

УДК 796.012

## **МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ТРЕНИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОЙ КОЖИ СО СПОРТИВНЫМ СНАРЯДОМ**

<sup>1</sup>А. Е. Покатилов, <sup>2</sup>Ю. В. Воронович, <sup>3</sup>М. Е. Шафрановский  
(<sup>1</sup>Белорусский государственный университет пищевых и химических  
технологий, Могилев, Беларусь,

<sup>2</sup>ГУО «Средняя школа № 22 г. Могилева», Могилев, Беларусь)

В статье на основании ряда фундаментальных работ по трению изложена разработанная методика экспериментального определения трения скольжения в паре «кожа – контр-тело». Разработан план экспериментальных исследований, включающий в себя исследования по контакту металлов и дерева с человеческой кожей в различных условиях.

*Ключевые слова:* трение, коэффициент трения, спортивный снаряд, тренировочные нагрузки, силы, кинематика.

На сегодняшний день актуальной задачей по исследованию взаимодействия спортсмена со спортивным снарядами является изучение всех закономерностей выполнения упражнений на снарядах, которые являются опорой для спортсмена. Такая картина наблюдается, например, в спортивной гимнастике при выполнении большого оборота назад на перекладине, выполнение рывка и толчка в тяжелой атлетике.

Так, при расчете моментов управляющих мышечных сил в каждом суставе опорно-двигательного аппарата можно получить количественную картину изменения данной динамической характеристики во время спортивных упражнений.

При этом момент относительно спортивного снаряда считается моментом сил трения. Но простые оценочные расчеты на основании вычислительного эксперимента, приведенного в литературе [1, 4, 5 и др.], дают при максимальной опорной реакции силу трения, изменяющуюся от 20000 Н до 40000 Н, что нереально.

Цель исследования – разработать методику определения коэффициента трения скольжения с материалами, имитирующими спортивный снаряд.

При выполнении одного упражнения в разных его фазах необходимо знание параметров трения, как в покое, так и в движении. Однако, в связи со сложностью определения коэффициента трения в движении, в нашей работе мы ограничились разработкой методики определения трения скольжения в покое.

Известно, что гриф перекладины изготавливается из высокопрочных сортов пружинной и рессорной стали, для других снарядов, например, разных видов брусьев (мужских и женских), гимнастических колец применяется такой материал, как дерево.

Для получения более полной количественной картины по изменению коэффициента трения скольжения различных материалов в контакте с человеческой кожей (ладонь спортсмена) и для получения возможности проанализировать явления, возникающие во фрикционном контакте, были использованы различные условия этого контакта. Рассматривались сухие материалы; кожа руки; рука, смоченная водой; кожа, натертая мелом; материалы, обработанные магниезией.

На рисунке 1 *а*) показаны стальные пластины, участвующие в эксперименте. На рисунке 1 *б*) показаны деревянные бруски из сосны.



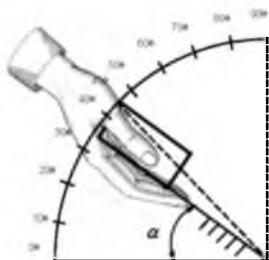
*А 1)* стальные пластины



*Б 1)* дерево (сосна)

**Рис. 1.** Контр-тела для фрикционной пары

Контр-телом для пластины, груза и деревянного бруска по рисунку 1 *а*)-*б*) была ладонь. На рисунке 2 представлена схема определения коэффициента трения при покое с помощью наклонной плоскости по работе [1] и момент измерения угла в начале движения металлической пластины.



**Рис. 2.** Схема определения коэффициента трения при покое с помощью наклонной плоскости и момент измерения угла в момент движения металлической пластины

Во время эксперимента медленно увеличивался угол наклона ладони до тех пор, пока контр-тело не начинало скользящее движение вниз. Угол фиксировался по специально увеличенной шкале с точной градуировкой, измерительная шкала была установлена вертикально. Наклонная плоскость и пластина расположены так, чтобы их угол наклона легко считывался.

Коэффициент трения скольжения определялся на основе формулы (1) при предельном значении угла  $\alpha$  по выражению

$$f_n = \operatorname{tg} \alpha \quad (1)$$

Необходимо отметить, что все измерения проводились многократно, результаты вносились в специальную таблицу и в дальнейшем статистически обрабатывались.

Таким образом, анализ существующих методов исследования трения скольжения, а также разработанная методика экспериментального измерения коэффициента трения позволил сделать следующие выводы:

1) во многих спортивных дисциплинах при взаимодействии человека со спортивным снарядом в контакте возникает трение скольжения, определяющее технику спортивного упражнения. Это касается ряда упражнений спортивной гимнастики и упражнений в тяжелой атлетике;

2) на основании ряда фундаментальных работ по трению [1, 3] разработана методика экспериментальных исследований трения скольжения в паре «кожа – контр-тело»;

3) разработан план экспериментальных исследований, включающий в себя исследования по контакту металлов и дерева с человеческой кожей в различных условиях.

## Список использованной литературы

1. Артоболевский, И.И. Теория механизмов и машин. / И.И. Артоболевский. – М.: Альянс, 2016. – 640 с.
2. Воронович, Ю. В. Сравнительный анализ показателей силы реакции опоры и связи в суставах спортсмена при выполнении тяжелоатлетического упражнения «рывок» / Ю. В. Воронович, Д. А. Лавшук, В. И. Загrevский // Актуальные вопросы права, образования и психологии: сб. науч. трудов / Могилевский институт Министерства внутренних дел Республики Беларусь. – Могилев, 2016. – Вып. 4. – С. 258–265.
3. Крагельский, И.В. Коэффициенты трения. Справочное пособие / И. В. Крагельский, И. Э. Виноградова. – 2-е изд., доп. и перераб. – Москва : Машгиз, 1962. – 220 с.
4. Моделирование сложно-координированного целенаправленного движения спортсмена: проблемы и пути решения / М. А. Киркор [и др.] // Проблемы физики, математики и техники. – 2020. – № 4 (45). – С. 68–75.
5. Покатилов, А. Е. Проблемы исследования пространственного движения в спорте / А. Е. Покатилов, Ю. В. Воронович, Т. Д. Симанкова // Биомеханика двигательных действий и биомеханический контроль в спорте: материалы VI Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, Малаховка, 29-30 окт. 2020 г. / Москов. гос. акад. физ. культуры; ред.-сост.: А. Н. Фураев. – Малаховка, 2020. – С. 89–94.