

685,34
С 50

МОСКОВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

На правах рукописи

С М Е Л К О В А Светлана Владимировна

УДК 685.31.004.12

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА НИЗА ОБУВИ
ПО ЭРГОНОМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

Специальность 05.19.06 - "Технология обувных и коженно-
галантерейных изделий"

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва 1988

Работа в
промышленности

гута легкой

Научный руководитель:

кандидат технических наук,
доцент В.Е. Горбачик

Официальные оппоненты:

доктор технических наук,
профессор М.Н. Иванов;
кандидат технических наук
Т.С. Кочеткова

Ведущее предприятие:

Могилевская опытно-экспе-
риментальная обувная фабри-
ка им. 60-летия СССР

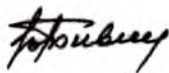
Защита состоится ". . ." 1988 г. в
часов на заседании специализированного Совета Д.053.32.02
при Московском ордена Трудового Красного Знамени техноло-
гическом институте легкой промышленности.

Адрес: Москва, 113127, ул. Осипенко, 33.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке МТИИП.

Автореферат разослан ". . ." 1988 г.

Ученый секретарь
специализированного Совета



В.В. ТРИВИН

Витебский государственный технологический университет

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. В соответствии с основными направлениями экономического и социального развития СССР на 1986–1990 годы и на период до 2000 года, а также Комплексной программой развития производства товаров народного потребления перед обувной промышленностью страны поставлены задачи более полного удовлетворения постоянно растущих потребностей советских людей в обуви высокого качества и широкого ассортимента.

В последнее время в нашей стране и за рубежом большое внимание уделяется разработке рациональных конструкций обуви, характеризующихся определенным комплексом эргономических свойств, среди которых физиологические свойства занимают одно из важнейших мест, так как обуславливают степень соответствия обуви скоростным и силовым возможностям стопы человека. Однако, физиологические свойства обуви недостаточно изучены, не определена номенклатура единичных эргономических показателей физиологического соответствия, необходимых и достаточных для оценки качества повседневной обуви, отсутствуют объективные методы и средства, обеспечивающие количественное измерение и оценку качества обуви, особенно её низа, не выявлены возможности использования электронно-вычислительной техники для совершенствования вопроса подбора оптимальных сочетаний материалов низа обуви по заданному уровню эргономических показателей на этапе конструкторской и технологической подготовки производства.

Цель и задачи. Целью настоящей работы явилось разработка методов и средств оценки эргономических свойств низа обуви и его рациональные конструктивных параметров по свойствам исходных материалов на этапе конструкторской и технологической подготовки про-

ВІСНІК
УА "Віцебскага дзяржаўнага
тэхналагічнага ўніверсітэта
інв. №

изводства с использованием средств вычислительной техники.

Для достижения поставленной цели в диссертационной работе решены следующие задачи:

- уточнена номенклатура эргономических показателей физиологического соответствия для оценки качества низа повседневной обуви и определена их значимость;
- разработаны методы и средства для эргономической оценки качества низа обуви по показателям физиологического соответствия;
- исследовано влияние различных факторов на эргономические показатели физиологического соответствия;
- определены показатели деформационных свойств материалов низа обуви и их систем при сжатии, выявлены закономерности, на основании которых предложена методика расчета эргономических показателей качества низа обуви по свойствам их компонентов на этапе конструкторско-технологической подготовки производства;
- дана комплексная оценка качества низа на примере дошкольной обуви;
- разработаны алгоритм и программа поиска рациональных конструктивных параметров систем низа обуви по заданному уровню эргономических показателей с использованием данных входного контроля;
- определены пути дальнейшего совершенствования комплексной оценки качества обуви различного назначения.

Объекты и методы исследования. Исследования проведены на образцах широкого круга обувных материалов и их сочетаний, имитирующих низ обуви клеевого метода крепления. Проверка результатов исследования в реальных условиях носки осуществлена на примере дошкольной и мужской обуви.

Экспериментальные исследования проведены как с применением типового оборудования и стандартных методов, так и на разрабо-

танных установках с применением оригинальных методик. Для оценки качества низа обуви по показателю "опорная жёсткость" и исследования различных факторов, влияющих на него, использован серийно-выпускаемый прибор ЛНЭО-2. Исследование деформационных свойств материалов низа обуви и их систем при сжатии осуществлялось с использованием испытательной установки Frank (ФРГ) по разработанной методике. Исследование способности низа обуви приформовываться к стопе и факторов, влияющих на неё, осуществлялось с использованием разработанного метода и устройства.

Теоретической и методологической основой исследования явились диалектический метод марксистско-ленинской философии, материалы XXVI съезда КПСС, решения партии и правительства по совершенствованию ассортимента и улучшению качества товаров народного потребления.

В диссертационной работе использованы методы экспертных оценок, ранговой корреляции, математической статистики и квалитметрии, математические методы планирования и анализа эксперимента с качественными и количественными факторами, элементы теории алгоритмизации и программирования.

Обработка результатов эксперимента и необходимые расчеты производились с использованием ЭВМ "Наири-К" и мини-ЭВМ "Электроника 100-25".

Научная новизна работы состоит в том, что в ней:

- разработаны требования к рациональной конструкции повседневной обуви на основе изучения силового взаимодействия системы "стопа-обувь", определена номенклатура единичных эргономических показателей ϕ эргономического соответствия для оценки качества низа обуви;
- разработана методика количественной оценки эргономического по-

казателя "опорная жёсткость" с использованием серийно-выпускаемого прибора ЖНЭО-2;

- разработаны способ и устройство для количественного определения величины показателя "приформовываемость низа обуви к стопе";
- проведены исследования широкого круга материалов низа обуви и их систем, дана их эргономическая оценка по показателям физиологического соответствия "опорная жёсткость" и "приформовываемость низа обуви к стопе", предложены и обоснованы наиболее рациональные сочетания материалов низа обуви;
- доказана возможность расчета эргономического показателя "опорная жёсткость" на основании закономерностей, установленных в результате исследования деформационных свойств материалов низа обуви и их систем при скатии;
- разработаны алгоритм и программа поиска оптимальных сочетаний материалов низа обуви по заданному уровню показателей "опорная жёсткость" и "приформовываемость низа обуви к стопе" для много-ассортиментного производства, которые могут быть использованы в подсистемах АСУТПП;
- определены и рекомендованы направления совершенствования методов и средств количественного измерения и оценки качества обуви по эргономическим показателям физиологического соответствия, позволяющие учесть широкий комплекс требований к её проектированию, производству и потреблению.

Научная новизна разработанных при выполнении диссертационной работы способов и устройств для количественного измерения и оценки качества низа обуви подтверждена Государственным комитетом СССР по делам изобретений и открытий выдачей двух авторских свидетельств.

Практическая значимость. Результаты работы имеют социальное и

техничко-экономическое значение. Для практического использования предложены:

- эргономические показатели физиологического соответствия для объективной оценки качества низа повседневной обуви;
- методики определения эргономических показателей физиологического соответствия в условиях, моделирующих силовое взаимодействие системы "стопа-обувь", с использованием серийно-выпускаемого прибора ЖНЭО-2 (для определения опорной жёсткости) и разработанного прибора (для определения приформовываемости низа обуви к стопе);
- методика расчёта показателя "опорная жёсткость" по деформационным свойствам исходных материалов систем низа обуви при сжатии;
- математическая модель для расчёта показателя "приформовываемость" в зависимости от свойств исходных материалов низа обуви, показана адекватность предложенной математической модели расчёта показателя "приформовываемость низа обуви к стопе" данным реальной носки;
- методики комплексной оценки качества обуви по основным эргономическим показателям физиологического соответствия;
- рациональные режимы формования стелечных материалов в пресс-формах, обеспечивающие деталям хорошую формостойкость и способность приформовываться к стопе в процессе носки;
- прибор и экспресс-метод для комплексной оценки качества низа обуви по показателям "опорная жёсткость" и "приформовываемость", "амортизационная способность низа обуви";
- алгоритмы и программа поиска на ЭВМ рациональных конструктивных параметров систем низа обуви по заданному уровню эргономических показателей на этапе конструкторской и технологической подготовки производства, предназначенные для использования в

подсистемах АСУТП.

Апробация и реализация результатов работы. Основные положения и результаты диссертационной работы докладывались, обсуждались и получили положительную оценку на:

- научно-технических конференциях преподавателей и сотрудников Витебского технологического института легкой промышленности (1978-1986 г.г.);
- техническом Совете Могилёвской опытно-экспериментальной фабрики детской обуви (1981 г.);
- отраслевом научно-техническом семинаре "Пути совершенствования технологии производства высококачественной мужской и женской обуви" инженерно-технических работников обувных предприятий БССР, сотрудников отраслевой обувной научно-исследовательской технологической лаборатории (ООНИТЛ), сотрудников Министерства легкой промышленности БССР.

Результаты работы внедрены на Могилёвской опытно-экспериментальной фабрике детской обуви, прошли производственную апробацию на Минском производственном обувном объединении "Луч", приняты к внедрению на Витебской обувной фабрике "Красный Октябрь", а также использованы в учебном процессе Витебского технологического института легкой промышленности. Годовой экономический эффект от внедрения составил 52,1 тыс. рублей.

Публикации. Основное содержание диссертации отражено в четырех печатных работах, двух авторских свидетельствах на изобретение.

Объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, выводов и рекомендаций, библиографического списка (196 назим.) и приложений. Работа изложена на 217 страницах, из которых 139 страниц машинописного текста, 42 рисунка, 26 таблиц.

Приложение (118 страниц) включает 54 таблицы.

Содержание работы

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, сформулирована цель работы и проведена краткая характеристика её разделов.

В первой главе приводятся данные литературы об эргономических свойствах и их роль в формировании качества обуви, анализируется механизм силового взаимодействия системы "стопа-обувь", отмечается важная роль показателей физиологического соответствия для оценки удобства и рациональности обуви, обоснован комплекс физиологических требований к качеству функционирования системы "стопа-обувь".

Для эргономической оценки качества обуви предложена номенклатура и определена значимость единичных показателей физиологического соответствия.

Показана актуальность разработки и создания объективных методов контроля и оценки качества обуви и средств их метрологического обеспечения в целях совершенствования действующих стандартов и последующей комплексной оценки рациональности конструкции обуви.

Сформулированы задачи и основные направления исследования.

Во второй главе разработана методика оценки опорной жёсткости низа обуви как эргономического показателя физиологического соответствия, приводятся результаты исследования влияния материалов и толщины деталей низа обуви на опорную жёсткость, разработан расчетный метод её оценки по свойствам исходных материалов.

Для разработки методики определения опорной жёсткости материалов низа обуви и их систем использовался серийно-выпускаемый прибор ЖНЭО-2. При этом в основу был положен механизм сило-

вого взаимодействия системы "стопа-обувь" в области головки первой плюсневой кости. Из практики и на основании экспериментальных данных известно, что именно на этом участке при стоянии и ходьбе наблюдается концентрация давления, вызывающая ощущение дискомфорта у носчиков и наибольший износ подошв. С целью приближения условий испытания к реальным условиям нагружения низа обуви в качестве деформирующего пуансона, имитирующего головку первой плюсневой кости взрослого человека, был выбран шаровой сегмент диаметром 20 мм. Величина удельного давления выбиралась на основании анализа силового взаимодействия системы "стопа-обувь" по данным литературы и была принята равной $10 \cdot 10^5$ Па. Необходимое удельное давление на образцы, имитирующие систему низа обуви, создавалось посредством съемных грузов, закрепленных на грузовом штоке, который, в свою очередь действовал на измерительный шток. На конце измерительного штока закреплялся специальный наконечник (деформирующий пуансон), с помощью которого под действием съемных грузов происходило нагружение образца путём контактного сжатия. Образец выдерживался под нагрузкой в течение 30 сек, после чего записывалось показание индикатора, т.е. глубина вдавливания деформирующего пуансона - $\Delta t_{\text{ед}} \cdot 10^{-3}$ м.

Оценка качества систем низа обуви по показателю "опорная жёсткость" осуществлялась по отношению усилия к соответствующей общей деформации сжатия

$$D_{\text{оп.}} = \frac{P}{\Delta t_{\text{ед}}} \left[10^4 \text{ н/н} \right]$$

В качестве объектов исследования был выбран широкий круг материалов низа обуви, отличающихся значительным диапазоном физико-механических свойств, и их сочетания, имитирующие низ готовой обуви клеевого метода крепления. В результате исследования

II

опорной жёсткости отдельных материалов низа обуви установлено, что наименьшую опорную жёсткость из стелечных материалов имеют тексон и СИМ, из подошвенных - микропористые резины различных марок, из простилочных - ватин.

При изучении влияния материалов стельки, простилки, подошвы и толщины кожаных деталей на величину показателя "опорная жёсткость" систем низа обуви обработка результатов эксперимента, зависящих от различных одновременно действующих факторов, выбор наиболее значимых факторов и оценка их влияния осуществлялись с помощью дисперсионного анализа. Было установлено, что влияние всех компонентов системы низа обуви, а также толщины кожаных деталей на опорную жёсткость существенно. При этом наиболее значимо влияние материала и толщины кожаной подошвы, затем в порядке снижения значимости следуют материал простилки, стельки и толщина кожаной стельки. Показано: чем меньше жёсткость материалов, образующих систему низа обуви, тем меньше и её жёсткость. Введение в систему хотя бы одного материала с небольшой опорной жёсткостью позволяет снизить жёсткость всей системы. Так, установлено, что применение простилки из ватина вместо простилочного картона уменьшает опорную жёсткость на 10-20%, использование в качестве материала подошвы пористых резин приводит к снижению опорной жёсткости на 25-40% по сравнению с натуральной кожей и кожволонем, использование в качестве материала стельки тексона и СИМ снижает опорную жёсткость на 6-15%, увеличение толщины кожаных стелек и подошв приводит к увеличению абсолютной деформации сжатия, что соответственно уменьшает опорную жёсткость низа обуви.

Для эффективного использования свойств материалов низа при изготовлении обуви с заданными потребительскими свойствами, а

также для решения назревшей проблемы формирования качества изделий на стадии конструкторской и технологической подготовки производства разработана методика расчета опорной жесткости систем низа обуви по свойствам их компонентов. В основу разработки методики положены закономерности, установленные при исследовании образцов материалов низа обуви и их систем при сжатии. Испытание образцов производилось на испытательной машине Frank (ФРГ), которая имеет тензометрическую систему измерения нагрузок и деформаций, возможность автоматической записи кривых "сжатие" - "нагрузка". Нагружение образцов осуществлялось как плоским, так и сферическим пуансоном.

В результате проведенных исследований было установлено, что кривые "сжатие - нагрузка" независимо от способа нагружения образцов материалов низа обуви и их систем достаточно точно (ошибка не более 6%) аппроксимируются уравнением

$$\Delta t_{\text{сж}} = \alpha_{\text{сж}} P^n$$

На основании анализа кривых "сжатие - нагрузка" показано, что коэффициент сжимаемости $\alpha_{\text{сж}}$, равный абсолютной деформации сжатия $\Delta t_{\text{сж}}$ при нагрузке 10 Н, может быть принят в качестве основного показателя, характеризующего деформационную способность материалов низа обуви и их систем при сжатии. Обосновано, что для систем, у которых $\alpha_{\text{сж}}$ находится в пределах 0,50+1,25 показатель степени n можно принять постоянным и равным 0,4, для системы с $\alpha_{\text{сж}} = 0,33+0,49$ - $n = 0,5$ и для систем с $\alpha_{\text{сж}} = 0,20+0,32$ - $n = 0,6$. При этом ошибка аппроксимации не превышает 7%.

Установлено, что коэффициент сжимаемости $\alpha_{\text{сж}}$ системы материалов низа обуви можно определять расчетным путем, исходя

из деформационных свойств её отдельных компонентов, по следующей формуле:

$$d_{\text{сис.}} = \sum_{i=1}^n k_i d_i, \quad k_i = \frac{t_i}{t_{\text{сис.}}}$$

где $d_{\text{сис.}}$ - коэффициент сжимаемости системы низа обуви;
 d_i - коэффициент сжимаемости i -го компонента системы;
 t_i - толщина i -го компонента системы;
 $t_{\text{сис.}}$ - толщина всей системы.

Алгоритм расчета показателя "опорная жёсткость" представлен на рис. 1.

Выявлена также достаточно высокая корреляционная связь ($r = 0,90$) между коэффициентом сжимаемости $d_{\text{сис.}}$ отдельных материалов низа обуви и их твердостью, определяемой по ГОСТ 20403-75 ($d_{\text{сис.}} = 0,95 k - 0,06$), что даёт возможность по данным стандартных испытаний на твердость рассчитать коэффициент сжимаемости материалов, используемых на детали низа обуви.

Таким образом полученные зависимости позволяют расчетным путём определять опорную жёсткость низа обуви, осуществлять подбор рациональных систем низа обуви с заданным уровнем опорной жёсткости для любого многоассортиментного производства по данным входного контроля материалов на этапе конструкторской и технологической подготовки производства. Для эффективного использования результатов настоящей работы были разработаны алгоритм и программа поиска оптимальных сочетаний материалов низа обуви по заданному уровню показателя "опорная жёсткость", которая может быть использована в подсистемах АСУТП. Программа выполнена на языке "PASCAL" допускающего применение структурных принципов программирования. Программа предусматривает изменение параметров материалов, указание их наличия на предприятии, при выводе резуль-

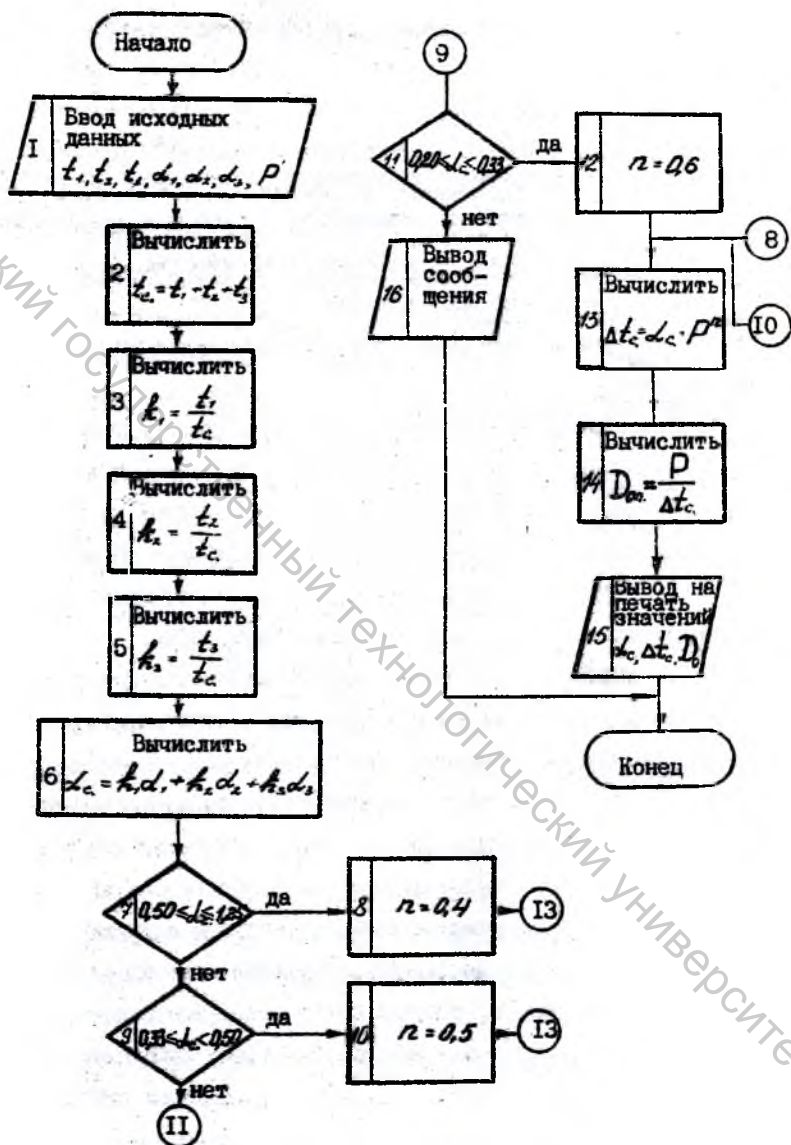


Рис. I. Блок-схема алгоритма расчета показателя "опорная жесткость"

татов на буквенно-цифровой дисплей или на печатающее устройство обеспечивает расположение возможных сочетаний материалов низа обуви по мере увеличения разницы между заданным уровнем показателя "опорная жёсткость" и его расчетными величинами.

В третьей главе разработаны способ и устройство для количественного измерения и квалитметрической оценки показателя "приформовываемость" в условиях, моделирующих механизм нагружения низа обуви в процессе носки. Приводятся результаты исследования показателя "приформовываемость" в зависимости от различных, одновременно действующих факторов, выбраны наиболее важные и дана оценка их влияния. Проведена проверка результатов исследования в реальных условиях носки.

При создании конструкции прибора для измерения показателя "приформовываемость" учитывались следующие требования: простота конструкции; удобство в эксплуатации; возможность прибора моделировать характер силового взаимодействия системы "стопа-обувь" в области головки первой плюсневой кости при различных условиях носки обуви.

В данной работе все исследования проводились на разработанном приборе в условиях, моделирующих нормальную ходьбу взрослого человека по разработанной методике, которая предусматривает:

- цикличность действия деформирующего пуансона (органа, воздействующего на систему материалов низа обуви подобно головке первой плюсневой кости) - 60-70 раз в минуту, что соответствует нормальной ходьбе взрослого человека;
- время продолжительности сжатия образца в зоне его нагружения за один цикл принято 0,24 с, что соответствует продолжительности опорного периода;
- способ настройки прибора, предложенный на основе кинематическо-

го анализа механизма нагружения и обеспечивающий проведение испытаний, близких к реальным условиям носки обуви;

- количество циклов нагружения образцов для обеспечения накопления остаточной деформации сжатия и времени пролежки после снятия нагрузки (15 мин - время нахождения образцов под циклической нагрузкой, 120 мин - пролёжка).

Оценка качества систем низа обуви по показателю "приформовываемость" осуществлялась по величине остаточной деформации сжатия - $\Delta t_{ост}$ после пролёжки образцов.

В качестве объектов для исследования были выбраны материалы низа обуви, которые использовались при изучении опорной жёсткости. Было исследовано влияние различных материалов деталей низа обуви и их толщины на показатель "приформовываемость". Обработка полученных данных с применением дисперсионного анализа показала, что все детали низа обуви оказывают существенное влияние на способность низа обуви приформовываться к стопе. Наиболее значимым фактором является простилка, затем в порядке снижения значимости следуют стелька и подошва. При изучении влияния толщины кожаных деталей было установлено, что толщина подошвы наиболее значима при подборе рациональных систем низа обуви по показателю "приформовываемость". Причем установлено, что приформовываемость стелечных картонов (СЦМ и тексон) и пористых резин различных марок (ВШ, "Малыш") выше по сравнению с натуральной кожей, а ватина - по сравнению с простилочным картоном. Так, замена простилочного картона ватином увеличивает приформовываемость низа обуви в 1,4-1,7 раза независимо от материала стелек и подошв, использование в качестве материалов подошвы микропористых резин и эластичных кож - в 1,3-1,7 раза, лучшим стелечным материалом с точки зрения его приформовываемости к стопе является тексон. Наиболее высокое

значение показателя "приформовываемость низа обуви к стопе" отмечено у системы, у которой в качестве материала стельки используется тексон, простилки - ватин, подошвы - микропористая резина "Малш". В результате многофакторного анализа также было выявлено, что увеличение толщины кожаных подошв приводит к увеличению способности низа обуви приформовываться к стопе, а увеличение толщины стельки, наоборот, уменьшает величину показателя "приформовываемость".

Принятые решения были проверены в реальных условиях носки на образцах мужской и детской обуви. Установлено, что в реальных условиях носки способность низа обуви приформовываться к стопе в зависимости от применяемых материалов аналогична лабораторным испытаниям на образцах, имитирующих низ готовой обуви. Однако, абсолютные значения показателя "приформовываемость низа обуви к стопе" в реальных условиях носки, примерно, в 1,5 раза выше по сравнению с данными лабораторных испытаний аналогичных систем. Это объясняется, по-видимому, влиянием выделяемого стопой пота, гигротермическими воздействиями со стороны внешней среды, изгибом низа обуви и т.д.

Выявлена хорошая корреляция лабораторных методов оценки приформовываемости низа обуви к стопе с результатами эксплуатационных испытаний в реальных условиях носки, выражаемая уравнением $\Pi_{\text{н}} = 1,77 \Pi_{\text{л}} - 0,24$ ($r = 0,92$), что позволит в ряде случаев отказаться от опытных носок.

Найдена математическая зависимость величины остаточной деформации сжатия системы низа обуви от величины остаточной деформации входных компонентов, выражаемая эмпирической регрессией линейного вида: $\Pi_{\text{сжм}} = 1,59 \Pi_{\text{лр}} + 0,86 \Pi_{\text{пш}} + 0,86 \Pi_{\text{пд}} - 0,70$.

Отклонения экспериментальных значений от расчетных не превышают

8-10%. Адекватность полученной модели проверена по критерию Фишера.

Применение полученной математической модели позволит уже на стадии проектирования низа обуви подбирать системы материалов с заданным уровнем показателя "приформовываемость низа обуви к стопе" по данным входного контроля материалов.

Разработаны алгоритм и программа поиска оптимальных сочетаний материалов и их толщин по заданному уровню показателя "приформовываемость низа обуви к стопе" для многоассортиментного производства, которая может быть использована в подсистемах АСУТП. Программа разработана для мини-ЭВМ "Электроника 100-25".

В четвертой главе даны направления совершенствования методов измерения и оценки эргономических показателей качества обуви, описывается установка и экспресс-метод, позволяющие производить количественное измерение и оценку нескольких эргономических показателей физиологического соответствия, приводятся данные по комплексной оценке качества на примере дошкольной обуви, а также данные по исследованию технологических факторов, влияющих на фактическую величину показателя "приформовываемость".

Обоснована необходимость дальнейшего уточнения и выбора ограниченной, наиболее информативной номенклатуры единичных эргономических показателей качества обуви, исходя из научно-обоснованных эргономических требований, предъявляемых потребителями к обуви различного вида, рода, конструкций и целевого назначения.

Значительный интерес в решении проблемы повышения качества выпускаемой продукции вызывает разработка новых объективных методологических средств для измерения и оценки качества обуви. При этом основное внимание уделяется расширению технологических возможностей приборов, которые позволяют производить количественное

измерение и оценку сразу нескольких показателей и максимально учитывают реальные условия носки обуви, а также включают в себя систему программного управления и электронный комплекс обработки экспериментальных данных. С этой целью была разработана установка и экспресс-метод, позволяющие одновременно проводить количественное измерение нескольких эргономических показателей физиологического соответствия системы "стопа-обувь": приформовываемость, опорная жесткость, амортизационная способность низа обуви. Предложенная установка обеспечивает моделирование реальных условий эксплуатации обуви, автоматизацию процесса испытания и обработку полученных результатов.

Наряду с дифференциальной оценкой важнейших эргономических свойств показана необходимость разработки комплексной оценки качества обуви. На примере детской обуви предложены методы комплексной оценки уровня качества по основным эргономическим показателям физиологического соответствия (изгибная жесткость, масса, приформовываемость) с использованием обобщенной функции желательности и комплексного показателя. Установлено, что комплексная оценка различных систем низа обуви двумя предложенными методами дает практически одинаковые результаты. Анализ полученных данных показал, что ни одна из используемых на фабриках систем низа обуви не соответствует высокому уровню качества. При этом максимальное значение комплексного показателя имеет система, состоящая из пористой резины "Малыш", ватина и воротка, это подтверждается и результатами проведенной экспериментальной носки.

Изучено влияние технологических факторов на показатель "приформовываемость низа обуви к стопе", так как в процессе производства обуви материалы низа подвергаются различной механической и гигротермической обработке, особенно стелька. Было проведено мо-

делирование формования стелек в пресс-формах при различных параметрах обработки в лабораторных условиях, а затем моделирование процесса приклеивания подошвы.

Обработка полученных данных с применением математического аппарата многофакторного планирования эксперимента показала, что факторы: температура T , время формования τ , давление формования Q - для стельки из тексона, увлажнение кожаной стельки W оказывают существенное влияние на показатель "приформовываемость" для исследуемых систем низа обуви: кожволон - ватин - тексон, чепрак - ватин - вороток. Наиболее значимым фактором для первой системы является давление формования Q , затем в порядке снижения значимости следуют T и τ . Для второй системы соответственно в порядке значимости следуют T , Q , τ , W .

Использование метода многофакторного планирования эксперимента дало возможность уточнить режимы формования стелечных материалов сжатием. Однако, даже уточненные таким образом режимы формования стелек снижают величину показателя "приформовываемость" систем низа обуви по сравнению с контрольными образцами без технологической обработки на 30% (вороток) и 51% (тексон).

Показано, что для обеспечения выпуска обуви с высокими эргономическими показателями физиологического соответствия необходимо уже на этапе конструкторско-технологической подготовки производства осуществлять обоснованный выбор материалов низа для обуви различного вида, рода и назначения с учетом изменения их физико-механических свойств на стадии производства и потребления и осуществлять комплексную оценку качества изделий с учетом этих изменений.

Использование в промышленности результатов диссертационной работы имеет социальное и технико-экономическое значение.

Апробация предлагаемых рациональных систем низа обуви, эргономическая оценка качества которых по показателям "опорная жёсткость" и "приформовываемость" осуществлялась по разработанной методике и на разработанном приборе, показала, что обувь удобна и соответствует условиям её эксплуатации. Применение рациональных сочетаний толщин кожаных деталей низа привело к снижению себестоимости обуви за счет повышения ценностного использования кожаных материалов и повышению уровня качества обуви. Производственная апробация и внедрение программы поиска рациональных систем низа обуви по заданному уровню опорной жёсткости и приформовываемости на этапе конструктивной и технологической подготовки производства на ряде обувных предприятий БССР позволили упростить методику подбора оптимальных сочетаний низа обуви и повысить уровень её качества. Подтвержденный экономический эффект от внедрения результатов работы составил свыше 50 тыс. рублей в год при дневном выпуске 1800 пар обуви.

ВЫВОДЫ

1. Анализ литературы показал, что важным направлением решения проблемы повышения качества обуви в настоящее время является дальнейшее совершенствование и разработка объективных методов измерения и оценки эргономических показателей, определяющих основу потребительских свойств обуви.

2. На основе рассмотренного механизма силового взаимодействия системы "стопа-обувь" уточнена классификация и определена значимость эргономических показателей качества низа обуви. Впервые для оценки физиологического соответствия предложено использовать такие единичные показатели как "приформовываемость низа обуви к

стопе", "жёсткость геленочной части" и другие, которые в значительной степени определяют удобство обуви и её рациональность.

3. Разработаны методики количественной оценки эргономических показателей "опорная жёсткость" и "приформовываемость низа обуви к стопе". Для измерения показателя "опорная жёсткость" рекомендован серийно-выпускаемый прибор ЖН30-2, а для измерения показателя "приформовываемость низа обуви к стопе" разработаны способ и устройство, обеспечивающие проведение испытаний в условиях, моделирующих механизм нагружения низа обуви в процессе носки.

Новизна предложенных способа и устройства подтверждена Государственным комитетом СССР по делам изобретений и открытий выдачей авторского свидетельства.

4. Исследована опорная жёсткость и приформовываемость различных материалов, применяемых в качестве деталей низа обуви, и их систем. Установлено, что меньшей опорной жёсткостью и лучшей приформовываемостью обладают стелечные материалы - тексон и СЦМ, подошвенные - микропористые резины, простилочные - ватин. Введение в систему хотя бы одного материала с небольшой опорной жёсткостью позволяет значительно снизить жёсткость всей системы.

Наибольшее влияние на опорную жёсткость низа обуви оказывает материал подошвы, затем в порядке значимости - простилки и стельки, а на приформовываемость в порядке значимости - простилки, стельки и подошвы.

5. Установлено, что увеличение толщины кожаных подошв приводит к снижению опорной жёсткости и увеличению показателя приформовываемости. Увеличение толщины кожаных стелек снижает опорную жёсткость и ухудшает приформовываемость низа обуви к стопе.

6. Установлены и математически выражены зависимости величин опорной жёсткости и приформовываемости систем низа обуви от деформационной способности исходных компонентов. Полученные зависимости позволяют на стадии проектно-конструкторских работ осуществлять подбор рациональных систем низа обуви с заданным уровнем эргономических показателей по данным входного контроля материалов.

7. Разработаны алгоритм и реализующая его программа поиска оптимальных сочетаний материалов низа обуви для многоассортиментного производства по заданному уровню показателей "опорная жёсткость" и "приформовываемость низа обуви к стопе", которая рекомендуется для использования в подсистемах АСУТП.

8. Выявлена тесная связь лабораторных методов оценки исследуемых эргономических показателей физиологического соответствия с результатами эксплуатационных испытаний в реальных условиях носки, что позволит в ряде случаев отказаться от опытной носки.

9. Определены основные направления дальнейшего совершенствования комплексной оценки качества обуви по эргономическим показателям физиологического соответствия системы "стопа-обувь":

обоснована необходимость уточнения и выбора оптимального числа единичных показателей, исходя из научно-обоснованных эргономических требований, предъявляемых потребителем к обуви различного рода, вида и назначения;

показана необходимость и возможность создания экспресс-методов количественного измерения основных эргономических показателей. Разработан прибор, позволяющий одновременно измерять несколько показателей: "опорную жёсткость", "приформовываемость" и "амортизационную способность низа обуви", обеспечивающий моделирование реальных условий эксплуатации обуви, автоматизацию процесса испытания и обработки полученных результатов.

Новизна разработанного прибора подтверждена Государственным комитетом СССР по делам изобретений и открытий выдачей авторского свидетельства;

на примере детской обуви предложены методы комплексной оценки уровня её качества по основным эргономическим показателям физиологического соответствия с использованием обобщенной функции желательности и суммарного комплексного показателя. Выявлено, что оценка различных систем низа обуви обоими методами показывает хорошее совпадение результатов. Максимальное значение комплексного показателя качества имеет система, состоящая из пористой резины "Малыш", ватина и воротка;

установлено, что технологическая обработка деталей низа обуви в процессе производства оказывает влияние на величину эргономических показателей физиологического соответствия, что необходимо учитывать при подборе рациональных систем материалов низа обуви и комплексной оценки её качества. С использованием метода многофакторного планирования эксперимента получены математические модели зависимости приформовываемости низа обуви к стопе от параметров увлажнения стелек, величины давления, времени их формования и температуры пресс-форм. Это позволит оптимизировать режимы формования стелек с целью обеспечения высокого уровня качества низа обуви.

10. Результаты работы позволяют получить определенный социальный и экономический эффект.

Производственная апробация и внедрение результатов работы на ряде обувных предприятий БССР позволили повысить уровень качества обуви и снизить её материалоемкость. Годовой экономический эффект, подтвержденный актами о внедрении, составил свыше 50 тыс. рублей.

Основное содержание диссертации опубликовано в работах:

1. Смелкова С.В., Горбачик В.Е. К вопросу об опорной жёсткости низа обуви. - В кн.: Стопа и вопросы построения рациональной обуви. Материалы 5-го пленума по вопросам лечения заболеваний стоп и обеспечения населения рациональной обувью. - М.: ЦИТО, 1980, с. 37-41.

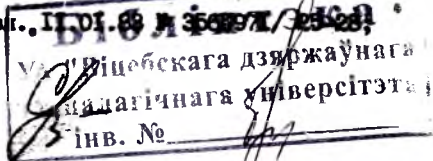
2. Смелкова С.В., Горбачик В.Е., Денисенко Л.И. Комплексное исследование массы и жёсткости детской обуви: Тезисы материалов республиканской научно-технической конференции "Интенсификация производства и повышение качества продукции на основе всемерного использования достижений науки и прогресса". - Врест: 1981, с. 20-21.

3. Смелкова С.В., Горбачик В.Е. Влияние физико-механических свойств деталей низа обуви на способность его приформовываться к стопе. - В кн.: Совершенствование методов конструирования и технологии изделий из кожи. Сб. научн. тр./Моск. технологич. ин-т легкой промышленности. - М.: ЦНИИТЭИлегпром, 1983, с. 125-129.

4. А.С. 1029037 (СССР). Способ определения опорной жёсткости образцов деталей узла низа обуви и прибор для осуществления способа (С.В.Смелкова, В.Е.Горбачик. - Заявл. 02.07.80 №2949017/28-12; опубл. в Б.И. 15.07.83, № 26).

5. Смелкова С.В., Горбачик В.Е. Исследование способности материалов низа обуви приформовываться к стопе. - В кн.: Товароведение и легкая промышленность. Республиканский межведомственный сб. - Минск.: БГИHX, 1984, № II, с. 101-104.

6. А.С. 1165936 (СССР). Устройство для определения деформационных характеристик материалов (В.Е.Горбачик, С.В.Смелкова, Г.В.Сипаров, И.В.Лопандин. - Заявл. 11.01.85 № 36087/23-85; опубл. в Б.И. 07.07.85, № 25).



Витебский государственный технологический университет

АЖ - 16426. Подписано к печати 28.12.87. Зак. № 3 - 85.
Тираж 100 экз. Объем 1,0 печ.л. Формат 1/16. Бесплатно.

Отпечатано на ротационной машине Витебского технологического
института легкой промышленности, Московский проспект, 72.