качестве исходных данных параметров стопы, найденных в положении равномерной опоры на плоское основание, необходимо предварительно определить смятие мягких тканей стопы, опирающейся на мягкое профилированное основание. Величина смятия мягких тканей при переходе от безопорного положения к положению равномерной опоры на плоское основание составляет  $A'$ , а при переходе от безопорного положения к положению опоры на мягкое основание -  $A$  (рис. 2.12.6). Величина приращения при переходе от положения равномерной опоры к форме рационального следа может быть найдена как  $b = A' - A$ .



**Рис. 2.12. Определение величин смятия мягких тканей стопы и корректировка следа 1 - положение равномерной опоры на плоское основание; 2 - безопорное положение; 3 - положение равномерной опоры на мягкое основание**

3. При построении следа колодки в области внутреннего свода необходимо предусмотреть выемку под выкладку продольного свода. Эта выкладка не должна препятствовать рессорной функции свода стопы и работе мышц по удержанию продольного свода. Высота выкладки должна быть ниже высоты мягкого свода утомленной стопы. Она служит поддержкой для свода лишь в период утомления мышц, когда свод опускается. На наш взгляд, она должна быть равна высоте мягкого свода, соответствующей максимальной нагрузке массой тела при опоре на одну стопу.

4. Форма следа колодки в пяточной части и в области наружного свода должна соответствовать форме стопы при равномерной опоре на мягкое основание.

5. В носочно-пучковой части колодок нельзя задавать профилированную форму следа, отражающую плантарную поверхность плюсневого и пальцевого отделов стопы, т.к. положение головок плюсневых костей и пальцев у разных людей существенно различается, поэтому на данном участке форма следа колодки остается стандартной.

6. Контур следа колодки должен быть таким, чтобы обеспечивать удобное и правильное расположение стопы в обуви с учетом максимального использования ее опорных плоскостей. Он должен быть шире отпечатка стопы на плантограмме, чтобы исключить травмирование стопы стелечной гранью.

7. Форму носочной части колодки необходимо проектировать независимо от моды (фасона) в соответствии с пальцевой дугой

стопы. Для этого внутренний край по месту расположения большого пальца для детей до пятилетнего возраста - делают прямым, до восьмилетнего возраста - отклоненным на  $5^\circ$  от касательной к внутренней стороне стопы, для остальных возрастных групп - принимают отклоненным на  $8-10^\circ$ .

8. Форма следа колодки для детской профилактической обуви должна обеспечивать условия для правильной установки стопы и способствовать правильному формированию сводов. Это обеспечивается с помощью профилированной пятки и умеренных выкладок в области наружного и внутреннего свода.

9. Наиболее широкая форма носочной части для детской колодки должна быть не в области пучков, а у основания дистальных (ногтевых) фаланг, что будет обеспечивать свободу пальцев.

10. Носочно-пучковую часть следа колодки следует проектировать без валика Зейца, поскольку большая вариабельность стоп по длине плюсневых костей затрудняет определение места расположения выкладки поперечного свода в обуви массового производства.

11. При поперечном плоскостопии на след готовой обуви рекомендуется вклеивать валик Зейца, месторасположение и высота которого должны индивидуально подбираться в ходе примерки обуви под наблюдением врача.

*В случае проектирования колодки с высотой приподнятости пятки 20 мм и выше в последовательность проектирования колодки вносятся следующие изменения:*

1. При проектировании колодок, высота приподнятости пятки, которых составляет 20 мм и выше, в качестве исходной информации необходимо использовать антропометрические данные стопы, полученные в положении плоской опоры с пяткой, опирающейся на каблук;

2. В области пятки, наружного свода и пучков форма следа колодки должна соответствовать положению опоры на мягкое основание с приподнятой пяткой.

3. При построении следа колодки данные следа стопы, полученные в положении плоской опоры должны корректироваться с учетом деформации мягких тканей стопы. Так, для построения рациональной формы следа в пучках и пятке необходимо учитывать величины приращений при переходе от случая опоры на

плоское основание к случаю опоры на мягкое основание, а в геленочной части: в области наружного свода - откорректированы на величину смятия мягких тканей при переходе от безопорного положения к положению равномерной опоры на мягкое основание; в области внутреннего свода - опущены на величину экскурсии свода под нагрузкой. На основании изложенных принципов была разработана методика проектирования колодки для медицинской профилактической обуви и обуви повышенной комфортности, представленная в главе 4.

## Выводы по 2 главе

1. На основе проведенного анализа существующих методов получения исходной информации о стопе были обоснованы методы антропометрических исследований, использованные в работе.

2. С целью обоснования рациональной формы следа профилактической обуви и обуви повышенной комфортности проведены экспериментальные исследования по определению изменения формы и размеров стопы в зависимости от нагрузки с помощью метода гипсовых слепков и 3-D сканера.

3. На основании проведенных исследований изменения положения по высоте габаритных точек стопы в зависимости от нагрузки и высоты приподнятости пятки, установлено, что независимо от того опирается ли стопа на плоское или на мягкое основание при одинаковых высоте приподнятости пятки и распределении нагрузки (равномерная опора на обе стопы) положение линии внутреннего габарита на стопе по отношению к нейтральному базису стопы остается неизменным. Поэтому в работе предлагается привязка к пространственной кривой габарита стопы с учетом изменения ее положения под нагрузкой и при подъеме пяточной части.

4. С использованием компилятора Borland C++ Builder разработана программа Semakis, позволяющая выделить из общего массива точек координаты точек 10 основных сечений стопы: 0.07Д, 0.18Д, 0.3Д, 0.4Д, 0.5Д, 0.62Д, 0.68Д, 0.73Д, 0.8Д, 0.9Д, а также координаты габаритных линий стопы.

5. Определены деформации мягких тканей стопы и экскурсия продольного свода стопы под нагрузкой. Определены приращения по сечениям при переходе от положения плоской опоры с пяткой, опирающейся на каблук, к форме рационального следа комфортной обуви с заданной высотой приподнятости пятки.

## ГЛАВА 3. АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СТОП ДЕТЕЙ ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

Для получения объективных антропометрических данных, необходимых создания рациональной конструкции профилактической детской обуви нами были проведены антропометрические исследования стоп школьников г.Бухары.

### 3.1. Получение антропометрических данных стоп

Целью проведенных антропометрических исследований стоп школьников являлось:

- определение основных антропометрических параметров стоп и сравнения полученных данных с данными проводившихся ранее исследований;

- определение характера распределения стоп детей в исследуемом коллективе по значениям основных антропометрических признаков;

- выявление закономерностей изменения основных геометрических характеристик детских стоп с возрастом;

- обоснование деления на поло-возрастные группы детей школьного возраста;

- построение научно-обоснованного размерного ассортимента обуви для детей школьного возраста;

- разработка рациональной формы следа колодки детской профилактической обуви;

- уточнение значений полугодового прироста стопы по длине и обхвату;

- уточнение положения пучков в зависимости от возраста;

- определение основных параметров средне-средних стоп для выделенных половозрастных групп;

- разработка размерного ассортимента обуви для детей школьного возраста;

- обоснование ширины следа колодки в сечении 018Д и 0,68 Д;

- получение данных для разработки рациональной формы затяжных колодок для каждой половозрастной группы.

Первоначально, в ходе исследований, нами была проведена статистическая обработка антропометрических данных.

полученных при обмере стоп детей начальных классов школ г.Бухары. В ходе проводимых в течение нескольких месяцев обмеров было обследовано более тысяч детей, из них 866 детей в возрасте от 5 до 7 лет, соответствующих дошкольной половозрастной группе. Из общего числа детей девочки 5-ти и 6-ти лет составляли - 213 и 209 человек соответственно и мальчики 5-ти и 6-ти лет - 243 и 201 человека соответственно. Были измерены длина стопы и следующие обхваты: в пучках, по прямому взъему и через пятку-сгиб.

В ходе статистической обработки данных с использованием программы MS Excel для следующих признаков: длины стопы, обхвата в пучках, обхвата прямого взъема (табл. 3.1.) для дошкольной поло-возрастной группы были рассчитаны:

- средние значения размерных признаков  $M$ ;
- среднеквадратичные отклонения  $\sigma$ ;
- ошибка опыта  $t$ ;
- коэффициенты вариации ( $v$ )

**Таблица 3.1.**

**Средние значения размерных признаков стоп для дошкольной группы**

| Размерные признаки      | $M \pm m$ , мм    | $\sigma$ , мм | $v$ , % |
|-------------------------|-------------------|---------------|---------|
| Длина стопы             | $190 \pm 0,408$   | 12            | 6,3     |
| Обхват в пучках         | $177 \pm 0,396$   | 11,64         | 6,6     |
| Обхват прямого взъема   | $177,6 \pm 0,421$ | 12,38         | 7,0     |
| Обхват через пятку-сгиб | $241 \pm 0,59$    | 17,4          | 7,2     |

В рамках исследований, проводимых БИТИ по Государственной научно-технической программы ИТД-10 А-10-4 на тему: «Разработка конструкции и технологии изготовления специальной обуви для детей с патологическими отклонениями» на базе 4 школ нами в марте-сентябре 2015г. были проведены антропометрические исследования стоп школьников с 1 по 9 класс. Всего было обмерено 1084 человека. Выборка детей от 6 до 16 лет для каждой половозрастной группы колеблется в пределах от 100 до 126 чел, что обеспечивает ее достоверность.

В ходе проведения обмеров фиксировали фамилию, имя, возраст ребенка, класс, дату обмера. Измерения проводились в положении равномерной опоры на обе стопы. С правой стопы снимали плантограмму. Измерение обхватов проводили с помощью гибкой миллиметровой ленты. Размеры по длине и ширине определяли на плантограмме.

Были определены значения следующих размерных признаков: длина стопы (Д); обхват в середине пучков ( $O_{сп}$ ); обхват прямого взъема ( $O_{п\text{ в}}$ ); обхват через пятку-сгиб ( $O_{сг}$ ). По плантограмме определяли ширину стопы по отпечатку ( $Ш_{оп}$ ) и габариту в пятке ( $Ш_{п}$ ) в сечении  $0,18Д$ , а так же ширину стопы по отпечатку ( $Ш_{оп}$ ) и габариту ( $Ш_{г\text{ пч}}$ ) в пучках (в сечении  $0,68Д$ ). Полученные данные были обработаны методом вариационной статистики с использованием программы Microsoft Excel.

### 3.2. Обработка данных обмера стоп школьников.

Изучение динамики изменения у детей длины стопы, а также основных обхватных и широтных параметров имеет большое практическое и теоретическое значение для определения закономерностей роста и развития детского организма.

На основе данных, полученных в ходе проведенных антропометрических исследований, выявлена закономерность изменения всех основных размеров стопы с возрастом детей. Средняя арифметическая длина стопы у девочек с 6 до 16 лет увеличивается на 49,35 мм (с 199,08 мм до 248,43 мм), у мальчиков на 76,49 мм (с 199,83 мм до 276,32 мм). Наиболее интенсивный рост стопы наблюдается у девочек с 6 до 11 лет и у мальчиков с 6 до 14 лет. Длина стоп мальчиков, больше чем у девочек, хотя в 10-11 лет стопы у мальчиков и девочек различаются незначительно, и разница между длинами стоп составляет (3,85-3,0 мм).

До 11 лет кривые по длине стопы и основным обхватам, как у мальчиков, так и у девочек идут практически параллельно. Начиная с 12-летнего возраста характер кривых у мальчиков и девочек становится различным. У девочек по длине стопы и по обхватным параметрам наблюдается падение скорости роста и в

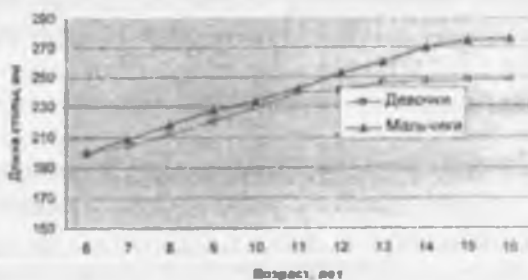
среднем к 14-15 годам рост стопы прекращается. У мальчиков рост стопы продолжается до 16-18 лет. Из графиков (Рис.3.1.) видно, что изменение интенсивности роста происходит в возрасте 12 лет.

**Таблица 3.2.**

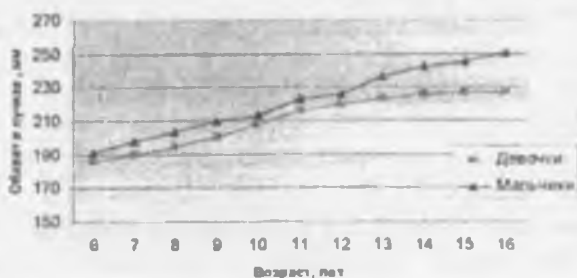
**Прирост основных размерных признаков стоп  
детей школьного возраста по годам**

| Прирост размерного признака по годам, мм |      |      |       |      |       |       |       |       |      |       |
|------------------------------------------|------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|------|-------|
| Возраст                                  | 6-7  | 7-8  | 8-9   | 9-10 | 10-11 | 11-12 | 12-13 | 13-14 | 14-  | 15-16 |
| <b>длина стопы</b>                       |      |      |       |      |       |       |       |       |      |       |
| Девочки                                  | 5,34 | 6,62 | 9,17  | 9,69 | 9,18  | 2,45  | 4,78  | 0,73  | 0,96 | 0,43  |
| Мальчики                                 | 9,4  | 8,59 | 10,23 | 5,7  | 8,33  | 10,34 | 7,51  | 9,94  | 4,72 | 1,76  |
| <b>обхват в пучках</b>                   |      |      |       |      |       |       |       |       |      |       |
| Девочки                                  | 3,7  | 4,6  | 5,77  | 7,58 | 7,9   | 3,89  | 3,43  | 2,57  | 1,08 | 0,68  |
| Мальчики                                 | 7,13 | 4,75 | 6,78  | 3,26 | 9,63  | 3,11  | 10,3  | 6,28  | 2,58 | 5,73  |
| <b>обхват прямого взъема</b>             |      |      |       |      |       |       |       |       |      |       |
| Девочки                                  | 4,54 | 4,52 | 4,7   | 8,37 | 6,71  | 2,79  | 3,8   | 2,06  | 1,53 | 0,57  |
| Мальчики                                 | 5,83 | 5,08 | 7,52  | 3,01 | 9,68  | 6,52  | 6,93  | 7,05  | 2,82 | 3,55  |

Зависимость длины стопы от возраста



Зависимость объема в пучках от возраста



Зависимость объема прямого взъема от возраста

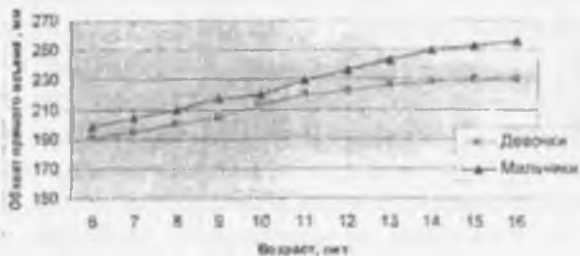


Рис.3.1. Зависимость основных размерных признаков стоп детей от возраста (а-длина стопы; б-обхват прямого взъема)

Анализ полученных значений приращений (табл. 3.2.) и построенных графических зависимостей (Рис.3.1.) позволяет сделать вывод о неравномерном росте стопы по длине и основным обхватам, как у мальчиков, так и у девочек. Это еще раз подтверждает мнение Ю.П.Зыбина [3], который вывел закономерность изменения размеров стоп детей в зависимости от возраста и установил, что у девочек в возрасте 12-13 лет рост стопы замедляется, что связано с физиологической неравнозначностью возрастов между девочками и мальчиками.

У девочек наибольший прирост длины стопы отмечается в возрасте 8-11 лет (от 9,17 до 9,69 мм за год). В дальнейшем прирост длины стопы идет менее интенсивно и в возрасте 13-16 лет он минимален (0,43-0,96 мм).

У мальчиков наибольший прирост стопы в первый раз наблюдается в возрасте 8-9 лет (в этот период стопа увеличивается на 10,23 мм). второй - в возрасте 11-12 лет (на 10,34 мм).

Средние значения основных размерных признаков стоп девочек и мальчиков в возрасте 6-17 лет представлены в табл. 3.3.

Мы сравнили полученные нами данные средних значений основных размерных признаков стоп с данными ранее проводимых исследований. Значения сравниваемых основных размерных признаков стоп для детей представлены в приложении Г.

Из приведенной таблицы видно, что за прошедший период времени размерные параметры стоп детей претерпели существенные изменения. Так, наиболее существенный прирост по длине стопы, по сравнению с данными исследований 1980г., наблюдается у мальчиков и достигает в среднем 12,5 мм. у девочек он несколько ниже и составляет 8,1 мм. Можно также отметить, что у девочек-школьниц наиболее существенное увеличение средней длины стопы наблюдается в младшей возрастной группе и в ряде случаев превышает 10 мм, в старшей возрастной группе изменение размеров не такое значительное.

Таблица 3.3.

**Средние значения основных размерных признаков стоп  
школьников**

| Средние значения основных размерных признаков стоп девочек, мм   |                          |                |                                |                             |                            |
|------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------|--------------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| Возраст                                                          | Количество<br>обмеренных | Длина<br>стопы | Обхват в<br>середине<br>пучков | Обхват<br>прямого<br>взъема | Обхват<br>«пятка-<br>сгиб» |
| 6                                                                | 65                       | 199,08         | 186,24                         | 190,66                      | 254,47                     |
| 7                                                                | 51                       | 204,42         | 189,94                         | 195,2                       | 262,44                     |
| 8                                                                | 56                       | 211,03         | 194,54                         | 199,72                      | 269,79                     |
| 9                                                                | 51                       | 220,2          | 200,31                         | 204,42                      | 279,2                      |
| 10                                                               | 56                       | 229,89         | 207,89                         | 212,79                      | 290,37                     |
| 11                                                               | 62                       | 239,07         | 215,79                         | 219,5                       | 300,28                     |
| 12                                                               | 68                       | 241,53         | 219,68                         | 222,29                      | 303,84                     |
| 13                                                               | 66                       | 246,31         | 223,11                         | 226,09                      | 309,15                     |
| 14                                                               | 37                       | 247,04         | 225,68                         | 228,15                      | 310,2                      |
| 15                                                               | 30                       | 248            | 226,76                         | 229,68                      | 310,7                      |
| ВСЕГО:                                                           | 544                      |                |                                |                             |                            |
| Средние значения основных размерных признаков стоп мальчиков, мм |                          |                |                                |                             |                            |
| Возраст                                                          | Количество<br>обмеренных | Длина<br>стопы | Обхват в<br>середине<br>пучков | Обхват<br>прямого<br>взъема | Обхват<br>«пятка-<br>сгиб» |
| 6                                                                | 70                       | 199,83         | 191,17                         | 198,59                      | 261,58                     |
| 7                                                                | 68                       | 209,23         | 198,30                         | 204,42                      | 270,81                     |
| 8                                                                | 66                       | 217,82         | 203,05                         | 209,5                       | 281,85                     |
| 9                                                                | 56                       | 228,05         | 209,83                         | 217,02                      | 293,96                     |
| 10                                                               | 56                       | 233,74         | 213,09                         | 220,03                      | 300,07                     |
| 11                                                               | 45                       | 242,07         | 222,72                         | 229,71                      | 312,37                     |
| 12                                                               | 40                       | 252,41         | 225,83                         | 236,23                      | 321,34                     |
| 13                                                               | 45                       | 259,90         | 236,13                         | 243,16                      | 333,46                     |
| 14                                                               | 52                       | 269,85         | 242,41                         | 250,21                      | 342,6                      |
| 15                                                               | 42                       | 274,56         | 244,99                         | 253,03                      | 344,97                     |
| ВСЕГО:                                                           | 540                      |                |                                |                             |                            |

Таким образом, сравнение полученных результатов с данными предыдущих исследований еще раз подтвердило необходимость пересмотра размерного ассортимента обуви, выпускаемой для детей школьного возраста, а также уточнения значений основных размерных признаков условных средних стоп для каждой половозрастной группы.

Построение размерной типологии детского и подросткового населения гораздо сложнее, чем взрослого, так как в связи с неравномерностью индивидуальных темпов роста в одном и том же возрасте наблюдаются резкие различия в размерах сегментов стопы. Объединение в возрастные группы производится с учетом морфологического возраста населения, т.е. отрезка времени, в течение которого организм характеризуется определенными закономерностями роста. С целью выделения параметров средне-средних стоп, необходимых для проектирования обувной колодки и для построения размерной типологии, было произведено объединение половозрастных групп детей школьного возраста.

При объединении детей в половозрастные группы различные авторы используют различные подходы [8]. Так, например, в работе объединение осуществляется на основе анализа линий регрессий, построенных с учетом сочетаний основных признаков стопы: длины стопы и обхвата стопы через наружный пучок. В работе [8] половозрастные группы были объединены с помощью ошибки среднеквадратичного отклонения. В работах [31] объединение половозрастных групп производилось по критерию Моллисона.

По нашему мнению, критерием при объединении половозрастных групп у детей является подчинение основных размерных признаков общей корреляционной зависимости, что является подтверждением сохранения единых пропорций стоп, поэтому объединение должно осуществляться на основании анализа линий регрессии для каждой половозрастной группы, построенных с учетом сочетаний основных признаков стопы: длины стопы и основных обхватов. На наш взгляд, применение критерия Стюдента при определении возможности объединения групп детей, различающихся по возрасту, является

затруднительным, поскольку изменение средних параметров у детей за год может достигать 10 мм. Для того чтобы разбить выборку на половозрастные группы необходимо оценить характер связи между длиной стопы и обхватными параметрами детей разного возраста. Для установления зависимости между длиной стопы и ее обхватными параметрами, а также для объединения половозрастных групп школьников для каждой группы были рассчитаны коэффициенты корреляции, получены уравнения регрессии, построены линии регрессии по основным обхватам от длины стопы для каждой половозрастной группы. Найденные корреляционные зависимости оценивались как графически по построенным линиям регрессии, так и на основании рассчитанных коэффициентов корреляции.

Статистическую степень связи между признаками характеризует коэффициент корреляции  $r$  [3].

*Коэффициент корреляции* определяют по формуле:

$$r = \pm \frac{\sum (x - M_x) \cdot (y - M_y)}{N \sigma_x \sigma_y}, \quad (3.1.)$$

Как видно из формулы, в числителе - сумма произведений отклонений каждого из признаков от своих среднеквадратичных отклонений каждого признака.

Под большой корреляционной связью подразумевают величину, лежащую в пределах  $\pm 0,75... \pm 0,999$ ; средняя корреляционная связь имеет пределы  $\pm 0,45... \pm 0,749$ ; малая корреляционная связь  $-0... \pm 0,449$ . При корреляционной связи равной 0 связь отсутствует.

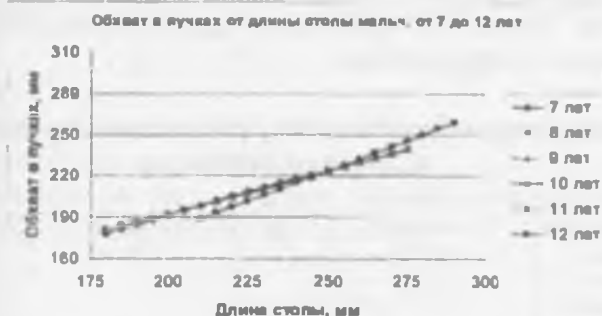
Коэффициент, который показывает, как меняется один признак при изменении другого на единицу измерения, называется коэффициентом регрессии  $R$ .

*коэффициент регрессии  $R$ :*

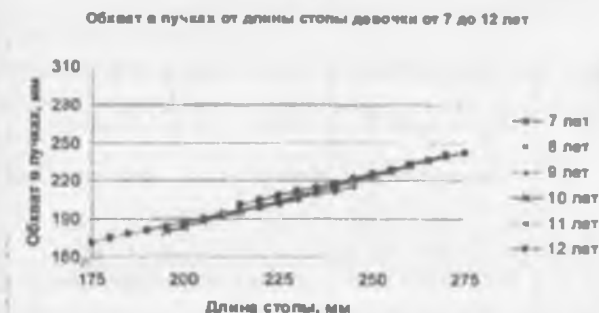
$$R_{2,1} = \frac{\sigma_2}{\sigma_1} r_{1,2},$$

где  $\sigma_1, \sigma_2$  - средние квадратические отклонения первого и второго признаков;

$r_{1,2}$  — коэффициент корреляции между первым и вторым признаками.



а



б

**Рис.3.3. Графики регрессионной зависимости обхвата в пучках от длины стопы для мальчиков и девочек от 7 до 12 лет**

На рис.3.3. представлен пример полученных линий регрессии для мальчиков и девочек младшего школьного возраста. При этом хорошо видно изменение характера зависимости при достижении возраста 12 лет. Анализ линий регрессии, а также закономерности изменения основных размеров стопы с возрастом детей позволили объединить детей школьного возраста в следующие половозрастные группы: девочки от 7 до 12 лет и от 12 до 16 лет, мальчики от 7 до 12 лет и от 12 до 16 лет.

Графики регрессионной зависимости основных обхватов от длины стопы для объединенных половозрастных групп представлены в приложении.

Таблица 3.4.

**Уравнения регрессии и коэффициенты корреляции  $r$  размерных признаков**

| Корреляционная связь между размерными признаками | Уравнение регрессии      | $r$   | Уравнение регрессии      | $r$   |
|--------------------------------------------------|--------------------------|-------|--------------------------|-------|
|                                                  | девочки от 7 до 12 лет   |       | мальчики от 7 до 12 лет  |       |
| $O_{сн}$ и Д                                     | $O_{сн} = -0,722 Д + 42$ | 0,833 | $O_{сн} = -0,679 Д + 56$ | 0,617 |
| $O_{пл}$ и Д                                     | $O_{пл} = -0,712 Д + 49$ | 0,817 | $O_{пл} = -0,72 Д + 53$  | 0,785 |
| $O_{псг}$ и Д                                    | $O_{псг} = 1,124 Д + 32$ | 0,884 | $O_{псг} = 1,181 Д + 25$ | 0,877 |
|                                                  | девочки от 12 до 16 лет  |       | мальчики 12 до 16 лет    |       |
| $O_{сн}$ и Д                                     | $O_{сн} = -0,642 Д + 66$ | 0,617 | $O_{сн} = -0,728 Д + 45$ | 0,642 |
| $O_{пл}$ и Д                                     | $O_{пл} = -0,653 Д + 66$ | 0,62  | $O_{пл} = -0,614 Д + 83$ | 0,712 |
| $O_{псг}$ и Д                                    | $O_{псг} = 0,94 Д + 78$  | 0,716 | $O_{псг} = 1,165 Д + 28$ | 0,795 |

Рассчитанные уравнения регрессии и коэффициенты корреляции основных размерных признаков стоп детей, объединенных в половозрастные группы представлены в табл. 3.4.

Из таблицы видно, что между основными антропометрическими признаками и длиной стопы в группе девочек от 7 до 12 лет существует большая корреляционная связь ( $r = 0,817 \dots 0,884$ ), а также большая и средняя корреляционная связь прослеживается в группе мальчиков от 7 до 12 лет ( $r = 0,617 \dots 0,877$ ), девочек от 12 до 16 лет ( $r = 0,617 \dots 0,716$ ), и мальчиков от 12 до 16 лет ( $r = 0,642 \dots 0,795$ ).

Для объединенных половозрастных групп были рассчитаны средние статистические параметры ведущих признаков, представленные в табл. 3.5.

Типичная характеристика вариационного ряда каждой объединенной группы — *среднеарифметическое значение*  $M$ .

$$M = \frac{\sum xp}{N}, \quad (3.3.)$$

где:  $x$  — значение наблюдаемого признака;

$p$  — частота повторения признака;

$N$  — сумма частот, т. е. объем данной совокупности.

*среднее квадратическое отклонение:*

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum (x - M)^2}{N}},$$

где:  $\sum (x_i - M)^2$  — сумма квадратов отклонений всех значений признака от среднеарифметической величины в данной выборке;  
 $n$  — численность выборки.

Если выразить  $\sigma$  в процентах от  $M$ , то получим коэффициент изменчивости данного признака, т. е. *вариационный коэффициент*:

$$V = \frac{\sigma * 100}{M},$$

где:  $\sigma$  — среднеквадратическое отклонение параметра, мм;

$M$  — среднеарифметическая, мм.

Для подтверждения того, что полученный частный результат характеризует всю генеральную совокупность изучаемого признака, вычисляют дополнительную характеристику  
- *ошибку среднеарифметической величины*:

$$m(M) = \pm \frac{\sigma}{\sqrt{N}},$$

где:  $\sigma$  — среднеквадратическое отклонение параметра, мм,

$N$  — численность выборки.

**Таблица 3.5.**

**Средние статистические параметры ведущих признаков**

| Группа            | Девочки от 7 до 12 лет  |                    |          |      | Мальчики 7 до 12 лет  |                    |          |      |
|-------------------|-------------------------|--------------------|----------|------|-----------------------|--------------------|----------|------|
| Признак           | Min-Max                 | $M \pm m$          | $\sigma$ | V    | Min-Max               | $M \pm m$          | $\sigma$ | V    |
| Д                 | 178-269                 | $220,85 \pm 0,758$ | 17,38    | 7,87 | 180-278               | $226,27 \pm 0,689$ | 16,61    | 7,34 |
| О <sub>сн</sub>   | 167-255                 | $201,64 \pm 0,656$ | 15,05    | 7,46 | 175-261               | $209,46 \pm 0,604$ | 14,57    | 6,96 |
| О <sub>сред</sub> | 171-255                 | $206,29 \pm 0,661$ | 15,16    | 7,35 | 178-270               | $216,2 \pm 0,63$   | 15,25    | 7,05 |
| О <sub>нст</sub>  | 208-347                 | $280,34 \pm 0,963$ | 22,08    | 7,88 | 203-369               | $291,9 \pm 0,928$  | 22,37    | 7,66 |
|                   | Девочки от 12 до 16 лет |                    |          |      | Мальчики 12 до 16 лет |                    |          |      |
| Д                 | 215-284                 | $245,52 \pm 0,562$ | 11,52    | 4,74 | 212-308               | $263,43 \pm 0,845$ | 16,78    | 6,37 |
| О <sub>сн</sub>   | 188-263                 | $223,55 \pm 0,585$ | 12,115   | 5,42 | 190-285               | $237,38 \pm 0,798$ | 15,84    | 6,67 |
| О <sub>сред</sub> | 186-275                 | $226,28 \pm 0,617$ | 12,78    | 5,65 | 201-291               | $245,15 \pm 0,827$ | 16,42    | 6,7  |
| О <sub>нст</sub>  | 234-370                 | $308,27 \pm 0,81$  | 16,78    | 5,44 | 210-395               | $335,0 \pm 1,21$   | 24,04    | 7,17 |

Здесь: Min, Max - минимальное и максимальные значения признака; M - среднеарифметическая;  $\sigma$  - среднеквадратичное отклонение; V - коэффициент вариации; m - ошибка среднеарифметической.

### Сравнение теоретического и эмпирического распределений стоп школьников по длине стопы

По вычисленным значениям среднеарифметической величины M и среднеквадратического отклонения  $\sigma$  по таблице ординат кривой нормального распределения были рассчитаны теоретические кривые распределения.

Таблица 3.6.

Расчет теоретического распределения длины стоп мальчиков  
от 7 до 12 лет

| Границы<br>классовых<br>интервалов | Средние<br>значения | $n_i$ | $t$    | $f(t)$  | $n_i$       |
|------------------------------------|---------------------|-------|--------|---------|-------------|
| 178,5-183,4                        | 181                 | 2     | -2,73  | 0,00961 | 2           |
| 183,5-188,4                        | 186                 | -     | -2,43  | 0,02083 | 4           |
| 188,5-193,4                        | 191                 | 7     | -2,12  | 0,04217 | 7           |
| 193,5-198,4                        | 196                 | 18    | -1,82  | 0,07614 | 13          |
| 198,5-203,4                        | 201                 | 23    | -1,52  | 0,12566 | 22          |
| 203,5-208,4                        | 206                 | 33    | -1,22  | 0,18954 | 33          |
| 208,5-213,4                        | 211                 | 42    | -0,92  | 0,26129 | 46          |
| 213,5-218,4                        | 216                 | 64    | -0,62  | 0,32918 | 58          |
| 218,5-223,4                        | 221                 | 70    | -0,32  | 0,37903 | 66          |
| 223,5-228,4                        | 226                 | 73    | -0,016 | 0,39886 | 70          |
| 228,5-233,4                        | 231                 | 57    | 0,28   | 0,38361 | 67          |
| 233,5-238,4                        | 236                 | 56    | 0,59   | 0,33521 | 59          |
| 238,5-243,4                        | 241                 | 51    | 0,89   | 0,26848 | 47          |
| 243,5-248,4                        | 246                 | 38    | 1,19   | 0,19652 | 35          |
| 248,5-253,4                        | 251                 | 17    | 1,49   | 0,13147 | 23          |
| 253,5-258,4                        | 256                 | 14    | 1,79   | 0,08038 | 14          |
| 258,5-263,4                        | 261                 | 7     | 2,09   | 0,04491 | 8           |
| 263,5-268,4                        | 266                 | 1     | 2,39   | 0,02294 | 4           |
| 268,5-273,4                        | 271                 | 4     | 2,69   | 0,01071 | 2           |
| 273,5-278,5                        | 276                 | 4     | 2,99   | 0,00457 | 1           |
|                                    | $n_s = 581$         |       |        |         | $n_t = 581$ |

Чтобы воспользоваться таблицей ординат кривой нормального распределения необходимо выразить средние значения классовых интервалов

в виде отклонений от среднеарифметической величины, деленных на среднеквадратичное отклонение. Такая операция называется нормированием [3].

Нами произведено нормирование, результаты которого и данные, необходимые для построения теоретической кривой распределения длины стопы и обхвата в пучках для мальчиков в возрасте от 7 до 12 лет, представлены в таблицах 3.6., 3.7.

**Таблица 3.7.**

**Расчет теоретического распределения обхвата в пучках стон мальчиков от 7 до 12 лет**

| Границы классовых интервалов | Средние значения | $n_i$ | $t$    | $f(t)$      | $n_i$ |
|------------------------------|------------------|-------|--------|-------------|-------|
| 170,5-177,4                  | 174              | 3     | -2,43  | 0,02083     | 6     |
| 177,5-184,4                  | 181              | 21    | -1,95  | 0,05959     | 17    |
| 184,5-191,4                  | 188              | 37    | -1,47  | 0,13742     | 38    |
| 191,5-198,4                  | 195              | 62    | -0,99  | 0,24439     | 68    |
| 198,5-205,4                  | 202              | 111   | -0,51  | 0,35029     | 98    |
| 205,5-212,4                  | 209              | 120   | -0,03  | 0,39876     | 111   |
| 212,5-219,4                  | 216              | 97    | 0,45   | 0,36053     | 101   |
| 219,5-226,4                  | 223              | 65    | 0,93   | 0,25888     | 72    |
| 226,5-233,4                  | 230              | 28    | - 1,41 | 0,14764     | 41    |
| 233,5-240,4                  | 237              | 18    | 1,89   | 0,06687     | 19    |
| 240,5-247,4                  | 244              | 14    | 2,37   | 0,02406     | 7     |
| 247,5-254,4                  | 251              | 3     | 2,85   | 0,00687     | 2     |
| 254,5-261,4                  | 258              | 2     | 3,33 . | 0,00156     | 1     |
| $n_i = 581$                  |                  |       |        | $n_i = 581$ |       |

Аналогично рассчитываются и строятся теоретические и экспериментальные кривые распределения для других

половозрастных групп. Расчет кривых распределения для других групп школьников представлен в приложении Е.

По результатам расчета были построены теоретические и экспериментальные кривые распределения стоп на примере мальчиков (Рис. 3.4.). Для остальных групп школьников кривые распределения представлены в приложении.



а

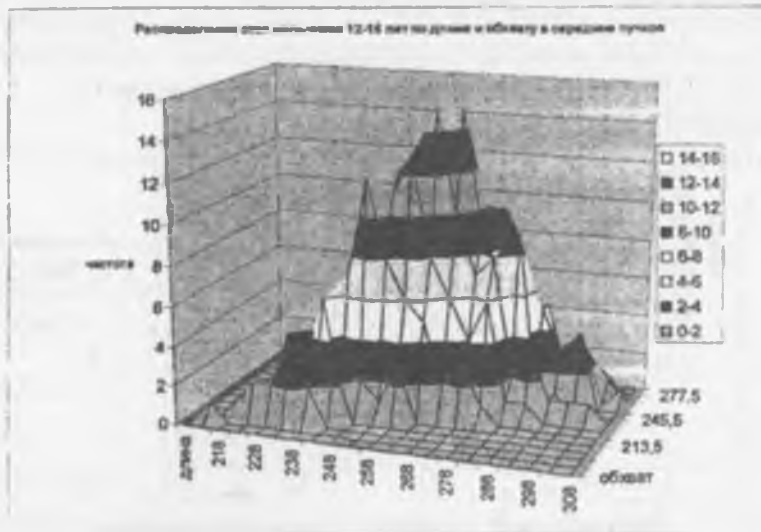


б

*Рис.3.4. Экспериментальные и теоретические кривые распределения стоп мальчиков от 7 до 12 лет по длине и обхвату в пучках*

Для построения размерной типологии существенное значение имеет не только распределение отдельных признаков, но и распределение их сочетаний.

Пространственные графики распределения по двум размерным признакам показаны на рис. 3.5. на примере мальчиков от 12 до 16 лет/



*Рис.3.5. Корреляционное поле ведущих признаков стоп мальчиков от 12 до 16 лет*

После построения эмпирических и теоретических кривых нами были рассчитаны критерии, с помощью которых оценивается расхождение между эмпирическим и теоретическим распределением (табл. 3.8.).

К таким критериям относятся:  $\chi^2$  (хи-квадрат), асимметрия  $\gamma_1$ , эксцесс  $\gamma_2$ , ошибка среднесарифметической  $m(M)$ , погрешность П.

Расхождения между теоретическими и эмпирическими распределениями оценивают критерием  $\chi^2$  (хи-квадрат), который является суммой отношений квадрата разностей эмпирических и теоретических частот к теоретическим частотам:

$$\chi^2 = \sum \frac{(f - f_i)^2}{f_i}, \quad (3.7.)$$

где  $f, f_i$  — частоты эмпирического и теоретического распределения.

Погрешность в процентах может быть вычислена как полусумма абсолютных разностей (без учета знака) между эмпирическими и теоретическими частотами, деленная на общую численность выборки:

$$П = \sum |f' - f_i| / 2 \sum f * 100 \quad (3.8.)$$

Таблица 3.8.

Расчёт критериев, оценивающих расхождение между эмпирическим и теоретическим распределением стоп детей

| Пол      | Размер                | Возраст         | Статистический параметр    |                        |      |                       |                              |                     |
|----------|-----------------------|-----------------|----------------------------|------------------------|------|-----------------------|------------------------------|---------------------|
|          |                       |                 | Расчитан -<br>ный $\chi^2$ | Табличный $\chi^2$ при |      | Экспесс<br>$\gamma_1$ | Асимме<br>трия<br>$\gamma_2$ | Погреш<br>ость П, % |
|          |                       |                 |                            | 0,95                   | 0,99 |                       |                              |                     |
| Мальчики |                       | от 7 до 12 лет  | 10,38                      | 23,7                   | 29,1 | -1,323                | 0,4498                       | 4,82                |
|          |                       | от 12 до 16 лет | 7,87                       | 22,4                   | 27,7 | -1,077                | 0,5528                       | 4,56                |
| Девочки  |                       | от 7 до 12 лет  | 10,75                      | 25                     | 30,6 | -1,532                | 0,1492                       | 5,3                 |
|          |                       | от 12 до 16 лет | 4,45                       | 18,3                   | 23,2 | -0,9377               | 0,6603                       | 3,39                |
| Мальчики | Обхват<br>в<br>пучках | от 7 до 12 лет  | 19,2                       | 16,9                   | 21,7 | -0,866                | 0,768                        | 5,6                 |
|          |                       | от 12 до 16 лет | 12,1                       | 16,9                   | 21,7 | -1,48                 | 0,52                         | 3,8                 |
| Девочки  |                       | от 7 до 12 лет  | 23,7                       | 18,3                   | 23,2 | 0,475                 | -1,546                       | 5,8                 |
|          |                       | от 12 до 16 лет | 11,63                      | 15,5                   | 20,1 | -0,7                  | 0,82                         | 5,5                 |

Из табл.3.8. видно, что практически все рассчитанные значения  $\chi^2$  меньше, чем теоретические значения  $\chi^2$ , найденные по таблице при доверительной вероятности 0,95 и 0,99, поэтому можно считать, что распределения длины стоп школьников в данных половозрастных группах являются нормальными. Величина рассчитанной погрешности также лежит в допустимых пределах. Наличие нормального распределения стоп по размерам позволяет установить взаимосвязь между размерными признаками стопы для разработки научных основ конструирования обуви для детей.

В ходе проведенной работы нами были уточнены значения годового прироста стопы по длине и обхвату.

Полугодовой прирост стопы по данным Фарниевой О.В. [25] для детей от 1 года до 2-х лет составляет 4,5 мм, от 3 до 4-х лет — 4 мм, для детей от 5 до 6 лет, а так же для девочек и мальчиков от 7 до 8 лет - 2,5 мм, для девочек и мальчиков старше 8 лет -1,5 мм.

По нашим данным, полугодовой прирост стопы для девочек от 7 до 12 лет составляет в среднем 3,7 мм, для девочек 12-16 лет 1 мм, для мальчиков от 7 до 12 лет полугодовой прирост составляет в среднем 4,3 мм, для мальчиков 12-16 лет — 3 мм. Средние значения годового прироста основных размерных признаков стоп для четырех выделенных групп представлены в табл.3.9.

**Таблица 3.9.**

**Средние значения годового прироста основных размерных признаков стоп для четырех выделенных групп.**

| Группа                     | Средний годовой прирост размерного |                          |                       |                     |
|----------------------------|------------------------------------|--------------------------|-----------------------|---------------------|
|                            | Длина стопы                        | Обхват в середине пучков | Обхват прямого взъема | Обхват «пятка-сгиб» |
| Девочки (от 7 до 12 лет)   | 7,42                               | 5,94                     | 5,41                  | 8,28                |
| Девочки (от 12 до 16 лет)  | 1,72                               | 1,94                     | 1,99                  | 1,98                |
| Мальчики (от 7 до 12 лет)  | 8,64                               | 5,51                     | 6,36                  | 10,11               |
| Мальчики (от 12 до 16 лет) | 5,98                               | 6,22                     | 5,09                  | 7,20                |

**Расчет размерного ассортимента обуви для школьников.** Статистическая обработка данных обмера стоп является основой для проектирования обувной колодки и составления размерно-полнотного ассортимента обуви для детей. Размерный ассортимент обуви составлен отдельно по каждой объединенной половозрастной группе. Согласно ГОСТ 11373-88 «Обувь. Размеры» интервал между смежными размерами обуви составляет 5 мм.

**Таблица 3.10.**

**Расчетная структура размерного ассортимента обуви для группы мальчиков от 7 до 12 лет**

| Размер обуви | Граничные значения X, мм |         | Нормированная величина Z |         | Значения функции Лапласа Ф |               | $\Phi(Z_i^n), \Phi(Z_i^B)$ | Относит. доля |
|--------------|--------------------------|---------|--------------------------|---------|----------------------------|---------------|----------------------------|---------------|
|              | $X_i^n$                  | $X_i^B$ | $Z_i^n$                  | $Z_i^B$ | $\Phi(Z_i^n)$              | $\Phi(Z_i^B)$ |                            |               |
| 1            | 2                        | 3       | 4                        | 5       | 6                          | 1             | 8                          | 9             |
| 180          | 177,5                    | 182,5   | -2,94                    | -2,64   | 0,0016                     | 0,0042        | 0,0026                     | 0             |
| 185          | 182,5                    | 187,5   | -2,64                    | -2,34   | 0,0042                     | 0,0096        | 0,0054                     | 0,01          |
| 190          | 187,5                    | 192,5   | -2,34                    | -2,03   | 0,0096                     | 0,0212        | 0,0116                     | 0,01          |
| 195          | 192,5                    | 197,5   | -2,03                    | -1,73   | 0,0212                     | 0,0418        | 0,0206                     | 0,02          |
| 200          | 197,5                    | 202,5   | -1,73                    | -1,43   | 0,0418                     | 0,0764        | 0,0346                     | 0,04          |
| 205          | 202,5                    | 207,5   | -1,43                    | -1,13   | 0,0764                     | 0,1292        | 0,0528                     | 0,05          |
| 210          | 207,5                    | 212,5   | -1,13                    | -0,83   | 0,1292                     | 0,2033        | 0,0741                     | 0,07          |
| 215          | 212,5                    | 217,5   | -0,83                    | -0,53   | 0,2033                     | 0,2981        | 0,0948                     | 0,10          |
| 220          | 217,5                    | 222,5   | -0,53                    | -0,23   | 0,2981                     | 0,4091        | 0,111                      | 0,11          |
| 225          | 222,5                    | 227,5   | -0,23                    | 0,07    | 0,4091                     | 0,5279        | 0,1188                     | 0,12          |
| 230          | 227,5                    | 232,5   | 0,07                     | 0,38    | 0,5279                     | 0,6480        | 0,1201                     | 0,12          |
| 235          | 232,5                    | 237,5   | 0,38                     | 0,68    | 0,6480                     | 0,7518        | 0,1038                     | 0,10          |

Относительная доля  $a_i$   $i$ -го размера обуви равно вероятности попадания нормально распределенной случайной величины  $X$  в соответствующий  $j$ -й интервал  $(X_i^n, X_i^B)$ , где  $X_i^n, X_i^B$  - нижняя и верхняя границы  $j$ -го интервала соответственно [47]:

$$a_i = P(x_j^n < x < x_j^B) = \Phi(Z_j^B) - \Phi(Z_j^n) \quad (3.9)$$

где  $\Phi(Z_j^B, Z_j^n)$  - функция Лапласа, определяемая по таблице [3];

$$z_j^x = \frac{x_j^x - \bar{x}}{S(x)} \quad z_j^y = \frac{x_j^y - \bar{y}}{S(y)} \quad (3.10.)$$

Совокупность рассчитываемых значений ее, по всем рассматриваемым размерным позициям является размерным ассортиментом обуви.

Нами составлены для каждой объединенной половозрастной группы школьников расчетные структуры размерного ассортимента обуви, которые на примере группы мальчиков от 7 до 12 лет представлены в таблице 3.10. Аналогично рассчитываются показатели для других групп школьников.

Для всех объединенных групп составлена структура обобщенного размерного ассортимента обуви (табл. 3.11.-3.12). В ходе уточнения необходимого размерного ассортимента учитывались данные антропометрических исследований для дошкольной группы.

Таблица 3.11.

Структура обобщенного размерного ассортимента обуви для детей школьного возраста

| Размер обуви       | Мальчики       |                 | Девочки        |                 |
|--------------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|
|                    | от 7 до 12 лет | от 12 до 16 лет | от 7 до 12 лет | от 12 до 16 лет |
| Относительная доля |                |                 |                |                 |
| 180                |                |                 | д←0,01         |                 |
| 185                | д←0,01         |                 | д←0,01         |                 |
| 190                | д←0,01         |                 | д←0,02         |                 |
| 195                | д←0,02         |                 | д←0,04         |                 |
| 200                | д←0,04         |                 | 0,08           |                 |
| 205                | д(0,08)→0,05   |                 | 0,10           |                 |
| 210                | д(0,04)→0,07   |                 | 0,11           | ←0,01           |
| 215                | д(0,02)→0,10   |                 | 0,11           | ←0,02           |
| 220                | 0,11           |                 | 0,11           | ←0,04           |
| 225                | 0,12           | ←0,01           | 0,10           | ←0,07           |
| 230                | 0,12           | ←0,02           | 0,08→          | 0,11            |
| 235                | 0,10           | ←0,03           | 0,06→          | 0,15            |
| Итого              | 1,0            | 1,0             | 1,0            | 1,0             |

Здесь: д - дошкольная группа.

Таблица 3.12.

**Структура обобщенного размерного ассортимента обуви для детей школьного возраста после корректировки**

| Размер | Мальчики           |             | Девочки        |             |
|--------|--------------------|-------------|----------------|-------------|
|        | от 7 до 12 лет     | от 12 до 15 | от 7 до 12 лет | от 12 до 15 |
|        | Относительная доля |             |                |             |
| 205    | 18                 |             | 11             |             |
| 210    | 19                 |             | 13             |             |
| 215    | 12                 |             | 16             |             |
| 220    | 11                 |             | 17             |             |
| 225    | 13                 |             | 20             |             |
| 230    | 14                 |             | 23             |             |
| 235    | 13                 |             |                | 18          |
| Итого  | 100                |             | 100            | 18          |

По результатам построенного размерного ассортимента рекомендуется производить обувь следующих размеров:

|                       |                                        |
|-----------------------|----------------------------------------|
| Девочки               | Размеры обуви                          |
| от 7 до 12 лет .....  | 205, 210, 215, 220, 225, 230           |
| от 12 до 15 лет ..... | 235, 240, 245, 250, 255                |
| Мальчики              |                                        |
| от 7 до 12 лет .....  | 205, 210, 215, 220, 225, 230, 235, 240 |
| от 12 до 15 лет ..... | 245, 250, 255, 260, 265, 270, 275      |

### **3.3. Определение параметров средне - средних стоп для различных групп школьников**

Одной из важных задач определения рациональной внутренней формы обуви и рационального размерного ассортимента является определение параметров средне - средних стоп. В работе были определены параметры средне-средних стоп для объединенных групп школьников ( табл. 3.13.)

Таблица 3.13.

Параметры средне-средних стоп для групп школьников

| Группа            | Девочки        |                 | Мальчики       |                 |
|-------------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|
| Признак           | от 7 до 12 лет | от 12 до 15 лет | от 7 до 12 лет | от 12 до 15 лет |
| д                 | 221            | 245,5           | 226            | 253             |
| О <sub>ст</sub>   | 201,6          | 223,6           | 209,5          | 236,5           |
| О <sub>под</sub>  | 206,2          | 226,3           | 215,7          | 244,5           |
| О <sub>зад</sub>  | 280,4          | 308,8           | 286            | 334,4           |
| Ш <sub>ст</sub>   | 60,5           | 64,8            | 62,8           | 71              |
| Ш <sub>под</sub>  | 40,3           | 44,7            | 44             | 49,7            |
| Ш <sub>зад</sub>  | 82,7           | 91,7            | 86             | 97              |
| Ш <sub>один</sub> | 66,5           | 76              | 69             | 80,4            |

Как было установлено Ю.П.Зыбиным, все параметры стопы связаны между собой по ширине, высоте и обхватам пропорциональной зависимостью.

В работе были рассчитаны значения коэффициентов пропорциональности, связывающие значения ширины следа в пятке и пучках со значением обхвата в пучках, а так же задающие положение наружного и внутреннего пучка в зависимости от длины для различных параметров для всех половозрастных групп школьников (табл.3.14.-3.15.).

**Таблица 3.14.**

**Расчет коэффициентов пропорциональности  
для школьников каждого возраста**

| Возраст  | Отношение<br>ширины<br>отпечатка в<br>пятке к<br>обхвату в | Отношение<br>ширины<br>отпечатка в<br>пучках к<br>обхвату в | Отношение<br>ширины<br>габарита в<br>пятке к<br>обхвату в | Отношение<br>ширины<br>габарита в<br>пучках к<br>обхвату в | Отношение<br>длины до<br>внутреннего<br>пучка к<br>длине | Отношение<br>длины до<br>наружного<br>пучка к<br>длине |
|----------|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Девочки  |                                                            |                                                             |                                                           |                                                            |                                                          |                                                        |
| 6        | 0,21                                                       | 0,33                                                        | 0,31                                                      | 0,41                                                       | 0,74                                                     | 0,66                                                   |
| 7        | 0,20                                                       | 0,33                                                        | 0,3                                                       | 0,41                                                       | 0,73                                                     | 0,65                                                   |
| 8        | 0,21                                                       | 0,33                                                        | 0,3                                                       | 0,41                                                       | 0,73                                                     | 0,65                                                   |
| 9        | 0,20                                                       | 0,33                                                        | 0,29                                                      | 0,41                                                       | 0,73                                                     | 0,65                                                   |
| 10       | 0,20                                                       | 0,33                                                        | 0,29                                                      | 0,41                                                       | 0,73                                                     | 0,64                                                   |
| 11       | 0,20                                                       | 0,33                                                        | 0,29                                                      | 0,41                                                       | 0,73                                                     | 0,65                                                   |
| 12       | 0,21                                                       | 0,34                                                        | 0,29                                                      | 0,41                                                       | 0,72                                                     | 0,64                                                   |
| 13       | 0,20                                                       | 0,34                                                        | 0,29                                                      | 0,41                                                       | 0,72                                                     | 0,64                                                   |
| 14       | 0,21                                                       | 0,34                                                        | 0,29                                                      | 0,41                                                       | 0,72                                                     | 0,64                                                   |
| 15       | 0,20                                                       | 0,34                                                        | 0,29                                                      | 0,41                                                       | 0,72                                                     | 0,65                                                   |
| Мальчики |                                                            |                                                             |                                                           |                                                            |                                                          |                                                        |
| 6        | 0,21                                                       | 0,33                                                        | 0,31                                                      | 0,43                                                       | 0,74                                                     | 0,66                                                   |
| 7        | 0,21                                                       | 0,33                                                        | 0,3                                                       | 0,41                                                       | 0,73                                                     | 0,65                                                   |
| 8        | 0,2                                                        | 0,33                                                        | 0,3                                                       | 0,41                                                       | 0,73                                                     | 0,65                                                   |
| 9        | 0,2                                                        | 0,34                                                        | 0,3                                                       | 0,41                                                       | 0,73                                                     | 0,65                                                   |
| 10       | 0,2                                                        | 0,33                                                        | 0,3                                                       | 0,41                                                       | 0,72                                                     | 0,64                                                   |
| 11       | 0,21                                                       | 0,33                                                        | 0,3                                                       | 0,41                                                       | 0,73                                                     | 0,65                                                   |
| 12       | 0,21                                                       | 0,34                                                        | 0,3                                                       | 0,41                                                       | 0,73                                                     | 0,64                                                   |
| 13       | 0,21                                                       | 0,34                                                        | 0,3                                                       | 0,41                                                       | 0,72                                                     | 0,65                                                   |
| 14       | 0,21                                                       | 0,34                                                        | 0,3                                                       | 0,41                                                       | 0,72                                                     | 0,64                                                   |
| 15       | 0,21                                                       | 0,34                                                        | 0,3                                                       | 0,41                                                       | 0,72                                                     | 0,64                                                   |

Таблица 3.15

Расчет коэффициентов пропорциональности для объединенных  
половозрастных групп

| Отношение<br>ширины стопы по отпечатку в<br>пятке к обхвату в пучках | Отношение<br>ширины стопы по отпечатку в<br>пучках к обхвату в пучках | Отношение<br>ширины стопы по габариту в<br>пятке к обхвату в пучках | Отношение ширины стопы по<br>габариту в пучках к обхвату в<br>пучках | Отношение длины до<br>внутреннего пучка к длине<br>стопы | Отношение длины до<br>наружного пучка к длине<br>стопы | Отношение ширины<br>наружного отпечатка в пятке к<br>длине стопы | Отношение наружного габарита<br>в пятке к длине стопы |
|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Девочки от 7 до 12 лет                                               |                                                                       |                                                                     |                                                                      |                                                          |                                                        |                                                                  |                                                       |
| 0,2                                                                  | 0,33                                                                  | 0,30                                                                | 0,41                                                                 | 0,73                                                     | 0,65                                                   | 0,10                                                             | 0,14                                                  |
| Девочки от 12 до 16 лет                                              |                                                                       |                                                                     |                                                                      |                                                          |                                                        |                                                                  |                                                       |
| 0,2                                                                  | 0,34                                                                  | 0,29                                                                | 0,41                                                                 | 0,72                                                     | 0,64                                                   | 0,10                                                             | 0,14                                                  |
| Мальчики от 7 до 12 лет                                              |                                                                       |                                                                     |                                                                      |                                                          |                                                        |                                                                  |                                                       |
| 0,21                                                                 | 0,33                                                                  | 0,30                                                                | 0,41                                                                 | 0,73                                                     | 0,65                                                   | 0,10                                                             | 0,14                                                  |
| Мальчики от 12 до 16 лет                                             |                                                                       |                                                                     |                                                                      |                                                          |                                                        |                                                                  |                                                       |
| 0,21                                                                 | 0,34                                                                  | 0,30                                                                | 0,41                                                                 | 0,72                                                     | 0,64                                                   | 0,10                                                             | 0,14                                                  |

Используя рассчитанные коэффициенты пропорциональности и уравнения регрессии для объединенных половозрастных групп школьников в работе был произведен расчет ширины следа колодки в сечении 0,18 Д по данным стопы. Было принято допущение, что контур стельки в пяточной части в сечении 0,18 Д проходит между контуром отпечатка и контуром габарита стопы. Учитывая, что след колодки в пяточной части строится симметричным относительно оси симметрии пятки, ширина следа в сечении 0,18Д может быть рассчитана по формуле (3.11.):

$$\Pi_{0,18}^{\text{ссл}} = \Pi_{0,18,\text{слст}} + \Pi_{\text{г.п.ст}} \quad (3.11.)$$

Ширина следа в сечении 0,68 Д определяется по плантограмме стопы и в зависимости от вида обуви может составлять от  $\Pi_{0,7\text{м}}$  до

$$Ш_{0,68}^{пол} = (Ш_{о.лущ.} + Ш_{г.лущ.})/2. \quad (3.12.)$$

Учитывая, что в колодках для детской обуви необходимо предусматривать дополнительные припуски на полуугодовой прирост стопы, нами предлагается ширину следа в сечении 0,68 Д определять по формуле 3.12.

**Таблица 3.16.**

**Расчетные значения ширины следа колодки исходной полноты в сечениях 0,18Д и 0,68Д девочки от 7 до 12 лет**

| Ширина стельки в сечениях, мм |                 | Длина стопы, мм |      |      |      |      |      |
|-------------------------------|-----------------|-----------------|------|------|------|------|------|
|                               |                 | 205             | 210  | 215  | 220  | 225  | 230  |
| 0,18Д                         | Расчетное       | 45,4            | 46,3 | 47,1 | 48   | 48,8 | 49,7 |
|                               | По ГОСТ 3927-88 | 48,7            | 49,4 | 50,1 | 50,8 | 51,5 | 52,2 |
| 0,68Д                         | Расчетное       | 70,3            | 71,6 | 73   | 74,3 | 75,6 | 77   |
|                               | По ГОСТ 3927-88 | 67,5            | 68,5 | 69,5 | 70,5 | 71,5 | 72,5 |

**мальчики от 7 до 12 лет**

| Ширина стельки в сечениях, мм |                 | Длина стопы, мм |      |      |      |      |      |      |
|-------------------------------|-----------------|-----------------|------|------|------|------|------|------|
|                               |                 | 210             | 215  | 220  | 225  | 230  | 235  | 240  |
| 0,18Д                         | Расчетное       | 47,7            | 48,5 | 49,3 | 50,1 | 50,9 | 51,7 | 52,5 |
|                               | По ГОСТ 3927-88 | 52,0            | 52,7 | 53,4 | 54,1 | 54,8 | 55,5 | 56,2 |
| 0,68Д                         | Расчетное       | 73,5            | 74,7 | 76   | 77,2 | 78,5 | 79,7 | 81   |
|                               | По ГОСТ 3927-88 | 74,5            | 75,5 | 76,5 | 77,5 | 78,5 | 79,5 | 80,5 |

**девочки от 12 до 16 лет**

| Ширина стельки в сечениях, мм |                 | Длина стопы, мм |      |      |      |      |      |
|-------------------------------|-----------------|-----------------|------|------|------|------|------|
|                               |                 | 235             | 240  | 245  | 250  | 255  | 260  |
| 0,18Д                         | Расчетное       | 52,1            | 52,8 | 53,6 | 54,4 | 55,1 | 55,9 |
|                               | По ГОСТ 3927-88 | 52,9            | 53,6 | 54,3 | 55,0 | 55,7 | 56,4 |
| 0,68Д                         | Расчетное       | 81,3            | 82,5 | 83,7 | 84,9 | 86,1 | 87,3 |
|                               | По ГОСТ 3927-88 | 75,5            | 76,5 | 77,5 | 78,5 | 79,5 | 80,5 |

**мальчики от 12 до 16 лет**

| Ширина стельки в сечениях, мм |                 | Длина стопы, мм |      |      |      |      |      |      |      |
|-------------------------------|-----------------|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|
|                               |                 | 245             | 250  | 255  | 260  | 265  | 270  | 275  | 280  |
| 0,18Д                         | Расчетное       | 53,6            | 54,5 | 55,4 | 56,2 | 57,1 | 58   | 58,8 | 59,7 |
|                               | По ГОСТ 3927-88 | 57,2            | 57,9 | 58,6 | 59,3 | 60,0 | 60,7 | 61,4 | 62,1 |
| 0,68Д                         | Расчетное       | 83,8            | 85,1 | 86,5 | 87,8 | 89,2 | 90,6 | 91,9 | 93,3 |
|                               | По ГОСТ 3927-88 | 81,5            | 82,5 | 83,5 | 84,5 | 85,5 | 86,5 | 87,5 | 88,5 |

Для девичьей обуви нами предлагается ширину следа принять равной ширине отпечатка стопы на плантограмме, поскольку в данном возрасте значения полуугодового прироста

стопы незначительно и параметры девичьих колодок могут быть приближены к параметрам женских колодок. Расчетные значения ширины следа колодки исходной полноты в сечениях ОД8Д и О,68Д для объединенных групп школьников представлены в таблице 3.16.

В ходе антропометрических исследований стоп школьников были определены параметры средне-средних стоп и уточнены пропорции детской стопы. Были построены усредненные плантограммы стопы для всех объединенных групп школьников (на рис. 3.6. представлена усредненная плантограмма для школьников-мальчиков). На основании полученных данных, были спроектированы рациональные контуры следа колодок и определено месторасположение выкладок сводов.

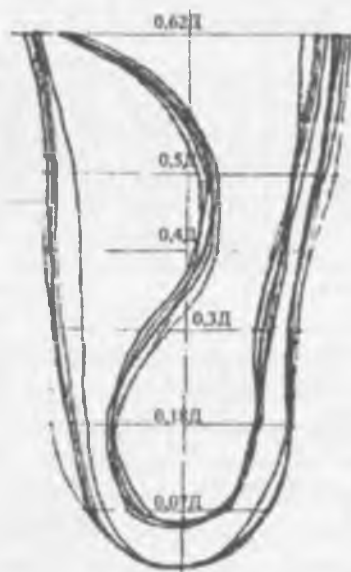


Рис.3.6. Усредненная плантограмма для школьников-мальчиков

### 3.4. Медико-технические требования к профилактической обуви для детей.

Наряду с необходимостью наличия объективных антропометрических данных о стопах детей, для создания рациональной конструкции профилактической детской обуви необходимо также располагать медико-техническими требованиями к такой обуви. Проведенный анализ научных исследований, выполненных в данной области, конструктивных решений, предлагаемых в разное время производителями профилактической обуви, а также собственные наработки в этом направлении позволили нам сформулировать следующие медико-технические требования к профилактической обуви для детей.

#### 1. Медицинские требования:

- вызывать целенаправленное воздействие на скелет стопы, обуславливать правильное его формирование;
- способствовать правильной установке пятки (стабилизировать голеностаранный и таранно-пяточный сустав);
- способствовать правильному формированию сводов стопы;

#### 2. Технические требования

##### Общие требования

- профилактическая обувь со сводоформирующей выкладкой назначается детям, с отставанием развития свода стопы, вследствие замедленного его формирования, без функциональных нарушений;
- обувь не должна препятствовать нормальному функционированию стопы, вызывать болезненные ощущения и неудобства при использовании;
- обувь должна быть впорной;
- гибкость и масса обуви должны соответствовать техническим нормативам.

Гибкость обуви регламентируется требованиями ГОСТ-14226 "Обувь. Нормы гибкости". Норма массы обуви установлена ГОСТ -16993 "Обувь. Нормы массы".

- обувь должна быть удобной при снятии и надевании;
- детская обувь должна иметь надежное и удобное закрепление на ноге, не препятствующее движениям (наиболее

предпочтительной для детской профилактической обуви является шнуровка). Также целесообразно использование пряжек и застежек «велкро»;

- профилактическая обувь для детей должна изготавливаться с закрытой пяточной частью.

*Требования к рациональной колодке для детской профилактической обуви:*

- форма колодки должна соответствовать анатомо-физиологическим особенностям строения детской стопы;

- форму носочной части следа колодки необходимо проектировать в соответствии с пальцевой дугой стопы. Для этого внутренний край по месту расположения большого пальца для детей до пятилетнего возраста — делают прямым, до восьмилетнего возраста — отклоненным на 5°, для остальных возрастных групп - принимают отклоненным на 8-10°;

- наиболее широкая форма носочной части в колодке для детской обуви должна быть не в области пучков, а у основания дистальных (ногтевых) фаланг, что будет обеспечивать свободу пальцев;

- при проектировании колодки необходимо закладывать припуск на полугодовой прирост стопы, как по длине следа, так и по обхватам. Значения полугодового прироста стопы по длине и обхватам для различных групп школьников были уточнены в главе 3.

- для лучшей фиксации пятки в детской обуви, необходимо, чтобы ширина следа колодки в сечении 0,18 Д рассчитывалась по формуле:

$$\overset{***}{\text{Ш}}_{0,18} = \overset{*}{\text{Ш}}_{\text{н.п.п.т}} + \overset{+}{\text{Ш}}_{\text{г.п.п.т}}$$

Расчетные значения ширины следа колодки исходной полноты для всех групп школьников в сечении 0,18Д представлены в главе 3.

- ширина пятки по габариту должна соответствовать ширине стопы;

- в обуви для детей дошкольного возраста приподнятость носочной части должна быть 8-10 мм, для детей школьного возраста- 11-12 мм.

- форма линии пяточного закругления колодки в

зависимости от вида обуви должна или точно соответствовать линии пяточного закругления стопы для заданной высоты приподнятости пятки или быть несколько смещена назад с целью избежание травмирования ахиллова сухожилия верхним кантом обуви и облегчения сьема и одевания;

- рекомендуемая высота приподнятости пятки зависит от длины стопы и составляет  $1/14 D$ ;

- обувь утепленная должна изготавливаться по колодкам, обхватные параметры которых увеличиваются в соответствии с требованиями ГОСТ 3927 на 3-4 мм.;

- обязательным элементом конструкции детской профилактической обуви является межстелечный слой,

- межстелечный слой должен обеспечивать рациональное распределение нагрузки по подошвенной поверхности стопы;

- межстелечные слои могут быть изготовлены закрепленными в обуви или извлекаемыми;

- если в конструкции обуви предусмотрен извлекаемый межстелечный слой (вкладная ортопедическая стелька), то по всему следу колодки должно быть заложено дополнительное внутринушное пространство на толщину межстелечного слоя;

- не извлекаемый межстелечный слой должен повторять анатомическую форму следа колодки;

- межстелечный слой должен иметь сводоформирующую выкладку;

- сводоформирующая выкладка проектируется в колодке в месте внутреннего и наружного продольного сводов стопы, которые располагаются между сечениями 0,20L и 0,60L. Максимальная высота выкладки продольных сводов, как с внутреннего, так и наружного края одинакова. Она находится на уровне пяточно-кубовидного сочленения;

- в области проекции бугра пяточной кости (с центром в сечение 0,18D) рекомендуется проектировать углубление на 3-4 мм.

*Требования к конструкции заготовки верха профилактической обуви:*

- конструкция обуви в местах соединения деталей верха не должны оказывать избыточного локального давления на стопу;

- видимые края деталей верха обуви рекомендуется

обрабатывать в обрезку с последующей окраской. при обработке видимых краев деталей обуви в загибку, края деталей должны быть спущены в соответствии с нормативами с целью недопущения утолщения кромки детали.

- обувь должна иметь трансформирующийся объем за счет конструкции верха;

- подкладка и верх обуви должны быть выполнены из натуральных материалов, имеющих необходимые гигиенические сертификаты;

- не допускается применять в малодетской и дошкольной обуви, на детали верха и низа искусственные и синтетические материалы, кроме материалов, имеющих разрешение органов здравоохранения на применение их в детской обуви.

*Требования к каркасным деталям обуви:*

- жесткий задник должен обеспечивать надежную фиксацию пятки в обуви с целью задания правильного вертикального положения пятки и повышения устойчивости при стоянии и ходьбе;

- для лучшей фиксации пятки рекомендуются прочные, высокие, жесткие задники;

- для создания условий для активного воздействия обуви на продольный свод стопы возможно применение асимметричного задника с удлиненным внутренним крылом. наружное крыло проектируют по обычной методике: внутреннее крыло заходит за вторую базисную линию с таким расчетом, чтобы крайняя его точка находилась на расстоянии 0,55 длины стопы;

- форма жесткого задника должна точно соответствовать форме пяточной части колодки. Не допускается загибание верхних кромок подноски и задника внутрь обуви и их выступание под подкладкой;

- для предохранения пальцев от травмирования при ходьбе изготавливаемая обувь для детей должна иметь жесткий подносок;

- деформация задника и подноски должна соответствовать требованиям ГОСТ.

*Требования к деталям низа обуви:*

- подошва профилактической обуви должна нейтрализовать ударные нагрузки при ходьбе и беге, что

достигается за счет применения материалов с высокими амортизирующими свойствами;

- подошва должна быть выполнена из материалов, обеспечивающих хорошее сцепление с опорной поверхностью при ходьбе и защиту от скольжения;

- подошва в обуви должна обеспечивать незатрудненный перекат при ходьбе. В носочной части подошва может выполняться заходящей на верх обуви;

- в обуви должны быть прочные геленки, так как нестабильная геленочная часть может привести к подвертыванию, растяжению и вывиху стопы;

- недопустимо использование для изготовления подошв жестких материалов с ограниченной гибкостью, таких как натуральная кожа, монолитные резины и их аналоги. Допустимо для профилактической обуви применять формованные подошвы из пенополиуретана и ТЭП.

При функциональной недостаточности мышечно-связочного аппарата или при начальных статическом нефиксированном плоскостопии у детей, по рекомендации врача, возможно назначение индивидуальных, сводоподдерживающих стелек, которые могут вставляться в профилактическую обувь с извлекаемым межстелечным слоем. В зависимости от степени выраженности деформации межстелечный слой может быть дополнен следующими элементами: супинатор пяточного отдела, пронатор пяточного отдела, супинатор носочно-пучкового отдела, пронатор носочно-пучкового отдела, супинатор или пронатор по длине следа.

### Выводы по 3 главе

1. Проведены антропометрические исследования стоп 1084 школьников города Бухары и в возрасте от 6 до 15 лет. На основе данных, полученных в работе, была выявлена закономерность изменения всех основных размеров стопы с возрастом детей; проведено сравнение с данными ранее проводимых исследований; уточнены значения полугодового прироста стопы по длине и обхватам.

2. На основе анализа рассчитанных коэффициентов регрессий и линий регрессий, построенных для основных размерных признаков стоп для детей каждого года жизни, было произведено объединение школьников по половозрастным группам. Было установлено, что между основными антропометрическими признаками и длиной в объединенных группах существует большая и средняя корреляционная связь. Теоретические и экспериментальные кривые распределения для объединенных групп школьников, как и рассчитанные критерии, показали, что распределения длины стоп школьников в данных половозрастных группах являются близкими к нормальному.

3. Рассчитан размерный ассортимент обуви для детей школьного возраста. В результате построения размерного ассортимента рекомендуется производить обувь размеров 205-240 для мальчиков в возрасте от 7 до 12 лет и 245-275 - для мальчиков в возрасте от 12 до 15 лет; размеров 205-230 для девочек в возрасте от 7 до 12 лет и 235-255 - для девочек в возрасте от 12 до 15 лет.

4. Для объединенных половозрастных групп школьников рассчитаны уравнения пропорциональности, связывающие значения ширины следа в пятке и пучках со значением обхвата в пучках, а так же задающие положение наружного и внутреннего пучка по длине. Уточнены значения ширины стопы по габариту и отпечатку в пятке и в пучках, что позволило обосновать ширину следа колодки в сечениях 0,18Д и 0,68/0,72Д. Установлено, что значения ширины колодки в пучках, заложенные в ГОСТ 3927-88 для рассмотренных половозрастных групп детской обуви занижены, а ширина следа колодки в сечении 0,18 Д завышена.

5. Получены антропометрические данные средне-средних стоп. Построены усредненные плантограммы стопы для всех объединенных групп школьников.

6. Разработаны медико-технические требования для детской профилактической обуви.

## ГЛАВА 4. РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ОБУВИ ПОВЫШЕННОЙ КОМФОРТНОСТИ И МЕДИЦИНСКОЙ ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЙ ОБУВИ

### 4.1. Разработка методики проектирования колодки для обуви повышенной комфортности.

Внутренняя форма создается в обуви как за счет формы колодки, в случае если данная обувь применяется без вкладных элементов, так и за счет вкладных элементов (стелек, полустелек, выкладок сводов). В работе для обеспечения рациональной внутренней формы медицинской профилактической обуви и обуви повышенной комфортности нами используются оба варианта решения.

В случае применения вкладных элементов, след колодки проектируется по традиционной методике, при этом по следу колодки должно быть заложено дополнительное внутри обувное пространство на толщину элемента.

При проектировании колодки с анатомическим следом выбор варианта методики проектирования во многом определяется возможностями получения необходимых исходных данных стопы. Как было показано в главе 2, рациональный след колодки для медицинской профилактической обуви и обуви повышенной комфортности должен соответствовать следу стопы, опирающейся на мягкое основание. В тоже время, получение данных стопы, опирающейся на мягкое основание, возможно только для случая с нулевой приподнятостью пятки, а для построения колодки с приподнятой пяткой необходимы данные стопы с пяткой, опирающейся на каблук соответствующей высоты. Способ обмера стопы с помощью 3-D сканера позволяет получить данные стопы, опирающейся на плоское основание. Причем, стандартное программное обеспечение, поставляемое со сканером, не предусматривает получение данных стопы с пяткой приподнятой на каблук.

Все это обуславливает необходимость рассмотрения в данной работе трех различных вариантов методики проектирования рационального следа колодки.

Предлагаемые варианты методики проектирования колодки с анатомическим следом для обуви повышенной комфортности рассматриваются на примере женской стопы ( $D=250$  мм), а медицинской профилактической обуви - на примере детской стопы ( $D=225$  мм), отобранных по результатам предварительных обмеров и не имеющих видимых деформаций. Проектирование колодок производилось для следующих значений высоты приподнятости пятки: (для женской  $B_{\text{п}}=1/14D \ll 20$  мм, для детской  $B_{\text{п}}=1/14D \gg 16$  мм).

**Методика проектирования колодок для обуви повышенной комфортности с высотой приподнятости пятки до 20 мм.  
(1 вариант методики)**

В зависимости от высоты приподнятости пятки требования к используемым исходным данным несколько различаются. Учитывая, что в низкокаблучной обуви ( $B_{\text{п}} < 20$  мм) стопа по следу изгибается незначительно (от 0 до 1,5 мм) [28], на наш взгляд, в качестве исходных данных допустимо использовать данные стопы, опирающейся на мягкое основание при нулевой приподнятости пятки.

Помимо слепка стопы в данном положении, для построения также используются плантограмма, полученная для случая равномерной опоры на плоское основание, и значения трех обхватов: обхват в середине пучков ( $O_{\text{с.п.}}$ ); обхват прямого взъема ( $O_{\text{п.в.}}$ ); обхват через пятку-сгиб ( $O_{\text{п.-сг.}}$ ).

В основу разработанной методики положена методика МГУДТ [7,49], в которую был внесен ряд изменений.

*Построение развертки следа колодки.*

1. В качестве исходной информации используется плантограмма правой стопы, полученная в положении равномерной опоры и ориентированная в трех системах координат (анатомической, продольная ось которой проходит через середину пятки и середину пучков; системе координат колодки по ГОСТ, проходящей через наиболее выступающую точку пятки и точку, расположенную на удалении 0,4 III, от внутреннего пучка; систем координат пяточно-геленочного участка следа колодки, продольная

осью которой является ось симметрии пяточной части следа, проходящая через середину пятки параллельно касательной к наружному участку следа).

2. Положение начальной точки следа находится на удалении от наиболее выступающей точки пятки на плантограмме, равному сдвигу в пятке по следу, рассчитываемому по ГОСТ при заданных значениях длины стопы и высоты приподнятости пятки.

3. Ширина следа в середине пятки (сеч. 0,18Д) рассчитывается по формуле:

$$Ш_{0,18}^{\text{кол}} = Ш_{\text{о.и.пят}} + Ш_{\text{г.и.пят}}$$

4. В сечении 0,62Д наружный контур следа строится совпадающим с контуром отпечатка на плантограмме.

5. Наружный участок контура следа от начальной точки до сечения 0,62Д строится проходящим, между контурами отпечатка и габарита стопы на плантограмме, занимая в пятке промежуточное положение и приближаясь к контуру отпечатка в области пучков. В геленочной части контур выполняется с небольшим (1,5-2 мм) прогибом, измеряемым по нормали, выставленной в середине касательной к наружной стороне контура следа.

6. Внутренний участок следа до сечения 0,3Д строится симметричным наружному участку относительно оси симметрии пяточного участка следа.

7. В сечении 0,73Д внутренний участок контура следа строится совпадающим с контуром отпечатка на плантограмме.

8. В подсводной области на участке 0,3-0,73Д ширина следа колодки выбирается с учетом обеспечения необходимого внутриобувного пространства в подсводной части обуви. Окончательная форма кривой следа колодки до пучков определяется в ходе ее корректировки по результатам построения поперечно-вертикальных сечений.

9. При построении носочного участка величина припуска в носочной части определяется с учетом задуманного фасона и не должна быть меньше минимального функционального припуска по ГОСТ. Форма кривой следа также выбирается с учетом задуманного фасона, при этом контур следа не должен резать контуры пальцев на отпечатке стопы.

*Построение продольно-осевого сечения и фронтальной проекции следа колодки*

1. При построении колодки для низко-каблучной обуви (высота каблука от 0 до 20 мм) могут быть использованы данные стопы, полученные для случая равномерной опоры на мягкое основание с нулевой приподнятостью пятки.

2. Кривая профиля следа строится по исходной кривой профиля следа стопы. При этом, под бугром пяточной кости (0,18Д), а также в середине пучков (0,68Д) кривые профиля следа стопы и колодки совпадают; в подсводной области (сечения 0,3-0,5Д) кривая профиля колодки проходит ниже кривой следа стопы, занимая промежуточное положение между кривыми профиля и фронтальной проекции следа стопы. Окончательное месторасположение кривой следа колодки на данном участке определяется по результатам построения поперечно - вертикальных сечений с учетом экскурсии свода стопы под нагрузкой. Носочный участок профиля следа колодки строится по стандартной методике с учетом заданной высоты приподнятости носка и принятой величины припуска в носочной части.

3. Линия пяточного закругления колодки строится по аналогичной кривой на профиле стопы. При этом точка начала следа находится выше положения ребра следа стандартной колодки, на пересечении линии пяточного закругления колодки и профиля следа.

4. Кривая фронтальной проекции следа колодки в области наружного свода строится совпадающей с аналогичной кривой на контуре стопы. *Построение поперечно-вертикальных сечений колодки* Первоначально контур поперечных сечений строится по стандартной методике [7,49]. При корректировке контуров сечений в пяточной части, под бугром пяточной кости контур следа колодки строится совпадающим с контуром сечения стопы; в геленочной части, в области наружного свода участок следа строится совпадающим с контуром сечения стопы в положении равномерной опоры на мягкое основание, а с внутренней стороны кривая следа колодки строится ниже кривой следа стопы на величину экскурсии свода под нагрузкой; в сечениях пучковой части контур следа колодки строится совпадающим с контуром следа стопы.

***Методика проектирования колодки для обуви  
повышенной комфортности с приподнятостью пяточной  
части от 20 мм и выше  
(2 вариант методики).***

Особенностью проектирования колодок, высота приподнятости пятки, которых от 20 мм и выше, является то, что в качестве исходных данных, используются данные стопы, полученные в положении равномерной опоры на плоское основание с пяткой, приподнятой на каблук.

Попытки использовать данные стопы, полученные для случая плоской опоры с нулевой приподнятостью пятки, приводят к искажению формы и размеров колодки, поскольку с изменением высоты приподнятости пятки происходит изменение формы следа стопы, а также ее наружного и внутреннего габаритов, линий пяточного закругления, гребня и др.

Получение данных стопы с заданной приподнятостью пятки в положении опоры на мягкое основание не представляется возможным.

Использование слепка, полученного для случая опоры на негатив, снятый со стопы с пяткой, приподнятой, но не опирающейся на каблук, как это предлагалась в работы [30], на наш взгляд, является некорректным, поскольку, как было показано в главе 2, при опоре под нагрузкой стопа существенно изменяет свои форму и размеры.

Проведенный эксперимент показал, что независимо от того опиралась ли стопа на плоское или на мягкое основание при одинаковых высоте приподнятости пятки и распределении нагрузки (равномерная опора на обе стопы) положение линии внутреннего габарита на стопе по отношению к нейтральному базису стопы остается неизменным. На основании этого можно предположить, что и для случая стопы, опирающейся на каблук, положение линии внутреннего габарита будет оставаться неизменным, независимо от того опирается ли стопа на мягкое или плоское основание.

С учетом этого можно предложить следующий порядок построения рационального следа колодки с высотой приподнятости, составляющей 20 мм и выше:

исходных данных выступают сечения  
случая стопы на плоское основание и  
каблука в качестве дополнительной  
стопы, полученные для  
на мягкое основание при нулевой

модели проектируются сечения  
при помощи пяточной.

перечерсечений стопы и колодки с  
контуров соответствующих  
на мягкое основание. При  
одинаковое положение по  
внутренней стороны.

нижней части поперечных  
на мягкое основание  
колодки.

корректируются контуры поперечно-  
колодки корректируются контуры  
и фронтальной проекции колодки (рис.

**широкой колодки для обуви**  
**с повышенной**  
**фланговой колодки).**

полученных данных стопы в положении  
представляется возможным.  
для обуви повышенной комфортности  
полученным в положении  
3D-сканера. При этом, если  
части проектируемой колодки  
использовать данные стопы с  
каблука  
формы следа стопы к форме  
опоры на мягкое основание.  
соответствующие величины  
дефекта мягких тканей стопы под  
для корректировки контуров поперечно-  
линии следа стопы должна

быть опущена на величину приращения в данном сечении при переходе от случая опоры на плоское основание к случаю опоры на мягкое основание, а в геленочной части: в области наружного свода - поднята на величину смятия мягких тканей при переходе от безопорного положения к положению равномерной опоры на мягкое основание; в области внутреннего свода - опущена на величину экскурсии свода под нагрузкой (рис. 4.2.). Аналогично корректируются контуры продольно-осевого сечения и фронтальной проекции стопы. Следует отметить, что в зависимости от размера и высоты приподнятости пятки колодки используемые значения приращений должны различаться.

Дальнейшее проектирование колодки производится по ранее рассмотренной методике.

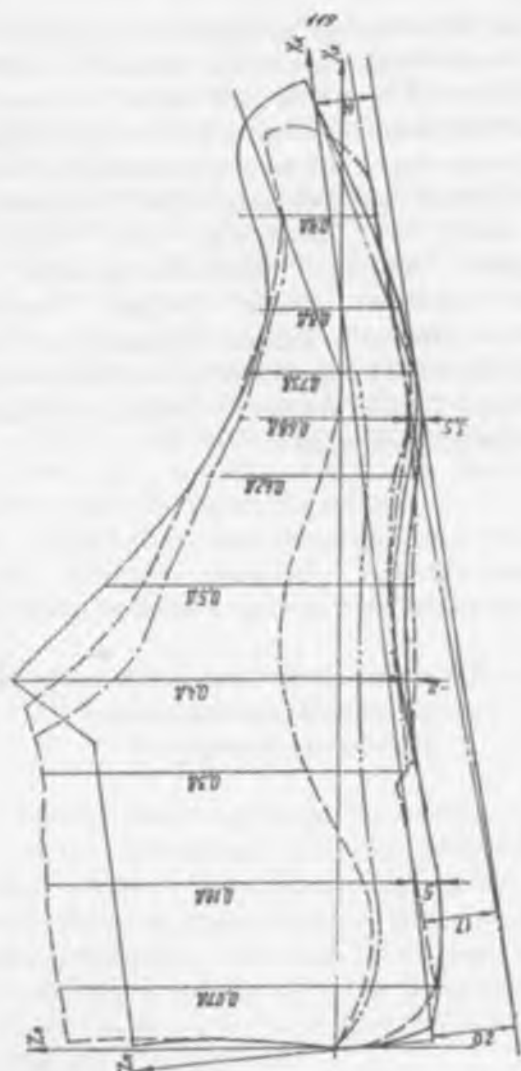


Рис.4.1. Построение продольно-осевого сечения колодки (Д-250) для женской обуви повышенной комфортности (—стопа в положении опоры на плоское основание с принятой пяткой; ---стопа в положении опоры на мягкое основание; .....колодка)

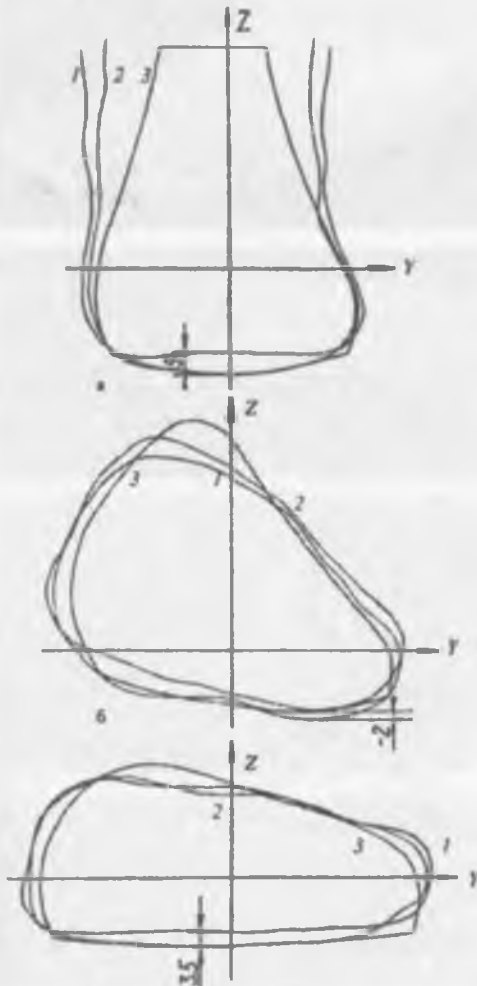


Рис.4.2. Построение контуров поперечно-вертикальных сечений калодки (Д-250) для женской обуви повышенной комфортности (а – сеч.0,18Д; б- сеч.0,5Д; в- сеч.0,73Д; 1-контур стопы в положении плоской опоры с пяткой, приподнятой на каблук; 2-контур стопы в положении опоры на мягкое основание; 3-контур калодки)

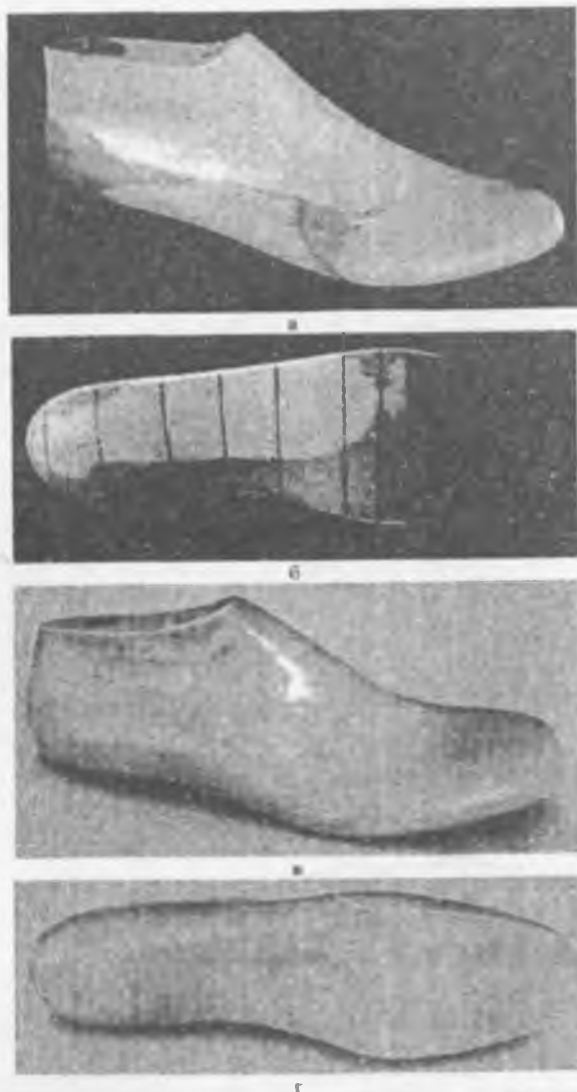


Рис. 4.3. Разработанные эталоны колодок для женской (а,б) и мужской (в,г) обуви повышенной комфортности (а,в-вид с наружной стороны; б,г-вид со стороны следа)

С использованием разработанной методики проектирования колодок (2 вариант) были спроектированы и изготовлены эталоны колодок для женской ( $D=250$ ) и мужской ( $D=270$ ) обуви повышенной комфортности (рис. 4.3.)

#### 4.2. Разработка методики проектирования колодки для детской профилактической обуви

В результате проведенных антропометрических исследований стоп школьников, описанных в 3 главе, были определены параметры условных средних стоп, необходимые для построения колодок.

Из коллектива детей были отобраны дети, параметры стоп которых приближаются к средне-средним, рассчитанным для каждой из половозрастных групп. При выборе учитывались не только основные размерные параметры средне-средней стопы, но и анализировались плантограммы, с тем, чтобы отсеять детей с патологическими отклонениями и деформациями стоп. Для отобранной группы детей были получены слепки стоп, которые наряду с плантограммами и измеренными обхватными параметрами являлись исходной информацией при проектировании колодок. При разработке колодки для детской профилактической обуви в качестве исходной информации нами использовались гипсовые слепки стопы, полученные в положении опоры на мягкое основание при нулевой приподнятости пятки, поскольку высота приподнятости пятки в зависимости от половозрастной группы составляла от 14 до 19 мм ( $1/14D$  в соответствии с рекомендациями М.И. Куслика).

Рассмотрим особенности проектирования профилактических колодок для детей на примере колодки для школьников-мальчиков. Построение продольно-осевого сечения колодки представлено на рис. 4.4. Образцы разработанных эталонов колодок и изготовленной обуви для школьников-мальчиков и школьников-девочек представлены на рис. 4.5.

При разработке колодок с анатомическим следом для детской профилактической обуви, на наш взгляд, будет справедлива методика проектирования колодки для низкаблужной обуви, описанная выше. В тоже время

необходимо учитывать особенности разработки колодок для детской профилактической обуви.

*Построение развертки следа колодки* производится по рассчитанной усредненной плантограмме для данной половозрастной группы.

Ширина следа профилактической колодки для школьников-мальчиков в середине пятки (сеч. 018Д) рассчитывалась по формуле:  $\text{Ш}^{\text{кол}}_{0,18} = \text{Ш}_{\text{пуч.удал}} + \text{Ш}_{\text{пуч.наст}}$  ширина следа в пучках (сечение 0,68/0,72Д)  $\text{Ш}^{\text{кол}}_{0,68} = (\text{Ш}_{\text{пуч}} + \text{Ш}_{\text{пуч}})/2$ . В нашем случае, при Д=225мм  $\text{Ш}^{\text{кол}}_{0,18}$  составляла 50,1 мм, а  $\text{Ш}^{\text{кол}}_{0,68}$  - 77,2 мм.

Как было установлено в главе 3, положение внутреннего пучка для школьников-мальчиков удалено от наиболее выступающей точки пятки на 0,73 Д, а наружного пучка - 0,65 Д.

При проскировании детских колодок, необходимо учитывать величину суммарного припуска. Величина суммарного припуска ( $P_{\text{сум}}$ ) рассчитывалась по формуле:

$$P_{\text{сум}} = P_1 + P_2 + P_3,$$

где  $P_1$  - минимальный функциональный припуск (0,045Д), мм;  $P_2$  - декоративный припуск, определяемый фасоном колодки, мм;  $P_3$  - припуск на полугодовой прирост стопы, задаваемый в колодках для детской обуви, мм (был уточнен в главе 3). Припуск на полугодовой прирост стопы для школьников-мальчиков составляет 4,3 мм.

*Кривая профиля следа* строится по исходной кривой профиля следа стопы, полученного для случая опоры на мягкое основание.

Кривая следа колодки на фронтальной проекции в области наружного свода, пятки (сеч. 0,18Д) и пучковой части (сеч. 0,73Д) строится совпадающей с аналогичной кривой на контуре стопы.

В подсводной области в сечениях 0,3Д, 0,4Д и 0,5Д, с тем, чтобы задать необходимый зазор для обеспечения рессорной функции внутреннего продольного свода, кривая профиля следа колодки строится занимающей промежуточное положение между контурами фронтальной проекции и профиля следа стопы. Окончательная корректировка кривой профиля в подсводной

области выполняется по результатам проектирования поперечно-вертикальных сечений с учетом экскурсии свода под нагрузкой. В носочной части профиль следа строится по стандартной методике.

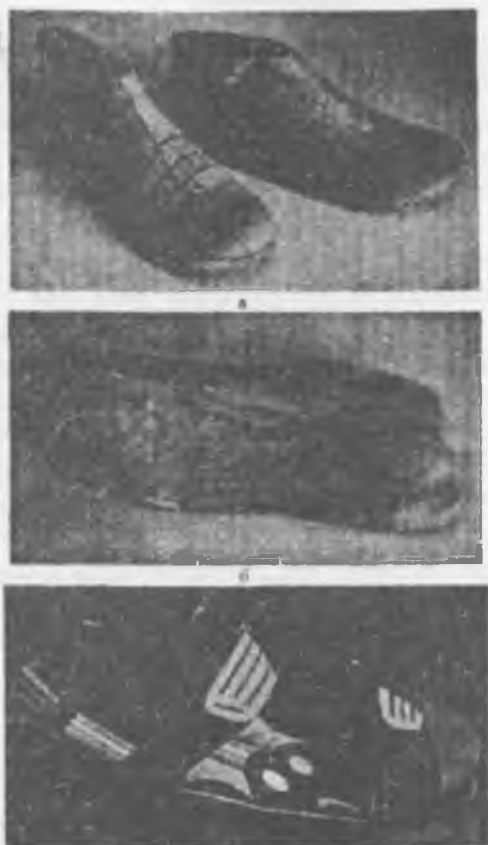
*При построении поперечно-вертикальных сечений колодки их контур по наружному своду строится совпадающим с контуром стопы, а с внутренней стороны, в подсводной области - проходящим ниже исходной кривой на величину экскурсии свода.*

С целью правильной установки стопы и способствования правильному формированию сводов след колодки для детской профилактической обуви в пяточной части (сеч. 0,18Д) имеет увеличенную стрелу прогиба, создающую в обуви углубление, способствующее правильной установке пятки, а в геленочной части задается равномерная выкладка как наружного, так и внутреннего сводов с наивысшей точкой в области пяточно-кубовидного сочленения (сеч. 0,36Д). Высота выкладки для школьников-мальчиков составляет 5-7 мм.

Разработанные методики проектирования следа колодок для обуви повышенной комфортности и медицинской профилактической обуви могут быть использованы как при разработке колодок традиционным ручным способом, так и при автоматизированном проектировании в составе программно-методического обеспечения создаваемых САПР колодок.

Наибольший эффект от их применения, на наш взгляд, возможен при автоматизированном проектировании поверхности колодки по данным 3D-сканирования стопы.





*Рис. 4.5. Разработанные эталоны колодок с анатомическим следом и образец детской летней открытой профилактической обуви литейного метода крепления*

#### **4.3. Разработка узла основной стельки для обуви повышенной комфортности и медицинской профилактической обуви**

При использовании затяжной колодки с анатомическим следом в конструкции обуви повышенной комфортности и медицинской профилактической обуви необходимо применять формованный стелечный узел, неходовая сторона которого должна точно соответствовать следу колодки. Поскольку при

изготовлении обуви предлагается применять клеевую затяжку верха с использованием стандартного оборудования и готовые формованные подошвы (при клеевом методе крепления), ходовая сторона стелечного узла выполняется уплощенной, соответствующей используемой подошве.

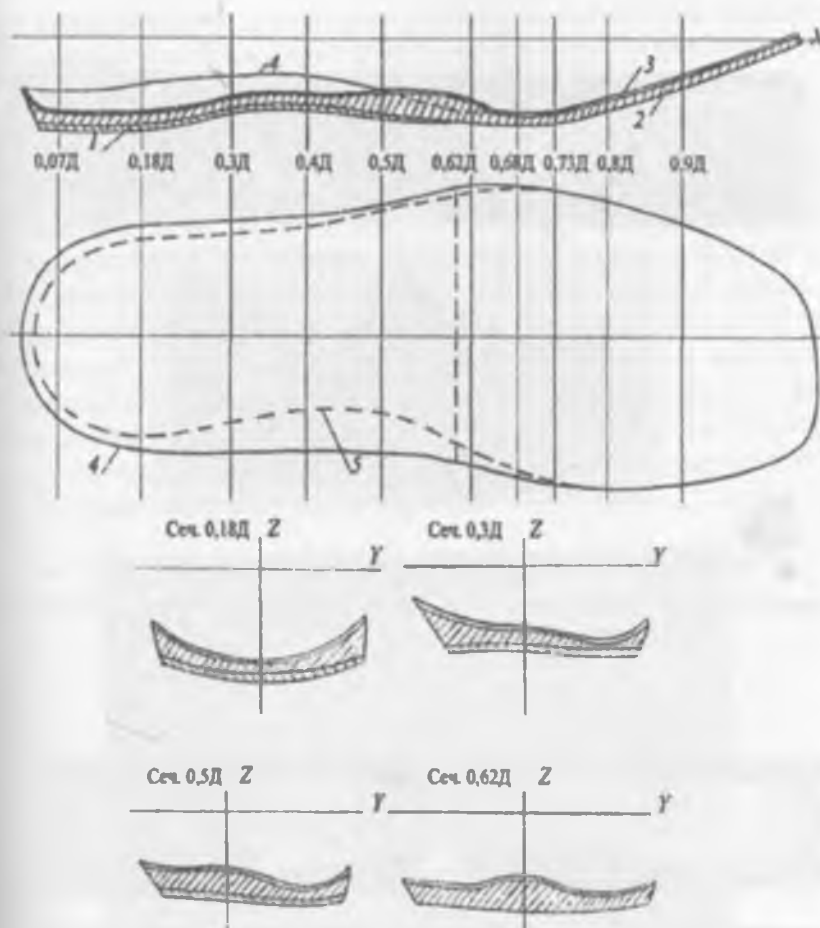
Контактный слой стелечного узла выполняется из подкладочной кожи или нетканых материалов. Минимальная толщина стелечного узла в пучках составляет 2-3 мм. Предлагается несколько вариантов конструкции стелечного узла.

Первый вариант - стелечный узел представляет собой цельноформованный элемент из полимерного материала, дублированного с ходовой стороны по всему следу слоем картона.

Второй вариант - стелечный узел состоит из формованного элемента из вспененного полимерного материала, дублированного с ходовой стороны в пяточно-геленочной части картонной полустелькой. Данная конструкция обеспечивает необходимую жесткость стелечного узла в геленочной части и хорошую гибкость в пучковой части.

Кроме того, возможны варианты полимерной формованной стельки, дублированной тканью, сеткой и т.д.

На рис. 4.6. показана конструкция стелечного узла для мужской обуви повышенной комфортности. На рис. 4.7 и 4.8 показаны образцы стелечных узлов для мужской обуви повышенной комфортности клеевого метода крепления и детской профилактической обуви литьевого метода крепления, а также образцы обуви, изготовленные по предлагаемой технологии.



**Рис.4.6. Конструкция стелечного узла для мужской обуви повышенной комфортности (1- картонная полустелька; 2- слой полимерного материала; 3 - контактный слой из кожи; 4 - контур стельки с неходовой стороны; 5 - контур стельки с ходовой стороны)**



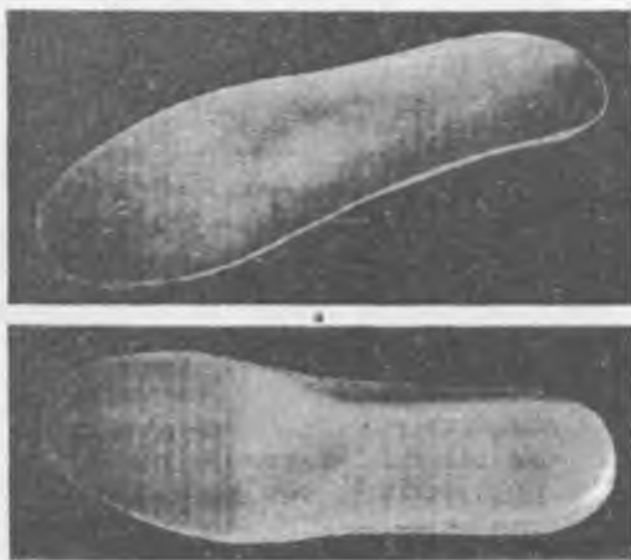
**Рис.4.7. Стелечный узел (а,б) и опытный образец мужских полуботинок повышенной комфортности клеевого метода крепления (в)**



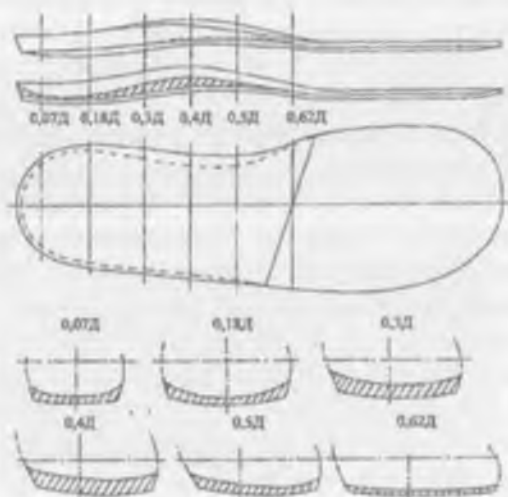
**Рис.4.8. Стелечный узел (а,б) и опытный образец детской профилактической обуви летьевого метода крепления (в), разрез обуви (г)**

#### 4.4. Разработка вкладных элементов для обуви повышенной комфортности и медицинской профилактической обуви

На основе полученных в результате проведенных антропометрических исследований данных условной средней стопы была спроектирована мужская разгружающая стелька «Комфорт» (рис. 4.9.). Стелька предназначена как для использования в обуви повышенной комфортности, изготовленной на колодках с традиционной формой следа и дополнительным внутрибувным пространством по следу на толщину стельки, так и в обычной бытовой обуви массового производства (в этом случае должна подбираться обувь повышенной полноты). Стелька имеет профилированное ложе в пяточной части, умеренные выкладки наружного и внутреннего продольных сводов, поперечного свода.



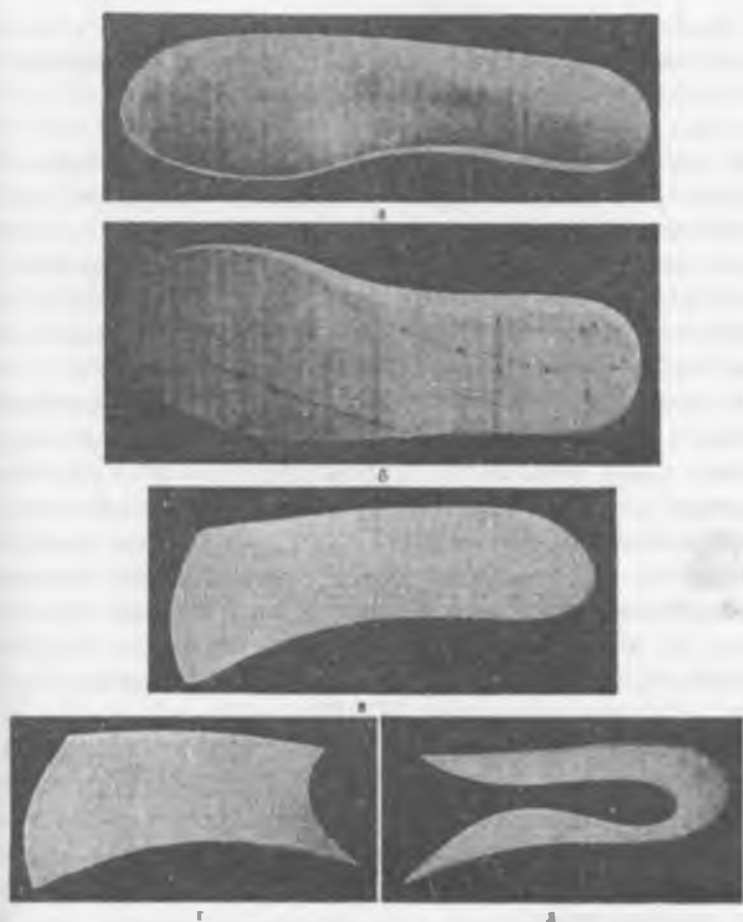
*Рис. 4.9. Разработанная мужская вкладная разгружающая стелька «Комфорт» (а - вид с неходовой стороны, б - вид с ходовой стороны)*



*Рисунок 4.10. Конструкция вкладной профилактической стельки для детей*

Для найденных параметров средне-средних стоп детей были разработаны образцы вкладных профилактических стелек (рис.4.П.а,б), предназначенные для использования в специальной профилактической обуви, изготовленной на колодках со стандартной формой следа, имеющей дополнительный припуск по следу на толщину вкладной стельки. Разработанные конструкции полустелек (рис.4.11.в) и выкладок сводов (рис.4.11.г,д) могут использоваться как в профилактической обуви, так и в обычной детской обуви массового производства.

В пяточной части разработанных стелек под бугром пяточной кости предусмотрено углубление, способствующее ее правильной установке. Для разворота переднего края пяточной кости предусмотрена выкладка, как наружного, так и внутреннего сводов. Наивысшая точка выкладки находится в области пяточно-кубовидного сочленения в сечении 0,3 бД и составляет от 5 до 7 мм. На рис. 4.10. представлен один из предлагаемых вариантов конструкции вкладной профилактической стельки для детей.



*Рис. 4.11. Вкладные элементы для детской профилактической обуви (а, б - стелька; в- полустелька, г, д - выкладки сводов).*

Проф. Спиваком Б.Г. было предложено дополнить разработанную конструкцию вкладной профилактической стельки (рис.4.11,б) съемными элементами (пронатором или супинатором, коском), с помощью которых стелька могла бы индивидуально дорабатываться с ходовой стороны при наличии вальгусной деформации, укорочении стопы и т.п.

#### 4.5. Выбор материала и технологии изготовления стелечного узла для обуви повышенной комфортности и медицинской профилактической обуви

В настоящее время в производстве ортопедических стелек широкое применение получили вспененные материалы, такие как пенополиэтилен, сэвилен, эвапласт, отличающиеся хорошими упруго-амортизационными свойствами, легкостью и невысокой стоимостью. Эти материалы отличаются высокой химической стойкостью, водостойкостью, потостойкостью, а изделия из них не оказывают вредного воздействия на организм.

Вспененные материалы должны обладать определенным набором физико-механических характеристик при изгибе и сжатии. Для материалов, применяемых при изготовлении вкладных стелек, важным является их поведение при многократном сжатии со значительной скоростью деформации, характерной для ходьбы. Некоторые виды материалов под воздействием многоцикловых деформаций сжатия теряют свою форму в связи с накоплением остаточных деформаций. Остаточная деформация при сжатии материалов для деталей низа обуви, не должна превышать 15-30%.

Снижение твердости материалов низа обуви увеличивает амортизационные свойства обуви, уменьшает утомляемость стопы при ходьбе и беге. Снижение твердости возможно только до определенного предела, который лимитируется величиной остаточной деформации материала при сжатии, пределы которой были указаны выше.

Были проведены испытания, по определению показателей свойств материалов при сжатии, и был подобран материал для изготовления стелечного узла и вкладной разгружающей стельки. При этом стояла задача выбора материала, обладающего: малой плотностью, с целью снижения веса изделия, оптимальными значениями показателей эластичности и упругости для обеспечения необходимых амортизационных свойств; необходимой пластичностью, для обеспечения при формоваемости. Технологичность материала оценивалась показателями термопластичных и адгезионных свойств, которые определяют способность формования в пресс-формах и способность к склеиванию.

Таким образом, для оценки эксплуатационных и технологических свойств были выбраны следующие показатели: остаточная деформация ( $\epsilon_0, \%$ ), упругость ( $Y, \%$ ), пластичность ( $P, \%$ ), изменения пластичности ( $\Delta P, \%$ ) при увеличении усилия.

В ходе выполнения работы были исследованы материалы различных марок как отечественных так и зарубежных производителей. Из представленного ассортимента необходимо было выбрать материал, по своему составу, строению и физико-механическим показателям наилучшим образом удовлетворяющий поставленным требованиям. Он должен обладать достаточно высокими упругими свойствами, чтобы обеспечивать профилированное ложе под пятку, и поддержку сводов при максимальной нагрузке и в тоже время обладать оптимальным соотношением показателей упругости и пластичности, чтобы в пучках, после при формования к стопе держать исходную форму.

Вначале проводились одно цикловые испытания, где пробы материалов нагружались на 37,5; 57,5; 77,5; 97,5; 112,5 кг. При выборе величин мы исходили из того, что средняя масса тела человека составляет 75 кг.

Пробе сообщали требуемую нагрузку и определяли толщину при действии заданной нагрузки, затем разгружали пробу и определяли толщину материала после сжатия и отдыха. По полученным результатам вычисляли остаточную и полную деформацию, а затем рассчитывали упругость и пластичность. Твердость материалов определяли абсолютным методом.

При исследовании поведения материалов, применяемых для изготовления вкладных стелек, при многократном сжатии установлено, что наибольшее изменение модуля сжатия и других показателей материала происходит в первые 5 циклов нагружения, до 10 циклов показатели несколько меняются, а затем остаются практически неизменными. Некоторые виды материалов под воздействием много цикловых деформаций сжатия теряют свою форму ("растаптываются"). Чтобы определить, как поведет себя материал при многократной нагрузке, пробы нагружались по 5 и 10 циклов (при значениях нагрузки 37,5 и 112,5 кг). После проведенных испытаний определялась остаточная и полная деформации, и рассчитывались показатели упругости и пластичности. Полученные результаты

при полу цикловых и много цикловых испытаниях для всех материалов сравнивались.

По результатам испытаний были построены графики изменения пластичности и упругости в зависимости от нагрузки, а также график, показывающий динамику изменения свойств материалов при увеличении нагрузки (Рис. 4.11.- 4.13.). Показатели свойств материалов при сжатии представлены в таблице в приложении И.

После оценки полученных результатов был выбран образец материала под № 5 (эвапласт вид Б плотностью 0,35 г/см<sup>3</sup>, твердостью 20-25 ед.). Этот материал обладает достаточно высокими упругими свойствами, чтобы обеспечивать профилированное ложе под пятку и доля упругой деформации при увеличении нагрузки изменяется незначительно по сравнению с другими материалами. То есть, представленный материал обладает наилучшей способностью сохранять размер и форму при деформировании и, следовательно, является наиболее пригодным материалом для изготовления стелечного узла и вкладной разгружающей стельки.

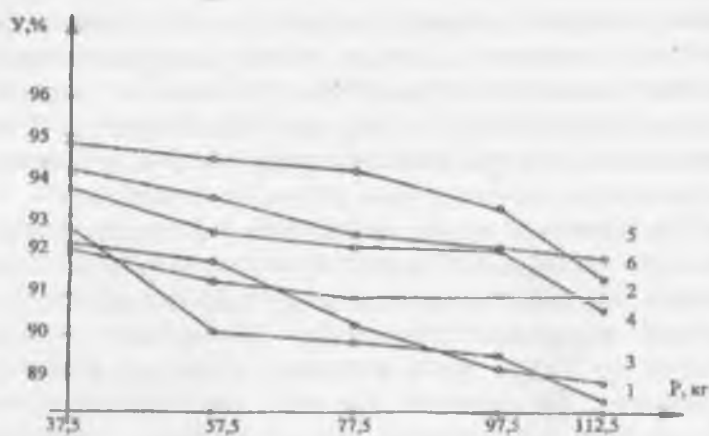


Рис.4.11. График изменения упругости от нагрузки

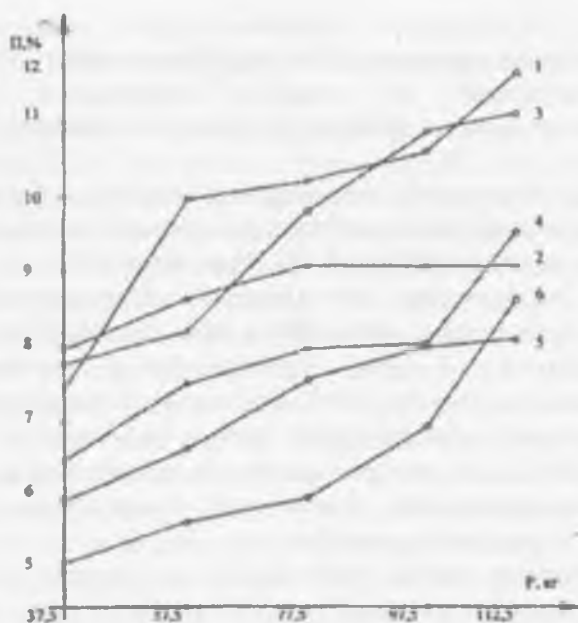


Рис. 4.12. График изменения пластичности от нагрузки

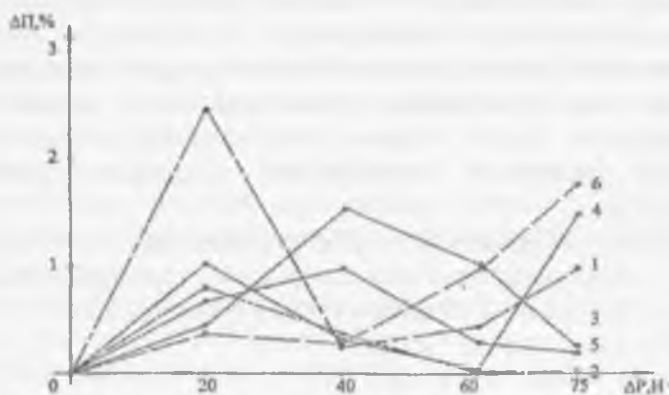


Рис. 4.13. Динамика изменения пластических свойств материалов при увеличении нагрузки

Выбор технологии изготовления стелечного узла. Для выбранного материала были подобраны оптимальные режимы

формования (температура нагрева материала, давление пресса, время разогрева материала в термоактиваторе). Полученные данные позволяют в процессе формования обеспечить формуемым изделиям требуемую форму и заданный комплекс свойств.

Чтобы установить оптимальные режимы формования в пресс-формах выбранных материалов проводились испытания по методике предложенной проф. В.Л.Раяцкасом [49].

Для определения оптимальной температуры нагрева материала проводились испытания при давлении  $10 \text{ кгс/см}^2$  и времени нагрева 1 мин, температура в термоактиваторе варьировалась от  $100$  до  $140^\circ\text{C}$ . В ходе испытаний установлено, что оптимальной температурой нагрева заготовок из эвапласта является  $120^\circ\text{C}$ , при которой величина остаточной деформации является максимальной. Увеличение температуры до  $140^\circ\text{C}$  приводит к плавлению материала.

При определении оптимального усилия формования давление изменялось от  $5$  до  $25 \text{ кгс/см}^2$  при постоянной температуре нагрева материала  $120^\circ\text{C}$ . В результате установлено, что оптимальным является давление  $20 \text{ кгс/см}^2$ , при котором обеспечивается требуемая величина остаточной деформации.

Для определения оптимального периода нагрева материала время формования изменялось от  $30$  секунд до  $3$  минут при установленных ранее значениях температуры и давления.

В ходе проведенных испытаний было установлено, что оптимальное время нагрева материала составляет  $90$  с, при котором материал приобретает наилучшие формовочные свойства.

Таким образом, в результате проведенного эксперимента были установлены оптимальные режимы термоформования:

- время разогрева материала в термоактиваторе  $90$  с.
- температура нагрева  $120^\circ\text{C}$
- давление пресса  $20 \text{ кгс/см}^2$ .

#### 4.6. Апробация результатов работы.

В рамках выполнения Государственной научно-технической программы ИТД-10 А-10-4 на тему: «Разработка конструкции и технологии изготовления специальной обуви для детей с патологическими отклонениями» была обоснована рациональная форма следа детской летней открытой обуви; разработана методика перехода от формы и размеров стопы к параметрам рациональной внутренней формы обуви; уточнен необходимый размерный ассортимент и определены геометрические характеристики средне-средней стопы; разработан эталон колодки для детской летней открытой обуви, по которому, с учетом технологических особенностей процесса литья, а также используемого оборудования и технологической оснастки, был разработан эталон поверхности прессовой колодки.

На предприятии ООО «BUKHARA SHOES INVEST» прошла промышленную апробацию и была внедрена в производство разработанная конструкция вкладной разгружающей стельки.

В рамках выполнения Государственной научно-технической программы ИТД-10 А-10-4 на тему: «Разработка конструкции и технологии изготовления специальной обуви для детей с патологическими отклонениями» были разработаны рекомендации по определению месторасположения, формы и размеров выкладок сводов для детской обуви;

конструкторская документация на вкладные профилактические изделия для детской обуви; изготовлены опытные образцы выкладок сводов, вкладных профилактических стелек и полустелек.

В рамках научно-исследовательской работы были проведены антропометрические исследования стоп школьников г.Бухары; установлены геометрические параметры средне-средних стоп для всех поло-возрастных групп школьников; разработан рациональный размерный ассортимент обуви.

По полученным данным были разработаны рациональная научно-обоснованная внутренняя форма обуви, спроектированы и изготовлены эталоны колодок для закрытой школьной обуви для мальчиков, школьной обуви для девочек.

### Выводы по 4 главе

1. На основании изложенных в главе 2 принципов была разработана методика проектирования колодки для профилактической обуви и обуви повышенной комфортности.

2. Разработана конструкция узла основной стельки для обуви повышенной комфортности и медицинской профилактической обуви.

3. Разработаны конструкции вкладных разгружающих и профилактических стелек.

4. Выбран материал и технология изготовления стелечного узла для обуви повышенной комфортности и медицинской профилактической обуви.

5. Разработаны и изготовлены образцы колодок для мужской и женской обуви повышенной комфортности, а также для детской профилактической обуви. Изготовлены образцы стелечного узла и комфортной обуви для мужчин. Изготовлены образцы вкладной разгружающей мужской стельки, детских профилактических стелек, полустелек и выкладок сводов.

6. Результаты работы прошли апробацию и внедрены на «BUKHARA SHOES INVEST».

## ОБЩИЕ ВЫВООДЫ ПО РАБОТЕ

1. В результате анализа научных работ по тематике исследования определено место медицинской профилактической обуви и обуви повышенной комфортности в общей классификации обуви; выявлены основные направления обеспечения комфортности обуви; проанализированы конструктивные решения, предлагаемые различными исследователями и ведущими мировыми обувными фирмами при создании конструкций профилактической и комфортной обуви.

2. Дан сравнительный анализ существующих методик перехода от формы стопы к форме рационального следа колодки, результаты которого были использованы при выборе направления экспериментальных исследований, а также при разработке принципов перехода от формы стопы к следу колодки.

3. С целью обоснования рациональной формы следа профилактической обуви и обуви повышенной комфортности проведены экспериментальные исследования по определению изменения формы и размеров стопы в зависимости от нагрузки с помощью усовершенствованного метода гипсовых слепков и 3-D сканера. В результате которых, были определены величины смятия мягких тканей стопы, значения экскурсии продольного свода стопы под нагрузкой, изменение положения габарита стопы по ширине и другие показатели.

4. С использованием компилятора Borland C++ Builder разработана программа Semakis, позволяющая из общего массива точек, полученных с помощью 3-D сканера, выделить координаты точек 10 основных поперечно-вертикальных сечений стопы, а также координаты габаритных линий стопы, являющихся необходимой исходной базой для проектирования колодок, а также для исследования характера изменения формы и размеров стопы под нагрузкой.

5. В результате антропометрических исследований стоп 1084 школьников города Бухары в возрасте от 6 до 15 лет установлены зависимости основных размерных признаков стопы от возраста, уточнены значения полуголовного прироста стопы по длине и обхватам.

6. Выделены четыре размерные группы детей школьного возраста: девочки от 7 до 12 лет, от 12 до 15 лет и мальчики от 7 до 12 лет и от 12 до 16 лет. Построены теоретические и экспериментальные кривые распределения основных размерных признаков, анализ

которых позволяет судить о их близости к нормальному распределению. На основе полученных данных рассчитан рациональный размерный ассортимент обуви для детей школьного возраста. Для выделенных групп получены антропометрические данные средние - средних стоп детей для последующего проектирования обувных колодок.

7. Для 4 половозрастных групп школьников рассчитаны коэффициенты пропорциональности, связывающие значения ширины следа в пятке и пучках со значением обхвата в пучках, а так же задающие положение наружного и внутреннего пучка по длине. Установлено, что положение внутреннего пучка для школьников-мальчиков и школьников-девочек удалено от наиболее выступающей точки пятки на  $0,73Д$ , а для девичьей и мальчиковой группы -  $0,72Д$ . Положение наружного пучка для школьников-мальчиков и школьников-девочек удалено от наиболее выступающей точки пятки на  $0,65Д$ , для девичьей и мальчиковой группы -  $0,64Д$ . Установлено, что для всех объединенных групп школьников коэффициенты пропорциональности отношения ширины наружного отпечатка к обхвату в пучках и ширины наружного габарита к обхвату в пучках остаются неизменным и составляют  $0,1$  и  $0,14$  соответственно.

8. По уточненным значениям ширины стопы в пятке и в пучках, обоснованы значения ширины следа рациональной колодки. Установлено, что значения обхвата в пучках, заложенные в ГОСТ 3927-88 для всех объединенных половозрастных групп занижены, а ширина следа колодки в сечении  $0,18Д$  завышена.

9. Разработаны медико-технические требования для детской профилактической обуви.

10. На основе сформулированных принципов перехода от формы стопы к форме рационального следа колодки разработана методика проектирования колодки для профилактической обуви и обуви повышенной комфортности. Изготовлены образцы вкладной разгружающей мужской стельки, детских профилактических стелек, полу стелек и выкладок сводов.

11. Разработаны конструкции, выбраны материал и технология изготовления стелечных узлов и вкладных изделий для обуви повышенной комфортности и медицинской профилактической обуви

## ТОЛКОВАТЕЛЬ ТЕРМИНОВ

- **Апоневроз** - широкая сухожильная пластина. Апоневрозы сходны с сухожилиями, однако, практически лишены кровеносных сосудов и нервных окончаний.

- **Аппаратно-программный комплекс «ДиаСлед»** предназначен для: раннего выявления деформаций опорно-двигательного аппарата при профилактических обследованиях; уточнения клинического диагноза, выбора способа лечения и конструкции индивидуальных ортопедических стелек при деформациях позвоночника, функциональном или анатомическом укорочении нижней конечности, деформациях стоп, заболеваниях суставов нижней конечности, неврологических нарушениях, оценки эффективности и коррекции техником-ортопедом индивидуальных ортопедических стелек, уточнения профилактических и реабилитационных программ, назначенных врачом ортопедом.

- **Артроз** - это заболевание суставов, сопровождающееся разрушением хрящей.

- **Вальгус** - любая деформация, вызывающая искривление вовнутрь конечностей. Обычно такая деформация возникает еще в детском возрасте буквально через несколько месяцев после начала ходьбы. Главная причина заболевания-большая нагрузка на ноги в период быстрого развития костей при слабом связочно-мышечном аппарате.

- **Галюкс вальгус** - вальгусная деформация первого пальца стопы, характеризующаяся отклонением от оси, деформация сопровождается появлением мозоля-натоптыша на пальце, что проявляется в виде боли и неудобства при ношении привычной обуви.

- **Гиподинамия**- нарушение функций организма (опорно-двигательного аппарата, кровообращения, дыхания, пищеварения) при ограничении двигательной активности, снижении силы сокращения мышц.

- **Компьютерная плантография** предназначена для проведения исследований состояния стопы (компьютерное обследование отпечатка стоп с расчетом определения степени поперечного и/или продольного плоскостопия) и выдачи диагностического заключения.

• **Кривошея** - заболевание, вызванное изменением мягких тканей, скелета и нервов шеи, выраженное наклонным положением головы с поворотом её в противоположную сторону.

• **Латекс**, он же натуральный каучук, добывают из млечного сока каучукового дерева-Бразильской Гвен

• **Ортез** - специальное приспособление, предназначенное для разгрузки, фиксации, активизации и коррекции функций поврежденного сустава или конечности.

• **Ортопедия** - медицинская дисциплина, изучающая распознавание, предупреждение и лечение деформаций и повреждений опорно-двигательного аппарата человека. В некоторых странах (в том числе и в России) совместно с травматологией составляет единую медицинскую специальность.

• **Осанка** - это привычное положение тела, которое человек принимает стоя или сидя. Формируется осанка с самого раннего детства в процесс воспитания и развития ребенка.

• **Остеохондроз** - дистрофическое поражение суставного хряща и подлежащий костной ткани. Развитию остеохондроза способствуют неблагоприятные условия статической нагрузки на позвоночник, наследственная предрасположенность, различные повреждения и перегрузка структур позвоночника (большая масса тела, ношение тяжестей и др.)

• **Плантография** - общее название методов определения патологии по отпечатку подошвенной поверхности стопы.

• **Подиатрия** - раздел медицины, занимающийся лечением заболеваний стопы и голени, объединяющий знания по ортопедии, травматологии, сосудистой и гнойной хирургии, нейрохирургии.

• **Полинейропатия** - множественное поражение периферических нервов, проявляющееся периферическими вялыми параличами, нарушениями чувствительности, трофическими и вегетососудистыми расстройствами преимущественно в дистальных отделах конечностей.

• **Полиуретан** - полимер, который используется в качестве заменителя резины. Полиуретаны нашли большое применение в промышленности благодаря широкому диапазону прочностных характеристик.

• **Пронация** - это способ постановки внешней части стопы при ходьбе и беге. Она является частью естественного движения, которое

помогает голени бороться с ударной нагрузкой, возникающий при каждом соприкосновении стопы с поверхностью, на которую она наступает. Некоторые люди при ходьбе или беге больше заваливают стопу вовнутрь (гиперпронация), а некоторые - наружу (недопронация или супинация).

- **Рахит** - заболевание детей грудного и раннего возраста, протекающее с нарушением образования костей и недостаточностью их минерализации, обусловленное главным образом дефицитом кальция и его активных форм в период наиболее интенсивного роста организма.

- **Сколиоз** - боковое искривление позвоночника в виде латинской буквы ...

- **Спондилёз позвоночника** - это хроническое заболевание, сопровождающееся деформацией позвонков из-за разрастания костной ткани: на поверхности позвонков появляются выступы и шипы.

- **Таранная кость** - одна из костей стопы, которая помещается выше пяточной, почему и называется ещё надпяточной, и сочленяется с костями голени.

- **Трофика** - это совокупность процессов клеточного питания, обеспечивающих сохранение структуры и функции ткани или органа.

- **Физиотерапия** - это метод лечения различных заболеваний, в котором используются не химические или лекарственные препараты, а используется физическое воздействие лазером, ультразвуком, током, магнитным полем.

- **Церебральный паралич** - это нарушение движений и контроля за положением тела в пространстве.

- **Шейно-плечевой синдром** - это возрастное заболевание, обычно наблюдается у людей 30-50 лет. Причинами заболевания могут быть ранее перенесенные вывихи плеча, травмы ключицы, , травмы мышц плечевого пояса и шеи, дистрофия или воспаления 4-7 позвонков шейного отдела, регулярные напряжения рук (чаще всего, профессиональные).

- **Коллагеноз** (коллагеновые болезни, диффузные заболевания соединительной ткани) - это группа заболеваний, характеризующаяся системным поражением соединительной ткани (Соединительная ткань — главная «опора» нашего

организма: ее элементы обнаруживаются в коже, костях, хрящах, стенках сосудов и даже крови).

- **Подагра** - это заболевание, вызванное нарушением обмена веществ в организме и отложением мочекислых соединений в тканях, с преимущественно поражением суставов (2,5% всех случаев заболеваний суставов) и почек. Различают подагру первичную — следствие врожденного нарушения обмена веществ и воздействия фактора питания, и вторичную — при отравлении свинцом, некоторых болезнях крови и др. (встречается реже). Поражаются преимущественно мужчины среднего возраста. Заболевание протекает в виде острых рецидивирующих приступов или хронически. Приступ подагрического артрита характеризуется внезапными болями, чаще в области большого пальца стопы, которые быстро нарастают, сопровождаются припухлостью и покраснением.

- **Сахарный диабет** - хроническое заболевание, вызванное нарушением обмена веществ: в основе болезни - абсолютная или относительная недостаточность инсулина. Синдром диабетической стопы (СДС) - одно из самых тяжелых осложнений сахарного диабета. В 50 % случаев причина СДС - патология нервных волокон и нервов на конечностях. Она проявляется ощущением мурашек и покалывания в стопе, понижением чувствительности кожи. В 25 % случаев причина СДС - нарушение местного кровообращения в стопе. Это может привести к омертвлению определенного участка ткани - гангрене.

- **Синдром диабетической стопы** развивается не сразу: это результат поражения сосудов, суставов, костей, периферических нервов, кожного покрова, мягких тканей нижних конечностей. Из-за указанных нарушений возникают гнойные и язвенные образования стопы, постепенно разрушается костно-суставная система.

- **Ишемические повреждения стоп** при сосудистых заболеваниях. Например, ишемическая диабетическая стопа образуется за счет поражения крупных и мелких сосудов конечностей. Само название патологии (ишемическая стопа) говорит о том, что в данном случае трофические изменения тканей стопы происходят по причине нарушения циркуляции крови и недостатка кислорода в тканях ноги. Признаки

ишемической стопы: выраженный, стойкий отек стопы, боли в ногах во время ходьбы, быстрая утомляемость ног, пигментация кожи, появление волдырей.

- **Деформирующий артроз первого плюснефалангового сустава.** Способствующими факторами развития артроза первого плюснефалангового сустава являются: большие и длительно действующие на сустав перегрузки или средние нагрузки, оказывающиеся для этого сустава чрезмерными; травма сустава; хронические микротравмы сустава, которые часто встречаются у спортсменов; переохлаждение стоп; ношение узкой, сдавливающей обуви.

- **Болезнь Леддерхозе** - подошвенная болезнь после травм и переломов. На фоне воспалительно-дегенеративных изменений появляется сокращение внутреннего края апоневроза (участок мышцы, расположенный там, где мышечные волокна переходят в сухожильные), что ведет к развитию патологий: плоскостопие, полая стопа.

- **Болезнь Мортон** (неврома Мортон) - заболевание, относится к числу редко встречающихся, проявляется сильной жгучей болью, локализуемой на подошвенной поверхности стопы между головками III и IV плюсневых костей. Боли ощущаются во время ходьбы и уменьшаются после разгрузки стопы, снятие обуви приводит к их полному исчезновению. Больные отмечают болезненное онемение IV и реже III пальцев.

- **бурситах** (бурсит — это острое или хроническое воспаление синовиальной сумки суставов; чаще всего бурсит возникает в плечевых суставах, реже — в коленных, локтевых, бедренных и в синовиальной сумке между пяточной костью и ахилловым сухожилием)

- **гигромах** (гигрома — это киста, которая образуется в тканях нашего организма; причинами возникновения гигромы связывают с постоянными и однотипными физическими нагрузками на суставы и сухожилия)

- **гиперкератозе** (гиперкератоз — чрезмерное развитие рогового слоя кожи человека; проявления гиперкератоза всем прекрасно известны — это мозоли и натоптыши;

- **натоптыши** возникают из-за постоянного давления и натирания вследствие неадекватной нагрузки на стопу при

физических нагрузках, плоскостопии, при ношении узкой обуви, обуви на высоком каблуке, особенно если имеется избыточный вес)

- **незаживающих трещинах** (чаще всего трещины на подошвенной поверхности стопы появляются при грибковой инфекции, либо при пересыхании кожи из-за повышенного образования рогового слоя)

- **Пяточная шпора** - это шиповидное костное разрастание на подошвенной поверхности пяточных костей в месте прикрепления связок стопы или пяточного (ахиллова) сухожилия.

- **остеохондропатия** - заболевание, характеризующееся омертвлениями губчатого вещества костей в местах наибольшей механической нагрузки на них:

- Болезнь Диаса (таранная кость)
- Болезнь Излена (V плюсневая кость)
- Болезнь Келлера I (ладьевидная кость предплюсны)
- Болезнь Келлера II (головки II, III, IV плюсневых костей)
- Болезнь Ренандера-Мюллера (сесамовидной кости I плюснефалангового сустава)
- Болезнь Севера (пяточной кости)
- Болезнь Фрайберга (головки II плюсневой кости)
- Болезнь Хаглунда (аномальная кость между ладьевидной костью предплюсны и головкой таранной кости)
- Болезнь Хаглунда-Шинца (апофиза пяточной кости)
- **Прочие патологии стоп:** дефекты стоп, связанные с несостоятельностью мягких тканей (омертвление мышц), дефекты стоп после хирургического лечения деформаций, после консервативного лечения (систематическая лечебная гимнастика, косолапости).

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стопа и рациональная обувь /К. И. Ченцова - М.: «Легкая индустрия», 1974.
2. Расчет параметров рациональной внутренней формы обуви на основе силового взаимодействия стопы с обувью /Лыба В. П. - диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, М.: 1983.
3. Антропометрические и биомеханические основы конструирования изделий из кожи /Кочеткова Т.С., Ключникова В.М. -Легпромбытиздат, М, 1991 .
4. Анализ антропометрических данных стоп детей /Киселева М.В., Фукин В.А., Егорова Т.Ш.- КОП, №2, М., 2006.
5. Конструирование изделий из кожи /Зыбин Ю.П., Ключникова В.М., Кочеткова Т.С., Фукин В.А., - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982.
6. Буй В.Х. Разработка метода получения антропометрических данных и проектирования внутренней формы обуви с использованием цифровых и информационных технологий (на примере антропометрии вьетнамских школьников): Дисс к.т.н.- М, МГУДТ, 2006
7. ГОСТ 16035-81. Показатели качества изделий эргономические. Термины, определения, классификация и номенклатура. // Введен 11.07.82, Издательство стандартов. 1981, 5 с.
8. Обувь и ее роль в профилактике плоскостопия /Яралов-Яралянц В.А., Шаргородский В.С. - Сборник: Ортопедия, травматология.
9. Разработка и обоснование конструкции медицинской обуви /Иванова Т.М.- диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, М.: МГАЛП, 2003.
10. Медико-биометрическое обоснование конструкций медицинской обуви для больных сахарным диабетом /Французова Н.В.- диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, М.: МГАЛП, 1998.
11. РД17-06-152-89. Обувь. Номенклатура показателей качества.- Взамен ГОСТ 4.12-81-Введ. 01.01.92. М: ЦНИИТЭН, 1991 - 9с.

12. Распространенность патологии/ Андрианов В.В.- Организация ортопедической и травматологической помощи детям, Л.: 1988

13. Костылева В.В. и др. Антропометрические исследования стоп женщин пожилого возраста, КОП, 1991, №1, с. 45.

14. Костровская Т.В. Разработка методики автоматизированной оценки комфортности обуви по показателям физико-механических свойств пакетов материалов верха / - диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. М.: МГУДТ, 2006

15. Рыкова Е.С. Обоснование и разработка конструкции обуви специального назначения / - диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, М.: МГУДТ, 2004.

16. Фукин В.А., Сакулина Д.О., Костылева В.В. О комплексе свойств, определяющих комфортность обуви. Кожевенно-обувная промышленность, 1994, №1-2, с.37-38

17. ГОСТ 23251-83 (СТ СЭВ 2677-80) «Обувь. Термины и определения», - М.: Издательство стандартов, 1984, -17с.

18. Белгородский В.С. Разработка методов и средств повышения комфортности обуви: Дисс. ... канд. техн. наук. М, 2001.

19. Горбачик В.Е., Линник А.И. Комплексная оценка уровня качества обуви / Обувная промышленность. Обзорная информация. -М:ЦНИИТЭИлег-пром, 1991.- вып. 2, - 60 с.

20. Рекомендации по проектированию вкладных ортопедических стелек для детей (на подбор) / И.К.Горелова. Ю.Б.Голубева, Е.И.Скирмонт -СПбНИП, СПб, 2002.

21. Калягин А.М. Обоснование и разработка конструкции медицинской обуви для больных с поражением нервных окончаний конечностей./- диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, М.: МГАЛП, 1999.

22. Максимова И. А. Создание конструкций малосложной ортопедической обуви./- диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, М.: МГУДТ, 2003.

23. Барановская И.А. Совершенствование размерного ассортимента детской кожаной обуви. Дис.... к.т.н. М, 2003. 147 с.

24. Фукин В.А., Костылева В.В., Лыба В.П. Проектирование обувных колодок, Легпромиздат, М., 1987, с.68

25. Фукин В.А., Киселев С.Ю.Проектирование

технологической оснастки обувного производства. Учебное пособие.-М.:ИИЦМГУДТ. 2003

26. Тулупов О.К., Артемьева О. А. Исследование повышения комфортности внутриобувного пространства // Кожевенно-обувная промышленность 2005, №1, с.44-46

27. Зыбин Ю.П. Основные задачи исследования в области конструирования рациональной обуви. - Труды IV пленума по вопросам лечения заболеваний и деформаций стоп и обеспечения населения рациональной обувью, ЦИТО, Москва, 1972, с 24.-30.

28. Анатомические и биомеханические обоснования для изготовления обуви при плоскостопии /Годунов С.Ф. - 6-я научная сессия ЦНИИ протезирования и протезостроения, М.: 1958.

29. Разработка следа медицинской обуви для женщин с начальными степенями статических деформаций стоп /Н. А. Колесникова, Т. С. Кочеткова. - Труды IV пленума по вопросам лечения заболеваний и деформаций стоп и обеспечения населения рациональной обувью, ЦИТО, Москва, 1972.

30. Разработка методов расчета энергозатрат человека при ходьбе в обуви и амортизирующего низа обуви /Москвин О.Я. - Диссертация на соискание ученой степени к.т.н., М: 2000.

31. Методика исследования, диагностика и ортопедическое снабжение при статических деформациях стоп. Методические рекомендации для ортопедов-травматологов, хирургов, врачей протезно-ортопедических предприятий. Харьков, 1984.

32. Конструкторско-технологические решения повышения эргономических свойств обуви /Горбачик В.Е. - Диссертация на соискание ученой степени д.т.н., МГАЛПИ, М: 1998.

33. Исследование и разработка метода расчета стелечного узла для профилактики продольного плоскостопия /Куприянов А.П. - Диссертация на соискание ученой степени к.т.н., М: 1999.

34. Разработка и обоснование конструкции обуви для лиц с переломами пяточной кости. / Фокина А.А. - Диссертация на соискание ученой степени к.т.н., М: 2004.

35. Динамика возрастных изменений длины детской стопы /Барановская И.А., Покусаева А.Д., Безбородов С.С.- КОП, №4, М., 2001.

36. <http://www.ecco-shoes.ru>

37. <http://www.mephisto.com>

38. <http://www.clarks-russia.com/about.htm>
39. <http://www.textilemarket.ru/lib.asp?parent=116&display=435>
40. <http://www.solidus.info/englisch/philo.html>
41. <http://www.romus.es>
42. [http://www.upv.es/informa/info/IBV/index\\_3f200i.html](http://www.upv.es/informa/info/IBV/index_3f200i.html)
43. <http://www.finncomfort.de>
44. <http://www.gabor.de>
45. <http://www.lloyd.de>
46. 74. <http://www.rieker.com>
47. <http://www.ganter.de>
48. <http://www.shoefashiongroup.com>

49. Практикум по технологии изделий из кожи./ Под ред проф. В. Л. Раяцкаса. - М., Легкая и пищевая промышленность, 1981. - 279 с.

50. Системы принудительной вентиляции внутриобувного пространства /Александров СП., Скогорева О.В.- КОП, №4, М. 2007, с.51

51. Анализ и классификация амортизирующих устройств в обуви / Александров СП., Кузнецова Е.А.- КОП, №2, М., 2006, с. 47-50.

52. Разработка конструкторско-технологических решений повышения опорной комфортности обуви. / Родионова Ю.В. - Диссертация на соискание ученой степени к.т.н., С-Пб: 2000.

53. Разработка методов и средств совершенствования внутриобувного пространства. / Николаева Т.А. - Диссертация на соискание ученой степени к.т.н., С-Пб: 1999.

54. Обувь ортопедическая. Термины и определения РСТ РСФСР 741-88. М.: Изд-во стандартов, 1988

55. Медицинские требования, предъявляемые к построению детской профилактической обуви /Яралов-Яральянц В.А., Шаргородский В.С., Фарниева И.В., Труды IV пленума по вопросам лечения заболеваний и деформаций стоп и обеспечения населения рациональной обувью, ЦИТО, М: 1972. стр. 135-137.

56. Костюхова Ю.С. / Разработка теоретических и методологических основ автоматизированного проектирования обуви Костюхова Ю.С. : Дисс. ... канд. техн. наук. М., 2001.

57. Колесникова Н.А. Создание медицинской обуви на основе данных о морфологии женских стоп. Дисс....к.т.н., М. 1972. 171с

58. Анализ конструкций малосложной ортопедической обуви и лечебно-профилактических приспособлений/ Максимова И.А.- учебное пособие, МГУДТ, М,2001, с.115

59. Синева О.В. Разработка внутренней формы детской обуви Дисс.....к.т.н., М., 2003. 210с.

60. О функции продольного свода стопы/Яралов-Яралянци В.А.- Журнал Ортопедия, травматология, протезирование, вып. 1, 1977.

61. Плоскостопие и нормальная детская обувь/ Куслик М.И.- Новый хирург архив, т.15, №2-3,1928, стр.394-398.

62. Морфологические особенности детской стопы /Кране В.М. Колесникова Н.А., Луковенко Г.В. .- Сборник: Стопа и вопросы построения рациональной обуви, М, ЦИТО,1980,стр.4-7.

63. О размерной типологии стоп школьников /Кране В.М., Колесникова Н.А., Истомина Н.С.- Сборник: Стопа и вопросы построения рациональной обуви, М, ЦИТО, 1980, стр. 7-13.

64. Конструирование и технология ортопедической обуви. Учебное пособие для средних учебных заведений, С-ПбД996, с.341.

65. Мусаев С.С., Узокова Л.П., Абдурахмонова Ф.А. "Чарм буюмлар технологияси. Тошкент "Фан ва технология" нашриёти. 2014, 202 бет.

66. Мусаев С.С., Узокова Л.П., Абдурахмонова Ф.А.5 ёшдан 12 ёшгача бўлган болалар ўртасида антропометрик ўлчовлар ўтказиш бўйича услубий кўрсатма. БухМТИ. 2015

67. Мусаев С.С., Узокова Л.П., Абдурахмонова Ф.А. "Чарм буюмлар технологияси фанидан лаборатория ишларини бажариш бўйича практикум". Тошкент "Фан ва технология" нашриёти. 2015, 376 бет

68. Олимов Қ.Т. Мухаммедова М.О. "Сравнительный анализ швейных машин для скрепления деталей верха ортопедической обуви". нинг "Молодой Ученый" илмий журнали, Россия Федерацияси, 2015.

69.Мусаев С.С., Узокова Л.П., Абдурахмонова Ф.А. Статик деформациялар ва функционал етишмовчилик асосидаги касалликлар. Бухоро Давлат Университетининг "Психология" илмий журналида. 3 (19) 2015.85-88 бетлар.

70. С.С.Мусаев, Л.С.Мусаева. "Выбор материала и технологии изготовления стельчного узла для обуви повышенной

комфортности и медицинской профилактической обуви, Кимёвий технологиялари соҳасининг долзарб муаммолари. Халқаро илмий-амалий анжуман материаллари. 10-12 ноябр 2015.

71. С.С.Мусаев. Применение новых разработок в области искусственного интеллекта для решения задач производства обуви”, 2015, Кимёвий технологиялари соҳасининг долзарб муаммолари. Халқаро илмий-амалий анжуман материаллари. 10-12 ноябр 2015. Абдурахманова Ф.А. Патологик нуксонлари бўлган болалар учун ортопедик пойабзал ишлаб чиқаришда ганч нухасини ҳосил қилиш ва изини олиш методлари. Кимёвий технологиялари соҳасининг долзарб муаммолари. Халқаро илмий-амалий анжуман материаллари. 10-12 ноябр 2015.

72. Узоқова Л.П., Гаппарова М.Х., Мухаммедова М.О. Патологик нуксонга эга бўлган болаларнинг оёқ панжасини узунлиги бўйича вариацион тақсимланиш графигини тузиш. Кимёвий технологиялари соҳасининг долзарб муаммолари. Халқаро илмий-амалий анжуман материаллари. 10-12 ноябр 2015.

73. Узоқова Л.П., Гаппарова М.Х., Мухаммедова М.О. Патологик нуксонга эга бўлган болаларни оёқ панжасини оммавий ўлчаш ва ўрганиш методлари. Кимёвий технологиялари соҳасининг долзарб муаммолари. Халқаро илмий-амалий анжуман материаллари. 10-12 ноябр 2015. Қ.Т.Олимов. Мухаммедова М. Ортопедик пойабзал устки деталларини тикиш машиналарини қиёсий таҳлили, БухМТИ, “Фан ва технологиялар” журнали, 2015.

74. Мусаев С.С. Узоқова Л.П., Абдурахмонова Ф.А. Чарм-пойабзал тармоғига илғор технологияларни жорий этиш, техник қайта жиҳозлаш ва модернизация қилиш имкониятлари. Ўрта махсус касб-хунар таълими жараёнида сифат ва самарадорликни оширишнинг долзарб муаммолари. Республика илмий-амалий конференцияси материаллари. Бухоро-2015. 20-21 апрель.

75. Мусаев С.С. Узоқова Л.П., Абдурахмонова Ф.А. Ортопедик пойабзал лойиҳалаш учун антропометрик ўлчовлар ўтказиш. Ўрта махсус касб-хунар таълими жараёнида сифат ва самарадорликни оширишнинг долзарб муаммолари. Республика илмий-амалий конференцияси материаллари. Бухоро-2015. 20-21 апрель.

76. Мусаев С.С. Узокова Л.П., Абдурахмонова Ф.А. Ясситовон болалар учун махсус пойабзаллар ишлаб чиқишга таъсир этувчи омиллар. Ўрта махсус касб-хунар таълими жараёнида сифат ва самарадорликни оширишнинг долзарб муаммолари. Республика илмий-амалий конференцияси материаллари. Бухоро-2015.20-21 апрель.

77. Мусаев С.С. Махсус пойабзал конструкциясини ишлаб чиқишда антропометрик кўрсаткичлар ўзгарувчанлиги. Ўрта махсус касб-хунар таълими жараёнида сифат ва самарадорликни оширишнинг долзарб муаммолари. Республика илмий-амалий конференцияси материаллари. Бухоро-2015.20-21 апрель.

78. Мусаев С.С. Нуксонли тоvonлилар учун пойабзал лойиҳалашда антропометрик кўрсаткичларни ўзгарувчанлиги. Ўрта махсус касб-хунар таълими жараёнида сифат ва самарадорликни оширишнинг долзарб муаммолари. Республика илмий-амалий конференцияси материаллари. Бухоро-2015.20-21 апрель.

79. Адизов Ф., Абдурахмонова Ф.А. Антропометрик ўлчовлар ўтказиш бўйича ўлчаш дастурларини тузиш. Бухоро муҳандислик-технология институти микёсидаги илмий-амалий анжуман.2015.

80. Ҳалимова О., Узокова Л.П. Антропометрик кўрсаткичларни ўзгарувчанлиги ва таксимланиш қонуниятлари. Бухоро муҳандислик-технология институти микёсидаги илмий-амалий анжуман.

81. Жўраев К., Мусаев С.С. Патологик нуксонга эга бўлган болалар учун махсус пойабзал конструкциясини ишлаб чиқишда антропометрик кўрсаткичлар ўзгарувчанлиги. Бухоро муҳандислик-технология институти микёсидаги илмий-амалий анжуман.

82. Узакова Л.П., Мухаммедова М.О. Выбор метода антропометрических исследований стоп у детей, имеющих патологические отклонения. “Молодой Ученый” илмий журнали, Россия Федерацияси 2015.

83. Узакова Л.П., Мухаммедова М.О. Исследование характера изменения формы и размеров стопы в зависимости от положения и нагрузки у детей, имеющих патологические отклонения. “Молодой Ученый” илмий журнали, Россия Федерацияси 2015.

Таблица 1.

**Конструктивные решения, используемые производителями для обуви повышенной комфортности**

| Фирма              | Узел                                       | Предлагаемые решения                                                                                                                                                                                                                      | Обеспечиваемый результат                                                                                                                                   |
|--------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                  | 2                                          | 3                                                                                                                                                                                                                                         | 4                                                                                                                                                          |
| Clarks<br>(Англия) | Колодка                                    | Использование колодок повышенных полнот (увеличенные значения обхватов в пучках и прямого аэзма)                                                                                                                                          | Удовлетворение потребности носчиков нестандартными размерами стоп (увеличенная полнота, возрастные изменения и т.д.)                                       |
|                    | Подошва                                    | Система Active Air (рис.а), состоящая из сети воздухопроницаемых канавок и камер в подошве. Внешняя подошва обуви сделана из крепкой резины или полиуретана (PU), внутренняя из пенополиуретана или EVA.                                  | Лучшее поглощение динамических нагрузок при ходьбе, обеспечение возвратного потока воздуха при ударе                                                       |
|                    | Подошва для классической мужской обуви     | В конструкции обуви Flexline (рис. в) используются специальные вставки в подошву. Носочно-пучковая часть подошвы заполнена EVA, в пяточной части используется пробковый поглотитель динамической нагрузки.                                | Достижение особой мягкости и гибкости и легкости обуви, поглощение динамических нагрузок при ходьбе.                                                       |
|                    | Подошва мужской обуви для активного отдыха | Технология тройной подошвы- Tri Step (рис.б). В конструкции подошвы применяются: полиуретановая вставка в пяточную часть подошвы, дополнительная поддержка геленочной части за счет фиксирующих бортиков и гибкая носочно-пучковая часть. | Нейтрализация динамических нагрузок при ходьбе, дополнительная поддержка геленочной части и максимально комфортный перекат стопы в носочно-пучковой части. |

|                                   |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                   | Стелька          | Комбинированная стелька, состоящая из пенополиуретана, войлока и кожного верха с перфорацией в носочно-пучковой части                                                                                                                                                                                      | Повышение комфортности обуви за счет отвода влаги от стопы. Благодаря приформованности войлока к стопе увеличивается площадь контакта плантарной поверхности стопы со стелькой в обуви, а это в свою очередь приводит к более равномерному распределению давления |
| Solidus<br>(рис. г)<br>(Германия) | Колодка          | Использование колодок повышенных полнот, с заложенным по следу дополнительным внутриобувным пространством для профилированной стельки                                                                                                                                                                      | Удовлетворение потребности носчиков с нестандартными размерами стоп (возрастные изменения, диабетическая стопа и т.д.)                                                                                                                                            |
|                                   | Вкладная стелька | Анатомическая комбинированная стелька из пробколатексного материала с выкладкой внутренних сводов и небольшим валиком Зейца. В конструкции стельки в пяточной части предусмотрена подпяточная подушка из материала «Луналастик». Верхний контактный слой - кожа, перфорированная в носочно-пучковой части. | Повышение опорной комфортности обуви, предотвращение прогрессирования статической деформации, разгрузка пяточной шпоры, обеспечение нормального микроклимата внутриобувного пространства                                                                          |
|                                   | Заготовка верха  | Для заготовки верха обуви применяются мягкие натуральные кожи. Верх обуви выполняется без внутренних швов в области переднего отдела стопы. В конструкции обуви используется мягкий верхний кант                                                                                                           | Улучшение микроклимата внутриобувного пространства<br>Комфортная фиксация обуви                                                                                                                                                                                   |
|                                   | Подошва          | Ударопоглощающая подошва сделана из износостойкого пенистого полиуретана                                                                                                                                                                                                                                   | Нейтрализация динамических нагрузок при ходьбе                                                                                                                                                                                                                    |
|                                   | Детали низа      | Удлиненная форма задника                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Улучшенная фиксация стопы и устойчивость                                                                                                                                                                                                                          |

|                                  |                 |                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                     |
|----------------------------------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Romus<br>(Испания)               | Колодка         | Использование колодок<br>повышенных полнот                                                                                                                                                                                                    | Удовлетворение потребности носчиков нестандартными стопами<br>(увеличенная полнота, возрастные изменения и т.д.)<br>возможность использования обуви вставных стелек |
|                                  | Стелька         | Анатомическая форма и<br>антимикробное покрытие                                                                                                                                                                                               | Повышают опорную функцию, комфортность обуви, улучшают микроклимат внутриобувного пространства                                                                      |
|                                  | Детали низа     | Система ABSORB-BED в<br>пяточной части подошвы<br>В женских модельных туфлях на каблуке, поддержка внутреннего свода осуществляется за счет внешнего супинатора, являющегося элементом пластиковой платформы в пяточно-геленочной части следа | Повышение амортизационной способности низа обуви. Повышение опорной комфортности высококаблуточной обуви                                                            |
| Mephisto<br>(рис.д)<br>(Франция) | Подошва         | Использование амортизирующего каблука, профилированного рельефа подошвы, амортизирующей внутренней подошвы, системы циркуляции воздуха в подошве, эластичной многослойной подошвы из вспененного латекса                                      | Снижение динамических нагрузок при ходьбе, воздушное кондиционирование стопы, надежное сцепление с опорной поверхностью                                             |
|                                  | Стелька         | Вкладные анатомические стельки                                                                                                                                                                                                                | Повышение опорной комфортности обуви                                                                                                                                |
|                                  | Заготовка верха | Использование высококачественных натуральных материалов, дышащих кож натуральной выделки, с использованием растительных экстрактов и красителей                                                                                               | Улучшение микроклимата внутриобувного пространства                                                                                                                  |
| Finn Comfort<br>(Германия)       | Заготовка верха | Объемная конструкция заготовки, натуральные высококачественные                                                                                                                                                                                | Комфортная фиксация обуви на стопе, улучшение                                                                                                                       |

|                        |         |                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                 |
|------------------------|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                        |         | материалы, мягкий кант                                                                                                                                                                            | микроклимата<br>внутриобувного<br>пространства                                                                                                                                                  |
|                        | Колодка | Профилированный след<br>колодки с анатомической<br>выкладкой свода                                                                                                                                | Повышение опорной<br>комфортности                                                                                                                                                               |
|                        | Подошва | Специальная форма ходовой<br>поверхности подошвы,<br>вентиляционные каналы в<br>подошве                                                                                                           | Амортизация<br>ударных нагрузок при<br>ходьбе                                                                                                                                                   |
| Stonefly<br>(Италия)   | Подошва | В конструкции подошвы,<br>выполненной из полиуретана,<br>используется система Stock-<br>Air принудительной<br>циркуляции воздуха, при<br>ходьбе, включающая<br>специальный насос и два<br>клапана | Обеспечение<br>терморегуляции,<br>удаление излишней<br>влаги из внутренней<br>части обуви, защита<br>от ударов при ходьбе.<br>Стопа остается сухой<br>и не перегревается                        |
| Ecco<br>(Дания)        | Стелька | Использование специально<br>разработанного материала для<br>стелек Comfort fibre system,<br>обеспечивающего циркуляцию<br>воздуха внутри обуви Poliyon -<br>материал для стелек.                  | Улучшение внутри<br>обувного<br>микроклимата                                                                                                                                                    |
|                        | Колодка | Колодки с анатомическим<br>следом                                                                                                                                                                 | Стельки,<br>изготовленные из<br>этого материала,<br>можно стирать, они<br>обладают<br>бактерицидным<br>эффектом                                                                                 |
|                        | Подошва | Подошва Rubber Tech-<br>подошва содержит композит<br>двух материалов разной<br>плотности; внешняя часть<br>подошвы - резина;<br>промежуточная - полиуретан<br>Подошва Vibram Hike                 | Эта комбинация<br>позволяет достичь<br>более высокой<br>гибкости и<br>износостойчивости<br>подошвы.<br>Обеспечивает<br>надежное сцепление<br>при любой<br>температуре и на<br>любой поверхности |
| Alvo AG<br>(Швейцария) | Стелька | Применение вспененных<br>полиолефинов с закрытой<br>клеточной структурой.                                                                                                                         | Стелька из этого<br>материала имеет<br>способность<br>поглощать пот.<br>Стелочный материал<br>не разлагается,<br>моек, не вреден для<br>здоровья, легок при<br>переработке                      |

|                                                                |                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                     |
|----------------------------------------------------------------|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ессо<br>(Дания)<br>Mephisto<br>(Франция)<br>Clarks<br>(Англия) | Верх обуви        | В конструкции производимой обуви используют «дышащий» материал Gore-tex фирмы W.L. Gore & Associates, отличающийся высокой водонепроницаемостью.                                                                                                                                             | Водонепроницаемая обувь, обеспечивающая комфортный микроклимат ногам в самых разнообразных условиях |
| Геох<br>(Италия)                                               | Подошва и стелька | Перфорированные подошвы содержат микропористую мембрану, которая впитывает и выводит пот наружу в тоже время, не пропуская влагу извне.<br>На основе этой же технологии изобретена специальная стелька с микропорами, которая поглощает влагу и выводит ее наружу через отверстия в подошве. | Внутри обуви создается сухой микроклимат без характерных неприятных запахов                         |



*Рис. 1. Конструкция комфортной обуви фирмы MEPHISTO*

1. **SOFT-WALK** - амортизирующий каблук для нейтрализации динамических нагрузок во время ходьбы.
2. **AIR-BAG** - Воздушная подушка для защиты свода стопы
3. **UNIVERSAL-GRIP** - профилированный рельеф подошвы для надежного сцепления на сложных и скользких поверхностях.
4. **AIR-STEP** - амортизирующая внутренняя подошва.
5. **AIR-JET** - система циркуляции воздуха.
6. **SOFT-AIR** - эластичная многослойная подошва из вспененного латекса.
7. **AIR-RELAX** - вынимаемые стельки.
8. **SOFT-STEP** - мягкий верхний кант для защиты от трения
9. **SOFT-CONTACT** - дополнительное утолщение стельки под пяткой.
10. **ANATOMIC** - максимально соответствующий анатомическому строению стопы рельеф внутренней плоскости подошвы.
11. **FAST-SPEED** - оригинальная система быстрого и легкого шнурования.
12. **SOFT-FEEL** - мягкий язычок.
13. **HIDRO-SOFT** - дышащие кожи натуральной выделки с использованием растительных экстрактов и красителей.
14. **BEST NATURAL PRODUCTS** - высококачественные натуральные материалы.

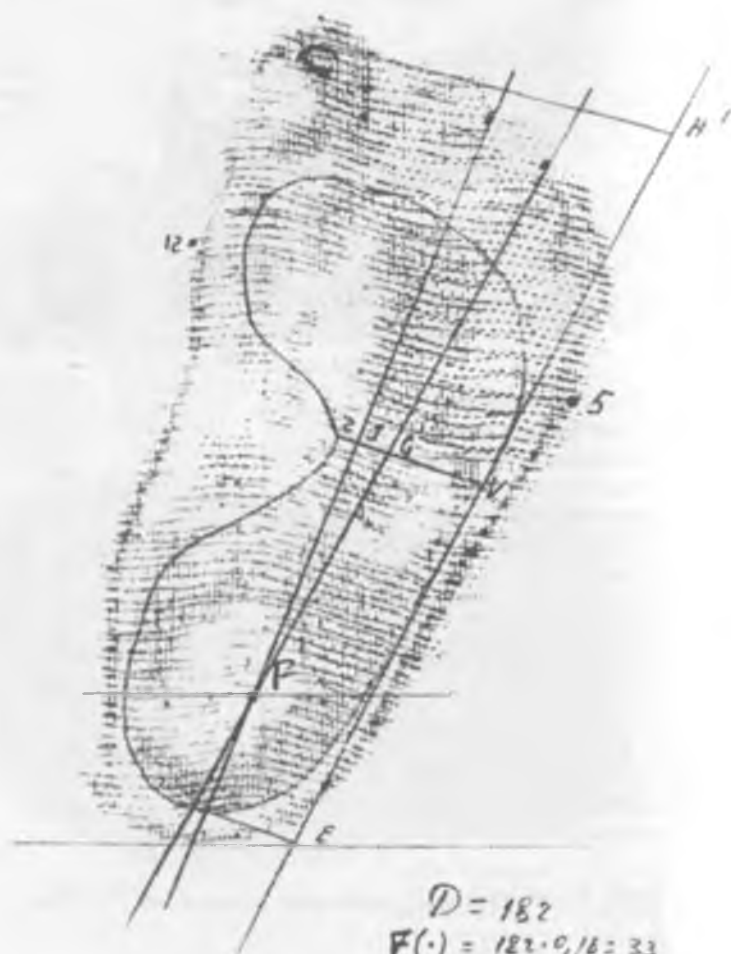


Рис. 2. Конструкция комфортной обуви



-  **Комфортная фиксация**  
благодаря мягкому канту
-  **Повышенная устойчивость**  
благодаря специальному контуру каблука
-  **Хорошая амортизация ударных нагрузок**  
благодаря вогнутой выемке с ходовой стороны подошвы
-  **Вентиляционные каналы**  
обеспечивающие эффективную циркуляцию воздуха
-  **Свобода для пальцев**  
благодаря продуманному дизайну
-  **Хороший воздухообмен**  
благодаря использованию лучшей кожи
-  **Анатомическое ложе**  
благодаря профилированному следу и выкладке свода
-  **Исключительная гибкость**  
благодаря ручной прошивке

*Рис.3. Составляющие комфорта обуви Flinn Comfort*



$$\begin{aligned}
 D &= 182 \\
 F(\cdot) &= 182 \cdot 0,18 = 33 \\
 B(\cdot) &= 182 \cdot 0,62 = 113 \\
 &182 \cdot 0,25 = 45 \\
 V(\cdot) &= 182 \cdot 0,46 = 84 \\
 K &= \frac{2G}{2V} = \frac{24}{12} = 0,8
 \end{aligned}$$



186

$$F \cdot 186 \cdot 0,18 = 33,5$$

$$E \cdot 186 \cdot 0,62 = 115,3$$

$$186 \cdot 0,73 = 136$$

$$186 \cdot 0,46 = 86$$

$$K = \frac{76}{2v} = \frac{18}{27} = 0,6$$

Normal



$$K = \frac{28}{22} = 1,2$$

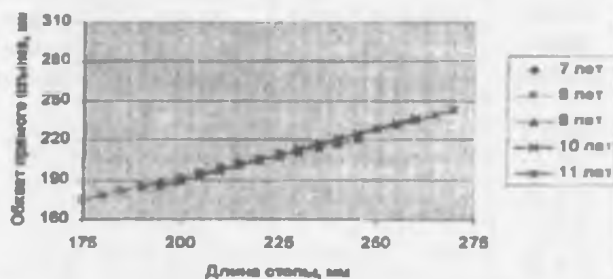
**Сравнение средних значений основных размерных признаков  
стоп девочек, мм**

| <b>Воз-<br/>раст</b> | <b>Длина<br/>стопы<br/>наши<br/>данные</b> | <b>Длина стопы<br/>(данные Кране<br/>В.,<br/>Колесниковой<br/>Н.)</b> | <b>Длина<br/>стопы<br/>(данные<br/>Федяевой<br/>Т.) 1985</b> | <b>Обхват в<br/>пучках<br/>(наши<br/>данные)</b> | <b>Обхват в<br/>середине<br/>пучков<br/>(данные<br/>Федяевой)</b> |
|----------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 6                    | 199,08                                     | 183,3                                                                 |                                                              | 186,24                                           |                                                                   |
| 7                    | 204,42                                     | 191,1                                                                 | 209                                                          | 189,94                                           | 191                                                               |
| 8                    | 211,03                                     | 205,5                                                                 | 212,5                                                        | 194,54                                           | 199,5                                                             |
| 9                    | 220,2                                      | 213,9                                                                 | 218,0                                                        | 200,31                                           | 203,5                                                             |
| 10                   | 229,89                                     | 221,3                                                                 | 220,5                                                        | 207,89                                           | 199,5                                                             |
| 11                   | 239,07                                     | 228,5                                                                 | 223,5                                                        | 215,79                                           | 204,5                                                             |
| 12                   | 241,53                                     | 233,7                                                                 | 238,0                                                        | 219,68                                           | 214,0                                                             |
| 13                   | 246,31                                     | 237,5                                                                 | 241,5                                                        | 223,11                                           | 218,5                                                             |
| 14                   | 247,04                                     | 240,0                                                                 | 242,0                                                        | 225,68                                           | 221,0                                                             |
| 15                   | 248                                        | 241,8                                                                 |                                                              | 226,76                                           |                                                                   |
| 16                   | 248,43                                     | 242,4                                                                 |                                                              | 227,44                                           |                                                                   |
| 17                   | 245,67                                     | 243,4                                                                 |                                                              | 221,44                                           |                                                                   |

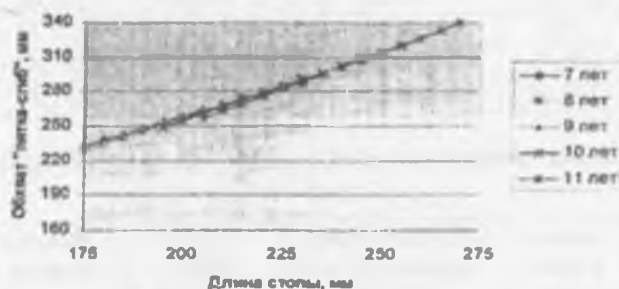
**Сравнение средних значений основных размерных признаков стоп  
мальчиков, мм**

| <b>Воз-<br/>раст</b> | <b>Длина<br/>стопы<br/>наши<br/>данные</b> | <b>Длина стопы<br/>(данные Кране<br/>В.,<br/>Колесниковой<br/>Н.)</b> | <b>Длина<br/>стопы<br/>(данные<br/>Федяевой<br/>Т.) 1985</b> | <b>Обхват в<br/>пучках<br/>(наши<br/>данные)</b> | <b>Обхват в<br/>середине<br/>пучков<br/>(данные<br/>Федяевой)</b> |
|----------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 6                    | 199,83                                     | 183,4                                                                 |                                                              | 191,17                                           |                                                                   |
| 7                    | 209,23                                     | 191,9                                                                 | 205,0                                                        | 198,30                                           | 193,5                                                             |
| 8                    | 217,82                                     | 206,7                                                                 | 211,0                                                        | 203,05                                           | 198,5                                                             |
| 9                    | 228,05                                     | 215,2                                                                 | 221,5                                                        | 209,83                                           | 206,0                                                             |
| 10                   | 233,74                                     | 224,2                                                                 | 228,0                                                        | 213,09                                           | 211,5                                                             |
| 11                   | 242,07                                     | 232,7                                                                 | 229,5                                                        | 222,72                                           | 211,0                                                             |
| 12                   | 252,41                                     | 241,3                                                                 |                                                              | 225,83                                           |                                                                   |
| 13                   | 259,90                                     | 249,4                                                                 |                                                              | 236,13                                           |                                                                   |
| 14                   | 269,85                                     | 256,1                                                                 |                                                              | 242,41                                           |                                                                   |
| 15                   | 274,56                                     | 261,5                                                                 |                                                              | 244,99                                           |                                                                   |
| 16                   | 276,32                                     | 266,4                                                                 |                                                              | 250,72                                           |                                                                   |
| 17                   | 283,0                                      | 269,1                                                                 |                                                              | 261,35                                           |                                                                   |

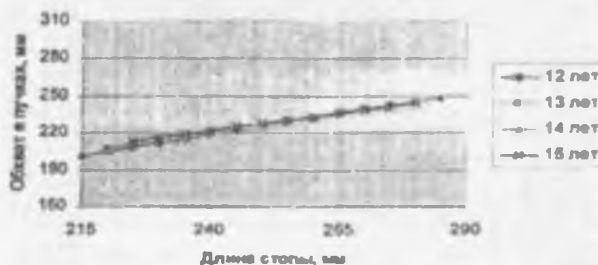
Обхват прямого взъема от длины стопы девочек от 7 до 12 лет



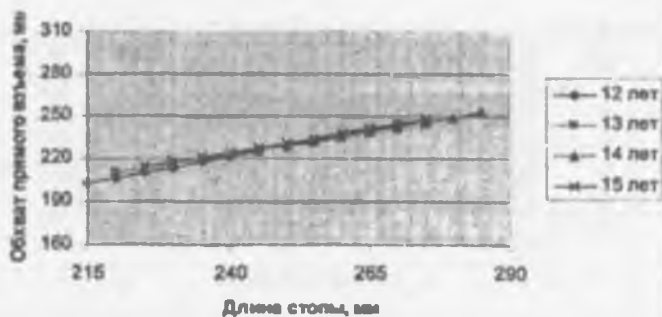
Обхват "пятка-спяб" от длины стопы девочек от 7 до 12 лет



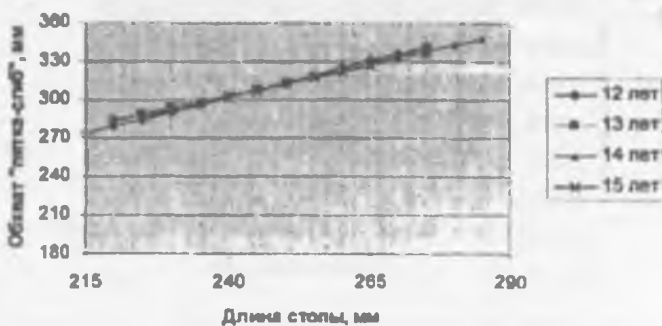
Обхват в пучках от длины стопы девочки от 12 до 15 лет



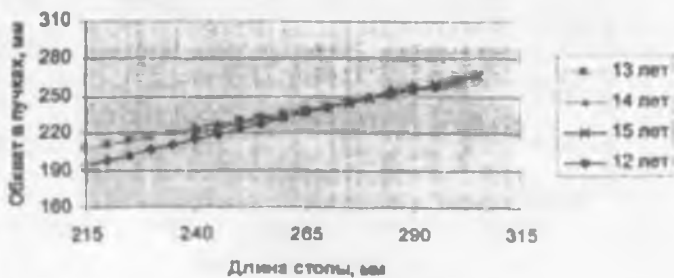
Обхват прямого взъема от длины стопы девочки от 12 до 16 лет



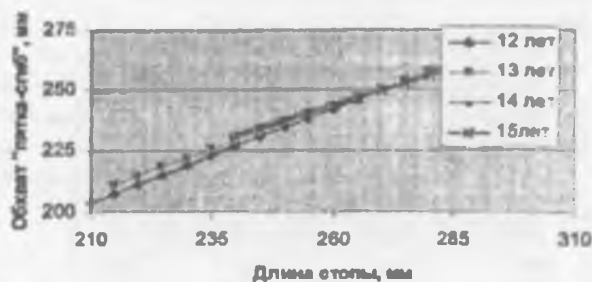
Обхват "пятка-сгиб" от длины стопы девочки от 12 до 16 лет



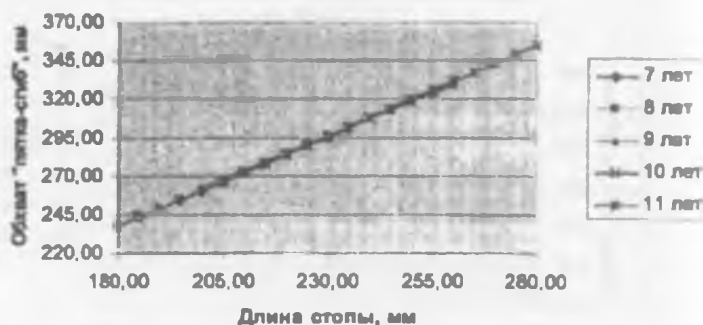
Обхват в пучках от длины стопы мальч. от 12 до 16 лет



Обхват прямого взъема от длины стопы мальчиков от 12 до 16 лет



Обхват "пятка-сгиб" от длины стопы мальчики от 7 до 12 лет



Обхват "пятка-сгиб" от длины стопы мальчики от 12 до 16 лет



# Приложение 4

Таблица 1.

Расчет кривой распределения по длине стоп для девочек  
от 7 до 12 лет

| Границы<br>классовых<br>интервалов | Средние<br>значения | $n_i$       | $t$   | $f(t)$  | $n_i$       |
|------------------------------------|---------------------|-------------|-------|---------|-------------|
| 173,5-178,4                        | 176                 | 1           | -2,58 | 0,01431 | 2           |
| 178,5-183,4                        | 181                 | 3           | -2,29 | 0,02898 | 5           |
| 183,5-188,4                        | 186                 | 6           | -2,01 | 0,05292 | 8           |
| 188,5-193,4                        | 191                 | 18          | -1,72 | 0,09089 | 14          |
| 193,5-198,4                        | 196                 | 24          | -1,43 | 0,14350 | 22          |
| 198,5-203,4                        | 201                 | 39          | -1,14 | 0,20831 | 32          |
| 203,5-208,4                        | 206                 | 47          | -0,85 | 0,27798 | 42          |
| 208,5-213,4                        | 211                 | 49          | -0,57 | 0,33912 | 51          |
| 213,5-218,4                        | 216                 | 54          | -0,28 | 0,38361 | 58          |
| 218,5-223,4                        | 221                 | 61          | 0,009 | 0,39892 | 61          |
| 223,5-228,4                        | 226                 | 49          | 0,3   | 0,38139 | 58          |
| 228,5-233,4                        | 231                 | 45          | 0,58  | 0,33718 | 51          |
| 233,5-238,4                        | 236                 | 41          | 0,87  | 0,27324 | 41          |
| 238,5-243,4                        | 241                 | 32          | 1,16  | 0,20357 | 31          |
| 243,5-248,4                        | 246                 | 26          | 1,45  | 0,13943 | 21          |
| 248,5-253,4                        | 251                 | 13          | 1,73  | 0,08933 | 14          |
| 253,5-258,4                        | 256                 | 10          | 2,02  | 0,05186 | 8           |
| 258,5-263,4                        | 261                 | 6           | 2,31  | 0,02768 | 4           |
| 263,5-268,4                        | 266                 | 1           | 2,6   | 0,01358 | 2           |
| 268,5-273,4                        | 271                 | 1           | 2,89  | 0,00613 | 1           |
|                                    |                     | $n_1 = 526$ |       |         | $n_1 = 526$ |

Таблица 2.

Расчет кривой распределения для обхвата в пучках  
девочек от 7 до 12 лет

| Границы<br>классовых | Средни<br>е | $n_i$ | $t$   | $f(t)$      | $n_i$ |
|----------------------|-------------|-------|-------|-------------|-------|
| 163,5-170,4          | 167         | 2     | -2,3  | 0,02833     | 7     |
| 170,5-177,4          | 174         | 12    | -1,84 | 0,07341     | 18    |
| 177,5-184,4          | 181         | 45    | -1,37 | 0,15608     | 38    |
| 184,5-191,4          | 188         | 87    | -0,91 | 0,26369     | 65    |
| 191,5-198,4          | 195         | 95    | -0,44 | 0,36213     | 89    |
| 198,5-205,4          | 202         | 87    | 0,02  | 0,39876     | 98    |
| 205,5-212,4          | 209         | 75    | 0,49  | 0,35381     | 87    |
| 212,5-219,4          | 216         | 57    | 0,95  | 0,25406     | 62    |
| 219,5-226,4          | 223         | 39    | 1,42  | 0,14556     | 36    |
| 226,5-233,4          | 230         | 12    | 1,88  | 0,06814     | 17    |
| 233,5-240,4          | 237         | 6     | 2,35  | 0,02522     | 6     |
| 240,5-247,4          | 244         | 7     | 2,82  | 0,00748     | 2     |
| 247,5-254,4          | 251         | 1     | 3,28  | 0,00184     | 1     |
| 254,5-261,4          | 258         | 1     | 3,75  | 0,001       | -     |
|                      | $n_i = 526$ |       |       | $n_i = 526$ |       |

Таблица 3.

Расчет кривой распределения по длине стоп для девочек от 12 до 16 лет

| Границы классовых интервалов | Средние значения | $n_j$ | $t$   | $f(t)$      | $n_i$ |
|------------------------------|------------------|-------|-------|-------------|-------|
| 213,5-218,4                  | 216              | 3     | -2,56 | 0,01506     | 3     |
| 218,5-223,4                  | 221              | 8     | -2,13 | 0,04128     | 8     |
| 223,5-228,4                  | 226              | 17    | -1,69 | 0,09566     | 18    |
| 228,5-233,4                  | 231              | 36    | -1,26 | 0,18037     | 35    |
| 233,5-238,4                  | 236              | 54    | -0,83 | 0,28269     | 54    |
| 238,5-243,4                  | 241              | 80    | -0,39 | 0,36973     | 71    |
| 243,5-248,4                  | 246              | 78    | 0,043 | 0,39862     | 77    |
| 248,5-253,4                  | 251              | 60    | 0,48  | 0,35553     | 68    |
| 253,5-258,4                  | 256              | 48    | 0,91  | 0,26369     | 51    |
| 258,5-263,4                  | 261              | 30    | 1,35  | 0,16038     | 31    |
| 263,5-268,4                  | 266              | 17    | 1,78  | 0,08183     | 16    |
| 268,5-273,4                  | 271              | 6     | 2,21  | 0,03470     | 7     |
| 273,5-278,5                  | 276              | 4     | 2,65  | 0,01191     | 2     |
| 278,5-283,4                  | 281              | -     | 3,08  | 0,00348     | 1     |
| 283,5-288,4                  | 286              | 1     | 3,52  | 0,00081     | -     |
|                              | $n_j = 442$      |       |       | $n_i = 442$ |       |

Таблица 4.

Расчет кривой распределения для обхвата в пучках девочек от 12 до 16 лет

| Границы классовых интервалов | Средние значения | $n_i$ | $t$    | $f(t)$      | $n_i$ |
|------------------------------|------------------|-------|--------|-------------|-------|
| 185-190                      | 187,5            | 1     | -3,0   | 0,00443     | 1     |
| 191-196                      | 193,5            | 3     | -2,50  | 0,01753     | 4     |
| 197-202                      | 199,5            | 7     | -2,0   | 0,05399     | 12    |
| 203-208                      | 205,5            | 28    | -1,50  | 0,12952     | 29    |
| 209-214                      | 211,5            | 62    | -1,01  | 0,23955     | 53    |
| 215-220                      | 217,5            | 84    | -0,51  | 0,35029     | 77    |
| 221-226                      | 223,5            | 93    | -0,008 | 0,39892     | 88    |
| 227-232                      | 229,5            | 67    | 0,49   | 0,35381     | 78    |
| 233-238                      | 235,5            | 47    | 0,99   | 0,24439     | 54    |
| 239-244                      | 241,5            | 25    | 1,49   | 0,13147     | 29    |
| 245-250                      | 247,5            | 17    | 1,99   | 0,05508     | 12    |
| 251-256                      | 253,5            | 3     | 2,49   | 0,01797     | 4     |
| 257-262                      | 259,5            | 4     | 2,98   | 0,00470     | 1     |
| 263-268                      | 265,5            | 1     | 3,48   | 0,00094     | -     |
|                              | $n_i = 442$      |       |        | $n_i = 442$ |       |

Таблица 5.

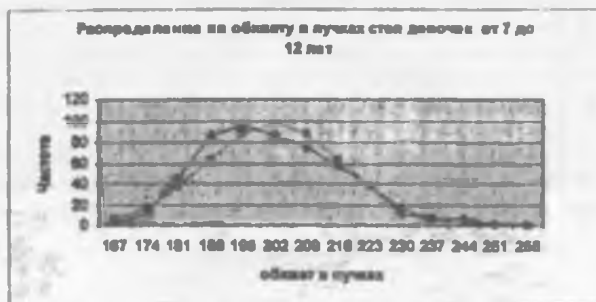
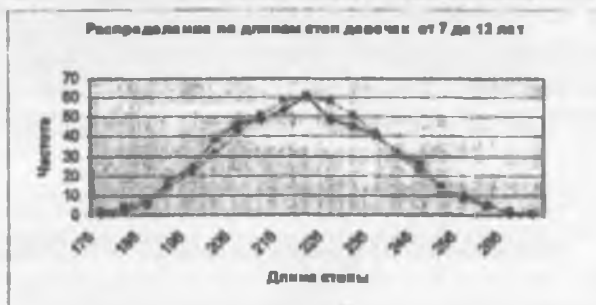
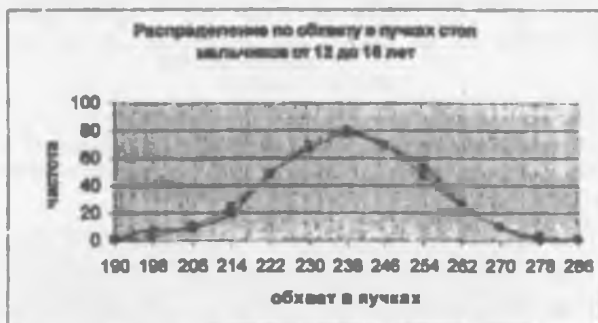
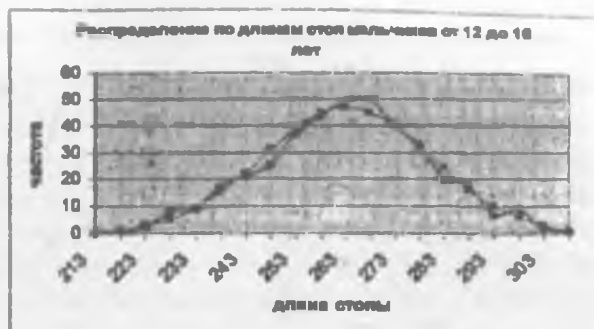
Расчет кривой распределения по длине стопы для мальчиков  
от 12 до 16 лет

| Границы<br>классовых<br>интервалов | Средние<br>значения | $n_i$     | $t$    | $f(t)$      | $n_i$ |
|------------------------------------|---------------------|-----------|--------|-------------|-------|
| 210,5-215,4                        | 213                 | 1         | -3,0   | 0,00443     | -     |
| 215,5-220,4                        | 218                 | 1         | -2,71  | 0,01014     | 1     |
| 220,5-225,4                        | 223                 | 2         | -2,41  | 0,02186     | 3     |
| 225,5-230,4                        | 228                 | 8         | -2,11  | 0,04307     | 5     |
| 230,5-235,4                        | 233                 | 9         | -1,81  | 0,07754     | 9     |
| 235,5-240,4                        | 238                 | 17        | -1,52  | 0,12566     | 15    |
| 240,5-245,4                        | 243                 | 21        | -1,22  | 0,18954     | 22    |
| 245,5-250,4                        | 248                 | 25        | -0,92  | 0,26129     | 31    |
| 250,5-255,4                        | 253                 | 37        | -0,62  | 0,32918     | 39    |
| 255,5-260,4                        | 258                 | 44        | -0,32  | 0,37903     | 45    |
| 260,5-265,4                        | 263                 | 49        | -0,026 | 0,39876     | 47    |
| 265,5-270,4                        | 268                 | 50        | 0,27   | 0,38466     | 45    |
| 270,5-275,4                        | 273                 | 40        | 0,57   | 0,33912     | 40    |
| 275,5-280,4                        | 278                 | 33        | 0,87   | 0,27324     | 32    |
| 280,5-285,4                        | 283                 | 20        | 1,17   | 0,20121     | 24    |
| 285,5-290,4                        | 288                 | 18        | 1,46   | 0,13742     | 16    |
| 290,5-295,4                        | 293                 | 7         | 1,76   | 0,08478     | 10    |
| 295,5-300,4                        | 298                 | 9         | 2,06   | 0,04780     | 6     |
| 300,5-305,4                        | 303                 | 2         | 2,36   | 0,02463     | 3     |
| 305,5-310,4                        | 308                 | 1         | 2,66   | 0,0116      | 1     |
|                                    |                     | $n = 394$ |        | $n_i = 394$ |       |

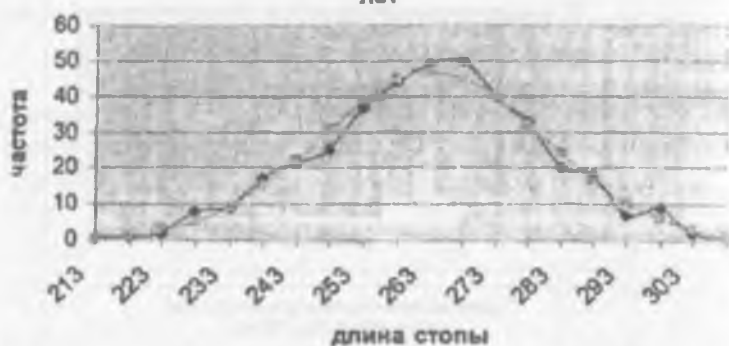
Таблица 6.

Расчет кривой распределения для обхвата в пучках мальчиков  
от 12 до 16 лет

| Границы<br>классовых<br>интервалов | Средние<br>значения | $n_i$ | $t$   | $f(t)$      | $n_i$ |
|------------------------------------|---------------------|-------|-------|-------------|-------|
| 186-193                            | 189,5               | 1     | -3,02 | 0,00417     | 1     |
| 194-201                            | 197,5               | 8     | -2,52 | 0,01667     | 3     |
| 202-209                            | 205,5               | 9     | -2,01 | 0,05292     | 11    |
| 210-217                            | 213,5               | 20    | -1,51 | 0,12758     | 25    |
| 218-225                            | 221,5               | 49    | -1,0  | 0,24197     | 48    |
| 226-233                            | 229,5               | 67    | -0,5  | 0,35207     | 70    |
| 234-241                            | 237,5               | 78    | 0,01  | 0,39892     | 80    |
| 242-249                            | 245,5               | 69    | 0,51  | 0,35029     | 70    |
| 250-257                            | 253,5               | 54    | 1,02  | 0,23713     | 47    |
| 258-265                            | 261,5               | 27    | 1,52  | 0,12566     | 25    |
| 266-273                            | 269,5               | 10    | 2,03  | 0,05082     | 10    |
| 274-281                            | 277,5               | 1     | 2,53  | 0,01625     | 3     |
| 282-289                            | 285,5               | 1     | 3,04  | 0,00393     | 1     |
|                                    | $n_2 = 394$         |       |       | $n_1 = 394$ |       |



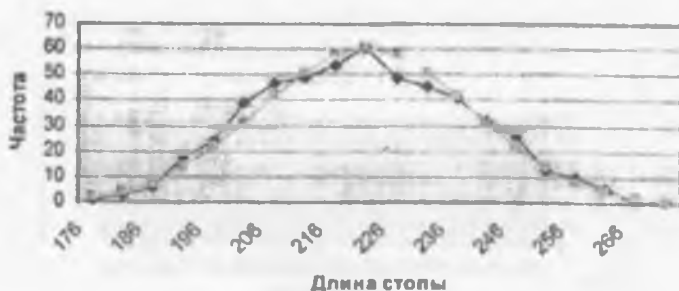
Распределение по длинам стоп мальчиков от 12 до 16 лет



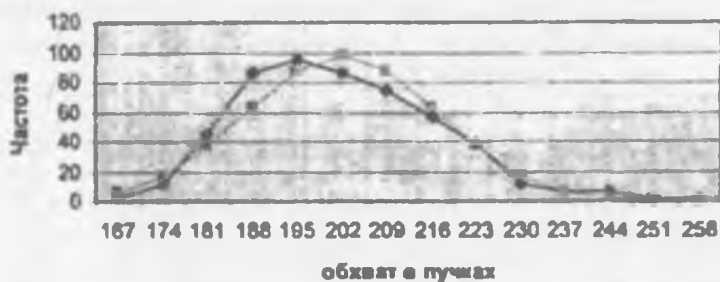
Распределение по обхвату в пучках стоп мальчиков от 12 до 16 лет



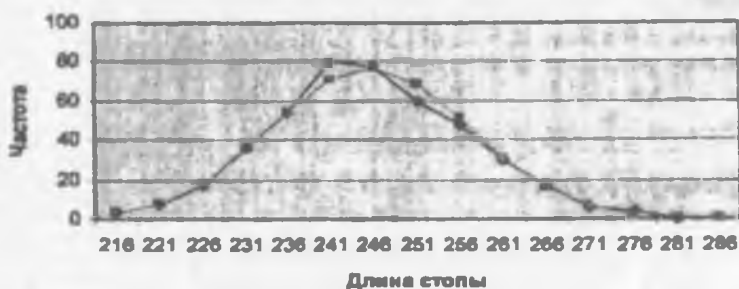
Распределение по длинам стоп девочек от 7 до 12 лет



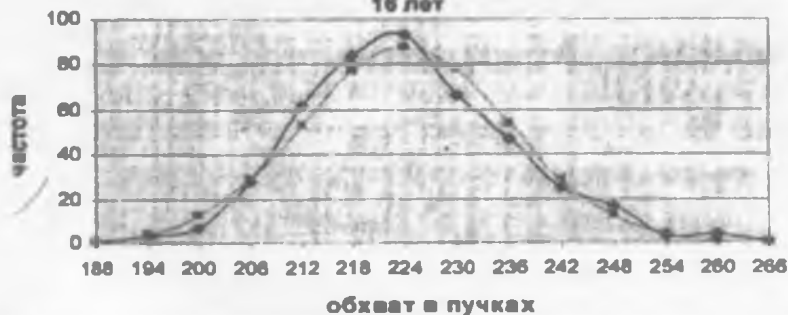
Распределения по объёму в пучках стоп девочек от 7 до 12 лет



Распределения по длине стоп девочек от 12 до 16 лет



Распределения по объёму в пучках стоп девочек от 12 до 16 лет



# Приложение 5

## Расчетная структура размерного ассортимента обуви для группы девочек от 7 до 12 лет

| Разм<br>ер<br>обув | Граничные<br>значения X,<br>мм |         | Нормирова<br>нная<br>величина Z |         | Значения<br>функции<br>Лапласа Ф |               | $\Phi(Z_i^B) - \Phi(Z_i^H)$ | Относит,<br>доля |
|--------------------|--------------------------------|---------|---------------------------------|---------|----------------------------------|---------------|-----------------------------|------------------|
|                    | $X_i^H$                        | $X_i^B$ | $Z_i^H$                         | $Z_i^B$ | $\Phi(Z_i^H)$                    | $\Phi(Z_i^B)$ |                             |                  |
| 1                  | 2                              | 3       | 4                               | 5       | 6                                | 7             | 8                           | 9                |
| 170                | 167,5                          | 172,5   | -3,07                           | -2,78   | 0,0011                           | 0,0027        | 0,0016                      | 0                |
| 175                | 172,5                          | 177,5   | -2,78                           | -2,49   | 0,0027                           | 0,0064        | 0,0037                      | 0                |
| 180                | 177,5                          | 182,5   | -2,49                           | -2,21   | 0,0064                           | 0,0136        | 0,0072                      | 0,01             |
| 185                | 182,5                          | 187,5   | -2,21                           | -1,92   | 0,0136                           | 0,0274        | 0,0138                      | 0,01             |
| 190                | 187,5                          | 192,5   | -1,92                           | -1,63   | 0,0274                           | 0,0516        | 0,0242                      | 0,02             |
| 195                | 192,5                          | 197,5   | -1,63                           | -1,34   | 0,0516                           | 0,0901        | 0,0385                      | 0,04             |
| 200                | 197,5                          | 202,5   | -1,34                           | -1,06   | 0,0901                           | 0,1446        | 0,0545                      | 0,06             |
| 205                | 202,5                          | 207,5   | -1,06                           | -0,77   | 0,1446                           | 0,2207        | 0,0761                      | 0,08             |
| 210                | 207,5                          | 212,5   | -0,77                           | -0,48   | 0,2207                           | 0,3156        | 0,095                       | 0,10             |
| 215                | 212,5                          | 217,5   | -0,48                           | -0,19   | 0,3156                           | 0,4247        | 0,109                       | 0,11             |
| 220                | 217,5                          | 222,5   | -0,19                           | 0,09    | 0,4247                           | 0,5359        | 0,1112                      | 0,11             |
| 225                | 222,5                          | 227,5   | 0,09                            | 0,38    | 0,5359                           | 0,6480        | 0,1121                      | 0,11             |
| 230                | 227,5                          | 232,5   | 0,38                            | 0,67    | 0,6480                           | 0,7486        | 0,101                       | 0,10             |
| 235                | 232,5                          | 237,5   | 0,67                            | 0,96    | 0,7486                           | 0,8315        | 0,083                       | 0,08             |
| 240                | 237,5                          | 242,5   | 0,96                            | 1,25    | 0,8315                           | 0,8944        | 0,063                       | 0,06             |
| 245                | 242,5                          | 247,5   | 1,25                            | 1,53    | 0,8944                           | 0,9370        | 0,043                       | 0,04             |
| 250                | 247,5                          | 252,5   | 1,53                            | 1,82    | 0,9370                           | 0,9656        | 0,029                       | 0,03             |
| 255                | 252,5                          | 257,5   | 1,82                            | 2,11    | 0,9656                           | 0,9826        | 0,017                       | 0,02             |
| 260                | 257,5                          | 262,5   | 2,11                            | 2,40    | 0,9826                           | 0,9918        | 0,0092                      | 0,01             |
| 265                | 262,5                          | 267,5   | 2,40                            | 2,68    | 0,9918                           | 0,9963        | 0,0045                      | 0,01             |
| 270                | 267,5                          | 272,5   | 2,68                            | 2,97    | 0,9963                           | 0,9985        | 0,0022                      | 0                |

**Расчетная структура размерного ассортимента обуви для  
группы девочек от 12 до 16 лет**

| Размер<br>обуви | Граничные<br>значения X, мм |         | Нормированная<br>величина Z |         | Значения<br>функции<br>Лапласа Ф |               | $\Phi(Z_i^H) -$<br>$\Phi(Z_i^B)$ | Относ.<br>ит,<br>доля |
|-----------------|-----------------------------|---------|-----------------------------|---------|----------------------------------|---------------|----------------------------------|-----------------------|
|                 | $X_i^H$                     | $X_i^B$ | $Z_i^H$                     | $Z_i^B$ | $\Phi(Z_i^H)$                    | $\Phi(Z_i^B)$ |                                  |                       |
| 1               | 2                           | 3       | 4                           | 5       | 6                                | 7             | 8                                | 9                     |
| 215             | 212,5                       | 217,5   | -2,84                       | -2,41   | 0,0023                           | 0,008         | 0,0057                           | 0,01                  |
| 220             | 217,5                       | 222,5   | -2,41                       | -1,98   | 0,008                            | 0,0239        | 0,0159                           | 0,02                  |
| 225             | 222,5                       | 227,5   | -1,98                       | -1,55   | 0,0239                           | 0,0606        | 0,0367                           | 0,04                  |
| 230             | 227,5                       | 232,5   | -1,55                       | -1,12   | 0,0606                           | 0,1314        | 0,0708                           | 0,07                  |
| 235             | 232,5                       | 237,5   | -1,12                       | -0,69   | 0,1314                           | 0,2451        | 0,1137                           | 0,11                  |
| 240             | 237,5                       | 242,5   | -0,69                       | -0,26   | 0,2451                           | 0,3974        | 0,1523                           | 0,15                  |
| 245             | 242,5                       | 247,5   | -0,26                       | 0,17    | 0,3974                           | 0,5675        | 0,1701                           | 0,17                  |
| 250             | 247,5                       | 252,5   | 0,17                        | 0,60    | 0,5675                           | 0,7258        | 0,1583                           | 0,16                  |
| 255             | 252,5                       | 257,5   | 0,60                        | 1,03    | 0,7258                           | 0,8485        | 0,1227                           | 0,12                  |
| 260             | 257,5                       | 262,5   | 1,03                        | 1,46    | 0,8485                           | 0,9279        | 0,0794                           | 0,08                  |
| 265             | 262,5                       | 267,5   | 1,46                        | 1,89    | 0,9279                           | 0,9706        | 0,0427                           | 0,04                  |
| 270             | 267,5                       | 272,5   | 1,89                        | 2,32    | 0,9706                           | 0,9898        | 0,0192                           | 0,02                  |
| 275             | 272,5                       | 277,5   | 2,32                        | 2,75    | 0,9898                           | 0,9970        | 0,0072                           | 0,01                  |
| 280             | 277,5                       | 282,5   | 2,75                        | 3,18    | 0,9970                           | 0,999         | 0,002                            | 0                     |

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                                                                   |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>ВВЕДЕНИЕ.....</b>                                                                                                                              | <b>3</b>  |
| <b>Глава 1. Анализ исследований, проводимых в области создания медицинской профилактической и комфортной обуви.....</b>                           | <b>5</b>  |
| 1.1. Развитие методов проектирования рациональной внутренней формы обуви.....                                                                     | 5         |
| 1.2. Место медицинской профилактической обуви и обуви повышенной комфортности в общей классификации.....                                          | 8         |
| 1.3. Обеспечение комфортности обуви. Составляющие комфортности обуви.....                                                                         | 12        |
| 1.3.1. Комфортность низа обуви («опорная комфортность»).....                                                                                      | 13        |
| 1.3.2. Пути обеспечения опорной комфортности обуви.....                                                                                           | 15        |
| 1.3.3. Анализ конструктивных решений, применяемых для повышения комфортности обуви ведущими мировыми производителями.....                         | 19        |
| 1.4. Конструктивные решения, предлагаемые различными исследователями при разработке профилактической обуви.....                                   | 20        |
| 1.5. Обоснование рациональной конструкции следа профилактической обуви и обуви повышенной комфортности.....                                       | 25        |
| 1.6. Анализ методик перехода от стопы к форме следа колодки.....                                                                                  | 29        |
| <b>Выводы по 1 главе.....</b>                                                                                                                     | <b>35</b> |
| <b>Глава 2. Исследование изменения формы и размеров стопы при нагрузке и разработка принципов проектирования рационального следа колодки.....</b> | <b>36</b> |
| 2.1. Выбор метода антропометрических исследований стоп.....                                                                                       | 36        |
| 2.2. Исследование характера изменения формы и размеров стопы в зависимости от положения и нагрузки.....                                           | 49        |
| 2.2.1. Исследование характера изменения формы и размеров стопы методом гипсовых слепков.....                                                      | 50        |
| 2.2.2. Получение исходных данных и анализ изменения размеров стопы с помощью 3-D сканера.....                                                     | 59        |
| 2.3. Принципы перехода от формы стопы к форме следа колодки для профилактической обуви и обуви повышенной комфортности..                          | 67        |
| <b>Выводы по 2 главе.....</b>                                                                                                                     | <b>71</b> |
| <b>Глава 3. Антропометрические исследования стоп детей школьного возраста.....</b>                                                                | <b>72</b> |
| 3.1. Получение антропометрических данных стоп.....                                                                                                | 72        |
| 3.2. Обработка данных обмера стоп школьников.....                                                                                                 | 74        |
| 3.3. Определение параметров средне-средних стоп для различных                                                                                     |           |

|                                                                                                                                            |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| групп школьников.....                                                                                                                      | 93  |
| 3.4.Медико-технические требования к профилактической обуви для детей.....                                                                  | 99  |
| Выводы по 3 главе.....                                                                                                                     | 103 |
| Глава 4. Разработка конструкции обуви повышенной комфортности и медицинской профилактической обуви.....                                    | 105 |
| 4.1. Разработка методики проектирования колодки для обуви повышенной комфортности.....                                                     | 105 |
| 4.2. Разработка методики проектирования колодки для детской профилактической обуви.....                                                    | 115 |
| 4.3. Разработка узла основной стельки для обуви повышенной комфортности и медицинской профилактической обуви.....                          | 119 |
| 4.4. Разработка вкладных элементов для обуви повышенной комфортности и медицинской профилактической обуви.....                             | 123 |
| 4.5. Выбор материала и технологии изготовления стельчного узла для обуви повышенной комфортности и медицинской профилактической обуви..... | 126 |
| 4.6. Апробация результатов работы.....                                                                                                     | 131 |
| Выводы по 4 главе.....                                                                                                                     | 132 |
| Общие выводы по работе.....                                                                                                                | 133 |
| Толкователь терминов.....                                                                                                                  | 135 |
| Список использованной литературы.....                                                                                                      | 141 |
| Приложение.....                                                                                                                            | 148 |

**С.С.МУСАЕВ, Л.П.УЗАКОВА, Ф.А.АБДУРАХМАНОВА**

**РАЗРАБОТКА РАЦИОНАЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ  
ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЙ ОБУВИ**

Редактор: Д.Раджабов  
Тех.редактор: М.Рахманов  
Дизайнер: Д.Джалилов

Изд. "Turon zamin ziyo"  
Лицензия: АІ 278. 2016 год 11 январь.

Сдано в набор: 25.01.2016. Подписано в печать: 04.02.2016.  
Формат: 60x84 1/16. Гарнитура: Times New Roman. Офсетная  
бумага. Офсетная печать. Уел.п.л. 11. Изд.п.л. 10,23. Тираж 100.  
шт. Номер заказа: 6.

Отпечатано в «Standart Poligraf» ч.ф.  
г. Бухоро, пр. Навоний, 6. Тел.: 223-47-08.  
E-mail: standartpol@list.ru