

УДК 796.012

ИССЛЕДОВАНИЕ ВНЕШНЕГО ТРЕНИЯ В БИОМЕХАНИКЕ СПОРТА

²С. В. Шкуратов, ¹Ю. В. Воронович, ²А. Е. Покапилов,
Р. В. Левцов, Е. В. Васильев

(¹ГУО «Средняя школа № 22 г. Могилева»,

²Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, Могилев, Беларусь)

В работе представлены результаты анализа коэффициентов трения металлической пластины с использованием различных сред (сухая рука, влажная рука, рука, смазанная мелом и обработанная магниезией). Установлено, что наибольшим коэффициентом трения обладает влажная кожа – 3,36, кожа, обработанная магниезией, – 1,15, кожа, обработанная мелом – 0,95, и наименьший коэффициент трения имеет кожа сухой руки – 0,81.

В результате исследования выявлены статистически значимые различия между коэффициентами трения металлической пластины с различной средой.

Ключевые слова: трение, коэффициент трения, спортивный снаряд, металлическая пластина, силы, кинематика.

В настоящее время проведенные теоретические исследования в области влияния опоры на движение биомеханических систем (БМС), опубликованные в работах [1–5], позволяют провести вычислительный эксперимент, получить количественные оценки движения спортсмена и

сделать необходимые качественные и количественные выводы. Полученные данные дают возможность разрабатывать методики тренировок, основанные на биомеханических закономерностях движения.

Одним из малоизученных факторов, отражающих влияние опоры на параметры движения биомеханических систем, является трение, поэтому изучение влияния трения на технику выполнения спортивного упражнения является актуальным.

Цель исследования – экспериментальное определение коэффициента трения скольжения металлической пластины с различными условиями контакта.

Для получения числового материала по изменению коэффициента трения скольжения методической пластины были использованы различные условия этого контакта. Рассматривались сухие материалы; кожа руки; рука, смоченная водой; кожа, натертая мелом; материалы, обработанные магниезией.

Во время эксперимента определялся угол, когда тело начинало скользжащее движение вниз, по специальной шкале с точной градировкой, после чего данные были занесены в таблицу (таблица 1).

Таблица 1

Угол наклона поверхности при срагивании груза с места

№	Груз сухой, град	№	Груз мокрый, град	Груз с мелом, град	№	Груз+магниезия, град
1	31	1	69	40	1	45
2	35	2	70	40	2	46
3	35	3	70	41	3	46
4	38	4	70	42	4	46
5	40	5	72	42	5	47
6	40	6	73	42	6	48
7	40	7	74	43	7	49
8	41	8	74	44	8	49
9	43	9	75	44	9	50
10	45	10	75	46	10	51

Далее определялся коэффициент трения скольжения при предельном значении угла α по выражению

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

В таблице 2 представлены результаты коэффициента трения покоя f_n для наклонной поверхности.

Таблица 2

Коэффициенты трения покоя f_n для наклонной поверхности

№	Груз	
	Пара трения	f_n
1	Сухая ладонь	0,804
2	Влажная ладонь	3,216
3	Ладонь+Мел	0,913
4	Ладонь+Магнезия	1,118

С целью выявления статистически значимых различий между коэффициентами трения (металлическая пластинка) с использованием различных сред (сухая рука, влажная рука, рука, смазанная мелом и обработанная магнезией) нами был использован параметрический критерий различий Т-критерий Стьюдента (таблица 3).

В таблице 3 представлены: среднее арифметическое значение коэффициента трения (\bar{X}), стандартное отклонение среднего значения (σ), ошибка средней величины (m), коэффициент вариации (V).

Таблица 3

Достоверность различий между коэффициентами трения различных сред (металлическая пластинка) в покое

Статистический показатель	Кожа			
	Сухая	Влажная	Мел	Магнезия
\bar{X}	0,81	3,36	0,95	1,15
σ	0,12	0,63	0,1	0,11
m	0,04	0,20	0,03	0,03
V	14,59	18,63	10,69	9,30
Сравнение 1 и 2	t=12,66; p<0,001, при $t_{np} = 3,92$			
Сравнение 1 и 3	t=2,84; p<0,05, при $t_{np} = 2,1$			
Сравнение 1 и 4	t=6,75; p<0,001, при $t_{np} = 3,92$			
Сравнение 2 и 3	t=12,01; p<0,001, при $t_{np} = 3,92$			
Сравнение 2 и 4	t=11,0; p<0,001, при $t_{np} = 3,92$			
Сравнение 3 и 4	t=4,29; p<0,001, при $t_{np} = 3,92$			

Анализ таблицы 3 показывает, что среднее значение коэффициента трения скольжения при контакте металлической пластинки с сухой рукой равен 0,81, с влажной рукой – 3,36, с рукой, намазанной мелом, – 0,95, и рукой, обработанной магнезией, – 1,15 соответственно.

На рисунке 1 изображена гистограмма вариации коэффициента трения при использовании различных сред (металлическая пластина).

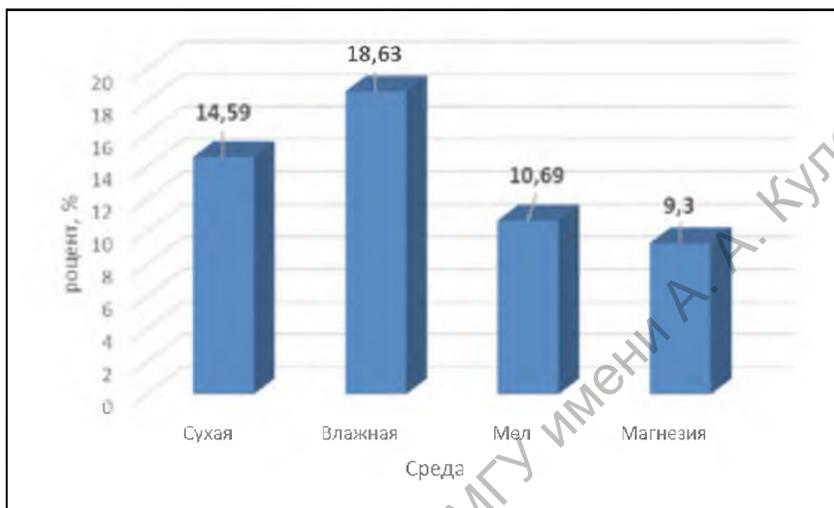


Рис. 1. Гистограмма вариации коэффициента трения при использовании различных сред с металлической пластиной

Анализ гистограммы показывает, что коэффициент вариации при использовании магnezии имеет наименьшее значение 9,3 %, при использовании мела – 10,7 %, сухой кожи – 14,6 %, и наибольшее значение коэффициент вариации достигает при использовании влажной ладони – 18,6 %.

Статистический анализ доказывает достоверность различий между испытаниями с различными средами. Максимальные различия наблюдается между сухой и влажной поверхностью $t=12,66$; $p<0,001$, при $t_{гр}=3,92$, влажной поверхностью и поверхностью, обработанной мелом, $t=12,01$; $p<0,001$, при $t_{гр}=3,92$, между влажной поверхностью и поверхностью, обработанной магnezией, $t=11,0$; $p<0,001$, при $t_{гр}=3,92$, сухой поверхностью и поверхностью с магnezией $t=6,75$; $p<0,001$, при $t_{гр}=3,92$, между поверхностью с мелом и магnezией $t=4,29$; $p<0,001$, при $t_{гр}=3,92$, и сухой поверхностью и поверхностью, обработанной мелом, $t=2,84$; $p<0,05$, при $t_{гр}=2,1$, соответственно.

Таким образом, максимальное значение коэффициента силы трения – у влажной кожи. Однако большое значение коэффициента вариации ($V = 18,6 \%$) указывает на нестабильность значения силы трения в ус-

ловиях влажной поверхности. Вместе с этим, вариация показателя коэффициента силы трения при применении магнезии самая маленькая ($V = 9,3 \%$), что на наш взгляд доказывает высокую стабильность значения силы трения в условиях ее использования, что приводит к стабильному удержанию спортивного снаряда.

Список использованной литературы

1. Воронович, Ю. В. Педагогико-биомеханическое структурирование упражнения «Рывок» в тяжелой атлетике // Ю.В. Воронович, Д.А. Лавшук Д. А, В.И. Загrevский // Биомеханика двигательных действий и биомеханический контроль в спорте : материалы V Всерос. с междунар. участием науч.-практ. Конф., 23–24 нояб. 2017 г. / под ред. А. Н. Фураева. – М., Малаховка, 2017. – С. 17–22.
2. Воронович, Ю. В. Исследование скоростно-силовых качеств мышечной системы по результатам биомеханического анализа // Ю. В. Воронович, Р. В. Левков, Д. А. Лавшук // Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта. – 2022. – № 4 (206). – С. 60–63.
3. Загrevский, В. И. Математическое моделирование движений человека как инструмент оптимизации спортивной техники / В. И. Загrevский [и др.] // Актуальные вопросы права, образования и психологии : сб. научн. трудов / М-во внутр. дел Респ. Беларусь, учреждение образования «Могилевский высший колледж Министерства внутренних дел Республики Беларусь»; редкол.: Ю.П. Шкаплеров (отв. ред) [и др.]. – Могилев : Могилев. высш. колледж МВД Респ. Беларусь, 2014. – С. 256–262.
4. Киркор, М. А. 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. – М., Малаховка, 2020. – С. 89–94.