

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИИ ВЕРХА ОБУВИ ПРИ СИЛОВОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ СО СТОПОЙ В СТАТИКЕ И ДИНАМИКЕ

*К.т.н., доц. Горбачик В. Е.,
асс. Линник А. И. (ВГТУ),
д.т.н., проф. Фукин В. А. (МГАЛП)*

В процессе эксплуатации обуви происходит силовое взаимодействие её со стопой. Результатом этого взаимодействия с одной стороны является давление, которое оказывает обувь на стопу, с другой стороны - давление стопы на обувь, при этом происходит деформация системы материалов, из которых изготовлен верх обуви. От деформационных способностей верха зависит такой показатель качества обуви, как распорная жёсткость, во многом определяющая её удобство. Поэтому изучение величины и характера распределения деформации при взаимодействии стопы с верхом обуви является важнейшим шагом в деле создания комфортной обуви.

Исследование деформации союзки в области плюсно-фалангового сочленения осуществлялось при помощи П-образной металлической скобы, на которую наклеивались проволочные тензодатчики с базой 5 мм и сопротивлением 98 Ом (см. рис.1, а).

Тензометрические скобы крепились при помощи винтиков на верх обуви по 3 штуки, как в продольном, так и в поперечном направлениях (рис.1, б, в), что дало возможность получить полную картину деформации союзки в области плюсно-фалангового сочленения. Для измерения деформации союзки использовалась полумостовая схема с двумя активными датчиками, что позволило повысить чувствительность схемы в два раза и осуществлять компенсацию температурного дрейфа нуля.

Сигнал с тензометрической скобы усиливался тензоусилителем 8АНЧ-7М и подавался на шлейф осциллографа Н-115.

Для облегчения расшифровки осциллограмм одновременно с записью деформаций верха обуви производилась регистрация отдельных фаз шага с использованием методики подографии.

Чтобы испытуемый мог свободно ходить, провода, идущие к измерительной аппаратуре, крепились на поясе, а затем подвешивались к натянутому стальному тросу на кольцах, которые свободно скользили по нему. Измерительный стенд обеспечивал передвижение испытуемого в пределах 6-8 м.

Тарировка датчиков осуществлялась на образцах, имитирующих верх обуви, при растяжении их на специальном приспособлении.

Для исследования деформации союзки была подобрана обувь различного вида (туфли, полуботинки, ботинки, сапоги) с различной высотой каблука. Было также специально изготовлено несколько пар обуви из различных по жёсткости материалов, т.е. с жёстким и эластичным верхом.

Для проведения эксперимента был отобран коллектив носчиков (5 женщин и 5 мужчин) с нормальными стопами, размеры которых соответствовали номеру и полноте исследуемой обуви.

Исследование деформации верха обуви, то есть запись выходного сигнала разбаланса всех датчиков, производилось в следующей последовательности:

1 - в положении «нога на вису», 2 - при равномерной опоре на обе ноги, 3 - при ходьбе (10 - 15 шагов), 4 - при стоянии сразу после ходьбы, 5 - в положении «нога на вису», 6 - когда обувь снята с ноги. Такой порядок проведения эксперимента дал возможность дублировать показания датчиков при различных положениях испытуемого, что позволило получить более достоверные данные о деформации верха обуви.

Как в положении «нога на вису», так и при равномерной опоре на обе ноги замерялись отклонения h (в мм) лучей шлейфов осциллографа от нулевых линий. При ходьбе выбиралось 6 наиболее характерных шагов, каждый из которых разбивался на отдельные участки, соответствующие фазам ходьбы по подотграмме. В каждой фазе замерялись максимальные отклонения лучей шлейфов h (рис.2).

По средним значениям отклонений лучей шлейфов осциллографа, используя тарировочные графики, определялись относительные деформации в соответствующих местах верха обуви.

На рис.2 представлены характерные осциллограммы деформации союзки в различных участках как в статике, так и в динамике.

Анализ полученных данных показал, что общая картина деформации союзки у всех носчиков при стоянии и ходьбе в основном одинакова.

Так, при надевании обуви на стопу в положении «нога на вису» по середине союзки и в области внутреннего и наружного пучков происходит растяжение в поперечном направлении и сокращение в продольном. Деформация союзки в поперечном направлении в области внутреннего, наружного пучков и в центре приблизительно одинакова и составляет 1,0 - 1,5 % в мужской и женской обуви. В продольном направлении деформация сжатия в области внутреннего и наружного пучков составляет 0,5 - 1,5 %. В центре же союзки продольная деформация в два раза меньше.

При опоре на обе ноги происходит дополнительное растяжение союзки в поперечном направлении, связанное с увеличением обхвата стопы в области плюско-фалангового сочленения. При этом в области пучков деформация союзки в поперечном направлении составляет 2,0 - 5,0 % в мужской и женской обуви, в центре союзки она в 4-5 раз меньше. В продольном направлении происходит растяжение союзки и в области пучков деформация достигает 2,0 - 4,0 %, в центре же союзки деформация растяжения в 2 раза меньше по сравнению с областью пучков.

При ходьбе, в фазу «перекат через пятку» характер деформации союзки аналогичен характеру деформации в положении «нога на вису», но по абсолютным значениям деформации несколько выше в поперечном направлении в области пучков составляют 1,0 - 3,0 % в мужской и женской обуви, а в центре союзки - 2,5 - 3,5 %. В продольном направлении в области пучков деформация сжатия составляет 1,0 - 2,0 %, а в центре союзки меньше - 0,5 - 1,5 %.

В фазу «опора на всю стопу» происходит растяжение союзки, как в поперечном, так и в продольном направлениях. При этом деформация достигает значений несколько больших, чем в статике при опоре на обе ноги. Поперечная деформация союзки в области пучков составляет 2,5 - 5,0 % в мужской и женской обуви, в центре союзки она примерно в 2-3 раза меньше.

В фазу «перекат через передний отдел» деформация союзки достигает своего максимального значения и в области пучков в поперечном направлении относительная деформация растяжения составляет 3,5 - 6,0 % в мужской обуви и 4,0 - 7,0 % в женской. В центре союзки деформация растяжения в 2-3 раза меньше, чем в области пучков. В продольном направлении относительная

деформация растяжения в области пучков достигает 2,5 - 5,5 % в мужской обуви и 3,0 - 6,0 % в женской. В центре же союзки в продольном направлении происходит сжатие и относительная деформация составляет 1,6 - 1,7 %.

К концу фазы «перекат через передний отдел» деформация союзки в области пучков в продольном и поперечном направлениях резко уменьшается и в фазе «переносный период» по своему характеру и величине ставится аналогичной в положении «нога на вису».

Анализ данных, полученных при испытании обуви, изготовленной из различных по жёсткости материалов, показал, что существенное влияние на величину деформации союзки при силовом взаимодействии со стопой оказывает жёсткость материалов верха. Так, деформация в фазе «перекат через передний отдел» как в области пучков, так и в центре союзки в 1,5 - 2 раза больше в обуви с верхом из эластичных материалов по сравнению с обувью с верхом из жёстких материалов.

Таким образом, проведенное исследование показало, что при силовом взаимодействии верха обуви со стопой союзка в области плюсно-фалангового сочленения испытывает сложные двухосные деформации с различной степенью двухосности. Причём в поперечном направлении происходит только растяжение союзки, и величина деформации меняется от 1,0 % до 7,0 % в зависимости от фазы шага, а в продольном направлении происходит деформация, как сжатия, так и растяжения и величина её меняется от -1,0 - 2,0 % до +3,0 - 6,0 %.

Максимальное значение деформации союзки в области пучков наблюдается в фазу «перекат через передний отдел».

Установлено, что как при опоре на всю стопу, так и в фазу «перекат через передний отдел» в области пучков происходит растяжение, близкое к двухосному симметричному. При этом величина деформации союзки в области внутреннего пучка несколько выше, чем в области наружного.

Жёсткость материалов верха обуви оказывает большое влияние на величину деформации союзки.

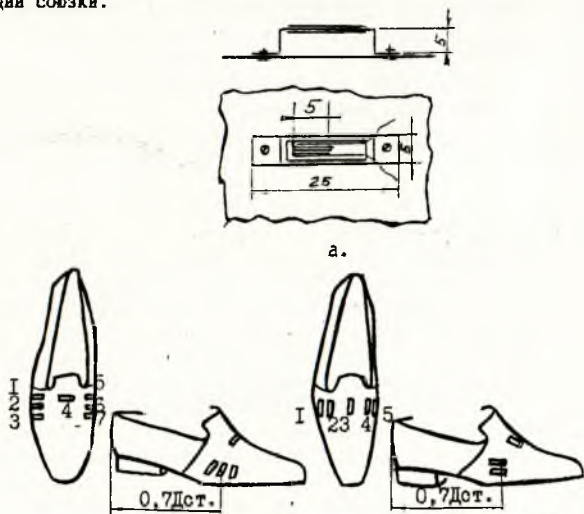


Рис. 1. Конструкция тензометрических скоб (а) и схема размещения их на обуви

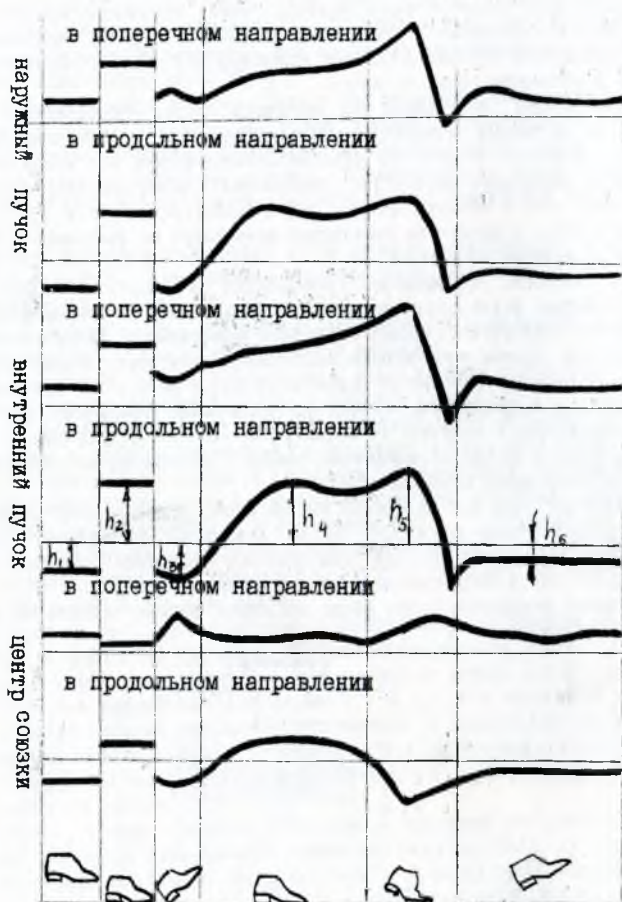


Рис. 2. Характерные осциллограммы деформации сошки в статике и в динамике.