

достатки, связанные с процессом склеивания (невысокая термостабильность клея, ползучесть клеевого шва), так и не удавалось.

При использовании же наночастиц наполнителя происходит уменьшение размера надмолекулярных структур в полимерной основе (сферолитов) и повышение плотности полимерной матрицы вследствие сближения её макромолекул (т.е. уменьшение межмолекулярного пространства), что приводит к увеличению физических сил межмолекулярного взаимодействия (сил Ван-дер-Ваальса) и повышению когезионной прочности клеевой плёнки. Эти данные были получены путём исследования структуры клеевых плёнок методами оптической и электронной (растровой) микроскопии. Благодаря наноразмерам частицы наполнителя не снижают прочностные характеристики полимерной основы в отличие от макрочастиц наполнителя с размером не более 100 мкм. Таким образом, размерный фактор обуславливает изменение механизма, модифицирующего действия частиц наполнителя.

Размер частиц наполнителя влияет также на диэлектрические свойства основного полимера. Это объяснимо существованием в частицах наполнителя поверхностного слоя, диэлектрические свойства которого заметно отличаются от свойств внутри частицы. С увеличением удельной поверхности частиц диоксида кремния, вводимых в состав полимерной основы, его диэлектрическая проницаемость повышается и возрастает полярность полимера. Таким образом, прочность крепления низа обуви при использовании в составе клеевых и литевых композиций наноразмерных наполнителей увеличивается.

Правильный подбор спектра модифицирующих добавок, а также использование современных методов оценки, позволяющих прогнозировать их правильный выбор, позволит разрабатывать новые виды литевых и клеевых композиций с заданными свойствами.

УДК 685.34.017.83

М.И. Долган, А.Н. Буркин

## О ВЛИЯНИИ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ НИЗА НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА И КАЧЕСТВО ОБУВИ

Развитие химической науки и технологии позволило создать широкий ассортимент искусственных и синтетических обувных материалов, заменивших натуральную кожу. Примерно 90–95 % всей обуви подошвы и каблуки изготавливают из резины, полиуретанов и других полимерных материалов, более 75 % обуви выпускают с применением жёстких искусственных материалов для промежуточных и внутренних деталей и определённую часть – с верхом из мягких искусственных и синтетических кож [1].

В настоящее время при производстве деталей низа обуви получили распространение такие полимерные материалы, как полиуретаны, поливинилхлориды, этиленвинилацетаты, термоэластопласты (ТЭП). В обувной промышленности Республики Беларусь широко применяются подошвы из ТЭП, которые производятся из импортного гранулята [2].

Подошвы из ТЭП сочетают в себе эластичные свойства каучуков, т.к. обладают способностью к высокоэластическим деформациям и высокой морозостойкостью, и термопластические свойства термопластов (высокая текучесть в расплавленном состоянии и способность перерабатываться литевым способом). Эти подошвы лишены недостатков резиновых подошв, низкой эластичности и морозостойкости ПВХ-подошв. Недостатком ТЭП-подошвы является сравнительно небольшая термостойкость [3].

В качестве образцов для оценки эксплуатационных свойств были отобраны шесть типов подошв из термоэластопластов для мужской обуви осенне-весеннего периода носки, выпускаемых на обувных предприятиях Республики Беларусь. Физико-механические свойства объектов исследования представлены в таблице 1.

Таблица 1

### Физико-механические свойства исследуемых подошв

Наименование показателя	Номер образца					
	1	2	3	4	5	6
Плотность, г/см <sup>3</sup>	0,99	0,93	0,9	0,86	0,8	0,99
Условная прочность при растяжении, МПа	2,48	3,45	3,37	3,35	4,50	3,44
Относительное удлинение при разрыве, %	80	116	175	286	253	146
Относительная остаточная деформация после разрыва, %	3	4	4	3	3	5
Твёрдость, усл. ед.	70	55	73	48	65	62
Устойчивость к многоцикловым изгибам, тыс. циклов до разрушения (не менее 30 000)	80,5	51,5	21,5	23,5	54,8	156,8

Из данных таблицы 1 следует, что основные показатели физико-механических свойств подошв разных производителей существенно отличаются друг от друга. Прочностные показатели свойств подошв значительно ниже, чем базового термоэластопласта. Это связано с ослабляющим влиянием ингредиентов (в первую очередь пластификаторов), которые придают композициям высокие технологические, эксплуатационные и эстетические показатели свойств. Однако показатели механических свойств подошв не уступают большинству видов резин.

Для определения сопротивления истиранию при скольжении исследуемых подошв из ТЭП была использована методика, изложенная в ГОСТ 426–77 [4]. Данный метод распространяется на резину и резиновые изделия и устанавливает метод определения сопротивления истиранию при скольжении. Сущность метода заключается в истирании образцов, прижатых к абразивной поверхности вращающегося с постоянной скоростью диска, при постоянной нормальной силе и определении механических показателей сопротивления истиранию или истираемости.

Количество испытываемых образцов должно быть не менее шести (три пары). Истирание двух образцов проводится одновременно при постоянном радиусе, при расчётной скорости скольжения (по их центру)  $(0,30 \pm 0,05)$  м/с, прикладывая нормальную силу на два образца 26 Н с погрешностью массы грузов, создающих нормальную силу, не более  $\pm 0,005$  Н.

Материалом, истирающим ТЭП, была использована шлифовальная шкурка по ГОСТ 344 марки П2 44А КМ-1 с истирающей способностью при нормальной силе 26 Н по истираемости ( $a_n$ ) контрольной резины 45–80 м<sup>3</sup>/ТДж (160–300 см<sup>3</sup>/кВт×ч).

Сопротивление истиранию при скольжении ( $\beta$ ) в кгс × м/см<sup>3</sup> вычисляют по формуле:

$$\beta = \frac{\Delta m}{\rho \cdot P \cdot 132},$$

где  $\Delta m$  – разность массы пары образцов до и после истирания, г;  $\rho$  – плотность материала, из которого изготовлен образец, г/см<sup>3</sup>;  $P$  – сила на динамометре; 132 – постоянная машины.

Результаты испытаний по оценке истираемости подошв из ТЭП представлены в таблице 2.

Результаты испытаний по оценке истираемости

Номер образца	Масса образцов до испытания, $m_1$	Масса образцов после испытания, $m_2$	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Убыль объёма ТЭП, мм <sup>3</sup>	Сила, Р, Н	Постоянная прибора	Истираемость, Дж/мм <sup>3</sup> ·а
1	10,0489	10,0489	1,061	0,2459	250	132	13,5
2	10,0086	9,6773	1,037	0,3313	320	132	11,5
3	10,1861	9,9037	1,067	0,2824	250	132	11,7
4	10,0810	9,7025	1,006	0,3786	370	132	10,8
5	9,8274	9,4456	1,030	0,3818	370	132	11,0
6	10,1382	9,7971	1,008	0,3411	370	132	11,7

Из полученных результатов следует, что значения физико-механических показателей всех подошв из термоэластопластов, представленных для испытаний, существенно отличаются. Во многом это обусловлено тем, что при изготовлении композиций используют сырьё различных поставщиков, с неизвестным составом ингредиентов.

Так, плотность исследуемых подошв варьируется в пределах от 0,8 до 0,99 г/см<sup>3</sup>, что можно связать с различием параметров настройки технологического оборудования при изготовлении подошв, а также различным содержанием порообразователей и наполнителей.

Образцы подошв под номерами 2, 4, 5 и 6 имеют высокую твёрдость, которая изменяется в диапазоне от 48 до 65 усл. ед., а образцы под номерами 1 и 3 имеют твёрдость 70 и 73 усл. ед. соответственно. Данный факт может быть обусловлен большим, по сравнению с другими образцами, содержанием эмульсионного полистирола. Содержание данного компонента так же изменяет и жёсткость подошвы, что видно из таблицы 2: образец № 3 с твёрдостью 73 усл. ед. не выдержал испытание на многократный изгиб.

Износостойкость представленных подошв характеризуется сопротивлением истиранию при скольжении. Для данных образцов он варьируется в широком диапазоне значений от 10,8 до 13,5 Дж/мм<sup>3</sup>. Для подошв из ТЭП данный показатель должен быть не менее 2,5 Дж/мм<sup>3</sup>. Исходя из этого, все образцы соответствуют нормативному значению.

Для проведения сравнительной оценки истираемости современных подошвенных материалов в качестве образцов были отобраны два типа материалов: кожволон и полиуретан, применяемые при производстве обуви на предприятиях Республики Беларусь. Эти материалы были испытаны по вышеописанной методике. В сводной таблице 3 приведены физико-механические показатели исследуемых материалов, а также значение истираемости этих материалов.

В результате проведения испытания современных подошвенных материалов на устойчивость к многоцикловым изгибам установлено, что полиуретаны обладают достаточной устойчивостью к изгибу. В отличие от них кожволон не прошёл данный тип испытаний и разрушился после 250 циклов изгиба.

Таблица 3

Результаты исследования свойств подошвенных материалов

Наименование показателя	Номер образца			
	полиуретан		кожволон	
	1	2	1	2
Плотность, г/см <sup>3</sup>	0,632	0,632	1,262	1,262
Твёрдость, усл. ед.	96	96	45	57
Устойчивость к многоцикловым изгибам, тыс. циклов до разрушения	70,3	31,5	-	-
Истираемость, Дж/мм <sup>3</sup>	4,6	4,7	0,09	0,05

Из таблицы 3 следует, что значения физико-механических показателей всех материалов, представленных для испытаний, существенно отличаются.

Износостойкость представленных материалов характеризуется сопротивлением истиранию при скольжении. Для данных кожволон не превышает 0,1 Дж/мм<sup>3</sup>, а у полиуретанов 4,7 Дж/мм<sup>3</sup>, что характеризует полиуретан как материал с достаточно хорошими эксплуатационными свойствами.

#### Библиографический список

1. Товароведение одёжно-обувных товаров. Общий курс: учеб. пособие / В.В. Садовский, Н.М. Несмелов [и др.]; / под общ. ред. В.В. Садовского, Н.М. Несмелова. – Минск: БГЭУ, 2005. – 427 с.
2. Долган М.И. Физико-механические свойства термоэластопластов // Материалы I Междунар. науч.-практ. конф. студентов и магистрантов / редкол.: А.П. Солодков (гл. ред.) [и др.] / Вит. гос. ун-т, 18–19 апр. 2013 г. – Витебск: ВГУ им. П.М. Машерова, 2013. – 461 с. – С. 59–60.
3. Долган М.И., Коновалов К.Г. Оценка качества подошв из термоэластопластов // Вестник Витебского гос. технолог. ун-та / гл. ред. В.С. Башметов / УО «ВГТУ». – Витебск, 2012. – Вып. 22. – С. 58–64.
4. ГОСТ 426–77. Резина. Метод определения сопротивления истиранию при скольжении. – Взамен ГОСТ 426–66; введ. 1978–01–01. – Минск: Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь, 1992. – 8 с.

УДК 685.34.025

П.С. Карабанов, Е.В. Заушицына, Т.А. Дмитриенко

#### ЛИТЬЕВОЕ КРЕПЛЕНИЕ ПОДОШВЕННЫХ КОМПОЗИЦИЙ С НЕТКАНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ ВЕРХА ОБУВИ

В последнее время расширилось применение нетканых материалов для верха обуви, в частности различных видов войлока. Эти материалы отличаются высокими теплозащитными и гигиеническими свойствами и применяются не только для домашней и банной, но и для зимней повседневной обуви. Низ войлочной обуви может крепиться ниточными, клеевыми, а также литьевыми методами.

Известно, что прочность литьевого крепления низа обуви с материалами верха рыхлой структуры существенно зависит от механической составляющей адгезионной связи [1]. В настоящей работе проведена оценка роли механического фактора адгезионного крепления в литьевых соединениях подошвенных полимеров с войлоками.

Традиционная технология литьевого крепления низа обуви, как правило, предусматривает нанесение на верх обуви полиуретанового клея. Однако есть основание полагать, что ввиду рыхлой, разреженной структуры войлоков нанесение клеевого слоя на верх обуви из этих материалов