

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИСПЫТАНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Потребительские свойства готовой обуви во многом определяются свойствами материалов, качеством комплектующих и фурнитуры. При этом значительная роль отводится деталям низа, их способности выдерживать влияние эксплуатационных факторов в процессе носки.

Детали низа защищают стопу от грунта, придают ей определенное положение и устойчивость. Детали низа и их части работают с неравнозначными нагрузками, хотя при эксплуатации обуви подвергаются еще более интенсивным механическим и химическим воздействиям внешней среды, чем материалы заготовок.

Многократный изгиб является одним из основных видов деформации подошвенных материалов и деталей низа при носке обуви. В результате небольших по величине, но многократно прикладываемых изгибающих нагрузок материал утомляется, и как следствие этого в подошве могут образовываться микротрещины, нарушающие физическую надежность подошвы и обуви в целом.

Деформация подошвенного материала при изгибе возникает под действием сил, направленных перпендикулярно плоскости подошвы (поперечный изгиб). Изгиб является сложным видом деформации, так как при действии внешней силы одни слои материала растягиваются, а другие сжимаются. Основными характеристиками механических свойств полимерных материалов низа обуви при изгибе являются жесткость и максимальное количество циклов изгиба, которое смог выдержать образец при проведении испытаний [1].

Ниже будут рассмотрены основные методы оценки свойств полимерных подошвенных материалов при изгибе, которые могут применяться в современной промышленности.

Существует стандартный метод испытания резины на многократный изгиб по ГОСТ 422-75 «Резина для низа обуви. Методы испытаний на многократный изгиб». Суть метода состоит в определении сопротивления образованию и разрастанию трещин при изгибе образца на 90° , чередующихся с его выпрямлением под действием упругих сил резины. Для пористых резин от каждой пластины выбирают не менее 10 образцов в поперечном или продольном направлениях. Для проведения испытаний используют машину типа Торренса, которая состоит из двух дисков, насаженных на вал.

Испытания проводят следующим образом: подбирают группу образцов, различающихся по толщине не более чем на 0,2 мм. Образцы закрепляются по направлению вращения диска. Для наблюдения за образцами в процессе испытания машину периодически выключают, изгибают образцы рукой до соприкосновения с диском с помощью измерительной лупы и контролируют длину трещины в месте изгиба. Для разных видов резины устанавливается своя норма количества изгибов, при которых они не должны ломаться — обычно не менее 15 000 циклов в зависимости от вида подошвы. На этом приборе можно испытывать только плоские полоски.

Результаты испытания представляют собой количество изгибов до излома образцов на стороне растяжения (образования трещины).

Аккредитованный испытательный центр «ИСКОЖ» ЦНИИПИК по заказу компании «УРСУ.С» проводил сравнительные испытания эксплуатационных свойств полиуретановых и термополиуретановых подошв для обуви специального назначения. Образцы подверглись испытаниям на многократный изгиб при воздействии низких температур.

Испытание на механическую прочность при воздействии низких температур заключалось в следующем. В шести образцах подошвы делался прокол диаметром 1 мм, затем при температуре $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ в специальной установке каждая подошва подвергалась циклическим нагрузкам, имитирующим изгибание подошвы при ходьбе. Низкая температура в данном испытании играет роль фактора, усложняющего «жизнь» испытываемых образцов. Ведь, как известно, мороз снижает эластичность таких материалов, как резина и сочетание полиуретана с термополиуретаном. Изгибания подошвы продолжались до тех пор, пока прокол не разрастался до трещины длиной 10 мм. Результаты этого испытания получились следующими: резиновые образцы выдержали от 1 200 до 7 600 циклических изгибов. В то же время полиуретановые и термополиуретановые подошвы «продержались» гораздо больше — от 16 600 до 30 000 циклов [2]. Таким образом, в данном методе в качестве результата испытания рассматривается количество изгибов образцов, при котором прокол разрастается до трещины длиной 10 мм.

На предприятии ООО «Белвест» для проведения испытаний подошв из термоэластопластов, полиуретанов, поливинилхлорида и подошвенных пластин на многократный изгиб используется машина BENNEWART PFJ/BPM. Она снабжена автоматическим устройством для подсчета цикла изгибов. После каждых 10 000 циклов происходит автоматическое отключение машины, которая рассчитана на одновременное испытание трех образцов [3].

Частота изгиба должна составлять 125 циклов/мин и не превышать 150 циклов/мин во избежание перегрева образца. Машина обеспечивает изгиб образца на угол $90\pm 2\text{ }^{\circ}$. По линии пучков образца при помощи копы, соответствующего чертежу № 3 ГОСТ 422-75 «Резина для низа обуви. Методы испытаний на многократный изгиб», делаются два прокола глубиной 10 мм.

Проколы наносятся одним ударом на расстоянии 5–12 мм от уреза подошвы перпендикулярно продольной оси образца. На подошву с несходной поверхностью наклеивается материал основной стельки толщиной 2 мм. После каждых 10 000 циклов изгиба машина автоматически отключается, и производится замер длины проколов (при образовании в процессе испытания трещин не по проколу производится также замер длины трещин). Измерение производится при изгибе образца под углом $90\pm 2\text{ }^{\circ}$. Критерий этого метода — разрастание трещины по проколу, нанесенного на подошву с приклеенным материалом основной стельки до 6 мм (рис. 1).

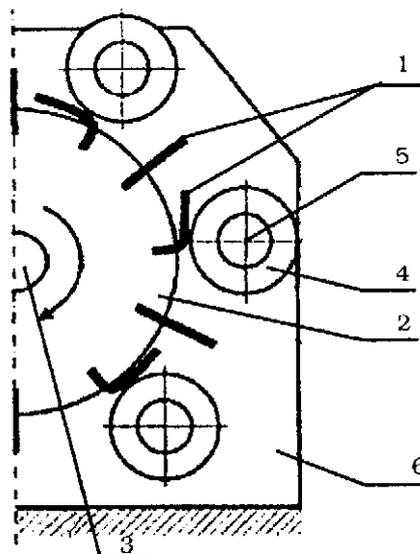


Рис. 1. Схема устройства для испытания образцов резиноподобных материалов на многоцикловой изгиб

Примечание: по данным [4, 30–32].

В работе Я.М. Клебанова и С.П. Александрова «Исследование усталостных свойств подошвенного материала» [4] приведены результаты оценки

долговечности при многоцикловом изгибе подошв из термоэластопласта. Спроектированное и изготовленное специальное устройство имеет ряд преимуществ по сравнению с известным устройством для усталостных испытаний образцов резиноподобных материалов на многоцикловой изгиб — машиной типа Торренса. Разработанное устройство для усталостных испытаний образцов резиноподобных материалов повышает эффективность и качество испытаний, позволяет получить более достоверные результаты.

В результате проведенной работы Я.М. Кисбановым и С.П. Александровым создано новое устройство для испытаний, обеспечивающее более благоприятные условия нагружения образца в момент его соударения с роликом за счет значительно уменьшенной линейной скорости, что соответствует параметрам нагрузки подошвы при носке. При этом уменьшается динамика нагружения образца, которая снижает растягивающие напряжения в образце в момент контакта с роликом. В качестве результата испытания рассматривается количество изгибов образцов, при котором прокол разрастается до трещины длиной 10 мм.

В стандарте ISO 20344:2011 предусмотрена разветвленная группа испытаний обуви специального назначения на надежность, в том числе и испытания на многократный изгиб низа обуви. В качестве испытываемого образца берется отделенная от верха обуви подошва с основной стелькой. На этом узле низа обуви проводится поперечная линия, перпендикулярная продольной оси, на расстоянии одной трети длины подошвы от крайней точки носочной части. Вдоль поперечной линии в ее средней части на узле низа делается сквозная прорезь и измеряется ее длина. Узел низа устанавливается в испытательном устройстве так, чтобы он находился в ненапряженном состоянии, а нанесенная поперечная линия и прорезь совпадали с направлением оси валика, изгибающего низ. На устройстве выполняется 30 000 циклов изгиба образца низа обуви на угол 90° постоянной частотой 150 циклов в мин. После завершения 30 000 циклов измеряется окончательная длина разреза на поверхности образца. Разница длин разреза после и до испытания показывает прирост длины разреза, по величине которого оценивается результат испытания [5]. Данный метод в качестве критерия предусматривает определение прироста длины разреза после завершения 30 000 циклов изгиба.

Исследование устойчивости подошв из термоэластопластов к многократному изгибу проводилось в лабораторных условиях на машине для проведения испытаний подошв на многократный изгиб, разработанной на кафедре дизайна и конструирования обуви СПбГУТД (патент № 11602). Объектами исследований являются целиковые подошвы из термоэластопластов, что позволяет получить более точные результаты по сравнению с исследованиями плоских образцов на машине ПФИ (Германия) [6, 23].

Для проведения эксперимента в зоне перехода «понижение — повышение профиля» целой подошвы делается прокол шириной 2 мм. На профилированной подошве прокол производят в критической точке — в месте концентрации напряжения на соединении углубления и выступа. Во избежание сильного нагрева подошвы скорость при ее испытании не должна быть выше 125—150 изгибов в минуту.

Результаты испытания определяют по длине трещины прокола после 10, 20 и 30 тыс. изгибов на образцах в закрепленном состоянии под максимальным углом изгиба, равным 90° , что функционально оправдано. Прокол может увеличиться до 4 мм и составлять не более 6 мм. Если увеличение прокола больше 4 мм, то при эксплуатации обуви ожидается разлом подошвы в пучковой части [6, 23].

Испытание на многократный изгиб может быть проведено и в климатической камере при низких температурах. В зависимости от условий эксплуатации обуви типичные температуры испытания подошв из термоэласто-

пластов обычно составляют $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$, $+21\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Для подошв, подвергаемых экстремальным нагрузкам, например для лыжных ботинок, необходимо проводить испытания при температуре $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Закрепление образца подошвы выполняется в вытянутом положении, располагая прокол в пучках в зоне максимальной нагрузки на изгиб, т. е. внутренняя сторона подошвы по линии пучков должна располагаться на ролике (11). Посочная часть образца подошвы закрепляется в подвижном посочном зажиме (2), а пяточная часть — в неподвижном пяточном зажиме (3). Затем машина закрывается плексигласовым кожухом (рис. 2).

На счетном устройстве устанавливается количество изгибов и проводится пуск машины. В ходе испытания изгиб образца подошвы производится под углом 90° вокруг ролика (11). Процесс образования трещин с ходовой поверхности испытываемых подошв исследуется при многократном изгибе после 10, 20 и 30 тыс. циклов. Для измерения размеров трещин машина останавливается под максимальным углом изгиба. В этом положении визуально определяют размер трещин с помощью лупы и измерительного устройства. Согласно методике, допустимое увеличение размеров проколов не должно превышать 4 мм, при больших размерах партию подошв, представленную образцами, отбраковывают с заключением о ее непригодности к эксплуатации, так как в этой области возможен разлом низа. В случае поломки образца подошвы во время испытаний указывают количество изгибов, при которых образец сломался, и проводится анализ образца.

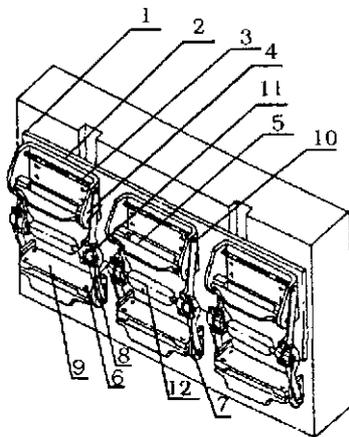


Рис. 2. Машина для проведения испытаний на многократный изгиб

Примечание: по данным [6, 23].

Рассмотренный метод испытаний формованных подошв моделирует условия ходьбы, объективно отражает эксплуатационные свойства обуви, дает оценку качества, прогнозирует поведение низа при эксплуатации обуви, мимую трудоемкий процесс опытной носки, предохраняют изделие от преждевременного повреждения и, следовательно, снижает рекламации, а также устанавливает срок эксплуатации низа без разрушения с учетом категории качества обуви. В качестве критерия данного метода рассматривается увеличение прокола, нанесенного на образец до 6 мм.

Для испытаний полимерных подошвенных материалов на многоцикло-вой изгиб может применяться устройство Росса [6, 23]. Устройство используется для оценки стойкости полимерных подошв обуви к образованию трещин, подобных появляющимся при носке обуви. Испытание проводят на 12 образцах одновременно, которыми могут быть как целые подошвы, так и вырубленные полоски материала. Обычно испытания проводят с частотой 60 изгибов в минуту, могут проходить при пониженных температурах. Су-

ществуют модификации прибора с холодильной камерой, при этом мотор и панель управления находятся снаружи.

При испытании на приборе Росса необходимо использовать специальное приспособление для первоначального надреза заданного размера на образец в определенном месте [6, 23].

Практически все описанные методы в своей основе имеют стандартный метод испытаний резин на многократный изгиб по ГОСТ 422-75. Кроме того, все описанные выше методы предполагают проведение испытаний при идентичных климатических условиях: температуре не ниже 23 °С (за исключением испытаний, в которых для создания более жестких условий эксперимента использовались отрицательные температуры) и относительная влажность воздуха не менее 50 %. Предварительно, перед началом испытаний, образцы хранились при комнатной температуре в течение 48 ч.

В таблице приведены достоинства и недостатки всех описанных выше методов.

Достоинства и недостатки методов, применяемых для оценки свойств полимерных подошвенных материалов при изгибе

Метод	Достоинство	Недостаток
ГОСТ 422-75 «Резина для низа обуви. Методы испытаний на многократный изгиб»	Близок к реальным условиям носки	Трудоемкость и дороговизна, можно испытывать только полоски материала
Метод «ИСКОЖ» ЦНИИ-ПИК	Позволяет исследовать свойства материалов при низких температурах	Длительность испытаний, дороговизна
Метод, применяемый на СООО «Белвест»	Имитирует реальные условия носки	Длительность испытаний, дороговизна
Метод, описанный Я.М. Клебановым и С.П. Александровым	Небольшое число оборотов создает благоприятные условия нагружения образца за счет значительно уменьшенной линейной скорости — в 3,3 раза по сравнению с устройством Торренса. При этом на порядок уменьшаются динамические силы нагружения образца, повышаются качество испытаний и достоверность результатов	Длительность испытаний, дороговизна
Метод по ISO 20344:2011	Имитирует реальные условия носки при образовании микротрещин	Длительность испытаний, дороговизна
Метод СПГУД	Моделирует условия ходьбы, объективно отражает эксплуатационные свойства обуви, дает оценку качества, прогнозирует поведение низа при эксплуатации обуви, минуя трудоемкий процесс опытной носки, предохраняет изделие от преждевременного повреждения и, следовательно, снижает рекламации, а также устанавливает срок эксплуатации низа без разрушения с учетом категории качества обуви	Длительность испытаний, дороговизна
Метод с использованием устройства Росса	Моделирует условия ходьбы	Длительность испытаний, дороговизна

Таким образом, на протяжении ряда лет созданы методы и средства оценки свойств полимерных материалов при изгибе, различающиеся способом приложения сил, конструкцией приборов, формой и размерами образцов и т. д., вследствие чего результаты испытаний практически непоставимы. При этом почти все методы характеризуются длительностью проведения испытаний и дороговизной. Из этого следует, что назрела необходимость в разработке новой методики оценки свойств подошвенных ма-

териалов при изгибе, которая позволила бы производителям обуви проводить испытания с минимальными затратами времени и ресурсов, но при этом обеспечивала достоверные и сопоставимые с описанными методиками результаты испытаний, способствуя снижению уровня брака и потерь от возврата готовой обуви, а так же улучшению потребительских свойств и конкурентоспособности обуви отечественных производителей.

В качестве предполагаемого решения описанной научной проблемы целесообразна разработка методики, которая при испытаниях на одноклоновый изгиб позволяла бы получать аналогичные результаты, свидетельствующие о надежности подошвы обуви при эксплуатации. При этом за счет того, что испытания не будут предполагать многократное изгибание образцов, а следовательно, и длительное время проведение испытаний значительно сократятся затраты. В перспективе в качестве такой методики можно будет рассматривать методику экспресс-оценки свойств полимерных подошвенных материалов при изгибе, разработанную на кафедре стандартизации УО «Витебский государственный технологический университет» [7, 104—106].

Литература и электронные публикации в Интернете

1. Справочник по материалам, применяемым в производстве обуви и кожгалантереи / К.М. Зурабян [и др.]. — М.: Shoe-Icons, 2004.
2. Подошва современной рабочей обуви: резина или полиуретан/термополиуретан? [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.ursu.ru>. — Дата доступа: 03.04.2011.
3. Приложение по контракту между ИП «Саламандер» и ООО «Белвест». — Витебск, 1993.
4. Клебанов, Я.М. Исследование усталостных свойств подошвенного материала / Я.М. Клебанов, С.П. Александров // Кожевенно-обувная пром-сть. — 2009. — № 3.
5. Александров, С.П. Рабочая одежда. 4 отличительные особенности методов испытания спецобуви по международным стандартам / С.П. Александров, Д.В. Лазарева [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.prom.net.ru> — Дата доступа: 05.06.2011.
6. Александров, С.П. Повышение качества и конкурентоспособности отечественной спецобуви / С.П. Александров, Д.В. Лазарева // Кожевенно-обувная пром-сть. — № 6. — 2008.
7. Егорова, Е.А. Разработка методики экспресс-оценки свойств подошвенных материалов при изгибе / Е.А. Егорова, А.В. Попов // Качество товаров: теория и практика: материалы докл. Междунар. науч.-практ. конф., Витебск, 15—16 нояб., 2012 г. — Витебск, 2012.

Статья поступила
в редакцию 05.03.2013 г.

ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР БГЭУ представляет

Садовский, В.В.

Товароведение и экспертиза текстильных товаров: учеб. пособие / В.В. Садовский, Н.М. Несмелов; под ред. В.В. Садовского. — Минск: БГЭУ, 2012. — 523 с.

Даются понятия о текстильных товарах, сведения о классических и перспективных природных и химических текстильных волокнах и нитях, текстильных материалах и изделиях на их основе; освещаются особенности и тенденции производства, отделки, использования текстильных товаров; раскрываются основы классификации ассортимента текстильных товаров, их свойств с конкретизацией определяющих факторов; выявляются требования к качеству текстильных товаров; приводятся порядок и особенности проведения экспертизы текстильных товаров, а также отражается значение их маркировки, упаковки, транспортирования, хранения и ухода для сохранения качества.

Для студентов дневной и заочной форм обучения по специальности 1-25 01 09 «Товароведение и экспертиза товаров». Будет полезно студентам, изучающим дисциплины «Товароведение в отрасли», «Товароведение», «Товароведение непродовольственных товаров», а также работникам товароведных и экспертных служб.

□□□□□□□□ □□□□□□□□ □□□□□□□□ □□□□□□□□. □□□□□□□□.
□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□ □□□□□□□□. □□□□□□□□.