

УДК 685.34.013.2

Економічні особливості проектування раціональної внутрішньої форми спортивного взуття

Петрус Б.Б.

старший викладач кафедри легкої промисловості і професійної освіти
Мукачівського державного університету

Козарь О.П.

доктор технічних наук, доцент, професор,
завідувач кафедри легкої промисловості і професійної освіти
Мукачівського державного університету

Маргітич Р.Я.

магістр
Мукачівського державного університету

У статті розглянуто економічні особливості методів проектування раціональної внутрішньої форми та конструкцій спортивного взуття з метою подальшої розробки конструкцій взуття для дітей-легкоатлетів із покращеними функціонально-експлуатаційними властивостями. Розглянуто два незалежних напрями досліджень щодо переходу від параметрів стопи до параметрів колодки.

Ключові слова: взуття, раціональна внутрішня форма, метод, проектування, конструкція, ефективність.

Петрус Б.Б., Козарь О.П., Маргітич Р.Я. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РАЦИОНАЛЬНОЙ ВНУТРЕННЕЙ ФОРМЫ СПОРТИВНОЙ ОБУВИ

В статье рассмотрены экономические особенности методов проектирования рациональной внутренней формы и конструкций спортивной обуви с целью дальнейшей разработки конструкций обуви для детей-легкоатлетов с улучшенными функционально-эксплуатационными свойствами. Рассмотрены два независимых направления исследований по переходу от параметров стопы к параметрам колодки.

Ключевые слова: обувь, рациональная внутренняя форма, метод, проектирование, конструкция, эффективность.

Petrus B.B., Kozar O.P., Marhitych R.Y. ECONOMIC FEATURES OF RATIONAL INTERNAL SHAPE DESIGN OF SPORTS SHOES

Analytical review of the methods of rational design of internal shape of sports shoes has been carried out in this article with the definition of the economic features of the process for developing efficient design of shoes for children athletes with improved functional and performance properties. The most famous systems of three-plane analysis of movements and bio-energy function of athletes' feet as the main factor for the development of science-based rational design of sports shoes have been considered.

Keywords: shoes, rational internal form, method, design, construction, efficiency.

Постановка проблеми у загальному вигляді. Однією з умов розвитку легкої промисловості є створення високопродуктивних та економічно ефективних технологічних процесів виробництва конкурентоздатної продукції.

Відновлення та нарощення потенціалу взуттєвої галузі передбачає розширення асортименту виробів, до складу якого неодмінно входить і широкий спектр спортивного взуття та забезпечення функціональності, високої міцності, комфортності та високих естетичних показників [1; 5; 8].

Взуття будь-якого спортсмена – це, з одного боку, спеціальне спортивне знаряддя, при-

зване сприяти підвищенню спортивних досягнень, якості та ефективності тренувального процесу, а з іншого – це пристосування, яке повинне захищати нижню кінцівку спортсмена від несприятливих дій навколишнього середовища, можливих зіткнень, ударів тощо. Відповідність спортивного взуття стопі та гомілці спортсмена значною мірою визначає позитивний результат виконання спортивних завдань.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. У сучасній технічній літературі є достатньо інформації щодо методів проектування окремих видів спортивного взуття для різних видів спорту. Проте досліджень, які стосуються впливу навантажень на

стопу спортсмена в процесі виконання спортивних рухів у біомеханічній системі «стопа – взуття – опора», не виявлено. Відсутні також антропометричні дані про нижні кінцівки спортсменів-легкоатлетів вікової категорії 12–16 років та розрахунки розмірно-повнотних характеристик асортименту спортивного взуття.

У доступній технічній літературі не виявлено робіт щодо дослідження динаміки пристосування до різних фізичних та спеціальних навантажень на нижні кінцівки спортсменів-легкоатлетів. Фізіологічні особливості впливу довготривалих занять легкою атлетикою на організм спортсмена-дитини досліджено також недостатньо. Не виявлено також робіт, пов'язаних із дослідженням нижніх кінцівок із метою проектування раціональної внутрішньої форми спеціального взуття для дітей-легкоатлетів. Морфологічний тип тіла спортсменів-легкоатлетів відрізняється від спортсменів інших видів спорту. Поряд з особливостями морфологічної структури пропорції тіла різних груп спортсменів низка дослідників [3; 4; 6] під час вивчення кістково-суглобного апарату тіла спортсменів зазначили, що систематичне заняття окремим видом спорту сприяє цілеспрямованій перебудові кісткової системи і в більш напруженій частині тіла – стопі взагалі.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Метою дослідження є аналітичний огляд методів проектування раціональної внутрішньої форми спортивного взуття для подальшої розробки економічно ефективних конструкцій взуття для дітей-легкоатлетів із покращеними функціонально-експлуатаційними властивостями.

Об'єкт дослідження – методи проектування раціональної внутрішньої форми і конструкції спортивного легкоатлетичного взуття.

Предмет дослідження – розробка раціональної конструкції та економічно ефективної технології виготовлення спортивного взуття для легкоатлетів вікової категорії 12–16 років.

Виклад основного матеріалу дослідження. Специфікою процесу проектування раціональних конструкцій взуття є те, що для його здійснення потрібна значна і різноманітна інформація. Відомості, які безпосередньо зв'язані із динамічною зміною форми, морфологією, функціональним станом і роботою стопи, належать до біомеханічних передумов побудови раціонального взуття [84 9].

Одним із головних завдань біомеханіки є вивчення різних аспектів руху людини. Для опису цих рухів використовуються такі поняття, як положення системи точок, пере-

міщення, траєкторія, швидкість, прискорення, реакція опори, сила відштовхування тощо. Рух тіла людини можна виміряти тільки порівнюючи положення його матеріальних точок чи біоланок із положенням обраного для порівняння об'єкту або обумовленою попередньо системою координат [9].

Для отримання інформації про характеристики рухів спортсменів нині використовуються інструментальні та безконтактні оптичні та оптико-електронні методи.

Інструментальні методи вимірювань у біомеханіці є найбільш об'єктивними. За їх допомогою визначають кількісну оцінку характеристик та показників рухових дій спортсмена, а також можливих змін (функціональних, силових, морфологічних), що відбуваються в його організмі під час рухової діяльності. Однак інструментальні вимірювання передбачають наявність і контакт із тілом спортсмена датчиків, що зчитують ту чи іншу фізичну величину, а також шлейфів, блоків живлення, перетворювачів, реєструючої апаратури тощо. Однак більш доцільним є використання безконтактних методів вимірювань характеристик рухів.

Оптичні методи ґрунтуються на застосуванні фотоапаратів та кінокамер. Точність фото- і кінозйомки пропорційна формату кадру на плівці. Збільшення формату веде до подорожчання апаратури. Крім того, швидкісні можливості кінокамер обмежені. А обробка фото- і кіноматеріалів надзвичайно трудомістка.

Більш оперативною і швидкісною є оптико-електронна відеоапаратура. Запис кадрів здійснюється на чіп-карту, що значно спрощує процес отримання готових кадрів, дає змогу оцифровувати отриману відеоінформацію та активно використовувати комп'ютерну техніку для обробки та аналізу характеристик рухів спортсмена, накладати і порівнювати декілька кадрів. Максимальна швидкість відеозйомки сучасними відеокамерами сягає 5 000 кадрів за секунду, що забезпечує високу точність побудови біокінематичних схем, хронограм, силових діаграм.

На основі відеотехніки в розвинених країнах розроблені і застосовуються в спортивній практиці системи трьохплощинного аналізу рухів. Розглянемо найбільш відомі із цих систем.

Система «ТАКЕБ» (Японія) дає можливість зчитувати та аналізувати рухи частин тіла людини по кольорових маркерах, наклеєних на суглобах [5]. Максимальна швидкісна спроможність системи – 60 кадрів за секунду в реальному часі. Уся проаналізована інформація записується на диск комп'ютера. Дані

координат, переміщень, швидкостей, прискорень, кутів, кутових швидкостей графічно представляються на дисплеї, а числові дані можна роздруковувати.

Система «УІСОІС-370» (Велика Британія) складається зі станції-сервера бази даних, з'єднаних високошвидкісною мережею з однією або більше робочих станцій [5]. У системі встановлюється від чотирьох до семи відеокамер. Станція даних синхронізує відеокамери та оцифровує в реальному часі зображення маркерів, прикріплених на суглоби спортсмена. Число необхідних камер залежить від природи та складності руху, що вивчається. Камери обладнані інфрачервоними стробоскопічними джерелами світла. Вони не відволікають уваги спортсмена та дають змогу використовувати систему в нормальних умовах освітлення всередині приміщення.

До «УІСОІС-370» за допомогою додаткового аналогового блока можуть бути приєднані динамоплатформи, електроміографи та інші аналогові пристрої. Велика кількість рухів людини успішно вимірюється камерами, котрі працюють зі швидкістю від 50 до 60 кадрів за секунду, що відповідає більшості європейських або американських відеостандартів. А для вимірювання високошвидкісних рухів або ударних взаємодій у системі «УІССЖ-370» є можливість використовувати камери зі швидкістю до 240 кадрів за секунду.

Модульні аналізатори рухів «РЕАК-30» та «01АІЛ8У5» (Канада – США – Німеччина) дають змогу виконати безконтактні вимірювання у сагітальній, поперечній та похилій площинах на базі використання трьох професіональних відеокамер та відеокомп'ютерного інтерфейса, що фіксують траєкторії переміщення біолонок за допомогою спеціальних світловідбивачів-маркерів, закріплених на суглобах тіла людини [5]. Ці системи «РЕАК-3Ц» працюють у комплексі з тензоплатформами, електроміографами, електрокардіографами, акселерометрами, електроенцефалографами, лічильниками деформації, електрогоніометрами, датчиками тиску. Швидкість зйомки – до 1 000 кадрів за секунду.

Вітчизняна автоматизована система обробки відеограм «АСОВ» (НУФВСУ, кафедра кінезіології) дає змогу не тільки відстежувати та оцифровувати переміщення біолонок тіла людини в одноплосинній дії як у розглянутих зарубіжних аналогах, але й виконувати на базі спеціальних програмних продуктів широкий спектр математико-статистичних процедур.

Для кількісного біомеханічного аналізу сьогодні використовується відеокомп'ютерний комплекс «КШЕХ» [5], в якому стандартний відеоблок, що дає змогу відтворювати відеозображення з частотою 50 напівкадрів за секунду, сполучений із системою аналого-цифрового перетворення у комп'ютері. Зчитування координат точок об'єкта, котрий викликав інтерес, здійснюється зі стоп-кадру відеофільму, відтворюваного на відеомоніторі. Як модель опорно-рухового апарату людини використовується розгалужений кінематичний ланцюг, ланки якого за геометричними характеристиками відповідають великим сегментам тіла людини, а точки відліку координат – основним суглобам (усього 18 точок).

Головними недоліками всіх розглянутих систем та їх аналогів є висока вартість, низька мобільність, можливість використання лише у стаціонарних умовах, тому очевидно, що для вивчення характеристик рухів під час тренування доцільно використати спрощений варіант системи «АСОВ» (НУФВСУ) у вигляді відеокамери, сполученої з відеомагнітофоном для запису кадрів та одного-двох комп'ютерів для оцифрування й обробки відеоінформації.

Найскладнішим завданням вважається визначення енергетичних характеристик рухів, які виступають критерієм оцінки досконалості фізичної підготовки та можливостей у досягненні найкращих спортивних результатів [5; 8]. Оскільки в роботі переслідується мета покращання функціонально-експлуатаційних властивостей спортивного взуття для дітей-легкоатлетів, то слід уважати за доцільне здійснення комплексних досліджень енергетичних характеристик роботи стопи і гомілки спортсмена в екстремальних умовах стрибків та бігу.

Вирішенню завдань вивчення характеристик механічної роботи та енергії стосовно функціонування опорно-рухового апарату спортсменів присвячено широке коло наукових праць. Наприклад, у роботі [5] визначено шляхи підвищення енергетичної ефективності роботи опорно-рухового апарату спортсмена шляхом моделювання управління рухами багатоланкового ланцюга як біомеханічної системи.

У Мінському державному інституті фізичної культури В.Т. Назаровим здійснено дослідження та проведено аналіз внутрішньої структури фізичної вправи, розглянуті загальні принципи управління рухом тіла спортсмена, проаналізовані суглобні рухи за синтезу фізичних вправ. А.А. Вайном запропонована методика діагностики ступеню роз-

виту функціональних можливостей нервово-м'язового й опорно-рухового апарату людини.

Стосовно процесу проектування раціонального взуття, то в біомеханіці велике значення мають дослідження взаємодії з опорною поверхнею, де різні частини стопи в різні фази контакту відчують різне навантаження.

Дослідженням навантажень на різні частини стопи у статичній та динамічній, розподілу тиску у взутті присвячено роботи Ю.П. Зибіна, Т.С. Кочеткової, І.П. Шуляк, В.В. Литвиненкової, Ф.Р. Богданова, О.В. Фарнієвої, В.П. Либи, А.Б. Домбровського та ін.

Метод дослідження розподілу навантаження по опорній поверхні та по сліду взуття за допомогою пододинамографії [1] можливо застосувати і для дослідження стоп спортсменів. Але більш об'єктивні показники отримують за допомогою електродинамометричного методу [4], який дає змогу встановити залежність між характеристиками рухів та руховими властивостями м'язової системи людини.

Основою досліджень із визначення силової взаємодії між стопою та верхом взуття різних конструкцій є застосування тензOMETричної установки, в якій використовується малогабаритний датчик контактної опору, виконаний у вигляді пакета електропровідного перфорованого паперу з двома обкладинками із металевої фольги, які розміщені в ізолюваній оболонці. Невеликі габарити датчика дають можливість кріпити його між стопою і внутрішньою поверхнею взуття (на підкладці), фіксувати навантаження у вибраних точках. При цьому є можливість визначати не тільки максимальні (пікові) значення тиску, а й отримувати діаграми залежності його величини у часі.

Відомо багато методів оцінки рушійної (у русі «поштовх») функції нижніх кінцівок, які засновані на вимірюванні сили навантаження на опору за допомогою тензOMETричних площадок та оптичних методів реєстрації характеристики рухів. Цікавим є спосіб оцінки рушійної функції стопи і гомілки шляхом реєстрації механічних рухів за допомогою датчиків лінійного прискорення та гіроскопів. Недоліком даного методу є низька точність, що не дає змоги діагностувати незначні відхилення рушійної функції ніг від норми.

Дослідження локомоторної функції організму під час бігу показують, що навантаження відбуваються переважно за скорочення м'язів гомілки [6]. Функціонуючі м'язи керуються електроімпульсами периферійної нервової

системи організму. Нині є можливість дослідження характеристик електроімпульсів за допомогою електроміографії.

Біомеханічні дослідження стоп у зв'язку з удосконаленням конструкції взуття і колодок проводяться і за кордоном. Так, польськими вченими розроблений електроконтактний метод дослідження рухових дій стопи в динамічних умовах. Деякі дослідники підкреслюють важливість взаємодії між спортивним взуттям та опорною поверхнею, роллю матеріалів та показниками раціональності взуття, і ця точка зору зараз прийнята багатьма вченими, які працюють у напрямі біомеханіки спортивних рухів.

Багато авторів стверджують, що всебічний аналіз навантаження на рухому систему повинен включати такі дослідження швидкості контакту, як геометрія стопи під час контакту, а також тип рухів.

Як бачимо, дослідження біоенергетичної функції стоп спортсменів як головного фактора для розробки науково обґрунтованого конструювання раціонального спортивного взуття, які започатковані у 70-х роках минулого століття, продовжуються та розвиваються і в наш час.

Максимальна відповідність взуття стопам спортсменів формується в процесі проектування нової моделі шляхом задоволення антропометричних, фізіологічних та функціональних вимог, що в підсумку відображається у формі і розмірах затяжної колодки, конструкції виробу, властивостях матеріалів верху та низу, технології виготовлення. При цьому проектувальник повинен мати точні відомості про формо-розміри стопи конкретної людини (під час індивідуального виготовлення взуття) або середньо-типової стопи (під час масово-поточного виробництва). Водночас не можна ігнорувати ті психологічні, соціально-естетичні й економічні вимоги, якими керується сам споживач у процесі підбору, примірки і придбання взуття, тому що нехтування ними здатне перекреслити зусилля великої армії розробників та промисловців, призвести не тільки до матеріальних збитків, але й до захворювань і навіть травм стоп, погіршення загального самопочуття людини [3; 4]. Вирішенню цієї важливої проблеми присвячено дослідження вітчизняних і закордонних учених: Ю.П. Зибіна, Б.П. Хохлова, Х.Х. Лікумовича, Е.О. Дубинського, А.А. Риндіча, К.І. Ченцової, В.О. Фукіна, О.В. Фарнієвої, І. Мали, В. Дибшлага й ін. Сучасний підхід до вдосконалення існуючих і створення нових систем

проектування раціонального взуття закладений у працях наукових шкіл В.П. Коновала, Т.Т. Фоміної, Ю.О. Карагезяна, В.В. Костилевої, В.П. Либи, С.П. Александрова.

В основу створення раціональної внутрішньої форми взуття покладено перетворення формо-розмірів стопи у параметри взуттєвої колодки [2; 9]. Цей процес здійснюється розрахунковим або емпіричним шляхом. Відповідно, будемо розглядати два незалежних напрями досліджень щодо переходу від параметрів стопи до параметрів колодки.

Емпіричний напрям ґрунтується на накопиченні, вдосконалюванні і наступному узгодженні практичних та евристичних прийомів коректування елементів форми вже існуючих колодок, а також методів макетування їхніх еталонів. Незважаючи на значну трудомісткість, ці методи становлять інтерес, оскільки дають змогу одержувати бажаний результат безпосередньо в процесі розробки. Вони доцільні в тих дослідженнях, де потрібна негайна перевірка яких-небудь наукових положень стосовно внутрішньої форми взуття й являють собою поки що єдиний шлях у дрібносерійному виробництві взуття, а також під час його виготовлення за індивідуальними замовленнями.

Розрахунковий напрям поєднує аналітичні методи обчислення параметрів взуттєвої колодки для раціональної внутрішньої

форми взуття з використанням цифрових, аналітичних і геометричних моделей умовно-середніх стоп (УСС) та критеріїв оцінки раціональності взуття. Перетворення формо-розмірів стоп у геометричні параметри взуттєвої колодки відповідає сучасному рівню взуттєвого виробництва [2; 8]. Бурхливий розвиток продуктивних сил, зростаючі потреби населення в різноманітному взутті, часта зміна і розширення його асортименту спонукають до необхідності вдосконалювати форми і розширювати асортимент взуттєвих колодок.

Висновки з цього дослідження. Таким чином, проведено аналітичний огляд методів проектування раціональної внутрішньої форми та конструкцій спортивного взуття для подальшої розробки економічно ефективних конструкцій взуття для дітей-легкоатлетів із покращеними функціонально-експлуатаційними властивостями. В основу створення раціональної внутрішньої форми взуття покладено перетворення формо-розмірів стопи у параметри взуттєвої колодки.

Розглянуто найбільш відомі системи трьохплощинного аналізу рухів, за допомогою яких на базі спеціальних програмних продуктів можна виконувати широкий спектр математико-статистичних процедур, відстежувати та оцифровувати переміщення біолонок тіла людини.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Озолина Н.Г., Маркова Д.П. Легкая атлетика : [учебник для институтов физической культуры] / Н.Г. Озолина, Д.П. Маркова ; 2-е изд. – М., 2002.
2. Половников И.И. Проектирование низа спортивной обуви / И.И. Половников. – К. : Знание, 2001. – 132 с.
3. Лимаря П.Л. Легкая атлетика для юношей / П.Л. Лимаря. – М., 1999.
4. Коробова А.В. Школа легкой атлетики / А.В. Коробова ; 2-е изд. – М., 1998.
5. Хоменкова Л.С. Учебник тренера по легкой атлетике / Л.С. Хоменкова. – М., 2002.
6. ГОСТ 4.78-82 Система показателей качества продукции «ОБУВЬ СПОРТИВНАЯ» Номенклатура показателей.
7. Взуття. Номенклатура показників якості спеціального взуття. ДСТУ 3485-96.
8. ГОСТ 12.4.127-83 Обувь специальная. Номенклатура показателей качества
9. Половников И.И. Биомеханические особенности проектирования спортивной обуви / И.И. Половников. – К. : Знание, 2000. – 144 с.