

# **«ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА В ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ И СПОРТЕ»**

УДК 796.028

## **ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА СКОЛЬЗКОСТЬ И ТВЕРДОСТЬ ЛЬДА НА СПОРТИВНЫХ АРЕНАХ**

### **INFLUENCE OF ENVIRONMENTAL CONDITIONS ON SLIPPERINESS AND HARDNESS ON SPORTS RINKS**

**Белоус П. А., Быков Д. Ю.**

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

**АННОТАЦИЯ.** В статье представлены сравнительные результаты оценки скользкости и твердости льда в изменяемых условиях внешней среды на различных площадках многофункциональных спортивных комплексов. Проанализированы зависимости контролируемых параметров от времени после заливки льда.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** качество льда; ледовая поверхность, скользкость льда, техническое средство.

**ABSTRACT.** The article presents the comparative results of assessing the slipperiness and hardness of ice in changing environmental conditions at various sites of multifunctional sports complexes. The dependences of the controlled parameters on time after ice filling are analyzed.

**KEY WORDS:** ice quality; ice surface, ice slipperiness, technical means.

В зимних ледовых видах спорта одним из ключевых факторов, влияющих на результат выступления спортсменов, является состояние спортивного льда. В последние годы на ведущих мировых конькобежных аренах ведутся работы по улучшению физико-механических свойств льда, включающие в себя совершенствование и оптимизацию работы основных инженерных систем [1–4]. Для демонстрации высоких спортивных результатов в скоростном беге на коньках необходимы не только технически выверенные движения, но и условия, при которых конькобежцы смогли бы превысить свои личные и официальные рекорды. Не менее важным фактором, определяющим эффективность движений хоккеистов, являются также показатели твердости льда. В этой связи необходимо контролировать ключевые параметры ледовой поверхности, обеспечивающие требуемые характеристики скольжения коньков. Для этого должны использоваться специальные технические средства, позволяющие оперативно и с высокой точностью определять основные физико-механические свойства льда [5–6].

В процессе исследований определялась дальность «пробега» подвижной платформы устройства «Скользиметр» на различных участках ледовой поверхности, вычислялся коэффициент трения скольжения, при помощи специально созданного модуля устройства определялась твердость льда [7]. Измерения проводились на различных площадках многофункциональных спортивных комплексов «Минск-арена», «Чижовка-арена».

При сопоставлении результатов измерений на разных площадках были рассчитаны средние значения скорости передвижения подвижной платформы устройства «Скользиметр», коэффициента трения скольжения и твердости льда. В таблице 1 указаны условия, при которых были зафиксированы усредненные значения дальности «пробега» подвижной платформы ( $S_{cp\pm\sigma}$ ) за один заливочный цикл (№ усл.), а также усредненные значения коэффициента трения скольжения ( $\mu_{cp.mp\pm\sigma}$ ). При этом учитывались следующие параметры окружающей среды, оказывающие наибольшее влияние на качество льда: температура бетонной плиты ( $t_{пл}$ ), температура поверхности льда при выполнении первой попытки ( $t_{льда}$ ), толщина льда ( $H$ ), температура воздуха на расстоянии 1,2 метра от поверхности льда ( $t_{возд.}$ ). Абсолютная погрешность определения температуры не превышала 1 °С. Дополнительно температуру регистрировали пирометрическим термометром с ценой деления шкалы 1 °С. Устанавливались параметры подготовки ледовой поверхности: степень открытия вентиля машины для заливки льда при подаче воды в процессе заливки, степень срезания верхнего слоя льда, температура заливаемой воды. Определялось: количество измерений («отстрелов» платформы) при заданных условиях ( $n$ ), время после заливки ( $T$ ), влажность ( $\phi$ ), твердость ( $J_{cp\pm\sigma}$ ).

Расчет коэффициента трения скольжения проводился по результатам изменения скорости движения платформы на 10-метровом отрезке пути, начиная с 4-го метра движения платформы. Выбор такого расчетного отрезка обоснован исключением влияния начального импульса силы, создаваемого отстрелочным механизмом при выталкивании подвижной платформы. После 14-го метра пути отмечалось значительное увеличение коэффициента трения скольжения, что явилось основанием для исключения из дальнейшего анализа зарегистрированных показателей движения платформы.

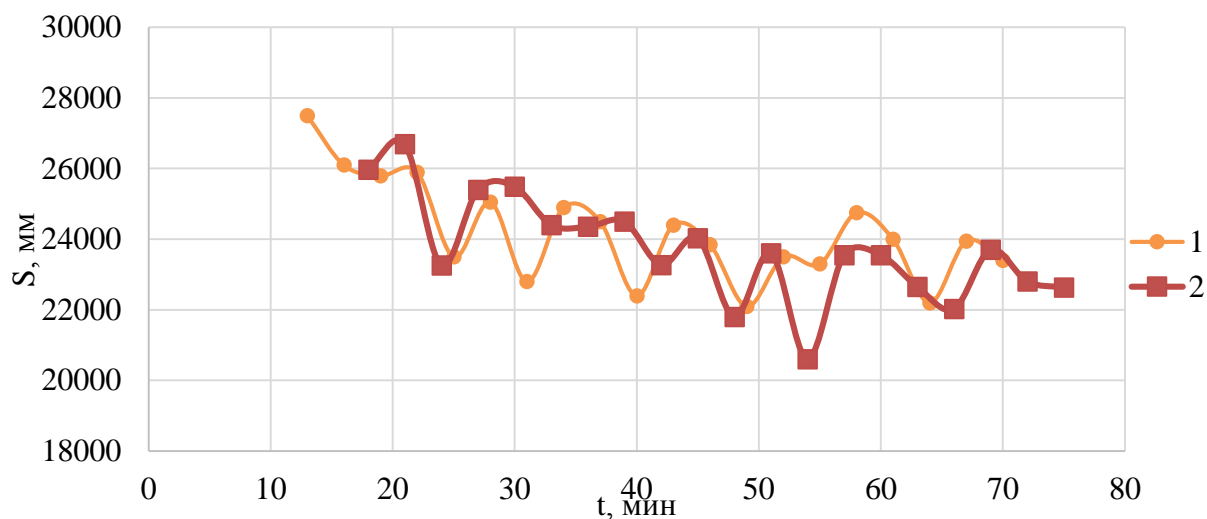
Таблица 1 – Условия при измерениях физико-механических свойств льда

№ *	Дата	$t_{пл}, ^\circ\text{C}$	$t_{льда}, ^\circ\text{C}$	$H, \text{мм}$	$t_{возд.}, ^\circ\text{C}$	$\phi, \%$	$T, \text{мин}$	$n$	Арена	$J_{cp\pm\sigma}, \text{y.e}$	$S_{cp\pm\sigma}, \text{мм}$	$\mu_{cp.mp\pm\sigma}$
1	05.09.19	-6	-4,5	27	12,0	55	10	20	КА	110±3	24 195±670	0,0035±0,0001
2	10.09.19	-6	-4,5	27	12,8	55	15	20	КА	109±2	23 293±630	0,0039±0,0002
3	29.11.19	-9	-6,0	40	10,5	47	120	12	БАЧ	67±3	18 630±490	0,0043±0,0004

4	06.12.19	-9	-6,0	40	10,5	47	60	7	БАЧ	72±4	15 680±420	0,0045±0,0003
5	19.12.19	-8	-5,5	40	12,0	48	150	15	БАЧ	75±1	17 325±350	0,0042±0,0004
6	06.12.19	-8	-5,0	35	9,5	50	20	7	МАЧ	64±2	19 700±220	0,0041±0,0002
7	10.09.19	-9	-8,0	30	12,0	55	-	10	Кр	76±4	-	-

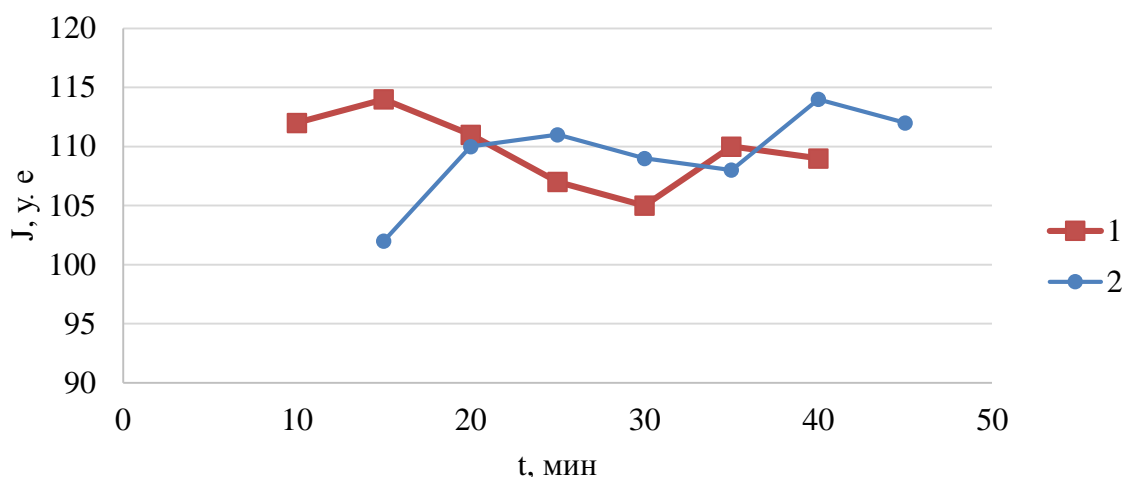
Примечания: №\* – номер измерений при заданных условиях, КА – беговая дорожка конькобежного стадиона (Минск-арена), БАЧ – хоккейная площадка № 1 (Чижовка-арена), МАЧ – хоккейная площадка № 2 (Чижовка-арена), Кр – площадка для керлинга (Минск-арена).

В каждом из условий № 1, 2 было выполнено по 20 измерений (попыток). Изменение показателей дальности «пробега» подвижной платформы устройства «Скользиметр» от времени представлено на рисунке 1.



**Рисунок 1 – Зависимость величины дальности «пробега» подвижной платформы от времени после заливки льда (условия № 1–2, таблица 1)**

Из графиков видно, что наибольшие значения дальности пробега наблюдаются в первых 3 попытках (20 минут после заливки льда), в них достигается максимум скользящих свойств льда. В этот период времени практически исчезает гидравлическое сопротивление жидкой пленки и происходит незначительное снижение интенсивности молекулярного взаимодействия между коньком и льдом. Начиная с 23-й минуты, скользкость льда постепенно снижается, этому соответствует понижение температуры поверхности льда, и изменение твердости верхнего слоя (рисунок 2).



**Рисунок 2 – Зависимость твердости льда от времени после заливки льда (условия № 1–2 таблица 1)**

По мере снижения температуры возрастает коэффициент трения, лед при этом становится более жестким и уменьшается реальная площадь соприкосновения лезвия конька со льдом. Скорость изменения температуры поверхности льда зависит от скорости изменения температуры хладоносителя, от толщины бетонной плиты, от толщины льда и возможностей системы кондиционирования воздуха. Изменение температуры льда от времени после заливки может существенно повлиять на время прохождения конькобежной дистанции. В пределах одного этапа соревнований (особенно на длинных дистанциях) температура поверхности льда всей беговой дорожки или ее части может изменяться от долей до единиц градуса, что, в свою очередь, может привести к значительному изменению скользкости льда.

Проведенные исследования позволили выявить закономерности в изменении скользящих свойств от времени после заливки льда.

### Список литературы

1. Jansen, C. Friction of ice during ice skating / C. Jansen // Bachelor thesis. – Leiden University, 2017. – P. 62.
2. Kietzig, A. M. Physics of ice friction / A. M. Kietzig, S. G. Hatzikiriakos, P. Englezos // Journal of Applied Physics. – 2010. – Vol. 4. – P. 105–107.
3. Bowden, F. P. Friction on snow and ice / F. P. Bowden // Proc. Roy. Soc. London. – 1953. – Vol. A 217. – P. 462–478.
4. Шавлов, А. В. Сверхбыстрый лед для конькобежного спорта / А. В. Шавлов, А. А. Рябцева, В. А. Шавлова // Криосфера земли. – М., 2007. – № 2. – С. 49–59.
5. Gemser, H. Handbook of competitive speed skating / H. Gemser, F. Bakker, Jos. de Koning. – Leeuwarden, 1999. – 215 p.
6. Rosenberg, R. Why is ice slippery? / R. Rosenberg // Journal Physics Today. – 2005. – P. 12–14.

7. Устройство для определения скользкости льда на спортивных аренах. Евразийский патент 028525 МПК В 1; заявитель Бел. нац. техн. ун-т / Минченя Н.Т., Васюк В.Е., Давыдов М.В., Белоус П.А. – № а201501089, заявл. 21.10.2015; опубл. 30.11.2017 // Бюллетень Евразийского патентного ведомства «Изобретения (евразийские заявки и патенты)» – № 11/2017

УДК 616-71.3

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФОТОСЪЕМКИ В ОЦЕНКЕ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НАРУШЕНИЙ ОСАНКИ**

### **THE USE OF PHOTOGRAPHY IN THE ASSESSMENT OF THE KINEMATIC PARAMETERS OF POSTURE DISORDERS**

**Бельский И. В., д-р пед. наук, профессор, Самохвал П. М.**  
Белорусский национальный технический университет, г. Минск

**АННОТАЦИЯ.** Правильная осанка обеспечивает оптимальные условия для функционирования всех органов и систем организма. Проявление нарушения осанки с каждым годом становится все более распространенным явлением среди учащейся молодежи. Широкая распространенность нарушений осанки требует разработки надежных и доступных методов для ее диагностики. В данной работе рассматривается одна из методик контроля параметров осанки.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** осанка; фотосъемка; кинематические параметры; оценка позы.

**ABSTRACT.** Correct posture provides optimal conditions for the functioning of all organs and systems of the body. The manifestation of impaired posture every year is becoming more common among students. The widespread prevalence of postural disorders requires the development of reliable and affordable methods for its diagnosis. This work examines one of the methods for controlling the parameters of posture.

**KEY WORDS:** posture; photography; kinematic parameters; posture assessment.

Осанка – это положение тела человека в покое и в движении. Ее формирование зависит от:

- 1) характера строения и степени развития костной системы, связочно-суставного и нервно-мышечного аппаратов;
- 2) особенностей условий быта труда и быта;
- 3) нарушения деятельности и строения организма после некоторых заболеваний (особенно в раннем детстве) и др. [5].

По сути же осанка – это рефлекс позы. Ведь она формируется в результате длительного пребывания тела в каком-то положении и в значительной степени зависит от изгибов позвоночника [4].