



УДК 629.07

## МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ КОВЗАНЯРСЬКОГО КОСТЮМУ

Студ. А.А. Корякіна, гр. БШМК-18

Науковий керівник доц. І.В.Олейнікова

Київський національний університет технологій та дизайну

Метою даної роботи було розглянути ковзанярський костюм, як фізичний об'єкт, властивості якого залежать від законів механічного руху та розробки нових функціональних матеріалів. Для того, щоб проаналізувати властивості об'єкту була сформульована задача визначення прикладених до ковзаняра сил з врахуванням його біологічних властивостей.

Завдання полягає в тому, щоб за допомогою динамічної постановки задачі обґрунтувати вимоги, що пред'являються до костюму, в якому має бути максимально знижені опір рухові та навантаження на основні м'язи ковзаняра. Шлях до розв'язання цього завдання - це розгляд впливу різних сил на рух ковзаняра. Для цього був розроблений алгоритм послідовного визначення центру мас з врахуванням анатомічних особливостей ковзаняра та моделювання позиції ковзаняра під впливом зовнішніх сил.

Об'єктом дослідження в даній роботі є ковзанярський комбінезон, який може здатися звичайною частиною екіпіровки спортсмена і на перший погляд не має ніяких особливих якостей. Але насправді для створення ідеального костюму для світових зірок з ковзанярського спорту згадано працюють фізики, дизайнери та швачки.

Для визначення центру мас тіла ковзаняра використовувався геометричний метод та результати анатомічного дослідження розподілу маси людини при русі вздовж треку. Після цього визначалися складові діючих сил та оптимальне положення тіла.

В даній роботі був удосконалений аналіз фізичної природи проблеми створення оптимального ковзанярського костюму. Після цього були сформульовані вимоги до технологічних параметрів костюму та функціональних властивостей матеріалів.

Перша частина роботи полягала у моделюванні механічних параметрів руху ковзаняра. З цією метою на зображеній моделі руху (рис. 1, а) були визначені положення центрів мас основних частин тіла людини з врахуванням такого розподілу. На голень та стопу припадає 5,7% маси, на верхню частину ноги та стегно – 14, 2%, на тулуб - 45%, голова – 7 % та рука 4,5%. Якщо визначити центри мас цих складових структур то

розрахувати положення центру мас тіла за формулою:  $r_c = \frac{\sum_{i=1}^n m_i r_i}{\sum_{i=1}^n m_i}$ , де  $m_i$  - це відповідні

маси зазначених складових тіла людини та  $r_i$ - відповідні їм радіус вектори центрів мас цих складових.

Наступний крок полягав у визначенні сил, що можуть діяти на ковзаняра, що знаходиться під дією сил потоку повітря. Слід зауважити, що коли вже ковзанярський комбінезон майже готовий, він проходить жорстке тестування в аеродинамічній трубі (рис 1, б) для перевірки його міцності, стійкості, еластичності та тертя з повітрям. Щоб змоделювати такий процес слід розглянути можливі діючі сили. Сума всіх сил (тиску та тертя), що виникають при обтіканні тіла, називається повною аеродинамічною силою.

Точка куди прикладена повна аеродинамічна сила називається центром тиску і в нашому випадку ця точка буде співпадати з центром маси тіла.

Частина повної аеродинамічної сили, перпендикулярна до напрямку польоту, точніше, до вектора швидкості потоку, що набігає, є піднімальною силою  $\vec{F}_y$ . Частина повної аеродинамічної сили, що паралельна вектору швидкості потоку, що набігає, є силою лобового опору  $\vec{F}_x$ . Також виникає сила бокового тиску  $\vec{F}_z$ . Розглянемо, як впливає на повну аеродинамічну силу положення тіла щодо потоку повітря, що набігає на це тіло. Кут  $\alpha$  між напрямком вектора швидкості потоку, що набігає і який співпадає з віссю  $X$ , і характерною віссю обтічного тіла (хордою профілю крила) називається кутом атаки.

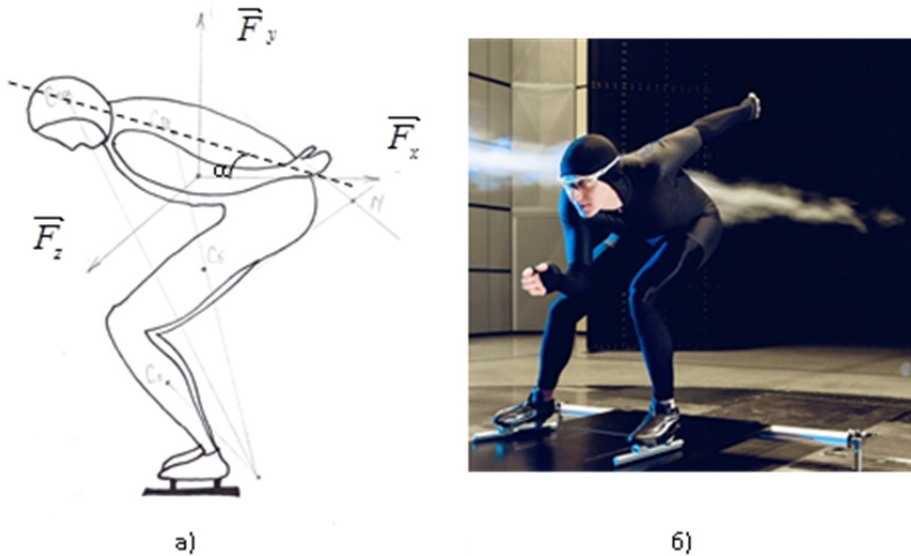


Рисунок 1 – а) Схема визначення центру мас та прикладених сил б) експериментальне дослідження руху

Збільшення кута атаки  $\alpha$  приводить до пропорційного збільшення піднімальної сили, оскільки при збільшенні кута атаки підсилюється деформація потоку і зростає різниця тисків під та над крилом. Це негативно впливає на рух ковзання, оскільки при цьому буде збільшуватися сила опору рухові. Отже при русі ковзання має зменшувати кут атаки і для цього максимально близько до горизонтальної лінії зберігати поверхню спини для зниження аеродинамічного опору під час інтенсивного швидкісного бігу. Для забезпечення такого ефекту для технологів постає задача повного прилягання комбінезону до тіла спортсмена. Він настільки чітко повторює контури та вигини фігури, що по праву може вважатися другою шкірою ковзання. Також, дуже впливовим на швидкість спортсмена є матеріал, з якого виготовлений комбінезон. Сам костюм виготовляється з лайкри – міцного матеріалу, який водночас добре тягнеться. Додає еластичність також спандекс та еластан. Вставки з високотехнологічних матеріалів дозволяють ковзаняреві «тримати посадку», що значно знижує навантаження на ноги під час бігу. Так, десятки світових виробників займаються розробкою нових «розумних» тканин, конструктивних і технологічних рішень для костюмів з цього виду спорту.

**Висновки.** Ковзанярський комбінезон – це результат взаємодії фізичної науки з новими технологіями та дизайнерським мистецтвом. Розгляд фізичних аспектів з наступним математичним моделюванням процесів дозволяє розробляти та створювати комфортний і високотехнологічний спортивний одяг і зовсім скоро на нас чекають нові відкриття у цій галузі від сплеченого союзу фізиків та дизайнерів.

**Ключові слова.** Аеродинамічна сила, кут атаки, швидкісний біг, центр тиску, ковзанярський костюм.