

УДК 685.34.017.85

## АНАЛИЗ МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЯ ИЗГИБНОЙ ЖЕСТКОСТИ ОБУВИ

ассист. Ю. В. Милюшкова, к.т.н., доц. А. Л. Ковалев,  
д-р т.н., проф. В. Е. Горбачик (Учреждение образования  
«Витебский государственный технологический университет»)  
e-mail: Julie-poste@ya.ru

**В статье проведен анализ различных методов измерения изгибной жесткости обуви. Обоснована методика определения изгибной жесткости обуви, позволяющая в максимальной степени моделировать при испытании реальную картину изгиба обуви при ходьбе.**

*Ключевые слова:* Изгибная жесткость, методы испытания.

Изгибная жесткость (гибкость) обуви является одним из важных показателей ее качества.

В работах [1, 2, 3] отмечается, что для количественного определения показателя жесткости обуви созданы разные приборы и методы. Подход к измерению жесткости обуви во всех методах одинаков и основан на определении усилия, необходимого для этого изгибания обуви в пучковой части на угол 25°. В то же время все известные методы и приборы по характеру воздействия на обувь могут быть разделены на две большие группы. Первую составляют методы и устройства, в которых при измерении жесткости обуви происходит подъем носочной части обуви при неподвижном положении пяточно-геленочной части. Ко второй группе – методы и приборы, в которых, наоборот, поднимается пяточная часть обуви при неподвижном положении носочно-пучковой. При этом отмечается, что в большинстве существующих приборов для измерения изгибной жесткости характер нагружения не соответствует реальным условиям носки.

Цель данного исследования – анализировать различные методы измерения изгибной жесткости обуви.

В настоящее время оценка изгиб-

ной жесткости обуви производится по ГОСТ 9718–88 «Обувь. Метод определения гибкости» [4].

В ГОСТ 9718–88 отмечается, что он соответствует СТ СЭВ 5790–86 «Обувь. Метод определения гибкости» [5]. Однако анализ указанных стандартов обнаруживает некоторые несоответствия. Так, согласно ГОСТ 9718-88 линия закрепления обуви находится на расстоянии 0,67 длины стопы от наиболее выступающей точки пятки. Также линия согласно СТ СЭВ 5790–86 располагается на расстоянии 67% метрического номера от наиболее выступающей точки на линии ребра следа в пяточной части стельки обуви. Линия приложения силы изгиба по ГОСТ 9718–88 проводится на расстоянии 60 мм от линии закрепления в сторону носка, т. е. плечо изгиба при измерении обуви всех половозрастных групп постоянное. По СТ СЭВ 5790–86 линия приложения силы изгиба находится на расстоянии 31% метрического номера от линии закрепления обуви в сторону носка, т.е. плечо изгиба зависит от размера обуви. Таким образом, чем больше размер обуви, тем соответственно больше и плечо изгиба при испытании.

Так как линии закрепления обуви и линии силы изгиба по ГОСТ 9718–88 и по СТ СЭВ 5790–86 отличаются, то

можно предположить, что и результаты измерения изгибной жесткости одних и тех же образцов обуви по указанным стандартам также будут отличаться.

Для проверки данного предположения проведены испытания изгибной жесткости образцов мужской, женской и

дошкольной обуви средних размеров серии по одной полупаре согласно методикам ГОСТ 9718–88 и СТ СЭВ 5790–86.

Результаты измерения изгибной жесткости отобранных образцов обуви и разница полученных значений  $\Delta$  приведены в табл. 1.

**Таблица 1. Изгибная жесткость образцов обуви при испытаниях по разным методикам**

Образец обуви	Размер обуви	Изгибная жесткость, Н		
		ГОСТ 9718–88	СТ СЭВ 5790–86	откл. $\Delta$
Мужская	270	40,0	30,0	10,0
Женская	240	21,0	14,0	7,0
Дошкольная	185	15,0	11,5	3,5

Как видно из табл. 1 значения изгибной жесткости одних и тех же образцов обуви, испытанных по ГОСТ 9718–88 и СТ СЭВ 5790–86 отличаются. При этом изгибная жесткость по СТ СЭВ 5790–86 во всех случаях меньше, из чего следует, что плечо изгиба оказывает большое влияние на результаты испытания.

При испытании дошкольной, малодетской и обуви для ясельного возраста схема измерения плохо моделирует реальные условия изгиба обуви при носке, т.к. её зона не попадает на линию пучков. Это в свою очередь и объясняет высокие показатели жесткости по сравнению с СТ СЭВ 5790–86, несмотря на то что плечи изгиба по обоим методикам мало отличаются и составляют 60 и 57 мм соответственно.

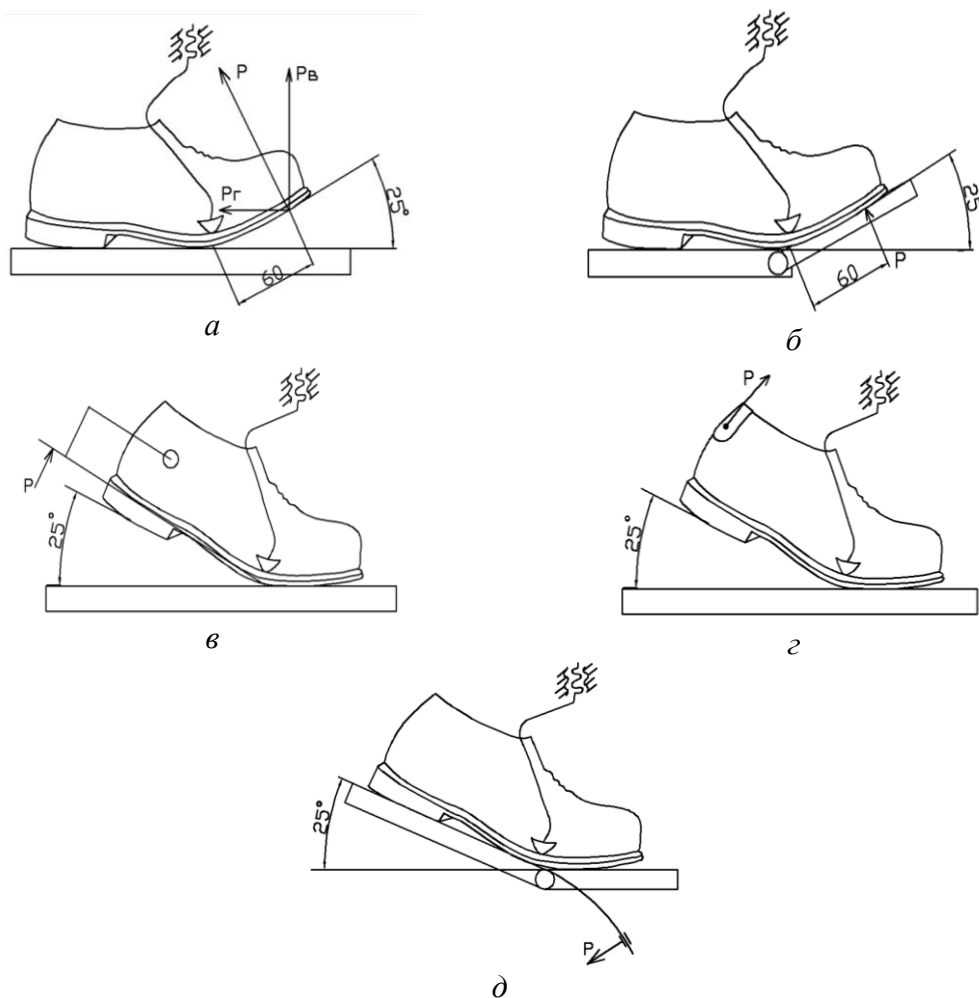
Однако испытания малодетской и обуви для ясельного возраста с закреплением по линии пучков не представляется возможным, так как расстояние от линии пучков до края носка меньше 60 мм, которые предусматривает ГОСТ 9718–88. В этом отношении СТ СЭВ 5790–86 не имеет такого ограничения, так как с уменьшением размера обуви уменьшается и плечо изгиба, а закрепление обуви соответствует пучковой части.

На наш взгляд в СТ СЭВ 5790–86 подход к измерению изгибной жесткости малоразмерной обуви более логичен и лучше моделирует реальные условия изгиба обуви при носке.

Испытания изгибной жесткости по ГОСТ 9718–88 и СТ СЭВ 5790–86 проводятся с использованием специальных приспособлений на разрывных машинах. В настоящее время в испытательных центрах в большинстве случаев используются разрывные машины типа РТ-250. Как отмечается в работе [6], при испытаниях на машинах такой конструкции возникает погрешность в измерении за счет того, что между штангой верхнего зажима и направляющими возникает сила трения.

Кроме того, 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. На рис. 1, а приведена принципиальная схема работы такого устройства. 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 состав-

ляющая  $P_B$ , а появившаяся горизонтальная составляющая  $P_T$ , вызывает соскальзывание носочной части обуви.



**Рис. 1. Принципиальные схемы нагружения обуви в приборах для измерения изгибной жесткости обуви:**

***a* – схема нагружения по ГОСТ 9718–88; *б* – схема нагружения на приборе марки ПГО; *в* – схема нагружения на устройстве, разработанном в ЛИТЛП (СПГУДТ); *г* – схема нагружения на приборе ВГТУ; *д* – схема нагружения на приборе, определяющем изгибающий момент**

Эти недостатки устранены в приборе марки ПГО, разработанном УкрНИИКом [7], принципиальная схема работы которого изображена на рис. 1, б. Поднятие носочной части обуви на угол  $25^\circ$  в этом случае осуществляется с помощью рамки, перемещающейся по дуге определенного радиуса, что исключает возможность соскальзывания обуви, а направление

приложения усилий для изгиба обуви перпендикулярно плоскости подошвы, что в большей степени соответствует реальным условиям. Кроме того, прибор не связан с разрывной машиной.

В табл. 2 приведено сравнение результатов измерения изгибной жесткости отобранных образцов обуви по методике ГОСТ 9718–88 и на приборе марки ПГО.

Таблица 2. Изгибная жесткость образцов при испытаниях на разных приборах

Образец обуви	Изгибная жесткость, Н		
	ГОСТ 9718–88	прибор марки ПГО	$\Delta$
Мужская	40,0	48,5	8,5
Женская	21,0	25,0	4,0
Дошкольная	15,0	18,0	3,0

Как видно из табл. 2, значение изгибной жесткости образцов, измеренной по ГОСТ 9718–88, меньше соответствующих значений изгибной жесткости, полученных на приборе ПГО. Разница достигает в среднем 17%.

Проведенный анализ касался методов измерения изгибной жесткости обуви на приборах первой группы. В ряде работ [3, 8] отмечается, что более полно условия эксплуатации обуви моделируются при методах измерений на приборах второй группы, 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.

Известен ряд приборов, измеряющих изгибную жесткость обуви при подъеме ее пяточной части. Одним из таких является устройство, разработанное в ЛИТЛП (СПГУДТ) [9], принципиальная схема которого приведена на рис. 1, в. Обувь закрепляется в области жесткого задника на расстоянии  $0,18 D_{ст}$  (длины стопы) с помощью опорных наконечников, фиксирующих винтов и вилки, которая соединена с тензометрическим датчиком усилия.

При этом направление приложения усилий для изгиба обуви перпендикулярно плоскости подошвы, что позволяет избежать погрешностей измерения.

Однако перед испытанием на данном приборе требуется предварительная разметка обуви для ее базирования в приборе, что вносит дополнительные погрешности и повышает трудоемкость процесса измерения. Кроме того, в качестве недостатка данного прибора можно отметить, что усилие закрепления обуви в области жесткого задника не достаточно надежное и зависит от деформационных способностей материала задника.

С учетом недостатков проанализированного устройства ЛИТЛП кафедрой конструирования и технологии изделий из кожи Витебского государственного технологического университета на основе прибора ЛИТЛП было разработано новое устройство для измерения изгибной жесткости обуви. Принципиальная схема предложенного устройства изображена на рис. 1, г. Обувь в области пяточного закругления захватывается специальным зажимом, который соединен с цифровым динамометром марки HS-9003, фиксирующим усилие изгиба.

Разработанное устройство позволяет наиболее полно моделировать условие взаимодействия системы «стопа-обувь», так как усилие, изгибающее обувь, приложено к пяточному закруглению обуви. Кроме того, исключается предварительная разметка обуви, усилие закрепления обуви не зависит от мате-

## КОНСТРУИРОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ КОЖИ

риала задника, а тензометрический датчик, регистрирующий усилие изгиба обуви, заменен на простой и не требующий дополнительной аппаратуры электронный динамометр.

Для сравнения показателя изгибной жесткости обуви, полученного на приборах первой и второй групп, нами были проведены испытания детской обуви. В качестве объектов исследования выбрана обувь закрытого типа,

различных видов (полуботинки, туфли) дошкольной половозрастной группы исходного 29-го среднего размера.

Измерение изгибной жесткости образцов обуви проводилось на приборе марки ПГО (линия закрепления образцов соответствовала середине пучков) и на приборе ВГТУ. Результаты измерений изгибной жесткости образцов детской обуви на различных приборах представлены в табл. 3.

**Таблица 3. Изгибная жесткость образцов при испытаниях на различных приборах**

№ образца	Изгибная жесткость, Н	
	прибор марки ПГО	прибор ВГТУ
1	10,0	5,5
2	33,0	16,8
3	15,0	8,1
4	45,0	22,5
5	22,0	11,8
6	60,0	30,0

Анализ табл. 3 показывает, что значения изгибной жесткости, полученные при испытаниях на приборе с поднятием пяточной части обуви, примерно на 50% меньше значений, полученных на приборе с поднятием носочной части обуви. Такая разница может быть связана с тем, что при испытаниях на приборах первой группы плечо изгиба меньше, чем при испытаниях обуви на приборах второй группы. При этом, несмотря на значительные отличия значений изгибной жесткости каждого отдельного образца при испытаниях на приборах различных групп, общая тенденция значений изгибной жесткости по образцам схожая.

Интерес представляет способ определения изгибной жесткости обуви [10], принципиальная схема которого изображена на рис. 1, д. Поднятие пяточной части обуви на угол  $25^\circ$  в этом

случае осуществляется с помощью подвижной плиты. Способ принципиально отличается от предыдущего тем, что измеряется не усилие, изгибающее обувь, а изгибающий момент, а уже затем вычисляется усилие изгиба путем деления величины изгибающего момента на заданное плечо изгиба (в нашем случае  $0,68 D$  стопы). Вычисление усилия изгиба расчетным путем позволяет повысить точность результатов измерения за счет учета действительного плеча изгиба.

В табл. 4 приведены отклонения ( $\Delta P$ ) значений изгибной жесткости отобранных образцов обуви, полученных на приборе, определяющем изгибающий момент и на приборе ВГТУ.

Как видно из табл. 4, отклонение значений изгибной жесткости образцов обуви, полученных на приборе, определяющем изгибающий момент и на при-

боре ВГТУ, имеют небольшие значения. Кроме того, прибор ВГТУ позволяет определять значения изгибной же-

сткости обуви непосредственно при испытании образца и не требует дополнительных вычислений.

**Таблица 4. Отклонения значений изгибной жесткости образцов обуви при испытаниях на различных приборах**

№ образца	Изгибная жесткость, Н		Δ Р
	прибор, определяющий изгибающий момент	прибор ВГТУ	
1	5,0	5,5	0,5
2	16,5	16,8	0,3
3	7,5	8,1	0,6
4	22,3	22,5	0,2
5	11,3	11,8	0,5
6	29,7	30,0	0,3

Таким образом, в результате проведенного анализа установлено, что, во-первых, действующий ГОСТ 9718–88 «Обувь. Метод определения гибкости» обладает существенными недостатками, что приводит к значительным ошибкам при измерении изгибной жесткости обуви. Во-вторых, при разработке новой методики измерения изгибной жесткости обуви необходимо обязательно учитывать плечо изгиба,

связанное с размером обуви, и использовать схему измерения, при которой происходит подъем пяточной части обуви при неподвижном положении носочно-пучковой части, так как эта схема в наибольшей степени моделирует реальную картину изгиба обуви при ходьбе. При этом приложение усилия изгиба должно быть перпендикулярно плоскости подошвы.

#### Список литературы

1. Любич, М. Г. Свойства обуви [Текст].–М.: Легкая индустрия, 1969.–256 с.
2. Анохин Д. И. Как определять и каким показателем характеризовать жесткость обуви. В кн.: Конструирование и технология изделий из кожи [Текст]. – М.: МТИЛП, 1979. – С. 62–64.
3. Горбачик В. Е. Изгибная жесткость обуви [Текст] // Кожа и обувь. – 2003.– № 1. – С. 14–15.
4. ГОСТ 9718–88. Обувь. Метод определения гибкости [Текст]. – Введ. 17.03.1988. – М. : Изд-во стандартов, 1988.
5. СТ СЭВ 5790 – 86. Обувь. Метод определения гибкости [Текст]. – М.: Изд-во стандартов, 1987.
6. Ковалев А. Л. [и др.] Кинематический анализ работы приборов для измерения изгибной жесткости обуви. В кн. в 2 ч.: Совершенствование технологических процессов, оборудования и организации производства в легкой промышленности и машиностроении [Текст]. – Минск: Універсітэцкае, 1994. – Ч. 1. – С. 177–181.



7. **А. с. 1000841 СССР, МКИ G 01 N 3/20.** Прибор для определения гибкости обуви [Текст] / В. С. Островский и др. (СССР). – № 3354063/28–12; заявл. 04.11.81; опубл. 28.02.83, Бюл. №8.

8. **Комиссаров А. Г., Шварц А. С.** Измерение жесткости малоразмерной и низкокаблучной обуви при изгибе [Текст]//Кожевенно-обувная пром-сть. – 1989. – №8. – С. 31–33.

9. **А. с. 1441245 СССР, МКИ G01 N3/20.** Устройство для определения изгибной жесткости обуви [Текст]/А. Г. Комиссаров, Н. В. Замарашкин, Ф. А. Шушпанов (СССР). – №4086180/31–12; заявл. 09.07.86; опубл. 30.11.88, Бюл. № 44.

10. **Пат. №3414 (ВУ). С1 G01N 3/20 1996.** Способ определения изгибной жесткости обуви и устройство для измерения изгибающего момента при определении изгибной жесткости обуви. / В. Е. Горбачик, А. Ю. Зыбин. Опубликовано в официальном бюллетене №2 (25), 2000. с. 139.

ANALYSIS OF METHODS OF MEASUREMENT OF FLEXURAL  
RIGIDITY OF FOOTWEAR

Y. V. Miliushkova, A. L. Kovalev, V. E. Gorbachik  
(Institution of the formation «Vitebskiy state technological university»)  
e-mail: Julie-poste@ya.ru

In article the analysis of various methods of measurement of flexural rigidity of footwear is carried out. The technique of determination of flexural rigidity of the footwear is proved, allowing in the maximum degree to model at test a real picture of a bend of footwear when walking.

**Key words:** flexural rigidity, test methods.