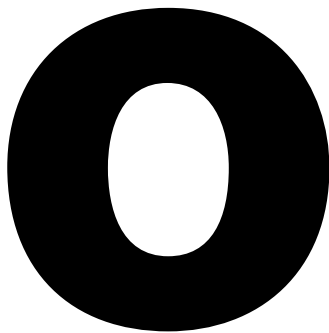


Методологический подход к разработке средств измерений формоустойчивости обуви

Говорится о подходах к расчету элементов конструкции обуви, позволяющих обеспечить необходимый уровень качества изделий. Предлагаемая методология может применяться в качестве основы для расчета элементов конструкций обуви и прогнозирования ее свойств при эксплуатации



А.Н. Буркин

заведующий кафедрой
«Стандартизация»
Витебского государственного
технологического университета,
г. Витебск, Республика Беларусь,
vstu@vitebsk.by,
д-р техн. наук, профессор

Обувь — сложный материальный объект с определенными потребительскими свойствами, проявляющимися в процессе носки изделия. Обувь должна сохранять форму и размеры после снятия с затяжной колодки, в процессе хранения, а также после «приформовывания» к стопе в процессе носки. Формоустойчивость — одно из основных свойств, определяющих ее качество.

Оценка формоустойчивости проводится в два этапа. На первом, производственном, этапе необходимо стремиться к снятию пластической деформации и максимальному снижению остаточных напряжений в материалах заготовки верха обуви. При качественном проведенном процессе формования и правильно спроектированной конструкции заготовки (с учетом упругопластических свойств материалов) формоустойчивость обуви будет достаточной.

В начальный период носки обувь приформовывается к стопе, изменяет свою форму и размеры на величину, связанную с особенностями физиологии и биомеханики стопы. Эта «новая форма» должна длительное время оставаться устойчивой к комплексным воздействиям стопы и окружающей среды. Это второй этап оценки формоустойчивости — эксплуатационный.

Автор предлагает рассматривать две составляющие понятия «формоустойчивость»: статическую (при производстве обуви) и динамическую (при ее носке). Следует отметить неразрывность и непрерывность понятия «формоустойчивость» как относящегося к одному изделию [1]. Оценку формоустойчивости обуви целесообразно проводить при ее производстве, на стадии подготовительных операций, что позволит не только оценить качество

изготовления изделия, но и прогнозировать его эксплуатационные свойства. Однако до настоящего времени не разработаны методы и средства измерений, позволяющие адекватно оценить динамическую формоустойчивость обуви. Это объясняется причинами как объективного, так и субъективного характера: сложностью определения величины контактного взаимодействия системы «стопа — обувь», разногласиями авторов по определению величины допустимого давления обуви на стопу и т.д.

В ряде проводимых автором работ установлено, что основными факторами, влияющими на формоустойчивость обуви в процессе носки, являются механические воздействия стопы [1]. Рассмотрим механизм взаимодействия системы «стопа — обувь» в качестве основы для разработки методов и средств измерения формоустойчивости материалов и обуви с целью прогнозирования эксплуатационных свойств изделия на стадии подготовки производства.

Подавляющее большинство конструкций обуви можно представить в виде оболочек, имея в виду определенную конструкцию, способную выполнять заданные функции: силовые, технологические, эксплуатационные, эстетические.

Итак, обувь как конструкцию можно представить в виде оболочек вращения: носочная часть — полусфера, геленочная — тор, пяточная — эллипсоид, а собственно обувь — как резервуар, испытывающий внутреннее давление, развиваемое стопой.

Среди многочисленных функций, выполняемых оболочками, например в машинах и сооружениях, изделиях легкой промышленности, в первую очередь следует назвать сило-

ключевые слова

формоустойчивость, обувь, прочность и устойчивость оболочек, механизм оценки, эксплуатационные свойства

справка

Многообразные оболочечные системы в технике могут быть систематизированы по разным признакам. Упорядочим «оболочечную» иерархию в приложении к обуви с позиций геометрических, силовых и конструктивных отличительных признаков.

Среди бесконечного многообразия геометрических форм особо выделяют оболочки вращения — цилиндрические, сферические, конические, торообразные и т.д., которые вследствие ряда неоспоримых преимуществ наиболее часто используются в конструктивных решениях. Подобные поверхности получают путем вращения кривых вокруг прямолинейной оси. Оболочку вращения можно расщепить плоскостями, проходящими через ее ось и перпендикулярно к ней. Кривые на поверхности, являющиеся следом пересечения оболочки с плоскостями, проходящими через ось вращения, называются меридианами. Плоскости, перпендикулярные к оси оболочки, пересекают поверхность вращения по параллельным кругам

вые функции и функции разделения. Как силовые конструкции оболочки получили широкое распространение. Оболочки также имеют большие преимущества как изолирующие элементы, воспринимающие поверхностные и краевые нагрузки. Последнее приемлемо для описания таких конструкций, как обувь.

Говоря о функциях оболочек, нельзя не назвать активно разрабатываемые в последнее время конструкции, обладающие заданными свойствами по отношению к окружающей среде: полупроницаемые мембраны, самоподстраивающиеся оболочки. В подавляющем большинстве случаев четкого разделения функций, выполняемых оболочкой, дать нельзя. Оболочки — это структуры с явно выраженными тенденциями к совмещению функций конструкций. И все же среди самых разнообразных свойств следует назвать прочность и устойчивость оболочек, без которых невозможно их существование.

При расчете оболочек принято считать, что материалы представляют собой сплошную однородную среду независимо от особенностей их микроструктуры.

С понятием однородности материала связано понятие его сплошности: материал рассматривается как среда, непрерывно заполняющая отведенный ей объем. Для объяснения указанных свойств существует гипотеза о сплошности и однородности материала. Эта гипотеза играет исключительно важную роль в механике деформируемого твердого тела, так как позволяет

применить к исследованию прочности конструкций аппарат высшей математики — анализ бесконечно малых величин, что открывает широкие возможности для обобщения, унификации и стандартизации. Именно на основе сформулированной гипотезы и концепции упругости материала в точке для бесконечно малой площадки внутри тела вводится одно из важнейших понятий механики — напряжение (σ). Напряжение характеризует меру воздействия внешних нагрузок на атомы и молекулы, составляющие материал, которые вынуждены под действием этих сил менять свое положение при сближении или удалении:

$$\sigma = F/S,$$

где F — действующая сила;

S — площадь поперечного сечения.

На любом этапе нагружения материала при проявлении упругости поведения модуль упругости $E = \sigma/\epsilon$ остается постоянной величиной. Именно это положение является основополагающим в сохранении формы обуви в процессе ее носки, то есть после приформовывания к стопе. Таким образом, залогом длительного периода сохранения формы верха обуви является устойчивость материала к действию повторяющихся небольших по величине напряжений, вызываемых стопами при ходьбе, то есть материалы верха обуви в этот период носки должны подчиняться закону Гука.

Одно и то же напряжение вызывает у разных материалов различные удлинения. Следовательно, каждый материал должен иметь свою константу

Оболочки

С понятием оболочки в первую очередь ассоциируется представление о геометрической поверхности. В науке о прочности материалов и конструкций — механике деформируемого твердого тела — классификация объектов основана на особенностях их геометрической формы, определяющий признак которой связан с соотношением характерных размеров. Принято различать и особо выделять элементы конструкций, один размер которых намного больше двух других. К ним относятся оболочки [2].

С данных позиций оболочка — это пространственная конструкция, ограниченная двумя криволинейными поверхностями, расстояние между которыми, называемое толщиной, мало по сравнению с остальными размерами [3]. Следовательно, оболочка — прежде всего конструкция тонкостенная. По указанным признакам в разряд оболочек, помимо крупных промышленных объектов и изделий, могут относиться одежда, обувь и т.д. Если оболочка, кроме указанных двух поверхностей, не имеет других границ, она называется