

УДК 685.34.01

НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОДОШВЫ ИЗ РЕЗИНЫ*О. А. Голубева, А. С. Погорелова*

Донской государственной технической университет (г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация)

Обоснована актуальность изучения механических свойств материала подошвы, а также механического поведения изделия при эксплуатации. Приведены данные исследований качества наиболее подверженных дефектам участков обуви. Рассмотрены характеристики подошвы — формоустойчивость и прочность. Произведено моделирование подошвы и инженерный анализ, изучено напряженно-деформированное состояние подошвы из гибкого полиуретана с помощью системы автоматизированного инженерного анализа ANSYS.

Ключевые слова: литьевой метод крепления низа обуви, формоустойчивость и прочность подошвы, моделирование и инженерный анализ, напряженно-деформированное состояние подошвы.

STRESS-STRAIN STATE OF RUBBER SOLE*O. A. Golubeva, A. S. Pogorelova*

Don State Technical University (Rostov-on-Don, Russian Federation)

The paper substantiates the relevance of the problem of studying the mechanical properties of sole material, as well as the mechanical behavior of the product during operation. We use research data aimed at improving the quality of the bottom of the shoe by identifying the most susceptible to defects areas in the bottom of the shoe. Some characteristics of the sole are considered in detail: form stability and strength. The simulation of the sole and the engineering analysis were performed, the stress-strain state of the sole made of flexible polyurethane was studied using the automated engineering analysis system ANSYS.

Keywords: injection molding method for fixing the sole, shape stability and strength of the sole, modelling and the engineering analysis, stress-strain state of the sole.

Введение. В настоящее время механизмы оценки напряженно-деформированного состояния изделий и базирующиеся на них методы компьютерного моделирования до сих пор редко применяются при моделировании низа обуви [1]. Часто изучается взаимодействие стопы с составляющими обуви, а также оптимизация каблука. При этом острая необходимость в уменьшении деформирования и повышения износостойкости подошвы остается. Один из самых часто встречающихся дефектов подошвы — ее излом, причем происходит это в местах, подверженных наибольшему напряжению и деформации.

Рассмотрим характеристики обуви литьевого метода крепления — формоустойчивость и прочность низа на примере полиуретана, как одного из универсальных материалов [2]. Для составления характеристики механического отклика деталей низа в ходе тензометрических исследований определяются характер и распределение напряженности и деформаций модели.

В настоящее время моделирование и исследование характеристик материала при внешних воздействиях, в большинстве случаев, производится с помощью системы автоматизированного инженерного анализа ANSYS [3].

Моделирование низа обуви. Модели низа обуви разнообразны по своему виду, геометрической составляющей, составной части деталей и используемых в производстве

материалов. Авторами смоделирована подошва литьевого метода крепления из полиуретана (рис. 1).

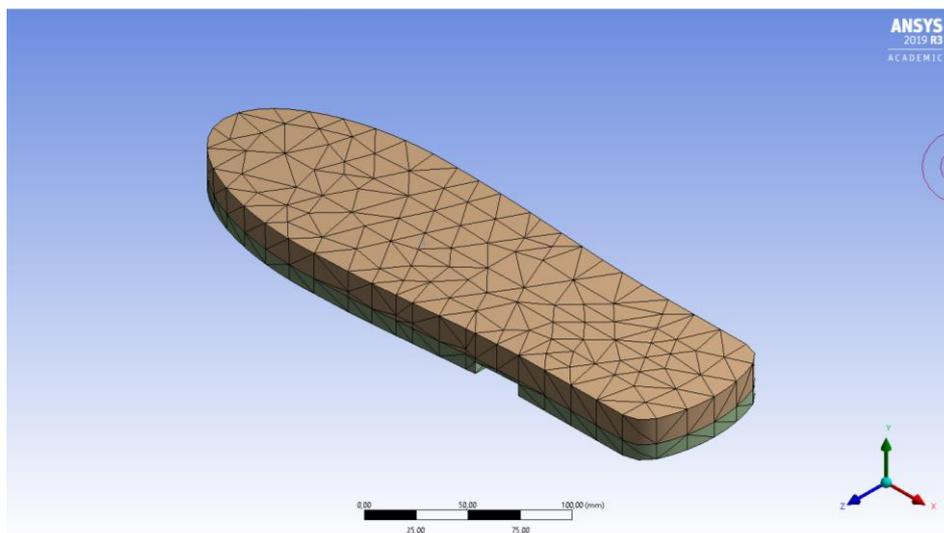


Рис. 1. Трехмерная модель низа обуви

Полиуретан — это синтетический полимер с большим спектром эксплуатационных возможностей. Он обладает низкой теплопроводностью, устойчивым поведением по отношению к внешнему воздействию, а также к деформациям и стираниям, является электрическим изолятором, достаточно эластичным и износостойким [4].

При производстве литьевым методом крепления низа обуви к заготовке важно соответствие размеров и контуров деталей заготовки. Размер подошвы соответствует экспериментально измеренному размеру подошвы обуви. Механические свойства материала подошвы получены с помощью диаграмм упругопластической деформации резиновых материалов, заданных экспериментальными данными. Такой метод позволяет получить намного более точные свойства материалов обуви. Методом полилинейной диаграммы указаны в препроцессоре системы ANSYS нелинейные свойства подошвы.

На основании данных литературы рассмотрены и использованы следующие характеристики полиуретана (таблица 1).

Таблица 1

Механические свойства гибкого полиуретана

Свойства	Гибкий полиуретан (ПУ)
Плотность (г/см ³)	1,250
Модуль Юнга (МПа)	60
Коэффициент Пуассона	0,40
Предел текучести при растяжении (МПа)	16
Предел прочности при растяжении (МПа)	20–30

После сравнения трех видов сетки — грубой, средней и мелкой — было выявлено, что наиболее точное и удобное решение дает средняя сетка. В условиях данного расчета была задана сетка модели с характеристиками для нелинейной механики.

Расчет напряжения на поверхности низа обуви. Нижние поверхности модели зафиксированы, что создает имитацию статического положения обуви на земле. На верхнюю плоскость было приложено давление, которое равно давлению среднего веса человека (700 Н). Произведенный расчет позволил получить картину изолиний эквивалентных напряжений на поверхности подошвы (рис. 2).

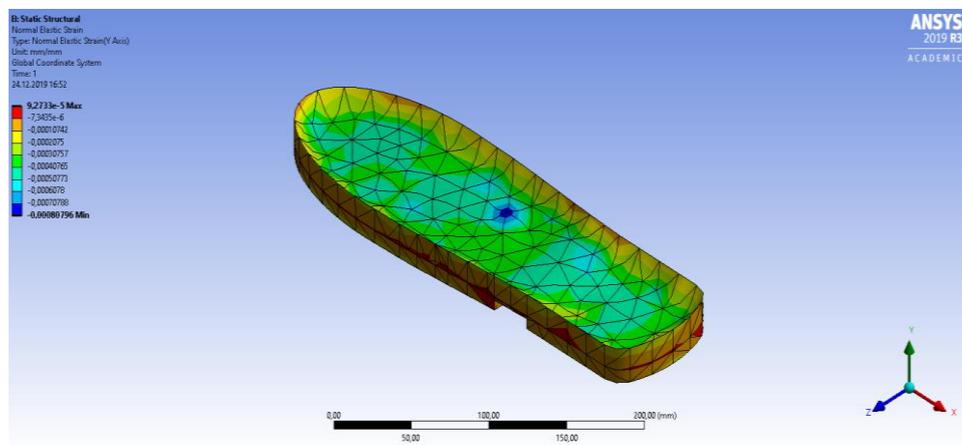


Рис. 2. Изолинии распределения напряжения на поверхности низа обуви

Полученный результат говорит о том, что наибольшее напряжение материала подошва испытывает на боковых стенках и краях изделия, это оказывает решающее влияние на формоустойчивость подошвы, а также на прочность соединения с верхом обуви.

Изучение деформаций на поверхности низа обуви. Кроме того, изучена картина изолиний деформации поверхности подошвенной части обувного изделия (рис. 3).

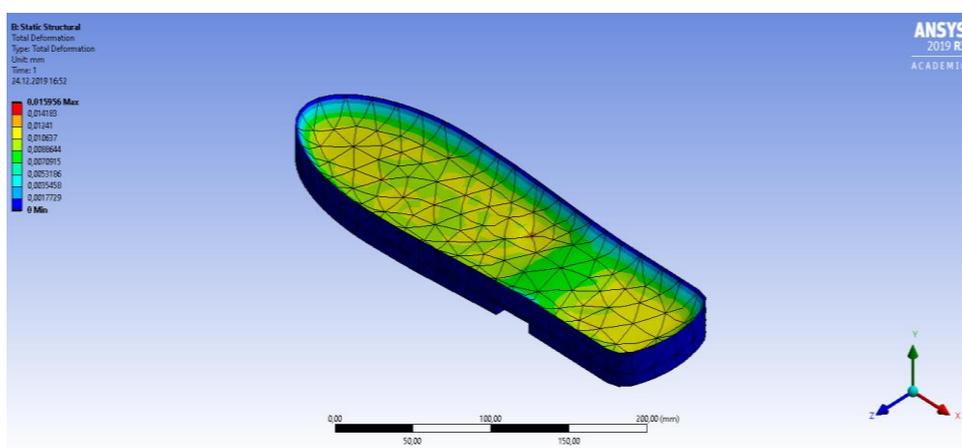


Рис. 3. Изолинии распределения деформаций на поверхности низа обуви

Произведенные расчеты позволяют сделать вывод о том, что наибольшие деформации приходятся на носочную и пяточную часть обуви. Это обосновано распределением веса человека относительно поверхности подошвы. Именно эти части подошвы подвержены наибольшему внешнему влиянию, что провоцирует появление большого количества дефектов.

Заключение. При покупке обуви стоит уделять внимание подошве, производить оценку всех плюсов и минусов используемого материала. Даже небольшое усиление циклических напряжений существенно сокращает долговечность материала [5].

Библиографический список

1. Александров, С. П. Анализ напряжённо-деформированного состояния системы низа обуви / С. П. Александров, А. Н. Лукьянова // Современные проблемы текстильной и лёгкой промышленности : тез. докл. межвуз. науч.- техн. конф. — Москва : , 2004. — Ч. 1. — С. 127.
2. Суровцева, О. А. Разработка автоматизированного проектирования технологического процесса производства обуви литьевого метода крепления : дис. ...канд. техн. наук / О. А. Суровцева. — Шахты, 2014. — 207 с.
3. Москалец, Т. А. Влияние типа и структуры материалов литьевых соединений на прочность их скреплений / Т. А. Москалец, П. С. Карабанов // Новые технологии : образование и наука : сб. науч. тр. МГУДТ.— Москва, 2000. — С. 97–101.
4. Клебанов, Я. М. Исследование механических свойств деталей обуви / Я. М. Клебанов, С. П. Александров, А. Н. Давыдов [и др.] // Известия вузов. Технология лёгкой промышленности. — 2000.— № 6.— С. 97–99.

Об авторах:

Голубева Олеся Анатольевна, старший преподаватель кафедры «Управление качеством» Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), кандидат технических наук, 1354565@mail.ru

Погорелова Алина Сергеевна, студент Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), Pogorelova.alina@list.ru

Authors:

Golubeva, Olesya A., Senior lecturer, Department of Quality Management, Don State Technical University (1, Gagarin sq., Rostov-on-Don, 344003, RF), Cand.Sci., 1354565@mail.ru

Pogorelova, Alina S., Student, Don State Technical University (1, Gagarin sq., Rostov-on-Don, 344003, RF), Pogorelova.alina@list.ru