

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ РАЦИОНАЛЬНОЙ ВНУТРЕННЕЙ ФОРМЫ ДЕТСКОЙ ОБУВИ

Ю.В. Милюшкова, В.Е. Горбачик

Одним из показателей качества обуви является ее удобство, в значительной степени определяемое внутренней формой обуви, которая должна обеспечивать нормальное функционирование стопы. Особенно это касается детской обуви.

Разработка внутренней формы обуви – весьма сложная задача. Исходными данными для построения рациональной обувной колодки, которая в основном определяет внутреннюю форму обуви, являются антропометрические данные о форме и размерах средне-средней стопы по каждой половозрастной группе населения. Кроме этого, при определении параметров рациональной внутренней формы обуви должны быть учтены изменения размеров стопы в процессе ходьбы, динамика ее роста, рациональное распределение статической и динамической нагрузок при силовом взаимодействии стопы с обувью, фактор усадки верха обуви после снятия ее с колодки и в процессе последующего хранения, возрастные особенности стоп.

В действующий ГОСТ 3927 – 88 «Колодки обувные. Общие технические условия» [1] заложены результаты обмеров стоп, проведенных в 70-е годы прошлого столетия, но, как известно, основные параметры стоп с течением времени изменяются. Кроме того, в последнее время на предприятиях Республики Беларусь для производства детской обуви используют в основном образцы импортных колодок, параметры которых заведомо ориентированы на своих соотечественников. Поэтому модельеры вынуждены опытным путем корректировать колодки, подгоняя их параметры к размерам стоп белорусских потребителей, что не всегда положительно сказывается на рациональности готовой обуви.

Целью данной работы явилось определение рациональных параметров обувной колодки для дошкольной половозрастной группы на основании анализа существующих методов преобразования антропометрических характеристик стопы в параметры внутренней формы обуви.

В связи с этим на кафедре конструирования и технологии изделий из кожи учреждения образования «Витебский государственный технологический университет» были проведены антропометрические исследования стоп 1810 детей Республики Беларусь дошкольного и младшего школьного возраста от 3 до 8 лет. Из всей исследуемой совокупности была выделена дошкольная половозрастная группа, в которую были включены дети в возрасте от 4 лет до 7 лет. Для выделенной группы, которая составила 1330 человек, были определены параметры средне-средней стопы [2].

Анализ литературы по вопросу исследования изменения основных размеров стопы (по длине и обхвату в пучках) в процессе ходьбы [3, 4] показал, что таким исследованиям уделялось большое внимание. Однако, учитывая, что данные по изменению размеров стопы при ходьбе были получены более 40 лет назад, а за последние десятилетия размеры стоп значительно изменились, нами были проведены исследования изменения стопы по длине и обхвату в пучках при ходьбе детей дошкольного возраста.

Регистрация изменения длинотных размеров стопы при ходьбе проводилось по методике, описанной в работе [5]. С целью упрощения обработки полученных данных было принято решение использовать персональный компьютер со специально разработанным программным обеспечением. Программа позволяет визуально отразить динамику изменения длины стопы в процессе ходьбы. Полученные данные отображаются в виде зависимостей изменения длины стопы во времени. Накопленный массив данных может выводиться на экран монитора и храниться в базе данных ПВМ, как по отдельной фазе шага, так и по нескольким циклам шагов. Для характеристики изменения длины

стопы при ходьбе использовалось максимальное значение массива данных испытания. Программа обработки данных написана на языке программирования «DELPHI».

Исследование изменений обхвата стопы при ходьбе проводилось на специально разработанном приспособлении для измерения обхвата стопы [6].

В исследовании участвовало 11 детей в возрасте 4 – 7 лет (дошкольная группа) с длиной стопы $185 \pm 2,5$ мм и обхватом по наружному пучку 180 ± 3 мм (параметры средне-средней стопы). У каждого ребенка вначале регистрировались изменения размеров по длине, затем по обхвату стопы. Для каждого испытуемого измерение повторялось три раза, и вычислялись средние значения исследуемых параметров. Затем по всей группе детей проводилась статистическая обработка исследуемых параметров изменения стопы по длине и обхвату во время ходьбы и определялись следующие основные статистические характеристики: среднеарифметическая величина (M), ошибка среднеарифметической величины ($m(M)$), минимум (min), максимум (max), среднее квадратичное отклонение (σ), ошибка среднее квадратичного отклонения ($m(\sigma)$), коэффициент вариации (V).

В таблице 1 даны статистические характеристики исследуемых параметров изменения стопы по длине и обхвату во время ходьбы детей дошкольной группы (4 – 7 лет).

Таблица 1 – Статистические характеристики исследуемых параметров изменения стопы по длине и обхвату во время ходьбы детей дошкольной группы

Размерные признаки	Обозначение	Статистические характеристики					
		M , мм	$m(M)$, мм	min , мм	max , мм	σ , мм	V , %
Длина стопы	D_{cm}	5,0	0,1	4,4	5,5	0,3	6,5
Обхват по наружному пучку	$O_{н.п.}$	4,5	0,1	4,0	5,0	0,3	7,5

Как видно из таблицы 1, ошибка среднеарифметической величины по исследуемым параметрам не превышает 0,5 % величины признака, что свидетельствует о достоверности полученных данных.

Таким образом, проведенные исследования показали, что увеличение длины и обхвата стопы в пучках при ходьбе по сравнению с аналогичными размерами при стоянии для детей дошкольной половозрастной группы составляет в среднем 5,0 мм и 4,5 мм соответственно.

Для расчета длины следа внутренней формы обуви (колодки) в работе [3] предложена формула

$$L_{сл} = D_{cm} + P_1 + P_2 + P_3 - S, \quad (1)$$

где $L_{сл}$ – длина следа колодки, мм; D_{cm} – длина стопы, мм; P_1 – функциональный припуск, связанный с увеличением длины стопы во время ходьбы, мм; P_2 – припуск на рост стопы, равный среднему приросту длины стопы в данной группе за полугодие, мм; P_3 – декоративный припуск, зависящий от формы носочной части колодки и необходимый для ее построения, мм; S – сдвиг начала следа колодки в пятке, мм.

Функциональный припуск P_1 , учитывая проведенные нами исследования изменения длины стопы при ходьбе, был принят при расчетах равным 5,0 мм.

Припуск P_2 определялся исходя из среднего прироста длины стопы у детей дошкольной половозрастной группы за полугодие, который по данным антропометрических исследований стоп детей Республики Беларусь, проведенных нами [7], составляет 4,5 мм.

Припуск, учитывающий форму носочной части обуви для детей дошкольной группы, как правило, принимают равным нулю, так как для фасонов колодок с широким носком, которые необходимо применять для производства детской обуви, достаточно припуска, определяемого анатомо-физиологическими требованиями [8].

Тогда величина суммарного припуска ΣP к длине стопы составит:

$$\Sigma P = P1 + P2 + P3 + 5,0 + 4,5 + 0 = 9,5 \text{ (мм)}.$$

Сдвиг начала следа колодки в пятке (S) определяется по формуле [8]

$$S = 0,02 * D_{cm} + 0,05 * B_{n.n.}, \quad (2)$$

где D_{cm} – длина стопы, мм; $B_{n.n.}$ – высота приподнятости пяточной части колодки.

Согласно ГОСТ 3927–88 [1] колодке исходного среднего размера дошкольной половозрастной группы (185-го) соответствует длина стопы 185 мм. Величину приподнятости пяточной части колодки согласно рекомендациям [9] принимаем равной 10 мм. Тогда по формуле (2) величина «сдвиг начала следа колодки в пятке» составляет 4 мм.

Подставив полученные значения в формулу (1), величина следа колодки дошкольной группы равна:

$$L_{cl} = 185,0 + 9,5 - 4,0 = 9,5 \text{ (мм)}.$$

Однако в последнее время на предприятиях Республики Беларусь для производства детской обуви используют в основном образцы импортных колодок штихмассовой системы нумерации. В связи с этим на территории Республики Беларусь были введены дополнения к ГОСТ 3927–88 [10] для колодок и обуви штихмассовой системы нумерации. Штихмассовый номер характеризует длину следа колодки, выраженную в штихах (один штих равен 6,67 мм). Длина следа колодки в данном случае определяется как длина стопы с минимальным необходимым припуском, принятым равным 10 мм. Согласно ГОСТ 3927–88 [10] колодке исходного среднего размера дошкольной половозрастной группы (29-го) соответствует длина стопы 183,3 мм. Тогда длина следа колодки соответственно составляет 193,3 мм.

Как показал анализ зарубежной литературы [11], величина оптимального припуска к длине стопы для дошкольной группы в соответствии с таблицей WMS (WMS – это объединенный символ, принятый многими производителями Германии для определения специфических требований к стандартизированной по длине и ширине детской обуви), равна 12 – 15 мм.

Учитывая это, для разрабатываемой дошкольной обувной колодки, длина следа была принята равной 195 мм.

Для расчета соотношения между обхватом плюснефалангового сочленения стопы и соответствующего ему обхвата колодки в пределах данной половозрастной группы в работе [3] предложена формула

$$O_k = O_c * K, \quad (3)$$

где O_k – обхват в пучках колодки, мм; O_c – обхват стопы в плюснефаланговом сочленении, мм; K – коэффициент, выражающий соотношение обхватов стопы и колодки.

Коэффициент K определяется по формуле

$$K = 1 + \frac{\Delta O_1 + \Delta O_2 - q}{O_c}, \quad (4)$$

где ΔO_1 – величина изменения обхвата стопы при ходьбе, мм; ΔO_2 – полугодовой прирост обхвата стопы, мм; q – величина допустимого давления обуви на стопу, мм; O_c – средняя арифметическое обхвата стопы для данной группы, мм.

При определении параметров обувной колодки по данному методу учитывается величина изменения обхвата стопы при ходьбе, полугодовой прирост обхвата стопы и величина допустимого давления обуви на стопу.

Согласно проведенному нами исследованию изменения обхвата стопы при ходьбе для детей дошкольной половозрастной группы ΔO_1 принят нами при расчетах равным 4,5 мм.

По данным антропометрических исследований стоп детей Республики Беларусь, проведенных нами [7], средний прирост обхвата стопы по наружному пучку в дошкольной половозрастной группе за полугодие (ΔO_2) составляет 4,0 мм.

Величина допустимого давления обуви на стопу для дошкольной половозрастной группы согласно данным работы [3] была принята равной 0.

Среднее арифметическое обхвата стопы по наружному пучку для исследуемой половозрастной группы согласно данным работы [2] составляет 180 мм.

Подставив эти значения в формулу (4), получаем, что коэффициент, выражающий соотношение обхватов стопы и колодки, $K = 1,047$. Тогда обхват колодки по наружному пучку согласно формуле (3) составляет 188,5 мм.

Однако описанный выше метод определения обхватных параметров обувной колодки не учитывает фактор усадки верха обуви после снятия ее с колодки и в процессе последующего хранения.

Это учтено в работе [12], где предложен расчетный метод преобразования форморазмеров стопы в параметры обувной колодки, основанный на их силовом взаимодействии. Согласно данному методу для одноименных сечений стопы, взаимодействующей с обувью, и колодки, на которой эта обувь изготовлена, справедливо равенство

$$O_k = \frac{O_c * (1 - 0,01 * \varphi)}{K_y * (1 + 0,01 * \varepsilon)}, \quad (5)$$

где O_c – периметр сечения стопы, мм; O_k – одноименный периметр сечения колодки, мм; φ – предел допустимого сжатия стопы обувью, %; K_y – коэффициент, характеризующий уменьшение периметра поперечного сечения обуви в результате усадки ее верха; ε – относительная деформация материалов верха обуви от внешнего силового воздействия, %.

Данный метод при определении параметров обувной колодки учитывает фактор усадки верха обуви, предел допустимого сжатия стопы обувью и относительную деформацию материалов верха обуви от внешнего силового воздействия.

Предел допустимого сжатия стопы обувью для дошкольной половозрастной группы, как отмечалось выше, был принят равным 0.

Коэффициент, характеризующий уменьшение периметра поперечного сечения обуви в результате усадки ее верха, согласно нашим исследованиям [13] при проектировании колодки для обуви обтяжно-затяжного способа формования был принят равным 0,983.

Величину ε , % согласно литературным данным [14] для расчетов можно принимать в пределах, указанных в таблице 2.

Таблица 2 – Величина относительной деформации для различных материалов верха обуви

Материал верха	Величина относительной деформации ε , %
Материал с большой тягучестью	1,25 – 1,45
Материал со средней тягучестью	1,00 – 1,25
Материал с малой тягучестью	0,75 – 1,00

Для расчетов величина относительной деформации материалов верха обуви нами принята равной 1 % (средняя тягучесть). Тогда согласно формуле (5) обхват колодки по наружному пучку ($O_{к.н.п.}$) составит:

$$O_{к.н.п.} = \frac{180 * (1 - 0,01 * 0)}{0,983 * (1 + 0,01 * 1)} = 181,5 \text{ (мм)}.$$

Проанализировав описанные выше методы определения параметров внутренней формы обуви, для колодок дошкольной половозрастной группы нами предложено при преобразовании форморазмеров стопы в параметры одноименных сечений обувной колодки равенство (5) трансформировать следующим образом:

$$O_k = \frac{O_c * (1 - 0,01 * \varphi)}{K_y * (1 + 0,01 * \varepsilon)} + \Delta O_1 + \Delta O_2. \quad (6)$$

Таким образом, при расчете параметров обувной колодки учитывается не только фактор усадки верха обуви, предел допустимого сжатия стопы обувью и относительная деформация материалов верха обуви от внешнего силового воздействия, но и величина изменения обхвата стопы при ходьбе и полугодовой прирост обхвата стопы в конкретном сечении.

Тогда согласно формуле (6) обхват колодки по наружному пучку ($O_{к.н.н.}$) составит:

$$O_{к.н.н.} = \frac{180 * (1 - 0,01 * 0)}{0,983 * (1 + 0,01 * 1)} + 4,5 + 4,0 = 190 \text{ (мм)}.$$

Согласно ГОСТ 3927–88 [1] основными контрольными параметрами колодок являются периметры наклонных сечений 0,68/0,72 D_{cm} и 0,55 D_{cm} , ширина следа в сечениях 0,18 D_{cm} и 0,68 D_{cm} .

Значение обхвата колодки в сечении 0,68/0,72 D_{cm} ($O_{к.0,68/0,72}$) можно получить путем умножения значения обхвата колодки по наружному пучку ($O_{к.н.н.}$) на коэффициент 1,02 согласно проведенных нами исследований [15]. Тогда

$$O_{к.0,68/0,72} = O_{к.н.н.} * 1,02. \quad (7)$$

Согласно формуле (7) обхват колодки в сечении 0,68/0,72 D_{cm} составляет 194 мм.

Что касается широтных параметров колодки, то по данным работы [4] проведенный анализ принципов конструирования колодок показал, что ширина колодки по пучкам составляет 33 – 36 % обхвата ее в пучках. При проектировании детских колодок ширина по пучкам принимается равной 36 % от ее обхвата. Ширина пяточной части колодки равна 67 % ее ширины по пучкам. Тогда, согласно выше-сказанному, в нашем случае ширина колодки по пучкам составит 70 мм, что соответствует 66 мм в сечении 0,68 D_{cm} ($Ш_{к.0,68}$), а ширина колодки в сечении 0,18 D_{cm} ($Ш_{к.0,18}$) составит соответственно 47 мм.

Основные параметры разрабатываемой обувной колодки для детей дошкольной половозрастной группы сведены в таблицу 3.

Таблица 3 – Основные параметры разрабатываемой обувной колодки

Основные параметры	Значение параметров, мм
Длина следа	195,0
Обхват в сечении 0,68/0,72 D_{cm}	194,0
Ширина следа в сечении 0,18 D_{cm}	47,0
Ширина следа в сечении 0,68 D_{cm}	66,0

Таким образом, в результате проведенной работы на основании полученной антропометрической информации о форме и размерах средне-средней стопы были определены параметры рациональной внутренней формы детской обуви для дошкольной половозрастной группы. Согласно ГОСТ 3927 – 88 [1] установленные нами параметры в наибольшей степени соответствуют параметрам колодки дошкольной половозрастной группы 185 размера 4 полноты.

Список использованных источников

1. ГОСТ 3927–88. Колодки обувные. Общие технические условия. – Взамен ГОСТ 3927–75 ; введ. 1988–09–28. – Москва : Изд-во стандартов, 1989. – 60 с.

2. Милюшкова, Ю. В. Антропометрические исследования стоп детей дошкольного возраста / Ю. В. Милюшкова // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2010. – Вып. 19. – С. 62-67.
3. Фарниева, О. В. Совершенствование размерной стандартизации и ассортимента обуви / О. В. Фарниева, К. Н. Нургельдиев. – Ашхабад : Ылым, 1982. – 192 с.
4. Основы рационального конструирования колодок и обуви : пер с польск. / Э. Холева [и др.]. – Москва : Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 248 с.
5. Милюшкова, Ю. В. Устройство для регистрации изменения длины стопы в динамике / Ю. В. Милюшкова, В. Е. Горбачик, А. Л. Ковалев // С наукой в будущее : материалы международной научно-практической конференции высших и средних специальных учебных заведений, Барановичи, 18 мая 2012 г. / УО «Барановичский государственный колледж легкой промышленности им. В. Е. Чернышева». – Барановичи, 2012. – С. 101-103.
6. Пат. 7977 Республика Беларусь, МПК А 43D 1/02. Приспособление для измерения обхвата стопы / Ю. В. Милюшкова, А. Л. Ковалев, В. Е. Горбачик ; заявитель и патентообладатель учреждение образования «Витебский государственный технологический университет». - № u 20110595 ; заявл. 2011.07.18 ; опубл. 2012.02.28, Бюллетень № 1. – С. 202-203.
7. Возрастные изменения параметров стоп и голеней у детей / В. Е. Горбачик [и др.] // Техническое регулирование: базовая основа качества товаров и услуг : международный сборник научных трудов / ГОУ ВПО «ЮРГУЭС». – Шахты, 2010. – С. 97-100.
8. Конструирование изделий из кожи : учебник для студентов вузов, обуч. по спец. «Конструирование изделий из кожи», «Технология изделий из кожи» / Ю. П. Зыбин [и др.]. – Москва : Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 264 с.
9. О безопасности продукции, предназначенной для детей и подростков : ТР ТС 007/2011 – 2011. – утв. решением Комиссии Таможенного союза № 797 от 2011 – 09 – 23. – 60 с.
10. ГОСТ 3927–88. Колодки обувные. Общие технические условия : Изменения № 2 РБ. – Введ. 2003–03–01. – Минск, 2002. – 24 с.
11. Решение вопросов спорности детской обуви в ФРГ // Фрагмент банка данных «ИНФО-ЦИПРО». Информация о достижениях науки, техники и производства в обувной и кожгалантерейной промышленности в СССР и за рубежом. – Москва, 1991. – Выпуск 4 – С. 37-47.
12. Фукин, В. А. Проектирование обувных колодок / В. А. Фукин, В. В. Костылева, В. П. Лыба. – Москва : Легпромбытиздат, 1987. – 88 с.
13. Милюшкова, Ю. В. Исследование усадки детской обуви / Ю. В. Милюшкова, Р. Н. Томашева, В. Е. Горбачик // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2011. – Вып. 21. – С. 63-67.
14. Разработка и обоснование технологии изготовления специальной обуви в условиях массового производства / И. А. Максимова [и др.]. – Москва : МГУДТ, 2009. – 156 с.
15. Милюшкова, Ю. В. Об использовании данных обмеров стоп при проектировании колодок и обуви / Ю. В. Милюшкова, В. Е. Горбачик // Техническое регулирование: базовая основа качества товаров и услуг : международный сборник научных трудов / ГОУ ВПО «ЮРГУЭС». – Шахты, 2009. – С. 92-94.

Статья поступила в редакцию 14.02.2013.

Милюшкова, Ю. В. Определение параметров рациональной внутренней формы детской обуви / Ю. В. Милюшкова, В. Е. Горбачик // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2013. – № 24. – С. 42.