

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ И СИСТЕМ ВЕРХА ОБУВИ

Заблоцкая Р.Н., Горбачик В.Е.

(ВГТУ)

Одним из важнейших физиологических показателей качества обуви является приформовываемость верха обуви, т.е. способность обуви приспосабливаться к индивидуальной форме стопы человека в процессе носки. Приформовываемость верха обуви в значительной степени зависит от упруго-пластических свойств материалов. Для характеристики этих свойств наиболее часто используется показатель пластичности материалов. Однако данный показатель не всегда позволяет объективно охарактеризовать поведение материалов в процессе производства и эксплуатации обуви. Поэтому возникает необходимость выявления ряда дополнительных показателей с помощью которых можно было бы оценить приформовываемость верха обуви к стопе.

Особенностью обувных материалов является ярко выраженный релаксационный характер их поведения при деформации. Учитывая это в данной работе проводилось исследование релаксации напряжений и ползучести материалов для верха обуви и систем, имитирующих заготовку. Для исключения влияния масштабного фактора в процессе исследования использовались образцы прямоугольной формы размером 200×40 мм. (рабочая длина 150 мм.).

Релаксация напряжения исследовалась при деформации образца на 8 %, что соответствует величине деформации союзки в области пучков при ходьбе. При этом в качестве характеристики релаксационных свойств материалов использовались следующие показатели:

- падение напряжения $\sigma_{пад}$, % :

$$\sigma_{\text{пад}} = \frac{\sigma_0}{\sigma_{\infty}} \cdot 100\%,$$

где σ_0 -напряжение в начальный момент времени, МПа;

σ_{∞} -равновесное (установившееся) значение напряжения в конечный момент времени, МПа.

-доля релаксируемой части напряжения R, % :

$$R = \frac{\sigma_0 - \sigma_{\infty}}{\sigma_0} \cdot 100\%,$$

где $\sigma_0 - \sigma_{\infty} = \sigma_{\text{рел}}$ - релаксируемая часть напряжения.

-время релаксации T при 0,63 $\sigma_{\text{рел}}$, определяемое при кривой релаксации усилия.

Предварительные испытания показали, что основной процесс релаксации напряжений протекает в среднем в течении 30 минут, так как за это время происходит основное падение напряжения.

Ползучесть является важной характеристикой реологических свойств материалов. Исследования на ползучесть проводят либо при нагрузке, равной процентному отношению от разрывной нагрузки материалов, либо при постоянной нагрузке для всех испытуемых материалов, причем величина нагрузки варьируется в значительных пределах. В данной работе осуществлялось испытание материалов и систем на ползучесть при величине нагрузки равной 10 % от разрывной ($0,1P_{\text{раз}}$), что позволяет учесть структуру и свойства материалов и поставить их, тем самым, в сопоставимые условия

при сравнении. Кроме того, величина $0,1P_{раз}$ наиболее близка по значению к тем нагрузкам, которые испытывают материалы верха обуви в реальных условиях носки.

Как известно, при ходьбе стопа носчика воздействует на верх обуви с силой, величина которой варьируется в пределах 25-45 Н., поэтому производилось исследование ползучести систем материалов, имитирующих заготовку, при среднем из указанных выше значений нагрузок - 32 Н.

В ходе испытаний на ползучесть определялись величины относительной полной $\epsilon_{пол.}$, упругой $\epsilon_{упр.}$, эластической $\epsilon_{элост.}$, пластической $\epsilon_{пласт.}$ деформации в %, и их доли в полной деформации по методике, описанной в работе [].

Анализ результатов испытаний на ползучесть при нагрузке $0,1P_{раз}$ показал, что СК-8 отличается гораздо меньшей величиной пластической деформации, чем натуральные кожи (3,4% и 48% соответственно), у нее преобладают упругие составляющие деформации (в 2 раза выше, чем у НК), в то время как натуральные кожи являются оптимальным материалом, так как величина пластической деформации (48%) обеспечивает хорошую приформовываемость обуви к стопе. Анализ подкладочных и межподкладочных текстильных материалов показал, что более жесткие материалы термобязь и тик-саржа обладают наибольшими остаточными удлинениями, причем для их деформации на 8% необходимо приложить усилие, значительно превышающее усилие, возникающее при деформации трикотажа и нетканого материала (140-135 Н. и 1-16 Н. соответственно).

Общая деформация систем с верхом из полукожника и СК-8 уменьшается в 10 и в 2 раза соответственно по сравнению с одиночными материалами верха. Наличие подкладки и межподкладки увеличивает долю упругой деформации в системах с полукожником на 20 %, а в системах с СК-8 уменьшает на 10-15 %. Для всех систем увеличивается доля эластической деформации $\epsilon_{элост.}$ на 5-10 %, а величина пластической деформации $\epsilon_{пласт.}$ уменьшается в 2-2,5 раза для систем с верхом из полукожника и увеличивается в среднем в 2 раза для систем с верхом из СК-8. Таким образом, материалы подкладки и межподкладки в системах с полукожником выполняют стабилизирующую функцию, сдерживая деформации натуральных кож, а в системах с верхом из СК-8 увеличивают величину пластической составляющей деформации, повышая тем самым приформовываемость таких систем.

Доля релаксации напряжения для систем остается практически неизменной по сравнению с одиночными материалами. Время релаксации T для систем уменьшается на 10-30 % и составляет для систем с полукожником 20-27 сек., а для систем СК-8 - 28-40 сек.

При исследовании систем материалов на ползучесть при нагрузке равной 32 Н выявлено что, деформация материалов гораздо ниже, чем при нагрузке 10 % от разрывной, величина упругой деформации $\epsilon_{упр.}$ выше, т.е. наблюдается более быстрое протекание релаксации деформации в процессе отдыха, а величина остаточной деформации $\epsilon_{ост.}$ значительно ниже. Наибольшие пластические деформации наблюдаются в системах с нетканым материалом, в то время как при нагрузке 10 % от разрывной этот материал дает наименьший эффект. Подкладка из трикотажа дает в среднем самую высокую величину $\epsilon_{пласт.}$ для всех систем (0,5-0,7% для систем с верхом из полукожника, 0,1-0,22 % для систем из СК-8).

Корреляционный анализ выявил наличие тесной корреляционной связи между показателями, характеризующими релаксацию напряжений (коэффициент корреляции составил 0,98), а также между показателями, характеризующими процесс ползучести при нагрузке равной $0,1P_{раз}$ и 32 Н. (коэффициент корреляции равен 0,75-0,99). Корреляционный анализ указал на отсутствие тесной корреляционной связи между показателями ползучести и релаксации напряжения, что указывает на необходимость исследования обоих процессов для объективной оценки упруго-пластических свойств материалов и их систем.

В ходе факторного анализа данных испытаний методом главных компонент были получены значения и величина накопленного вклада каждой компоненты представленные в таблице.

Номер компоненты	Значения главных компонент	Относительная величина вклада главных компонент	Накопленный вклад главных компонент
1	7,419	52,992	52,992
2	3,792	27,089	80,082
3	1,257	8,981	89,062
4	0,560	3,998	93,060
5	0,478	3,415	96,475
6	0,212	1,516	97,992
7	0,125	0,891	98,883
8	0,083	0,591	99,474
9	0,351	0,251	99,725
10	0,031	0,219	99,944

Установлено, что наиболее информативными показателями упруго-пластических свойств материалов с точки зрения их приформовываемости к стопе являются показатели относительной полной деформации материала и ее составных частей, полученные в результате испытаний на ползучесть при нагрузке 32 Н. (накопленный вклад компоненты, тесно коррелирующий с данными показателями, составил 53 %), а также показатели падения напряжения и доли релаксации напряжения (вклад компоненты составил 27,1 %). В качестве дополнительных показателей, характеризующих приформовываемость верха обуви к стопе можно выделить время релаксации T при $0,67 \sigma_{\text{рел.}}$, относительную остаточную деформацию после релаксации напряжений и отдыха, и относительную остаточную деформацию при нагрузке 32 Н.

Литература.

1. Кукин Г.Н. и др. Текстильное материаловедение. - М.: Легпромбытиздат, 1992. -272 с.