

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СРОКОВ СЛУЖБЫ ВЕРХА ОБУВИ

Васильев М.А., Щербаков В.В.

Одним из потребительских свойств качества обуви является надежность. Это сложное комплексное свойство, которое включает в себя расчетные характеристики безотказности, долговечности, ремонтпригодности и сохраняемости.

Под безотказностью понимается свойство обуви сохранять работоспособность в течение некоторого времени или некоторой наработки. В нормативно-технической документации на оценку качества обуви это свойство выражает гарантийный срок носки (гарантия изготовления). Однако уровень этого показателя в действующей документации пока не подкреплен реальными расчетами показателей прочности деталей и узлов.

Долговечность характеризует свойство обуви сохранять работоспособность до разрушения какого-то ее узла или элемента. При проведении опытных носок оценивался такой показатель, как средний срок службы, но в нормативно-техническую документацию по оценке качества обуви он не введен.

Ремонтпригодность характеризует приспособленность обуви к предупреждению возникновения отказов, а также к устранению их последствий путем ремонта и зависит от конструкции и применения унифицированных деталей и узлов. Оценивать ее можно средней пригодностью текущего ремонта и средней трудоемкостью ремонта.

Под сохраняемостью понимается свойство обуви сохранять работоспособность при хранении и транспортировании и оценивается показателем среднего срока сохраняемости.

Приведенные показатели оцениваются временными характеристиками. Эти характеристики могут быть рассчитаны методами математической статистики после проведения испытаний готовой обуви в опытной носке. Проведение опытных носок требуют длительного времени и больших материальных затрат. При этом определяют лишь моменты времени выхода из строя изделий и не прослеживается динамика появления дефекта.

Понятно, что появление дефектов зависит от особенностей конструкции обуви, свойств материалов и узлов ее составляющих и других факторов. Можно выделить показатели свойств обуви, характеризующие ее надежность, изменение которых в процессе эксплуатации контролируются. В результате проведенного анализа литературных источников, а также анкетирования среди ведущих специалистов в этой области, для оценки надежности верха обуви были выбраны свойства формоустойчивости и износостойкости систем материалов с ограничениями на значения показателей характеризующих комфортность.

Для исследования этих свойств в лабораторных условиях, имитирующих реальную носку, был разработан специальный метод [1]. Проведенные исследования показали тесную корреляцию изменения выбранных показателей на образцах в лабораторных испытаниях и на готовой обуви в процессе эксплуатации.

Срок службы ниточных соединений можно определить расчетным путем с использованием минимального количества экспериментальных данных [2]. Для определения срока службы систем материалов необходимо выделить единичные контролируемые показатели и их предельно допустимые значения.

Для оценки выбранных свойств систем материалов верха обуви взяты следующие: суммарная величина складок и падение прочности материалов. Были также определены предельные значения этих показателей. Из-за неоднородности материалов, а так же влияния случайных факторов, рассмотренные показатели представляют собой случайные величины. Причем для каждого фиксированного момента времени значению показателя соответствует не определенное числовое значение, а определенная числовая функция, т.е. имеет место случайный процесс.

Рассмотрим случайный процесс складкообразования. В первые дни носки наблюдается резкое увеличение суммарной величины складок, затем этот процесс стабилизируется и далее изменяется почти линейно. В результате проведенных испытаний установлено, что в каждый фиксированный момент времени суммарная величина складок есть случайная величина подчиняющаяся нормальному закону распределения с коэффициентом вариации < 15%. Анализ изменения таких характеристик, как математического ожидания и дисперсия, позволил получить конкретные математические зависимости. Так математическое ожидание выражается зависимостью:

$$m_s(t) = M(H_c(t)) = \frac{k}{q} \left(\frac{t}{t_n}\right)^q$$

k, q, t_n, α - константы зависящие от исходных свойств системы материалов, конструкции и линейных размеров обуви.

Дисперсия выражается зависимостью

$$D_s(t) = D(H_c(t)) = \alpha^2 \frac{k^2}{q^2} \left(\frac{t}{t_n}\right)^{2q}$$

Учитывая полученные зависимости можно записать одномерную плотность вероятности случайного процесса складкообразования:

$$f_1(H_c, t) = \frac{1}{\alpha \frac{k}{q} \left(\frac{t}{t_n}\right)^q \sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{\left(H_c - \frac{k}{q} \left(\frac{t}{t_n}\right)^q\right)^2}{2\alpha^2 \frac{k^2}{q^2} \left(\frac{t}{t_n}\right)^{2q}} \right]$$

Рассмотрим случайный процесс падения прочности материала. Прочность материалов для систем с верхом из СК и жестких систем с верхом из НК падает с течением времени. Для систем с верхом из НК, обладающих не большой жесткостью, в промежутке 15-30 условных дней носки наблюдается увеличение прочности систем материалов, а затем прочность падает. Математическое ожидание случайного процесса падения прочности материала выражается зависимостью:

$$m_p(t) = M(P(t)) = P_M e^{-\beta|t-t_n|^\gamma}$$

где: P_M - максимальная прочность системы материалов в момент времени t_n
 β, γ, ν - константы, зависящие от свойств материалов системы.

Дисперсия выражается зависимостью

$$D_p(t) = D(P(t)) = g^2 P_M^2 e^{-2\beta|t-t_n|^\gamma}$$

Учитывая полученные зависимости одномерная плотность вероятности случайного процесса падения прочности системы материалов верха обуви будет определяться следующим выражением:

$$f_2(P, t) = \frac{1}{gP_M e^{-\beta(t-t_0)^2} \sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{(P - P_M e^{-\beta(t-t_0)^2})^2}{2g^2 P_M^2 e^{-2\beta(t-t_0)^2}} \right]$$

Используя полученные зависимости показателей и предельные их значения, рассчитываются сроки службы различных систем материалов.

Литература:

1. Щербаков В.В., Шермет Е.А., Васильев М.А. Метод оценки эксплуатационных свойств текстильных материалов для обуви // Тезисы докладов Международной научной конференции "Новое в технике и технологии текстильной промышленности" - Витебск, 1994. - с. 92-93
2. Бондарев В.В., Копаева Н.Е., Щербаков В.В., Калита А.Н. Способ определения срока службы ниточных соединений деталей верха обуви // Патент Российской Федерации № 2008647, Бюллетень изобретений. - №4, 1994