

**ИЗМЕРЕНИЕ И НОРМИРОВАНИЕ ИЗГИБНОЙ ЖЕСТКОСТИ ОБУВИ
MEASUREMENT AND RATIONING THE FLEXURAL RIGIDITY OF FOOTWEAR**

**Милушкова Юлия Валерьевна, Горбачик Владимир Евгеньевич
Miliushkova Yuliya Valeryevna, Gorbachik Vladimir Evgenyevich**

*Витебский государственный технологический университет, Республика Беларусь, Витебск
Vitebsk State Technological University, Republic of Belarus, Vitebsk
(e-mail: gorbachik.vstu@yandex.ru; julie-poste@yandex.ru)*

Аннотация: Проведен анализ состояния вопроса измерения и нормирования показателя изгибной жесткости обуви.

Abstract: The analysis of the state of the issue of measurement and rationing of the index of flexural rigidity of footwear.

Ключевые слова: изгибная жесткость, гибкость, качество, обувь, методы испытания, приборы, измерения, нормирование.

Keywords: flexural rigidity, elasticity, quality, footwear, test methods, instruments, measurements, rationing.

Одним из важнейших физиологических показателей качества обуви, от которого зависит удобство её эксплуатации, является изгибная жесткость.

Исследуя влияние изгибной жесткости обуви на организм человека, многие авторы единодушно приходят к мнению, что ходьба в жесткой, плохо сгибающейся обуви ограничивает движения суставов стопы, нарушает походку, вызывает быстрое утомление и дополнительные энергозатраты организма, что может способствовать развитию плоскостопия, а в детском возрасте еще и препятствовать правильному развитию стопы. Отрицательной стороной низа обуви, обладающего недостаточной гибкостью, является также ограничение движения большого пальца, который сдвигается кнаружи, в результате чего страдает мышца, отводящая большой палец, что в свою очередь связано с сохранением продольного свода стопы и удержанием его в нормальном состоянии. Учитывая это показатель изгибной жесткости один из немногих входит в систему сертификации обуви и нормируется. А исследования вопросов, связанных с изгибной жесткостью обуви, достаточно актуальны.

Для количественного определения показателя изгибной жесткости обуви в мире созданы различные приборы и методы [1, 2, 3, 4]. При этом, как показано в работе [2] подход к измерению изгибной жесткости обуви во всех существующих методах основан на изгибании обуви в пучковой части на угол 25° и определении усилия, необходимого для этого изгибания. Однако по характеру воздействия на обувь все методы измерения изгибной жесткости обуви подразделяются на две группы. Первую группу составляют методы и устройства, в которых при измерении изгибной жесткости обуви происходит подъем пяточной части обуви при неподвижном положении носочно-пучковой части. Ко второй группе относятся методы и

приборы, в которых поднимается носочная часть обуви при неподвижном положении пяточно-геленочной части. Кроме того, установлено, что принципиальным отличием приборов первой и второй групп является то, что при определении изгибной жесткости обуви на приборах второй группы в большинстве случаев плечо изгиба остается постоянным, а при испытании на приборах первой группы плечо изгиба меняется в зависимости от размера обуви.

В настоящее время оценка изгибной жесткости обуви производится по ГОСТ 9718–88 «Обувь. Метод определения гибкости», который предусматривает изгибание обуви путем подъема носочной части. Исследования, проведенные в работах [5, 6] показали, что действующий ГОСТ 9718–88 «Обувь. Метод определения гибкости» обладает существенными недостатками, что приводит к значительным ошибкам при измерении изгибной жесткости обуви. Схема измерения по ГОСТ 9718–88 плохо моделирует реальное нагружение обуви при ходьбе, так как направление приложения изгибающих усилий при испытаниях и при ходьбе различны. При измерении изгибной жесткости обуви необходимо определить результирующую силу P , направленную перпендикулярно плоскости подошвы, а при испытании по ГОСТ 9718–88 измеряется лишь ее вертикальная составляющая P_v , а появление горизонтальной составляющей P_r вызывает соскальзывание носочной части обуви.

Эти недостатки устранены в приборе марки ПГО, разработанном в УкрНИИКПе [7]. Поднятие носочной части обуви на угол 25° в этом случае осуществляется при помощи рамки, перемещающейся по дуге определенного радиуса, что исключает возможность соскальзывания обуви, а направление приложения усилий для изгиба обуви перпендикулярно плоскости подошвы.

В ряде работ [2, 3, 5] отмечается, что более полно условия эксплуатации обуви моделируются при методах измерений на приборах, где изгибание обуви осуществляется за счет поднятия пяточной части при закреплении носочно-пучковой, так как при ходьбе в фазу «перекат через передний отдел» передний отдел стопы, на который переносится давление тела человека, прижимает переднюю часть низа обуви к опоре, а пятка отрывается от опоры и тянет за собой пяточную часть обуви. При этом пятка стопы, движется по дуге определенного радиуса. Максимальное усилие изгиба в этом случае приложено в наиболее выступающей точке пяточного закругления стопы. С этой целью в работе [5] разработан прибор, позволяющий в максимальной степени моделировать при испытании реальный механизм изгиба обуви при ходьбе. Обувь, в области пяточного закругления, захватывается специальным зажимом, который соединен с цифровым динамометром, фиксирующим усилие изгиба. Разработанное устройство достаточно простое, оно не требует предварительной разметки образцов обуви для базирования в устройстве и позволяет определить значение изгибной жесткости обуви непосредственно при испытании образца без использования

дополнительной аппаратуры и вычислений. Следует, однако, отметить, что на разработанном устройстве измерение изгибной жесткости сапог и ботинок с высокими берцами вызывают значительные трудности с точки зрения как закрепления пучковой части обуви, так и приложения усилия в пяточной части. Особенно это касается сапог с высокими голенищами без молнии. С этой точки зрения представляет интерес прибор марки ПГО, механизм базирования обуви в котором предусматривает возможность испытания, в том числе сапог без специального закрепления на стопе. Однако он относится к приборам второй группы.

Более детальный анализ приборов первой группы [3] показал, что зачастую прижимной упор носочно-пучковой части обуви имеет плоскую форму, ограничивая тем самым изгиб низа обуви по задней линии упора, что не соответствует действительному механизму изгиба при ходьбе, который происходит вокруг головок плюсневых костей, имеющих шаровидную форму. Проведенные исследования влияния формы и размеров прижимного упора на ее жесткость показали, что длина упоров независимо от формы не оказывает существенного влияния на показатель изгибной жесткости, а использование плоского упора увеличивает жесткость обуви по сравнению с упором цилиндрической формы примерно на 20–25%. В результате, при измерении изгибной жесткости обуви было рекомендовано использовать два съемных прижимных упора в виде усеченного цилиндра: для обуви с 1 по 4 родовые группы - радиуса $R = 10$ мм и длиной 30 мм и для обуви с 5 по 9 родовые группы – $R = 15$ мм и длиной 50 мм.

Учитывая, что во многих приборах нагружение обуви производится вручную, в работе [3] было исследовано влияние скорости изгиба обуви на показатель ее жесткости. Установлено, что скорость нагружения оказывает значительное влияние на показатель жесткости обуви, что подтверждает необходимость все измерения проводить при одинаковой скорости нагружения.

В работе [2] установлено, что существующие методы измерения изгибной жесткости обуви, не в полной мере решают вопросы испытания обуви с различной высотой каблука. В результате, с целью приближения условий испытания к реальным условиям эксплуатации при измерении изгибной жесткости обуви рекомендованы различные величины углов изгиба для обуви с различной высотой каблука.

Проведенные в работе [5] исследования показали, что значения изгибной жесткости одних и тех же образцов обуви, полученные при испытаниях на приборе с поднятием пяточной части обуви, значительно меньше значений, полученных на приборе с поднятием носочной части обуви. Такая разница может быть связана с тем, что при испытаниях на приборах второй группы плечо изгиба меньше, чем при испытаниях обуви на приборах первой группы. Это в свою очередь не позволяет проводить сравнительную оценку показателя изгибной жесткости

обуви, полученного при испытании на приборах разных групп.

Учитывая это в работе [8] предложено уравнение, применение которого дает возможность проводить сравнительную оценку показателя изгибной жесткости обуви, полученного при испытании на приборах различных групп. А использование разработанных в ходе работы рекомендаций позволяет с достаточной точностью проводить оценку показателя изгибной жесткости обуви различных конструкций, в том числе и сапог с высокими голенищами.

Как уже отмечалось выше показатель изгибной жесткости входит в систему сертификации обуви и нормируется для каждой половозрастной группы обуви.

Так, изгибная жесткость обуви для дошкольной половозрастной группы должна соответствовать требованиям технического регламента «О безопасности продукции, предназначенной для детей и подростков». Согласно требованиям данного документа гибкость обуви для дошкольной половозрастной группы должна быть не более 100 Н. Сразу же обращает на себя внимание принятая в регламенте терминология. Как отмечалось в работе [2] термин «гибкость» не совсем удачен, так как является по смыслу величиной, обратной жесткости. Ограничивая гибкость обуви «не более» какой-то указанной величины, получается, что выпускать обувь, отличающуюся большей гибкостью, не допустимо. Поэтому для характеристики сопротивления обуви изгибу правильнее использовать термин «изгибная жесткость».

С целью обоснования норм изгибной жесткости для дошкольной обуви в работе [9] было исследовано влияние данного показателя обуви на угол изгиба стопы при ходьбе. Установлено, что у детей с увеличением жесткости низа обуви угол изгиба стопы уменьшается. Затруднения в механике ходьбы возникают при ходьбе в обуви жесткостью свыше 40 Н, что выражается в резком уменьшении величины угла изгиба стопы при ходьбе (на $6,5^\circ$). Таким образом, рекомендуемая норма изгибной жесткости обуви для дошкольной половозрастной группы не более 40 Н, что в 2,5 раза меньше норм, рекомендуемых техническим регламентом «О безопасности продукции, предназначенной для детей и подростков».

Проведенный анализ изгибной жесткости детской обуви, реализуемой в магазинах города, показал, что изгибная жесткость исследованных образцов обуви гораздо ниже норм технического регламента. Однако, принимая во внимание рекомендуемый в работе [9] предел, установлено, что изгибная жесткость 30 % образцов детской обуви превышает значение в 40 Н. Полученные данные указывают на необходимость пересмотра норм стандартов, которые не способствуют стремлению предприятий выпускать обувь повышенной комфортности [10].

Таким образом, проведенный в статье анализ выявил ряд проблем, связанных с вопросами измерения и нормирования изгибной жесткости обуви. Все это ставит вопрос о необходимости продолжения работ по совершенствованию методов и приборов для определения изгибной жесткости обуви, а также по пересмотру норм стандартов по данному показателю.

Список литературы

1. Любич М.Г. Свойства обуви. Москва: Лёгкая индустрия, 1969. 253 с.
2. Горбачик В.Е. Изгибная жесткость обуви // Кожа и обувь. 2003. № 1. С. 14–15.
3. Горбачик В.Е., Милюшкова Ю.В. Характеристика методов и приборов для оценки изгибной жесткости обуви // Техническое регулирование: базовая основа качества материалов, товаров и услуг: Международный сборник научных трудов. Шахты: ГОУ ВПО «ЮРГУЭС», 2016. С. 366–374.
4. Кочеткова К.С., Синева О.В., Костылева В.В. Концепция прибора для определения изгибной жесткости обуви // Дизайн и технологии. Москва: МГУДТ, 2015. № 49 (91). С. 29–31.
5. Милюшкова Ю.В., Ковалёв А.Л., Горбачик В.Е. Анализ методов измерения изгибной жесткости обуви // Дизайн и технологии. Москва: МГУДТ, 2013. № 36 (78). С. 21–27.
6. Ковалев А.Л., Фукин В.А., Горбачик В.Е. Динамика изгиба деталей низа обуви при ходьбе // Известия вузов. Технология легкой промышленности. 1984. № 1. С. 67–70.
7. Островский В.С. и др. Прибор для определения гибкости обуви. А. с. 1000841 СССР, МКИ G 01 N 3/20. / (СССР). – № 3354063/28 – 12 ; заявл. 04.11.81 ; опубл. 28.02.83, Бюллетень № 8. – 4 с. : ил.
8. Милюшкова Ю.В., Горбачик В.Е. Сравнительная оценка изгибной жесткости обуви различных видов // Вестник ВГТУ. 2017. Вып. 32. С. 81–87.
9. Милюшкова Ю.В., Горбачик В.Е. Исследование угла изгиба стопы при ходьбе детей в обуви различной жесткости // Новое в технике и технологии текстильной и лёгкой промышленности : материалы международной научной конференции. Витебск, ноябрь 2011 г.: в 2 ч.: УО «ВГТУ», 2011. Ч. 2. С. 77–79.
10. Милюшкова Ю.В., Горбачик В.Е. Анализ эргономических свойств детской обуви с целью повышения качества ее изготовления // Техническое регулирование: базовая основа качества материалов, товаров и услуг: Международный сборник научных трудов. Шахты: ГОУ ВПО «ЮРГУЭС», 2014. С. 43–45.