

ную золу каждого образца растворяли в фоновом электролите, содержащем 0,4 моль/л муравьиной кислоты, и анализировали не менее трех раз. Электрохимическую очистку индикаторного электрода проводили при потенциале +100 мВ в течение 20 с, накопление металлов на поверхности индикаторного электрода — при потенциале –1400 мВ в течение 20—40 с, успокоение раствора — при потенциале –1100 мВ в течение 10 с, развертка потенциала со скоростью 70 мВ/с.

Результаты определения содержания указанных выше металлов приведены в табл. 2.

Таблица 2

Содержание Zn, Cd, Pb, Cu в красках гуашь для детского творчества

№ п/п	Цвет краски	Содержание металлов, мг/кг							
		Zn	$S_r$ , %	Cd	$S_r$ , %	Pb	$S_r$ , %	Cu	$S_r$ , %
1	Желтый	14,0±0,2	1,3	—	—	4,3±0,1	1,7	0,22±0,01	3,3
2	Зеленый	581±3,7	0,5	—	—	7,0±0,2	2,1	188±1,2	0,5
3	Коричневый	18,0±0,2	0,8	0,29±0,02	5,0	4,1±0,1	1,8	49,0±0,3	0,4
4	Оранжевый	12,0±0,2	1,2	0,42±0,03	5,1	9,1±0,2	1,6	5,5±0,1	1,3
5	Фиолетовый	9,4±0,1	0,8	2,50±0,1	2,9	4,8±0,1	1,5	2,7±0,1	2,7
6	Синий	129±1,1	0,6	—	—	2,2±0,1	3,3	4,9±0,1	1,5

В изученных образцах красок гуашь различных цветов содержание кадмия и свинца не превышает максимально допустимых значений, установленных требованиями ТНПА. Вместе с тем во всех проанализированных образцах красок в достаточно больших количествах присутствуют цинк и медь: 9,4—581 и 0,22—188 мг/кг соответственно, хотя их содержание стандартами не регламентируется.

**А.Н. Буркин**, д-р техн. наук, профессор  
**М.И. Долган**, магистрант  
 ВГТУ (Витебск)

## РАСЧЕТ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ПОДОШВ

Повышение надежности конструкций современной обуви связано с приближением расчетных методов к реальным условиям ее носки. Расчетная схема элементов конструкции обуви должна учитывать как действительные условия ее эксплуатации, так и разброс механических свойств основных и вспомогательных материалов, используемых в обувном производстве.

Рассмотрим пример, для чего воспользуемся результатами опытных носок пористых резиновых подошв, близких друг к другу по физико-механическим свойствам, но различающихся толщиной. По данным Центрального научно-исследовательского института кожевенно-обувной промышленности (г. Москва), 1 мм пористой резиновой подошвы истирается в процессе носки за 30—38 дней. Средняя скорость изнашивания подошвы —  $\bar{y} = 1/34,8 = 0,0288$  мм/день и среднее квадратическое отклонение скорости изнашивания —  $S_y = 3,4 \cdot 10^{-3}$  мм/день. Предельный износ подошвы примем равным средней толщине, т.е. 6,68 мм. Требуется определить диапазон изменения ресурса резиновой подошвы.

Известно, что скорость изнашивания подошвы распределяется по нормальному закону. Следовательно, можно предположить, что распределение ресурса подошвы также будет описываться нормальным законом. Минимальное значение ресурса принимается равным  $P(T) = 0,025$ , максимальное —  $P(T) = 0,975$ . Диапазон возможных значений ресурса ( $T_{\min} \dots T_{\max}$ ) будет охватывать 95 % возможных значений ресурса подошвы.

Распределение ресурса подошвы определяется выражением

$$P(T) = 1 - \Phi^* \frac{\frac{H}{\bar{y}} - T}{V_y \cdot E}, \quad (1)$$

где  $T$  — распределение ресурса;  $H$  — предельный износ;  $\bar{y}$  — средняя скорость изнашивания;  $V_y$  — коэффициент вариации скорости изнашивания;  $\Phi^*$  — нормальная функция распределения,  $H/\bar{y}$  — ресурс подошвы.

Определим коэффициент вариации скорости изнашивания подошвы:

$$V_y = \frac{S_y}{\bar{y}} = \frac{3,4 \cdot 10^{-3}}{0,0288} = 0,1181. \quad (2)$$

Средний ресурс подошвы:

$$T_{\text{ср}} = \frac{H}{\bar{y}} = \frac{6,68}{0,0288} = 232 \text{ (дней)}. \quad (3)$$

Тогда минимальное значение ресурса подошвы находим из следующего равенства:

$$0,025 = 1 - \Phi^* \left( \frac{232 - T_{\min}}{0,1181 \cdot T_{\min}} \right) \quad (4)$$

А минимальное значение из равенства, представленного ниже:

$$0,975 = 1 - \Phi^* \left( \frac{232 - T_{\max}}{0,1181 \cdot T_{\max}} \right) \quad (5)$$

Из таблицы значений нормальной функции распределения находим, что для первого случая  $x = 1,95$ ,  $T_{min} = 219$  дней, а для второго случая  $x = -1,96$ , откуда  $T_{max} = 232$  дня. Следовательно, с доверительной вероятностью 0,95 ресурс подошвы находится в диапазоне 219—232 дней. Полученный результат можно считать достаточно правдоподобным, а данный пример показывает, что полученные теоретические результаты на основе экспериментальных статистических данных вышеприведенного примера имеют место, а данная методика расчета может быть использована для других элементов конструкции обуви.

Вероятностные методы расчета прочности деталей обуви и элементов ее конструкции играют определяющую роль при проектировании рационального ассортимента изделий, экономии материала. По прогнозной оценке специалистов, в ближайшее время большинство расчетов на прочность, жесткость и устойчивость объектов будет осуществляться на основе вероятностных аспектов.

*А.Н. Буркин, д-р техн. наук, профессор  
ВГТУ (Витебск)*

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ФОРМОУСТОЙЧИВОСТИ ОБУВИ

В ряде исследований, проведенных автором, было установлено, что основными факторами, влияющими на формоустойчивость обуви в процессе носки, являются механические воздействия стопы. Таким образом, является актуальным рассмотрение механизма, показывающего взаимодействие в системе «стопа — обувь», как основы для прогнозирования эксплуатационных свойств изделия на стадии подготовки производства, а также в процессе носки.

Обувь как конструкцию можно представить в виде оболочек вращения: носочная часть — полусфера, геленочная — тор, пяточная — эллипсоид, а сама обувь — как «резервуар», испытывающий внутреннее давление, оказываемое стопой.

При расчете оболочек принято считать, что материалы представляют собой сплошную однородную среду независимо от особенностей их микроструктуры. Именно это положение является основополагающим в сохранении формы обуви в процессе ее носки, то есть в последующий период — после приформовывания к стопе. Таким образом, залогом длительного сохранения формы верха обуви является устойчивость материала к действию повторяющихся небольших по величине напряжений, вызываемых стопой при ходьбе. Иными словами, материалы верха обуви в этот период носки должны подчиняться закону Гука.

В справедливости сказанного легко убедиться, если вместо полубо-  
лочка рассмотреть ее аналог (см. рисунок, а), в котором действие отоб-  
раженной части имитируется прямоугольной плитой площадью  $2RL$ ,