УДК 685.31

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ КОМФОРТНОСТІ ВЗУТТЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Б. СМОЛЕНСЬКА, Л. ЧЕРТЕНКО, Д. КАПТЮРОВА
Київський національний університет технологій та дизайну

Одним з головних приорітетів сьогоднішнього способу життя та сучасної моди є орієнтування на потреби споживача в контексті глобального састейнебл-тренду, що поступово підкорює всі сфери модної індустрії. Вдосконалення форми взуття та підвищення рівня його комфортності – це задача модельєрів, інженерів, вчених та лікарів, що має бути вирішена всебічно за допомогою сучасних технологій та різнопланових досліджень.

Дослідження відповідності параметрів стоп різних категорій населення параметрам взуття з їхнього гардеробу, а також взуття, наявного в магазинах, показало, що кількість незадовільного взуття, яке не відповідає ні критеріям відчуття зручності, ні критеріям відсутності болю, становить близько 43 % [1], а певні категорії населення змушені взагалі носити взуття невідповідних параметрів через відсутність потрібного асортименту [2].

З іншого боку, відхилення від нормальної анатомічної будови і функціонування опорно-рухового апарату людини є сьогодні одним з найбільш поширених серйозних захворювань населення. Однією з найчастіших причин набутих деформацій стопи є носіння нефізіологічного взуття [3]. Особливо травматичним може бути жіноче взуття. Загальновідомо, що носіння взуття з високими підборами, не відповідає ергономії стопи – вага всього тіла розподіляється неправильно. Наслідками носіння такого взуття в сукупності з генетичною схильністю до певних деформацій, можуть бути вальгусна деформація великого пальця стопи, бурсит, мозолі, молоткоподібна деформація пальців тощо [4].

Стопа людини часто страждає від розподілу підошовного тиску під час різних фізичних навантажень. Цей стан може призвести до ризику травмування, який можна звести до мінімуму носінням ергономічного взуття з оптимальною посадкою та комфортом [5]. Основа ергономічної форми взуття – це раціональна форма взуттєвої колодки, проектування якої відбувається на основі способу зворотного інжинірінгу з використанням 3д моделювання та цифрового 3д обладнання [6]. Базою для розробки просторової форми колодки слугує 3д форма стопи, яка може бути досліджена за допомогою 3д сканування.

Ряд досліджень показав доцільність застосування вкладних пристосувань та профілактичних профільованих устілок у взутті підвищеної комфортності, орієнтованому на застосування в умовах фізичних навантажень та тривалого ходіння [7, 8]. Такі устілки мають:

- повторювати рельеф стопи;
- поглиблення в області п'яти для кращої стабілізації стопи;
- валик Зейца, або супінатор поперечного зводу – незамінний помічник у профілактиці поперечної плоскостопості і вальгусній деформації першого пальця стопи;
- поздовжній супінатор для додаткової амортизації і полегшення роботи м'язів поздовжньої арки ступні;

– комфортна зона перекату, яка не заважає плавному переходу з п'яти на носок;

– різні клини під п'яту і хлястики для додання устілці особливої форми, які використовуються у випадках, коли необхідна корекція тих чи інших патологій стопи.

В даній роботі було проведено ряд антропометричних досліджень стоп споживачів з метою розробки ергономічної форми комфортного взуття з профілактичними профільованими устілками, що мають на меті адаптувати внутрішню форму взуття до форми стопи споживача.

Сканування стопи, проведене за допомогою спеціалізованого сканера FootIn3d продемонструвало складність отримання якісної інформації про форму плантарної поверхні стопи, що є основою для проектування форми устілки, що відповідає нижній поверхні внутрішньої форми взуття. Тому виникла необхідність проведення додаткового експерименту з дослідження плантарної поверхні стопи. У данному досліді з цією метою використовували полімерна піна (рис. 1).

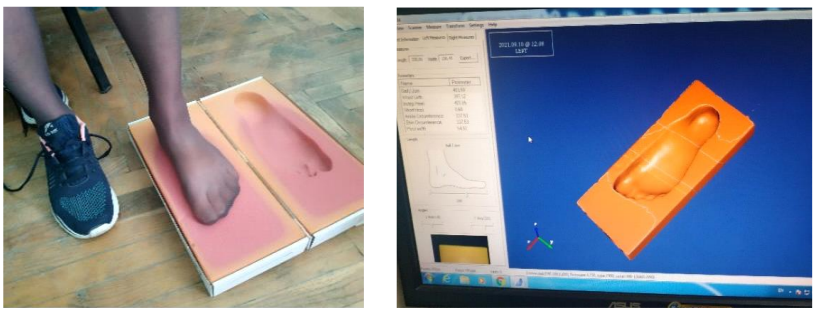

Рис. 1. Сліпок стопи пацієнта та вже відсканована полімерна піна на 3D-сканері

Отриманий відбиток стопи на поліменній піні далі треба було відсканувати на 3д сканері та сумістити 3д модель стопи з 3д моделлю її плантарної поверхні. Отримана 3д модель якісно передає рельєф плантарної поверхні стопи і може бути використана для подальшого моделювання профілактичної або ортопедичної устілки.

В умовах посткарантинної кризи людство намагається переходити на онлайн форми роботи із замовниками, а отже проводиться пошук альтернативних способів отримання антропометричної інформації. З цією метою було проведено експеримент з виготовлення гіпсового зліпку стопи, який може бути транспортований для 3д сканування за відсутності можливості фізичної присутності замовника в кабінеті 3д сканування. Для отримання такого зліпка клієнт мав занурити стопу в альгінатний розчин, після чого сліпок заливався гіпсом для отримання копії стопи (рис. 2).

Використання полімерної піни (для нижньої частини стопи) в поєднанні із альгінатним розчином (для верхньої частини) дає змогу отримати якісну форму для заливки гіпсом з метою отримання точної копії стопи, яка може бути використана як для проектування форми колодки, так і для ергономічної внутрішньої форми взуття з профільованою підтримуючою устілкою. Далі цей зліпок сканується та імпортується в 3д-середовище спеціалізованих графічних САПР для здійснення моделювання форми колодки в режимі порівняння з формою стопи. Для цього в роботі використовували програмне середовище PowerShape.

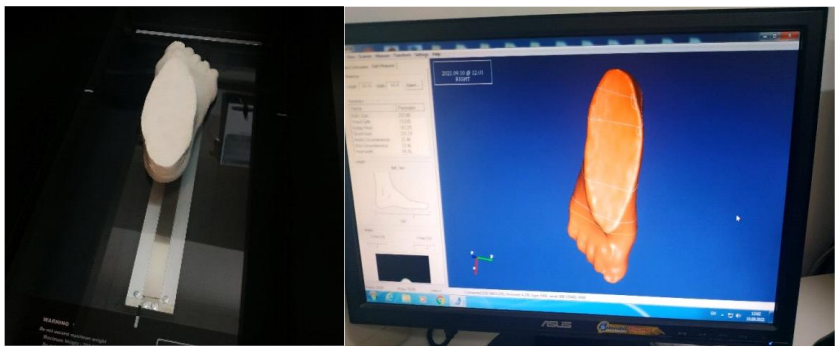

Рис. 2. Зліпок стопи пацієнта способом занурення у альгінатний розчин, потім залитий гіпсом та вже відсканована версія на 3D-сканері

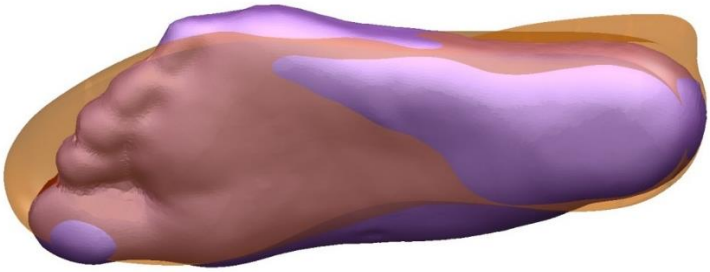

Рис. 3. Коригування форми колодки в режимі порівняння з 3д сканом стопи

Висновки

Проведені в роботі експерименти продемонстрували можливість отримання вичерпної вихідної інформації для проектування взуттєвої колодки та вкладних пристосувань (підтримуючих устілок) на основі 3д сканування стопи замовника з використанням полімерної піни, альгінатної маси та гіпсового розчину. Ця інформація у вигляді цифрових 3д моделей є необхідною основою для розробки внутрішньої форми взуття, що відповідає антропоморфологічній формі стопи, в середовищі прогресивних графічних САПР.

Література

1. A.K. Buldt, H.B. Menz Incorrectly fitted footwear, foot pain and foot disorders: a systematic search and narrative review of the literature // Journal of Foot and Ankle Research, 2018.

2. B. Nácher, S. Alemany, J.C. González, E. Alcántara A Footwear Fit Classification Model Based on Anthropometric Data: SAE International, 2005.

3. Макродт, В., Вельмиц, Г.: Ортопедическая обувь (Учебник для ортопеда-обувщика), переклад Колосової Т.В, Бестужевої В.Н. , С. 150.

4. Мицкевич В.А, Арсеньев А.О.: Подиатрия, Москва, 2006. С. 54-57.

5. Bernabéu, J. A., Germani, M., Mandolini, M., Mengoni, M., Nester, C., Preece, S., & Raffaeli, R. (2013). CAD tools for designing shoe lasts for people with diabetes. Computer Aided Design, 45(6), 977–990. doi:10.1016/j.cad.2012.12.005.

6. Липський Т.М., Чертенко Л.П., Гаркавенко С.С. Математичні основи розробки просторової форми взуттєвої колодки з використанням методу зворотного інжинірингу // Теорія і практика дизайну. Технічна естетика. Вип. 16. Київ, 2019. С. 87-100.

7. Chen, H; Nigg, BM; de Koning, J: Relationship between plantar pressure distribution under the foot and insole comfort. Clin, Biomech. 9:335-341, 1994.

8. Gross, M.L; Napoli, RC: Treatment of lower extremity injures with orthotic shoe inserts: an overview. Sports Med. 15:66-70, 1993.