

АНАЛИЗ ПОПЕРЕЧНЫХ СЕЧЕНИЙ СТОПЫ И КОЛОДКИ

Ю.В. Милюшкова, В.Е. Горбачик

УДК 685. 34.021. 3:685.341.85

РЕФЕРАТ

СТОПА, ОБУВНАЯ КОЛОДКА, СООТНОШЕНИЕ РАЗМЕРОВ СТОПЫ И КОЛОДКИ, ОБУВЬ

В статье представлена информация о разработанной рациональной обувной колодке для закрытой дошкольной обуви. Проведено сопоставление параметров одноименных поперечно-вертикальных сечений разработанной колодки и средне-средней стопы дошкольной половозрастной группы. Определены значения сравнительных коэффициентов размеров стопы и колодки по ширине для закрытой дошкольной обуви. Полученные в ходе работы результаты позволяют по антропометрическим данным стопы любого региона спроектировать рациональную колодку для обуви дошкольной половозрастной группы.

ABSTRACT

FOOT, SHOE LAST, THE SIZE RATIO OF THE FOOT AND SHOES, SHOES

The information about the developed rational shoe last for closed preschool shoes is offered in the article. The comparison of the parameters of similar cross-vertical sections of the developed last and middle-middle foot of preschool age and gender group was conducted. The values of comparative coefficients of foot sizes and last in width for closed preschool shoes were defined. The obtained results allow on the base of anthropometric data of any region design the rational shoe last for preschool age and gender group.

Одной из составляющих рациональной конструкции обуви в целом и детской в частности является соответствие формы и размеров обуви форме и размерам стопы. В свою очередь внутренние размеры и форма готовой обуви определяются в основном размерами и формой колодки, на которой она изготовлена. Однако колодка по форме и размерам не является точной копией стопы. Следовательно, и удобство в процессе носки прежде всего зависит от того, каковы соотношения между размерами и формой стопы и колодки. В связи с этим важной задачей является определение рациональных параметров обувной колодки и установление соотношений форм и размеров одноименных сечений стопы и колодки.

Разработка внутренней формы обуви – весьма сложная задача. Исходными данными для построения рациональной обувной колодки являются антропометрические данные о форме и размерах средне-средней стопы по каждой половозрастной группе населения. Кроме это-

го, 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, свойства систем материалов верха и низа обуви, возрастные особенности стоп.

В основу ГОСТ 3927–88 «Колодки обувные. Общие технические условия» [1], действующего в настоящее время, заложены результаты обмеров детских стоп, проведенных в 70-е годы прошлого столетия, в то время как по рекомендациям антропологов подобные исследования должны проводиться каждые 10 лет. Ситуация усугубляется тем, что 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 стопам белорусских потребителей, что не всегда положительно сказывается на рациональности готовой обуви.

Учитывая это для определения рациональных параметров внутренней формы дошкольной обуви, на кафедре конструирования и технологии изделий из кожи Витебского государственного технологического университета были проведены антропометрические исследования ног 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 и голени [2], получены регрессионные зависимости подчиненных размерных признаков ног от ведущих параметров и проанализированы возрастные изменения параметров стоп и голени у детей [3]. Исследованы изменения основных размеров стопы (по длине и обхвату в пучках) в процессе ходьбы [4] и величина усадки верха детской обуви после снятия с колодки и в процессе ее последующего хранения [5]. Проведен анализ существующих методов преобразования антропометрических характеристик стопы в параметры внутренней формы обуви и предложен уточненный метод, учитывающий максимальное количество факторов, необходимых для определения параметров рациональной внутренней формы обуви [4].

Учитывая, что для каждой половозрастной группы людей проектируется только исходный (средний) размер серии колодок и обуви, а остальные размеры серии получают путем градирования, на основании проведенных исследований [2–5] были определены основные параметры рациональной обувной колодки для детей дошкольной половозрастной группы, проживающих в Республики Беларусь [4]. Используя полученные данные, модельерами-колодочниками специализированного предприятия СООО «Викоп-Фагус» (г. Витебск) был в ручную изготовлен образец колодки исходного номера серии (N 185) для закрытой дошкольной обуви.

На производственном унитарном предпри-

ятии «Сан Марко» на разработанной колодке были спроектированы и изготовлены образцы дошкольных полуботинок и туфель.

С целью подтверждения впорности опытных образцов была произведена примерка разработанной обуви. В примерке принимали участие 45 детей в возрасте 4 – 7 лет (дошкольная группа), имеющие длину стопы $185 \pm 2,5$ мм и обхват по наружному пучку 180 ± 3 мм (параметры средней стопы) с учетом интервала безразличия [2].

Впорность обуви определяется множеством факторов, решающими из которых являются длина и полнота обуви. Эти два фактора взаимозависимы и вместе образуют условие для правильной посадки обуви на детской растущей стопе.

В работе [6] отмечается, что оптимальная величина припуска к длине стопы для дошкольной половозрастной группы должна составлять 10 – 15 мм, а ширина обуви в области пучков должна быть несколько меньше ширины стопы, чтобы предотвращать её проскальзывание вперед и сдавливание пальцев.

Носочная часть в обуви достаточно твердая, и определить местонахождение большого пальца органолептическим способом затруднительно. При примерке обуви в магазине врачи-ортопеды советуют воспользоваться следующим способом – попытаться протиснуть между задником и пяткой указательный палец [7]. Если палец проходит с небольшим усилием – смело можно покупать. В результате примерок образцов обуви установлено, что в носочной части имеется припуск, достаточный с учетом роста стопы и изменения ее длины при движении.

Для определения изменения ширины стопы необутой и во время примерки пары обуви предварительно на верхе разработанных образцов специальным маркером отмечалось поперечное сечение, соответствующее середине пучков на расстоянии 0,68 длины стопы, которое определялось на полупаре от наиболее выпуклой точки пяточного закругления с учетом толщины деталей заготовки. Затем с помощью штангенциркуля (точность замера 0,1 мм) проводился замер ширины стопы в области пучков до и во время примерки обуви. Разница полученных значений с учетом толщины пакета материалов заготовки

является искомой величиной приращения ширины стопы. Проведенные исследования показали, что по ширине обутая стопа в области пучков меньше по сравнению с необутой стопой в среднем на 2,5 мм, что способствует удержанию стопы от выдвигания вперед.

Таким образом, на основании анализа примерок опытных пар обуви и опроса испытуемых подтверждено, что опытные образцы удобны детям с соответствующими параметрами стоп.

Учитывая, что антропометрические данные стоп детей, проживающих в различных регионах, отличаются, интерес представляет установление соотношений форм и размеров одноименных сечений стопы и рациональной колодки.

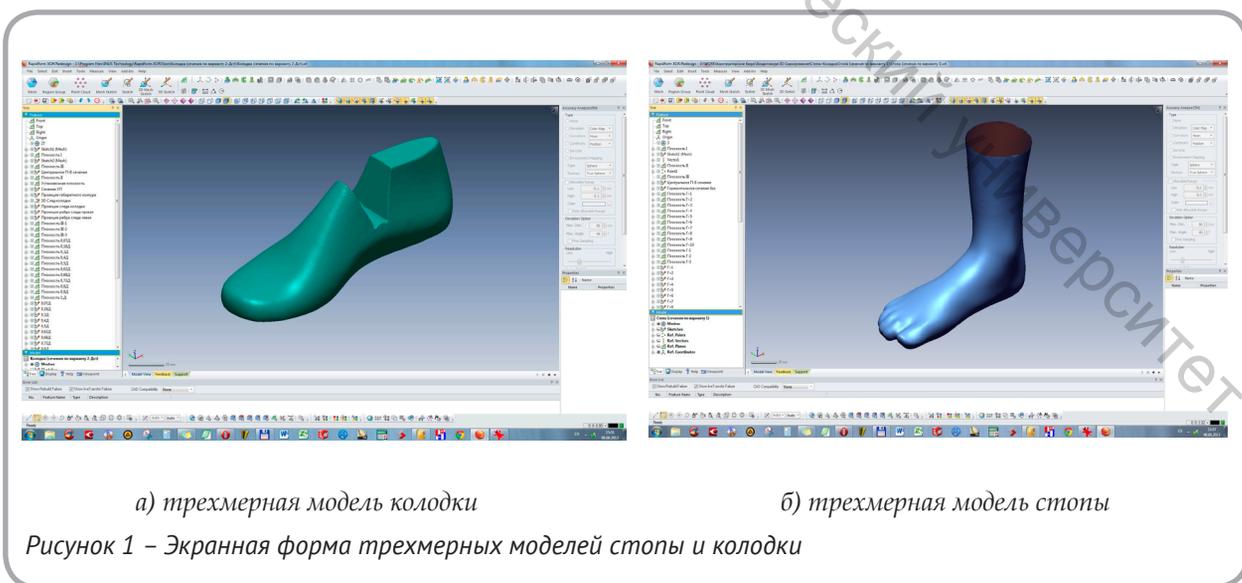
Для этого с помощью технологии бесконтактного трехмерного сканирования, используя 3D сканер «NextEngine 3D Scanner HD» и программное обеспечение RapidWorks, нами были получены трехмерные модели разработанной колодки и детской стопы, размеры которой соответствуют средне-средним параметрам. На рисунке 1 представлена экранная форма трехмерных моделей стопы и колодки.

Со стопы и колодки было получено по 10 поперечно-вертикальных сечений, проходящих через основные антропометрические точки стопы, отстоящих от наиболее выступающей точки пяточной части пропорционально длине стопы (D_{cm}): $0,07D_{cm}$ – первое контрольное сечение, $0,18D_{cm}$ – наиболее широкое место пяточной

части, $0,3D_{cm}$ – третье контрольное сечение, $0,4D_{cm}$ – точка сгиба стопы, $0,5D_{cm}$ – середина длины стопы, $0,62D_{cm}$ – наружный пучок, $0,68D_{cm}$ – середина пучков, $0,73D_{cm}$ – внутренний пучок, $0,8D_{cm}$ – конец пятого пальца, $0,9D_{cm}$ – середина первого пальца.

Для сопоставления сечений стопы и колодки была выбрана прямоугольная система координат, аналогичная использованной в работе [8]. В качестве базовой горизонтальной плоскости использовалась плоскость, параллельная плоскости опоры стопы или колодки и отстоящая от неё на величину $0,09D_{cm}$. Продольно-вертикальная плоскость проходит перпендикулярно горизонтальной плоскости через центр пятки в сечении $0,18D_{cm}$ и середину пучков в сечении $0,68D_{cm}$. Пересечение данных плоскостей дает положение продольной оси X стопы или колодки. Поперечно-вертикальная плоскость проходит перпендикулярно двум названным плоскостям через наиболее выступающую точку пяточной части стопы или колодки, являющуюся началом системы координат. Пересечение поперечно-вертикальной и базовой горизонтальной плоскостей дает положение поперечной оси Y стопы или колодки, а пересечение продольно-вертикальной и поперечно-вертикальной плоскостей – положение вертикальной оси Z стопы или колодки.

На рисунке 2 представлена экранная форма полученных поперечно-вертикальных сечений



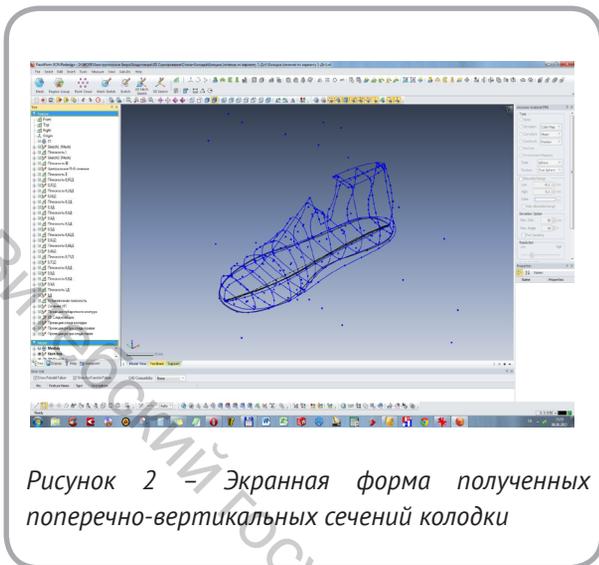


Рисунок 2 – Экранная форма полученных поперечно-вертикальных сечений колодки

колодки.

Одноименные поперечно-вертикальные сечения стопы и колодки совмещались относительно выбранных осей координат. Шириные размеры сечений соответственно стопы и колодки замерялись отдельно с внутренней ($Y_c^{вн}$, $Y_k^{вн}$) и наружной ($Y_c^{нар}$, $Y_k^{нар}$) сторон с шагом по оси Z , равным 5 мм. Пример совмещения и определения шириных размеров одноименных поперечно-вертикальных сечений стопы и колодки представлен на рисунке 3.

Соотношения размеров стопы и колодки по ширине в одноименных поперечно-вертикальных сечениях характеризуются коэффициентами $K_{ш}$, которые находятся по формуле

$$K_{ш} = (Y_c - Y_k) / Y_c, \quad (1)$$

где Y_c – параметры по ширине одноименного сечения стопы; Y_k – параметры по ширине сечения колодки.

Используя приведенную формулу, мы рассчитали сравнительные коэффициенты $K_{ш}$ по всем десяти сечениям стопы и колодки соответственно для внутренней ($K_{ш}^{вн}$) и наружной ($K_{ш}^{нар}$) сторон. Полученные результаты представлены в таблице 1.

Таким образом, на основании анализа формы и размеров разработанной колодки и сопоставления одноименных поперечно-вертикальных сечений колодки и средне-средней стопы нами были определены значения сравнительных коэффициентов $K_{ш}$ размеров стопы и колодки по ширине для закрытой обуви дошкольной половозрастной группы. Полученная информация является составной частью банка данных исходной информации в системе автоматизированного проектирования обувных колодок.

Используя полученные коэффициенты и имея антропометрические данные о форме и размерах средне-средней стопы других регионов, можно спроектировать рациональную колодку исходного размера для закрытой обуви дошкольной половозрастной группы.



Рисунок 3 – Схема совмещения и замера шириных размеров сечений $0,73 D_{cm}$ стопы и колодки

Таблица 1 – Сравнительные коэффициенты $K_{ш}$ размеров стоп и колодок для закрытой обуви дошкольной половозрастной группы

Высота по оси Z, мм	Сечение колодки																			
	0,07 $D_{сш}$		0,18 $D_{сш}$		0,3 $D_{сш}$		0,4 $D_{сш}$		0,5 $D_{сш}$		0,62 $D_{сш}$		0,68 $D_{сш}$		0,73 $D_{сш}$		0,8 $D_{сш}$		0,9 $D_{сш}$	
	$K_{ш}^{он}$	$K_{ш}^{нпр}$	$K_{ш}^{он}$	$K_{ш}^{нпр}$	$K_{ш}^{он}$	$K_{ш}^{нпр}$	$K_{ш}^{он}$	$K_{ш}^{нпр}$	$K_{ш}^{он}$	$K_{ш}^{нпр}$	$K_{ш}^{он}$	$K_{ш}^{нпр}$	$K_{ш}^{он}$	$K_{ш}^{нпр}$	$K_{ш}^{он}$	$K_{ш}^{нпр}$	$K_{ш}^{он}$	$K_{ш}^{нпр}$	$K_{ш}^{он}$	$K_{ш}^{нпр}$
5	1,70	0,76	0,94	0,02	0,81	0,10	-	-0,20	1,90	-0,11	0,09	-0,03	0,05	0,12	0,05	0,21	0,08	1,35	0,45	0,07
10	0,19	0,16	0,08	0,06	0,13	0,00	-0,10	-0,13	-0,17	-0,13	-0,09	-0,05	-0,03	-0,02	0,01	0,19	0,01	0,17	0,58	0,09
15	0,10	0,07	0,05	0,04	0,00	0,00	-0,15	-0,14	-0,21	-0,13	-0,06	-0,05	-0,03	-0,05	0,00	0,01	-0,02	0,10	0,28	0,27
20	0,06	0,08	0,02	0,06	-0,07	0,00	-0,15	-0,07	-0,15	-0,12	0,00	-0,04	0,00	-0,04	0,00	0,03	-0,03	0,17	0,58	0,30
25	0,00	0,11	0,00	0,02	-0,09	0,02	-0,08	-0,03	-0,11	-0,05	0,04	-0,02	0,03	-0,04	0,00	0,30	-0,02	0,86		
30	-0,10	0,15	-0,09	0,00	-0,15	-0,02	-0,08	-0,01	-0,05	0,05	0,11	0,10	0,06	-0,06	0,05	0,86				
35	-0,13	0,17	-0,18	-0,07	-0,23	-0,07	-0,10	-0,02	-0,04	0,16	0,20	0,37	0,16	-0,07	0,12	5,67				
40	-0,21	0,24	-0,29	-0,16	-0,31	-0,13	-0,15	-0,04	0,00	0,11	0,39	0,96	0,52	-0,07						
45	-0,25	0,29	-0,35	-0,25	-0,38	-0,14			0,04	0,91	1,07	-								
50	-0,30	0,65	-0,43	-0,36	-0,45	-0,15			0,50	-										
55	-0,38	0,43	-0,47	-0,40	-0,49	-0,14														
60	-0,44	0,42	-0,49	-0,43	-0,52	-0,15														
65	-0,50	0,56	-0,50	-0,47	-0,55	-0,16														
70	-0,36	0,00	-0,53	-0,50																

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 3927–88. *Колодки обувные. Общие технические условия* (1989), Москва, Издательство стандартов, 60 с.
2. Милюшкова, Ю.В. (2010), Антропометрические исследования стоп детей дошкольного возраста, *Вестник Витебского государственного технологического университета*, 2010, Вып. 19, С. 62–67.
3. Горбачик, В.Е., Ковалёв, А.Л., Линник, А.И., Смелкова, С.В., Милюшкова, Ю.В. (2010), Возрастные изменения параметров стоп и голеней у детей, Техническое регулирование: базовая основа качества товаров и услуг, *Международный сборник научных трудов Южно-Рос. гос. ун-та экономики и сервиса*, Шахты, 2010, С. 97–100.
4. Милюшкова, Ю.В. (2013), Определение параметров рациональной внутренней формы детской обуви, *Вестник Витебского государственного технологического университета*, 2013, Вып. 24, С. 42–48.
5. Милюшкова, Ю.В., Томашева, Р.Н., Горбачик, В.Е. (2011), Исследование усадки детской обуви, *Вестник Витебского государственного технологического университета*, 2011, Вып. 21, С. 63–67.
6. *Решение вопросов важности детской обуви в ФРГ* (1991), Информация о достижениях науки, техники и производства в обувной и кожгалантерейной промышленности в СССР и за рубежом, Москва, 1991, Вып. 4, С. 37–47.
7. Мытько, О. (2012), *Выбираем обувь правильно, 7 дней*, 2012, 16 февраля, С. 12.
8. Фукин, В.А. (1985), Проектирование внутренней формы обуви, Москва, Легпромбытиздат, 1985, 168 с.

REFERENCES

1. GOST 3927–88. *Shoe lasts. General specifications* (1989), Moscow, Publishing Standards, 60 p.
2. Milyushkova, Y.V. (2010), Anthropometrical researches of the foots of children of preschool age [Antropometricheskie issledovaniya stop detey doshkol'nogo vozrasta], *Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta – Vestnik of Vitebsk State Technological University*, 2010, Vol. 19, pp. 62–67.
3. Gorbachik, V.E., Kovalev, A.L., Linnik, A.I., Smelkova, S.V., Milyushkova, Y.V. (2010), Age-related changes in the parameters of the feet and legs of children [Vozrastnye izmeneniya parametrov stop i golenej u detey], Technical regulation: the basic foundation of the quality products and services, *Intern. Sat. scientific papers, South-Ros. gos. Univ of Economics and Service*, Shakhty, 2010, pp. 97–100.
4. Milyushkova, Y.V. (2013), Determining the parameters of sound domestic forms of child shoes [Opredelenie parametrov racional'noy vnutrenney formy detskoj obuvi], *Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta – Vestnik of Vitebsk State Technological University*, 2013, Vol. 24, pp. 42–48.
5. Milyushkova, Y.V., Tomasheva, R.N., Gorbachik, V.E. (2011), Study of shrinkage of children's shoes in the FRG [Issledovaniya usadki detskoj obuvi], *Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta – Vestnik of Vitebsk State Technological University*, 2011, Vol. 21, pp. 63–67.
6. *Reshenie voprosov vporosti detskoj obuvi v FRG* [Addressing vporosti children's shoes in the Federal Republic of Germany] (1991), Information on the achievements of science, technology and production in the footwear and leather industry in the USSR and abroad,

Moscow, 1991, Vol. 4, pp. 37–47.

7. Mytko, O. (2012), *Vybiraem obuv' pravil'no* [Choosing the right shoes], 7 days, 2012, 16 February, 12 pp.

8. Fukin, V.A. (1985), *Designing the inner shape of shoes* [Proektirovanie vnutrenney formy obuvi], Moscow, Legprombytizdat, 1985, 168 p.

Витебский государственный технологический университет

Статья поступила в редакцию 29. 03. 2016 г.