

зниженого тиску для отримання нанорозмірних з'єднань металів в якості високодисперсних порошків і колоїдних дисперсій. Відзначено, що даний метод має безперечні переваги в плані універсальності, низького енергоспоживання, можливості отримання частинок розміром 10–100 нм з поділом по фракціям.

Ключові слова: контактна нерівноважна плазма, розчин, нанорозмірні з'єднання кобальту, наноз'єднання міді, наносрібло.

Сергеева Ольга Вячеславовна, кандидат технических наук, доцент, кафедра технологии неорганических веществ и экологии, ГВУЗ «Украинский государственный химико-технологический университет», Днепр, Украина, e-mail: ov.sergeeva@mail.ru.

Пивоваров Александр Андреевич, доктор технических наук, профессор, кафедра технологии неорганических веществ и экологии,

гип, ГВУЗ «Украинский государственный химико-технологический университет», Днепр, Украина.

Сергеева Ольга Вячеславовна, кандидат технических наук, доцент, кафедра технологии неорганических веществ и экологии, ДВНЗ «Украинский государственный химико-технологический университет», Днепр, Украина.

Пивоваров Александр Андреевич, доктор технических наук, профессор, кафедра технологии неорганических веществ и экологии, ДВНЗ «Украинский государственный химико-технологический университет», Днепр, Украина.

Sergeyeva Olga, Ukrainian State University of Chemical Technology, Dnipro, Ukraine, e-mail: ov.sergeeva@mail.ru.

Pivovarov Alexander, Ukrainian State University of Chemical Technology, Dnipro, Ukraine

УДК 685.34.013.2

DOI: 10.15587/2312-8372.2016.71461

**Петрус Б. Б.,
Козарь О. П.,
Коновал В. П.,
Хіміч В. І.**

ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ ВНУТРІШНЬОЇ ФОРМИ ЛЕГКОАТЛЕТИЧНОГО ВЗУТТЯ ДЛЯ ДІТЕЙ-СПОРТСМЕНІВ 12–16 РОКІВ

В даній статті розглянуто особливості проектування раціональної внутрішньої форми спортивного взуття для дітей-легкоатлетів з покращеними функціонально-експлуатаційними властивостями. Розглянуто розрахунковий та емпіричний шляхи переходу від параметрів стопи до параметрів колодки, проаналізовано інструментальні та безконтактні методи отримання інформації про характеристики рухів спортсменів та розподіл тиску і навантаження на різні частини стопи.

Ключові слова: спортивне взуття, стопа, легка атлетика, проектування, конструкція, раціональна внутрішня форма, біомеханіка.

1. Вступ

Відновлення і нарощення потенціалів 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].

Взуття спортсмена кожного виду спорту — це, з одного боку, спеціальне спортивне знаряддя, призначене сприяти підвищенню спортивних досягнень, якості та ефективності тренувального процесу, а з другого боку — це пристосування, яке повинне захищати нижню кінцівку спортсмена від несприятливих дій навколишнього середовища, можливих зіткнень, ударів тощо. Відповідність спортивного взуття стопі та гомілці спортсмена у значній мірі визначає позитивний результат виконання спортивних завдань.

Одним з найпоширеніших видів спорту є легка атлетика, до складу якої належать біг на різні дистанції, спортивна ходьба, стрибки в довжину та висоту, легкоатлетичне багатоборство, кидання списа, диску та інші [2]. Всі види спорту дуже динамічні і характеризуються швидкими переміщеннями та стрибками, що вимагає від спортсменів високої рухової активнос-

ті, витривалості та доброї фізичної підготовленості, а від взуття, що використовується, підвищених вимог до міцності та комфортності [3]. Цим обґрунтовується актуальність проведених досліджень.

2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

В сучасній технічній літературі є достатньо інформації щодо методів проектування окремих видів спортивного взуття для різних видів спорту. Проте дослідження, які стосуються впливу навантажень на стопу спортсмена в процесі виконання спортивних рухів в біомеханічній системі «стопа — взуття — опора», небагаточисельні. В доступній технічній літературі не виявлено робіт по дослідженню 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 з 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, ряд дослідників [4–6] при вивченні кістково-суглобного апарату тіла спортсменів відмітили, що систематичне заняття окремим видом спорту сприяє цілеспрямованій перебудові кісткової системи і, зокрема, в більш напруженій частині тіла — стопі.

Думки науковців різняться, що має бути дозволено в легкій атлетиці для дітей у віці до 13 років. Діти, залучені до участі в конкурентних видах спорту, які імітують дорослі моделі, піддаються важкій фізичній і емоційній нарузі, і це іноді глибоко впливає на їх подальший фізичний і соціальний розвиток [7, 8].

Кількісну оцінку функціональної ролі компресійних характеристик підошви взуття шляхом об'єднання кінцево-елементної взуттєвої моделі і рівняння руху всього тіла представлено в [9, 10]. Рівняння деформації підошви взуття було розроблено на основі моделювання підошви як конструкції стропильних елементів, які мають нелінійні пружини і амортизатори. Властивості пружин і амортизаторів були визначені з випробування на удар за допомогою ударного пристрою, що містить акселерометр і руку з ударника. Рівняння руху всього тіла було отримано шляхом моделювання людського тіла, як системи 15 жорстких пов'язаних сегментів.

Багато тренерів, які працюють з молодими спортсменами, відмічають, що розмірно-повнотний асортимент існуючого на нашому ринку взуття, не відповідає формо-розмірам стоп дітей і вони під час тренувань і змагань повинні користуватись взуттям, яке не зовсім відповідає сучасним вимогам щодо спортивного взуття для дітей. Використання довгий час такого невідповідного взуття може впливати на формування стопи дитини та навіть призвести до її деформації. Сучасна інформація щодо стоп дітей легкоатлетів даної вікової категорії є недостатньою, що, відповідно, не дає змогу розробити раціональну колодку та взуття.

В працях [11, 12] представлені результати антропометричних досліджень стоп дітей легкоатлетів вікової категорії 12–16 років та розрахунки розмірно-повнотних характеристик асортименту даного спортивного взуття. Проведено порівнювання характеристик розмірних показників (обхвату і ширини стопи) з розмірними характеристиками стоп згідно ГОСТ 11373 «Обувь. Размеры». Встановлено відхилення розмірних показників в дівочій і в хлопчиковій групах, викликаних збільшенням м'язів внаслідок регулярних занять спортом та пристосуванням стопи до рухів та положень, характерних для легкої атлетики, в яких вона часто перебуває. Тому, актуальним є встановлення особливостей проектування раціональної внутрішньої форми (РВФ) взуття для спортсменів зазначеної категорії.

3. Об'єкт, мета та задачі дослідження

Об'єктом дослідження є раціональна внутрішня форма і конструкція дитячого спортивного легкоатлетичного взуття вікової категорії 12–16 років.

Метою дослідження є аналітичний огляд методів проектування раціональної внутрішньої форми та конструкцій спортивного взуття для подальшої розробки конструкцій і технологій виготовлення взуття для дітей легкоатлетів з покращеними функціонально-експлуатаційними властивостями.

Для досягнення поставленої мети вирішували ряд конкретних завдань:

- аналіз існуючих систем проектування раціонального взуття;
- біомеханічні передумови побудови раціональної внутрішньої форми взуття для дітей легкоатлетів;
- дослідження енергетичних характеристик рухів спортсмена та розподілу тиску та навантаження на різні ділянки стопи в статиці та динаміці.

4. Аналітичний огляд методів проектування раціональної внутрішньої форми спортивного взуття

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 [13]. При цьому модельєр повинен мати точні відомості про формо-розміри стопи конкретної людини (при індивідуальному виготовленні взуття) або середньо-типової стопи (при масово-поточному виробництві). У той же час 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 і до захворювань і навіть травм стоп, погіршення загального самопочуття людини [14].

4.1. Аналіз існуючих систем проектування раціональної внутрішньої форми взуття. Вирішенню цієї важливої проблеми присвячені дослідження вітчизняних і закордонних учених [15–20]. Сучасний підхід до удосконалення і створення нових систем проектування раціонального взуття закладений у працях наукових шкіл [13, 19, 21–24].

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

Емпіричний напрям ґрунтується на накопиченні, удосконалюванні і наступному узгодженні практичних і евристичних прийомів коректування елементів форми вже існуючих колодок, а також методів макетування їхніх еталонів [15]. Незважаючи на значну трудомісткість, ці методи становлять інтерес тому, що дозволяють одержувати бажаний результат уже безпосередньо в процесі розробки. Вони доцільні в тих дослідженнях, де потрібна негайна перевірка яких-небудь наукових положень у відношенні внутрішньої форми взуття і являють собою поки що єдиний шлях у дрібносерійному виробництві взуття, а також при його виготовленні за індивідуальними замовленнями [13, 25].

Розрахунковий напрямок 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 [24, 25].

4.2. Біомеханічні передумови побудови раціонального взуття. 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, відносяться до біомеханічних передумов побудови раціонального взуття [13, 19].

Одним з головних завдань біомеханіки є вивчення різних аспектів руху людини. Для опису цих рухів використовуються такі поняття, як положення системи точок, переміщення, траєкторія, швидкість, прискорення, реакція опори, сила відштовхування тощо. Рух тіла людини можна виміряти тільки порівнюючи положення його матеріальних точок чи біоланок з положенням обраного для порівняння об'єкту або обумовленою попередньо системою координат [26, 27].

Для отримання інформації про характеристики рухів спортсменів нині використовуються контактні та безконтактні оптичні та оптико-електронні методи [27–30].

Контактні 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 у його організмі під час тої чи іншої рухової діяльності. Однак контактні вимірювання передбачають наявність і безпосередній контакт з тілом спортсмена, наявність 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 кадра 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, дозволяє 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 5000 кадрів за секунду, що забезпечує високу точність побудови біокінематичних схем, хронограм, силових діаграм.

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

Система «ТАКЕЛ» (Японія) дає можливість зчитувати та аналізувати рухи частин тіла людини по кольорових маркерах, наклеєних на суглобах [27]. Максимальна швидкісна спроможність системи – 60 кадрів за секунду у реальному часі. Уся проаналізована інформація записується на диск комп'ютера. Дані координат, перемішень, швидкостей, прискорень, кутів, кутових швидкостей графічно представляються на дисплеї, а числові дані можна роздруковувати.

Система «VICON-370» (Велика Британія) складається зі станції-сервера бази даних, з'єднаних високошвидкісною мережею з однієї або більше робочих станцій [27]. У системі встановлюється від 4 до 7 відеокамер. Станція даних синхронізує відеокамери та оцифровує у 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 дозволяють використовувати систему у нормальних умовах освітлення всередині приміщення.

До «VICON-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 «VICON-370» є можливість використовувати камери із швидкістю до 240 кадрів за секунду.

Модульні аналізатори рухів «PEAK-3D» та «QUALISYS» (Канада – США – Німеччина) дозволяють виконати безконтактні вимірювання у сагітальній, поперечній та похилій площинах на базі використання трьох професійних відеокамер та відеокомп'ютерного інтерфейса, що фіксують траєкторії переміщення біоланок за допомогою спеціальних світловідбивачів-маркерів, закріплених на суглобах тіла людини [28]. Ці системи «PEAK-3D» працюють у комплексі з тензоплатформами, електроміографами, електрокардіографами, акселерометрами, електроенцефалографами, лічильниками деформації, електрогоніометрами, датчиками тиску. Швидкість зйомки – до 1000 кадрів за секунду.

Вітчизняна автоматизована система обробки відеограм «АСОВ» (Україна) дозволяє не тільки відстежувати та оцифровувати переміщення біоланок тіла людини в одноплощинній 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 «KINEX» [26–28], у якому стандартний відеоблок, що дозволяє 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. У якості моделі 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).

Головним недоліком усіх розглянутих систем та їх аналогів є висока вартість, низька мобільність, можливість використання лише у стаціонарних умовах. Тому очевидно, що для вивчення характеристик рухів при тренуванні доцільно використати спрощений варіант системи «АСОВ» у вигляді відеокамери, сполученої з відеомагнітофоном для запису кадрів та 1–2 комп'ютерів для оцифрування і обробки відеоінформації.

4.3. Дослідження енергетичних характеристик рухів спортсмена та розподілу тиску і навантаження на різні

ділянки стопи. Найскладнішим завданням вважається [27–31] визначення енергетичних характеристик рухів, які виступають критерієм оцінки досконалості фізичної підготовки та можливостей у досягненні найкращих спортивних результатів. Оскільки у дослідженні переслідується мета покращення функціонально-експлуатаційних властивостей спортивного взуття для занять легкою атлетикою дітей-спортсменів, слід вважати за доцільне здійснення комплексних досліджень енергетичних характеристик роботи стопи і гомілки спортсмена в екстремальних умовах.

Вирішенню завдань вивчення характеристик механічної роботи та енергії стосовно функціонування опорно-рухового апарату спортсменів присвячено широке коло наукових праць. Наприклад, в роботах [27, 28] визначені шляхи підвищення енергетичної ефективності роботи опорно-рухового апарату спортсмена шляхом моделювання управління рухами багатоланкового ланцюга як біомеханічної системи.

В Мінському державному інституті фізичної культури здійснені дослідження та проведено аналіз внутрішньої структури фізичної вправи, розглянуті загальні принципи управління рухом тіла спортсмена, проаналізовані суглобні рухи при синтезі фізичних вправ [26–28]. Запропонована методика діагностики ступеню розвитку функціональних можливостей нервово-м'язового і опорно-рухового апарату людини.

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

Метод дослідження розподілу навантаження по опорній поверхні та по сліду взуття за допомогою пододинамографії [4, 5] можливо застосувати і для дослідження стоп спортсменів. Але більш об'єктивні показники отримують за допомогою електродинамометричного методу [30], який дозволяє встановити залежність між характеристиками рухів та руховими властивостями м'язової системи людини.

В основу досліджень по визначенню силової взаємодії між стопою та верхом взуття різних конструкцій є застосування тензометричної установки [13], у якій використовується малогабаритний датчик контактної опору, виконаний у вигляді пакета електропровідного перфорованого паперу з двома обкладинками із металевої фольги, які розміщені в ізольованій 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 визначити 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 тензометричних 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 [18]. Недоліком даного методу є низька точність, що не дозволяє діагностувати незначні відхилення рушійної функції ніг від норми.

Дослідження локомоторної функції організму під час бігу показують, що, в основному, навантаження відбуваються при скороченні м'язів гомілки. Функціо-

нуючі м'язи керуються електроімпульсами периферійної нервової системи організму [27]. В даний час є можливість дослідження характеристик електроімпульсів за допомогою електроміографії.

В праці [31] розроблений електроконтактний метод дослідження рухових дій стопи в динамічних умовах. Деякі дослідники [29, 30] підкреслюють важливість взаємодії між спортивним взуттям та опорною поверхнею, роль матеріалів та показниками раціональності взуття і ця точка зору зараз прийнята багатьма вченими, які працюють в напрямку біомеханіки спортивних рухів.

5. Обговорення результатів аналітичного огляду методів проектування раціональної внутрішньої форми спортивного взуття

В результаті проведеного аналітичного огляду особливостей проектування раціональної внутрішньої форми дитячого легкоатлетичного взуття встановлено, що існуючі системи проектування раціональної внутрішньої форми не враховують особливості дитячого взуття і антропометричні відхилення, які спостерігаються у дітей спортсменів вікової категорії 12–16 років. Серед великої кількості науково-технічної інформації щодо методів проектування окремих видів спортивного взуття для різних видів спорту, практично відсутні дослідження по створенню раціональної внутрішньої форми для дітей спортсменів.

Небагаточисельні дослідження, які стосуються впливу навантажень на стопу дитини в процесі виконання спортивних рухів і біомеханічній системі «стопа — взуття — опора». Якщо врахувати, що у віці 12–16 років ще іде формування стопи дитини, використання невідповідного взуття призведе до її деформації.

Проведений аналіз вказує, що при проектуванні внутрішньої форми взуття недостатнім є задоволення антропометричних, фізіологічних та функціональних вимог, що в підсумку відображається у формі і розмірах затижної колодки, конструкції виробу, властивостях матеріалів верху і низу взуття, технології виготовлення. Необхідні відомості, які безпосередньо зв'язані з динамічною зміною форми, морфологією, функціональним станом і роботою стопи, що характеризують біомеханічні передумови побудови раціонального взуття. Найбільш ефективне отримання інформації про характеристики рухів спортсменів є безконтактні оптико-електронні методи, які дозволяють аналізувати рухи в трьохплощинній системі координат.

Вирішенню завдань вивчення енергетичних рухів, які виступають критерієм оцінки досконалості фізичної підготовки, характеристик механічної роботи та енергії стосовно функціонування опорно-рухового апарату спортсменів присвячено широке коло наукових праць, однак вони всі стосуються дорослих спортсменів. Вивчення енергетичних рухів дітей спортсменів та розподілу тиску і навантаження на різні ділянки стопи потребує здійснення додаткових комплексних досліджень.

6. Висновки

В результаті проведеного аналітичного огляду особливостей проектування раціональної внутрішньої форми дитячого спортивного легкоатлетичного взуття:

— встановлено, що існуючі системи проектування раціональної внутрішньої форми не враховують

антропометричні відхилення, які спостерігаються у дітей спортсменів вікової категорії 12–16 років; — проаналізовано переваги та недоліки розрахункового і емпіричного шляхів переходу від форморозмірів стопи до форморозмірів колодки, проведено аналіз контактних та безконтактних оптичних та оптико-електронних методів отримання інформації про характеристики рухів спортсменів; — окреслено біомеханічні передумови побудови раціонального взуття, встановлено значимість досліджень щодо взаємодії стопи дитини з опорною поверхнею, де різні частини стопи в різні фази контакту відчують різне навантаження.

Таким чином, щоб спроекувати раціональну внутрішню форму спортивного взуття для дітей легкоатлетів з покращеними функціонально-експлуатаційними властивостями необхідно провести всебічний аналіз навантаження на рухому систему, дослідити швидкість контакту, геометрію стопи при контакті, а також тип рухів для кожного виду легкоатлетичного багатоборства, що потребує подальших додаткових досліджень.

Література

1. Половников, И. И. Проектирование спортивной обуви [Текст] / И. И. Половников, О. В. Фарниева. — М.: Легпромбытиздат, 1987. — 128 с.
2. Озолин, Н. Г. Легкая атлетика [Текст] / под общ. ред. Н. Г. Озолина, Д. П. Маркова. — 2-е изд. — М.: Физкультура и спорт, 1972. — 672 с.
3. Половников, И. И. Проектирование низа спортивной обуви [Текст] / И. И. Половников. — К.: Знание, 2001. — 132 с.
4. Половников, И. И. Біомеханічні особливості проектування спортивного взуття [Текст] / І. І. Половников. — К.: Знання, 2000. — 163 с.
5. Васильев, С. Г. Совершенствование проектирования конструкций специальной спортивной обуви [Текст]: дис. ... докт. техн. наук: 05.19.06 / С. Г. Васильев. — М., 1989. — 332 с.
6. Гладышева, А. А. Особенности морфологической организации юных волейболисток [Текст]: материалы Республиканской научной конференции / А. А. Гладышева, О. А. Кузнецова, Е. В. Фомин // Педагогические и биологические аспекты физвоспитания и спортивных тренировок в Киргизии. — Фрунзе: КГИФК, 1988. — 276 с.
7. Koike, S. A modeling method of sport shoes for dynamic analysis of shoe-body coupled system [Text] / S. Koike, S. Okina // Procedia Engineering. — 2012. — Vol. 34. — P. 272–277. doi:10.1016/j.proeng.2012.04.047
8. Reichert, J. L. Competitive athletics for pre-teen-age children [Text] / J. L. Reichert // Jama. — 1958. — Vol. 166, № 14. — P. 1701–1707. doi:10.1001/jama.1958.02990140035007
9. Jones, V. V. Corrective shoes for children [Text] / V. V. Jones // BMJ. — 1980. — Vol. 281, № 6234. — P. 230–230. doi:10.1136/bmj.281.6234.230
10. Pfister, G. Sport, Technology and Society: From Snow Shoes to Racing Skis [Text] / G. Pfister // Culture, Sport, Society. — 2001. — Vol. 4, № 1. — P. 73–98. doi:10.1080/713999811
11. Петрус, Б. Б. Обхватні та широтні антропометричні дослідження стоп дітей легкоатлетів віком 12–16 років [Текст] / Б. Б. Петрус, С. Є. Каменець, В. П. Коновал // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. — 2011. — № 6. — С. 219–223.
12. Петрус, Б. Б. Антропометричні дослідження стоп дітей легкоатлетів віком 12–16 років [Текст] / Б. Б. Петрус, Д. А. Чалих, В. П. Коновал // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. — 2010. — № 1. — С. 131–140.
13. Лыба, В. П. Теория и практика проектирования комфортной обуви [Текст]: дис. ... докт. техн. наук: 05.19.06 / В. П. Лыба. — М., 1996. — 314 с.
14. Лиокумович, В. Х. Структурный анализ качества обуви [Текст] / В. Х. Лиокумович. — М.: Легкая индустрия, 1980. — 160 с.
15. Зыбин, Ю. П. Конструирование изделий из кожи [Текст] / Ю. П. Зыбин, В. М. Ключникова, Т. С. Кочеткова, В. А. Фукин. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. — 230 с.
16. Фукин, В. А. Теоретические и методологические основы проектирования рациональной внутренней формы обуви [Текст]: дис. ... докт. техн. наук: 05.19.06 / В. А. Фукин. — М., 1980. — 305 с.
17. Ильченко, В. В. Метод проектирования рациональной боковой поверхности обувной колодки на основе пространственной антропометрии стопы [Текст]: дис. ... канд. техн. наук: 05.19.06 / В. З. Ильченко. — М., 1983. — 151 с.
18. Резнік, Н. Ф. Дослідження антропо- та біометричних передумов проектування раціональних дитячих колодок та взуття [Текст] / Н. Ф. Резнік, Н. М. Омельченко, В. П. Коновал // Вісник Технологічного університету Поділля. — 2001. — № 5. — С. 114–115.
19. 75 Shoes and Orthotics — knee joint loading [Text] // Journal of Science and Medicine in Sport. — 2007. — Vol. 10. — P. 38. doi:10.1016/s1440-2440(07)70081-6
20. Лыба, В. П. Расчет параметров поперечных сечений рациональной обувной колодки [Текст] / В. П. Лыба, С. Ю. Киселев, В. А. Фукин // Известия вузов Технология легкой промышленности. — 1992. — № 1. — С. 65–68.
21. Коновал, В. П. Теоретичні і практичні основи створення та фіксації форми взуття [Текст]: дис. ... докт. техн. наук: 05.19.06 / В. П. Коновал. — К., 1994. — 316 с.
22. Чертенко, Л. П. Проективання параметрів взуттєвих колодок в САПР на основі антропометричних даних ступні людини [Текст] / Л. П. Чертенко, В. П. Коновал // Вісник Технологічного університету Поділля. — 2001. — № 5. — С. 112–113.
23. Омельченко, П. В. Автоматизоване проектування взуттєвих колодок у тривимірному просторі [Текст] / П. В. Омельченко, Л. П. Чертенко, В. П. Коновал // Вісник ДАЛПУ. — 2000. — № 2. — С. 215–216.
24. Первая, Н. В. Проверка закономерностей распределения размеров параметров ступней детей, які займаються ігровими видами спорту [Текст] / Н. В. Первая, Н. М. Омельченко, В. П. Коновал // Вісник Технологічного університету Поділля. — 2001. — № 5. — С. 109–110.
25. Холева, Э. Основы рационального конструирования колодок и обуви [Текст] / Э. Холева, З. Кашуба, Б. Козловский, Р. Луба; пер. с польск. Р. С. Тимченко; под ред. О. В. Фарниевой. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. — 247 с.
26. Лапутін, А. М. Біомеханіка спорту [Текст]: навч. посіб. / під заг. ред. А. М. Лапутіна. — К.: «Олімпійська література» Національного ун-ту фіз. виховання і спорту України, 2005. — 320 с.
27. Лапутин, А. Н. Практическая биомеханика [Текст] / под общ. ред. А. Н. Лапутина. — Киев: Науковий світ, 2000. — 298 с.
28. Донской, Д. Д. Биомеханика [Текст]: учебник / Д. Д. Донской, В. М. Запирский. — М.: ФиС, 1979. — 264 с.
29. Денисюк, Л. В. Біомеханічні дослідження функціонального стану стоп спортсмена-кінотника [Текст] / Л. В. Денисюк, В. П. Коновал, І. І. Половников // Легка промисловість. — 2010. — № 3. — С. 38–39.
30. Горбачик, В. Е. Конструкторско-технологические решения повышения эргономических свойств обуви [Текст]: дис. ... докт. техн. наук: 05.19.06 / В. Е. Горбачик. — М., 1998. — 442 с.
31. Дибшлаг, В. Стопа и обувь. Оценка свойств материалов [Текст] / В. Дибшлаг // Schuh-Techn. Int. [Schuh-Techn. + abc]. — 1980. — Vol. 74, № 1. — P. 172–174.

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РАЦИОНАЛЬНОЙ ВНУТРЕННЕЙ ФОРМЫ ЛЕГКОАТЛЕТИЧЕСКОЙ ОБУВИ ДЛЯ ДЕТЕЙ-СПОРТСМЕНОВ 12–16 ЛЕТ

В данной статье рассмотрены особенности проектирования рациональной внутренней формы спортивной обуви для детей-легкоатлетов с улучшенными функционально-эксплуатационными свойствами. Рассмотрены расчетный и эмпирический пути перехода от параметров стопы к параметрам колодки, проанализированы инструментальные и бесконтактные методы получения информации о характеристиках движений спортсменов и распределение давления и нагрузки на различные части стопы.

Ключевые слова: спортивная обувь, стопа, легкая атлетика, проектирование, конструкция, рациональная внутренняя форма, биомеханика.

Петрус Борис Борисович, старший викладач, кафедра легкої промисловості, машинобудування і професійної освіти, Мукачівський державний університет, Україна.

Козарь Оксана Петрівна, доктор технічних наук, доцент, завідувач кафедри легкої промисловості, машинобудування і професійної освіти, Мукачівський державний університет, Україна, e-mail: okoza@mail.ua.

Коновал Віктор Павлович, доктор технічних наук, професор, кафедра конструювання та технології виробів із шкіри, Київський національний університет технологій і дизайну, Україна. Хіміч Валентин Іванович, кандидат технічних наук, доцент, кафедра легкої промисловості, машинобудування і професійної освіти, Мукачівський державний університет, Україна.

Петрус Борис Борисович, старший преподаватель, кафедра легкой промышленности, машиностроения и профессионально-

го образования, Мукачевский государственный университет, Украина.

Козарь Оксана Петровна, доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой легкой промышленности, машиностроения и профессионального образования, Мукачевский государственный университет, Украина.

Коновал Виктор Павлович, доктор технических наук, профессор, кафедра конструирования и технологии изделий из кожи, Киевский национальный университет технологий и дизайна, Украина.

Химич Валентин Иванович, кандидат технических наук, доцент, кафедра легкой промышленности, машиностроения и профессионального образования, Мукачевский государственный университет, Украина.

Petrus Boris, Mukachevo State University, Ukraine.

Kozar Oksana, Mukachevo State University, Ukraine, e-mail: okoza@mail.ua.

Konovall Viktor, Kyiv National University of Technologies and Design, Ukraine.

Himych Valentin, Mukachevo State University, Ukraine

УДК 628.477:66.023

DOI: 10.15587/2312-8372.2016.70688

**Вамболь С. А.,
Шахов Ю. В.,
Вамболь В. В.,
Петухов И. И.**

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ПРОЦЕССОВ В УСТАНОВКЕ РАЗДЕЛЕНИЯ ГАЗОВЫХ СМЕСЕЙ ПРИ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ

Представлена система уравнений материального и энергетического баланса для расчета стационарного режима работы энерготехнологической установки низкотемпературного разделения многокомпонентных углеводородных смесей, образовавшихся при газификации отходов. Получен компонентный состав потоков: один — топливный газ, пригодный для поддержания процесса газификации отходов, два других — компримированный продукт (аналог автомобильного компримированного природного газа).

Ключевые слова: утилизация, отходы, экологическая безопасность, математическое моделирование, многокомпонентные углеводородные смеси, низкотемпературное разделение.

1. Введение

В настоящее время ситуация с отходами является угрожающей для экологической безопасности, а вопрос уменьшения их количества и засорения окружающей природной среды является в Украине наиболее острым. Процесс накопления отходов прогрессирует, все чаще возникают несанкционированные свалки. Широкое применение пластика и различных полимерных материалов в цветной металлургии, химической и пищевой промышленности и целлюлозно-бумажной и полиграфическом деле, строительстве, машино- и приборостроении, а также в производстве товаров народного потребления приводит к росту в отходах доли углерода и его соединений. Это обуславливает увеличение количества различных загрязнителей, включая супертоксичные, как диоксины и фураны.

Углеродсодержащие материалы являются основой многих видов отходов. Их накопление в окружающей природной среде приводит к ее загрязнению, развитию

различных заболеваний у населения и, как следствие, к снижению уровня экологической безопасности [1]. Таким образом, наиболее важным, с научной точки зрения является обеспечение экологически безопасной утилизации твердых отходов, содержащих углерод и его соединения, для повышения эффективности системы управления экологической безопасностью и в целях снижения нагрузки на окружающую природную среду.

2. Анализ литературных данных и постановка проблемы

Говоря об утилизации отходов, следует понимать их использование в качестве вторичных материальных или энергетических ресурсов. При этом должна быть обеспечена как экологическая безопасность процесса, так и его экономическая эффективность. Наиболее перспективной и активно развивающейся технологией утилизации твердых отходов является их высокотемпературная газификация, при которой как источник высоких температур