

УДК 685.363

А. В. Полховский, С. А. Прохорчик

Белорусский государственный технологический университет

**ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ
К СПОРТИВНО-БЕГОВЫМ ЛЫЖАМ. МЕТОДИКИ ИСПЫТАНИЙ ЛЫЖ**

Содержание статьи посвящено обзору требований, предъявляемых к спортивно-беговым лыжам, благодаря которым будут обеспечены необходимые скоростные, скользящие, физико-механические показатели. К ним относят высоту прогиба, массу, минимальную ширину лыжи в области установки крепления.

Проведен обзор основных эксплуатационных показателей спортивно-беговых лыж, а также дано краткое описание методик их определения. К ним относят определение высоты и длины остаточного прогиба, жесткости передней и задней частей лыжи, усталости при циклическом нагружении, прочности передней и средней частей лыжи.

Помимо показателей, регламентируемых ГОСТом, в статье приведены показатели, оказывающие важное влияние на качество лыж. К ним относят FA, HR и SVZ. Эти показатели используются для подбора лыж под конкретного спортсмена.

Также одной из важнейших характеристик спортивно-беговых лыж являются их скользящие свойства. Рассмотрен ряд методик для их определения: тест «откатка» с использованием стандартного груза, тест «откатка» с участием спортсмена, тест на качество работы лыж.

Ключевые слова: лыжи, прогиб, жесткость, прочность, центр тяжести, масса, индекс жесткости.

A. V. Polkhovskiy, S. A. Prokhorchik

Belarusian State Technological University

BASIC REQUIREMENTS FOR SPORTS RACING. SKI TEST METHODS

The content of the article is devoted to a review of the requirements for cross-country skiing, due to which the necessary speed, sliding, physical and mechanical indicators will be provided. These include the height of the deflection, weight, the minimum width of the ski in the area of the mounting.

A review of the main operational indicators of cross-country skiing is carried out, as well as a brief description of the methods for their determination is given. These include determining the height and length of the residual deflection, the rigidity of the front and rear parts of the ski, fatigue during cyclic loading, the strength of the front and middle parts of the ski.

In addition to the indicators regulated by GOST, the article provides indicators that have an important impact on the quality of skis. These include FA, HR and SVZ. These indicators are used to select skis for a specific athlete.

One of the most important characteristics of cross-country skiing is their sliding properties. A number of methods for their determination are considered: a “rollback” test using a standard load, a “rollback” test with an athlete, and a test for the quality of ski work.

Key words: skiing, deflection, stiffness, strength, center of gravity, mass, stiffness index.

Введение. Существует целый ряд требований к спортивно-беговым лыжам, которые влияют на их скоростные качества, скользящие свойства, затраты усилий при движении, управляемость и стиль катания. Основные требования изложены в ГОСТ 30045–93 [1]. Этот стандарт устанавливает методики испытаний на остаточный прогиб, жесткость, усталость при циклическом нагружении, прочность, но не охватывает весь перечень требований, предъявляемых к спортивно-беговым лыжам. Поэтому актуальным является вопрос определения основных показателей качества лыж.

Целью данной статьи является аналитический обзор основных требований, предъявляемых

к лыжам, их основных эксплуатационных показателей, а также методик их определения.

Основная часть. Лыжи должны обладать достаточной прочностью и упругостью. Иметь вес и форму, соответствующие своему типу. Помимо этого, лыжи должны иметь хорошую сопротивляемость условиям погоды, особенно температуре и влажности. Прочность и упругость лыжи в первую очередь зависят от качества используемой в конструкции древесины, а также качества ее обработки. Упругость лыжи должна быть такой, чтобы под давлением груза, равного половине веса тела лыжника, она выпрямлялась; на ровной площадке под весом лыжника скользящая поверхность лыжи соприкасается со снегом всей своей плоскостью.

Для того чтобы обеспечить хорошее скольжение лыжи, ее скользящая поверхность не должна иметь шероховатости, царапины, задиры. Лыжа не должна быть перекошена. Скользящая поверхность должна быть гладкой и тщательно отполированной. Грузовая площадка расположена так, что давление веса лыжника приходится больше на заднюю, укороченную часть лыжи. Это, с одной стороны, помогает лучше разрезать и подминать снег, а с другой – не нарушая прямолинейности скольжения, облегчает выполнение поворота.

К лыжам участников соревнований предъявляются следующие требования: минимальная длина – рост спортсмена минус 40 мм, максимальная не ограничивается; минимальная ширина лыж, измеренная под креплением, может быть 40 мм, максимальная – не ограничивается; общий вес пары лыж без креплений должен быть не менее 750 г; по конструкции лыж – нет ограничений [2].

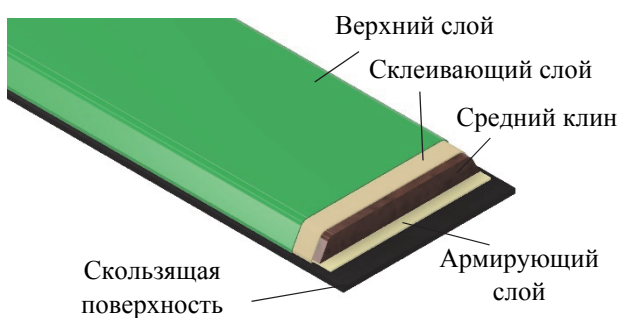


Рис. 1. Внутренняя структура лыжи

Поверхность скольжения лыжи. По всей длине поверхность скольжения должна быть гладкой или иметь небольшой продольный желоб. Поверхность скольжения по всей ширине и длине, за исключением продольного желоба, должна быть плоской.

Верхняя поверхность лыжи. Нет ограничений [2].

Грани. Боковые кромки не могут быть наклонными с расширением вверх, так чтобы основание лыж становилось уже, чем верхняя поверхность [2].

Прочностные свойства. Нет ограничений [2].

Прогиб лыжи. Определяется как расстояние между базой и плоской поверхностью, когда лыжа разгружена. Он не должен быть больше 3 см. Если он слишком большой, то носок и пятка будут зарываться в мягкий снег. При коньковом способе передвижения, надо будет поднимать выше ноги при каждом шаге, т. е. затрачивать больше энергии и времени.

Масса лыжи является важной характеристикой для участников соревнований, так как чем легче лыжа, тем выше скорость, развиваемая

спортсменом. Масса лыжи зависит от материалов, из которых она изготовлена. Лыжи с деревянным сердечником более тяжелые. Методику определения массы лыжи регламентирует ГОСТ 30199–94 [3, 4]. Согласно ГОСТу, за массу лыжи считается масса готовой лыжи без монтируемых частей. Измерение проводится с погрешностью ± 10 г [5], массу лыжи определяют в граммах.

Помимо массы, ГОСТ 30199–94 регламентирует методику определения центра тяжести лыжи. *Центр тяжести* – это точка опоры, находящаяся на линии, перпендикулярной к центральной оси скользящей поверхности лыжи. Для определения положения центра тяжести лыжу помещают на опору, уравнивают перемещением и определяют расстояние от центра тяжести до заднего конца лыжи [3].

Как отмечалось выше к основным эксплуатационным (физико-механическим) показателям лыжи можно отнести следующие параметры:

- остаточный прогиб;
- жесткость лыжи;
- усталость при циклическом нагружении;
- прочность лыжи;

Остаточный прогиб. Высота остаточного прогиба определяется как расстояние между базой и плоской поверхностью при приложении нагрузки к лыже. Длина остаточного прогиба – длина участка скользящей поверхности, не соприкасающаяся с плоской поверхностью, при приложенной к лыже нагрузке. Величина приложенной нагрузки зависит от длины лыжи [1].

Методика испытания заключается в следующем. На лыже отмечают точку приложения нагрузки (80 мм от центра тяжести в сторону конца лыжи). Затем лыжу размещают на плоской поверхности и постепенно нагружают до значений, приведенных в стандарте. Измеряют длину и высоту прогиба с погрешностями ± 10 и $\pm 0,1$ мм соответственно. По результатам испытаний трех пар лыж находят среднее арифметическое значений высоты и длины остаточного прогиба. Лыжи считают выдержавшими испытание, если значения высоты остаточного прогиба соответствуют 0,6–1,7 мм, а значения стандартной длины остаточного прогиба – 350–550 мм [1].

Жесткость. Сущность метода испытания на жесткость заключается в определении нагрузки на переднюю и заднюю части лыжи при заданном прогибе. Точка приложения нагрузки для передней части лыжи зависит от типа хода (для конькового – 170 мм, для классического – 200 мм), точка приложения нагрузки от заднего конца лыжи – 50 мм. Лыжу зажимают в устройство и прикладывают квазистатическую нагрузку до тех пор, пока стрела прогиба не будет соответствовать $(30 \pm 0,5)$ мм. После чего измеряют значение

нагрузки в ньютонах с погрешностью измерения ± 2 [1, 6].

Лыжа считается выдержавшей испытание, если жесткость передней ее части равна (1,33–2,00) Н/мм, а жесткость задней части лыжи – (1,66–2,66) Н/мм [1].

Усталость. Сущность метода испытания на усталость заключается в определении показателя усталости в средней части лыжи при циклическом нагружении. Лыжу помещают в испытательное устройство. Опоры *a* и *b* устанавливают в зависимости от длины лыжи.

Лыжу подвергают 50 000 циклам нагружения с частотой 2 или 3 Гц [1, 7].

Результаты испытаний выражают через показатель усталости, который вычисляют в процентах по следующей формуле [1]:

$$K_h = \frac{h_B - h'_B}{h_B} \cdot 100.$$

где h_B – высота прогиба средней части ненагруженной лыжи; h'_B – высота конечного прогиба.

По результатам испытания не менее трех пар лыж вычисляют среднее арифметическое значение показателя усталости. Лыжи считают выдержавшими испытание, если на их поверхности не появилось повреждений и показатель усталости составляет не более 60% [1].

Прочность. Сущность метода определения прочности заключается в определении сопротивления передней и средней частей лыжи разрушению под действием квазистатической нагрузки. Лыжу устанавливают на опоры и прикладывают нагрузку. Точка приложения нагрузки при определении прочности передней части лыжи находится на расстоянии 175 мм от начала подъема носка, при определении прочности средней части лыжи – на расстоянии 80 мм назад от центра тяжести [1].

Значение разрушающей нагрузки для передней части лыжи должно быть не менее 784 Н, для средней части – зависит от длины лыжи (1766 Н – для лыж длиной 1650 и 1750 мм, 2354 Н – для лыж 1850 и 1950 мм, 2943 Н – для лыж 2050, 2150 и 2250 мм) [1].

Помимо нормативных значений, изложенных в стандартах, в настоящее время широко применяются критерии Фишера. Из них выделяют следующие показатели: FA, HR и SVZ [8].

FA (индекс жесткости) – это количество килограммов, которые нужно приложить в 7 см ниже точки центра тяжести, для сжатия лыжи до зазора в 0,2 мм [8].

HR – зазор в миллиметрах, который остается после нажима на лыжу половиной веса средне-статистического лыжника. Нагрузка прилагается на лыжу в 7 см ниже точки баланса. Оставшийся

зазор и есть HR. Проще говоря, это жесткость мысков и пяток лыжи. Например, если взять лыжи с одинаковым FA, но разным HR, лыжа с большим HR будет продавливаться более равномерно, а с меньшим – сначала легко, но дожать будет сложнее. С большим HR – большая дуга, более выгнутая лыжа, с меньшим HR – меньшая дуга, колодка ближе к лыжне в фазе проката. Низкая колодка особенно важна неопытным лыжникам. В классической лыже облегчит держание, а в коньковой улучшит стабильность в прокате [8].

SVZ – характеристика, показывающая, насколько лыжа отличается от идеального соотношения HR и FA. Значение применяется в производстве для проверки качества и подбора лыж в пары [8].

Приведенные выше показатели важны для подбора лыж под конкретного спортсмена.

Помимо указанных выше, есть ряд характеристик, которые не регламентируются. Из них можно выделить крыловатость.

Значение крыловатости определяют измерением максимального зазора между горизонтальной плоскостью и ребром скользящей поверхности в плоскости касания носка лыжи при прижатой пятке. Измерения проводят с помощью набора щупов или металлической линейки. В производственных условиях она измеряется визуально на плоской плите в виде бруса, склеенного из отдельных пластин. Также может применяться установка для измерения крыловатости (рис. 2) [9].

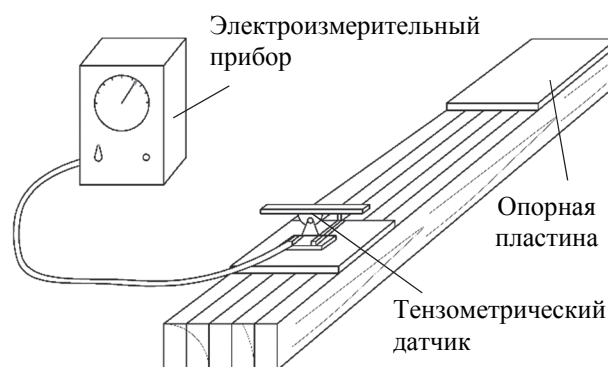


Рис. 2. Схема установки

Одной из важнейших характеристик лыж является скольжение. Трение между лыжей и снегом является предельно сложным процессом, так как на него оказывает влияние множество факторов: температура снега, температура воздуха, материал скользящей поверхности, тип структуры, нанесенной на скользящую поверхность, применяемая мазь. Для определения скольжения лыжи применяют следующие методы исследований: оптический с захватом движений;

скоростная видеосъемка; дистанционная тензодинамография; расчетно-графические методы; методы математической статистики.

В оптическом методе использовался лазерный дальномер, с помощью которого отслеживалась контролируемая точка луча в процессе перемещения светоотражающей панели, связанной с тестируемой парой лыж. Передача данных осуществлялась по беспроводному каналу в ПК, установленном в зоне проведения испытаний. Обработка данных осуществлялась с помощью программ Microsoft Excel и Matlab.

Тест «откатка» с использованием стандартного груза (60 кг). Салазки начинали движение с места под действием силы тяжести, преодолевая отрезок дистанции до полной остановки. Лазерным дальномером фиксировались данные за 30 м дистанции. После каждого спуска салазки возвращались на линию старта. Тест повторялся 6 раз для каждой пары лыж. По результатам испытания определяют: среднюю скорость по длине склона, наибольшую скорость на склоне, время достижения наибольшей скорости после старта, время достижения скорости 4,5 м/с после старта, положение точки на склоне при достижении скорости 4,5 м/с после старта, коэффициент вариации для каждого параметра.

Тест «откатка» с участием спортсмена. По сигналу спортсмен начинал движение с места без мышечных усилий под действием силы тяжести, преодолевал отрезок дистанции до полной остановки. Лазерным дальномером фиксировались данные за 30 м дистанции. После каждого спуска спортсмен возвращался на линию старта. Тест повторялся 6 раз с каждой парой лыж. По результатам испытания определяли: среднюю скорость по длине склона, наибольшую скорость на склоне, время достижения наибольшей скорости после старта, время достижения скорости 3,5 м/с после старта, положение точки на склоне при достижении скорости 3,5 м/с после старта, коэффициент вариации для каждого параметра.

Коэффициент вариации рассчитывается для каждого исследуемого параметра пары лыж и

выражает степень стабильности проката лыж. Коэффициент вариации, стремящийся к 0, отражает высокую степень стабильности.

Для регистрации упругих деформаций лыж при взаимодействии спортсмена с опорой использовались закрепляемые на лыжах интеллектуальные датчики. Каждый датчик размещался на расстоянии 125 мм вперед от центра тяжести лыжи. По каналу беспроводной передачи данных Bluetooth информация об упругих деформациях передавалась на устройство-приемник в виде текстового документа в формате txt.

Тест на качество работы лыж. Спортсмен занимал исходное положение в сторону направления движения на расстоянии 10 м от линии старта для разгона. По сигналу включалась видеозапись, и спортсмен начинал преодолевать дистанцию коньковым одновременным одношажным ходом, стараясь поддерживать одинаковую скорость и прилагать одинаковые усилия при отталкивании. На каждой паре лыж спортсмен выполнял по 5 попыток. По результатам обработки данных параметров движений определялись: продолжительность каждого двигательного цикла, продолжительность фаз скольжения, упругие деформации лыж.

Заключение. Подводя итог проведенного анализа показателей качества лыж, можно отметить, что показатели можно условно разделить на регламентируемые и нерегламентируемые.

К регламентируемым относятся эксплуатационные показатели, установленные стандартом ГОСТ 30045–93 (остаточный прогиб, жесткость, прочность, усталость при циклическом нагружении). И к другому виду можно отнести показатели одного из ведущих мировых производителей лыж – компании «Fisher», которыми руководствуются спортсмены.

Исходя из современных требований к лыжной продукции, стандарт, срок действия которого составляет более 25 лет, требует доработки, с целью полного охвата всего перечня показателей качества лыж.

Литература

1. Лыжи спортивно-беговые. Методы испытаний: ГОСТ 30045–93. Введ. 01.01.1995. М.: Изд-во стандартов, 1994. 15 с.
2. Лыжи беговые [Электронный ресурс] / Требования к экипировке, спортивному инвентарю и оборудованию. URL: <http://dussh-uste.baikaledu.ru/wp-content/uploads/2015/09/1.3.-Требования-к-экипировке-спортивному-инвентарю-и-оборудованию.pdf> (дата обращения: 05.10.2019).
3. Лыжи. Определение массы и положения центра тяжести: ГОСТ 30199–94. Введ. 01.01.1996. М.: Издательство стандартов, 1995. 7 с.
4. Cross-country skis – Determination of mass and location of balance point: ISO 7138:2017. Standards Publishing, 2017. 8 p.
5. Лыжи. Технические условия: ГОСТ 17043–1990. Введ. 09.01.1990. М.: Изд-во стандартов, 1990. 22 с.

6. Cross-country skis – Determination of elastic properties: ISO 7139:2017. Standards Publishing, 2017. 10 p.
7. Cross-country skis – Determination of fatigue indexes – Cyclic loading test: ISO 7798:2017. Standards Publishing, 2017. 12 p.
8. training365.ru [Электронный ресурс] / Все о цифрах на лыжах Fischer. URL: <https://training365.ru/vse-o-cifrax-na-lyzhax-fischer/> (дата обращения: 08.10.2019).
9. Механическая обработка древесины. Перспективы развития производства лыж в стране: обзор информации по материалам Всесоюз. науч.-техн. совещания. М.: ВНИПИЭИлеспром, 1985. 52 с.

References

1. GOST 30045–93. Cross-country skiing. Test methods. Moscow, Izdatel'stvo standartov Publ., 1994. 15 p. (In Russian).
2. *Lyzhi begovyye. Trebovaniya k ekipirovke, sportivnomu inventaryu i oborudovaniyu* [Cross country skis. Requirements for equipment, sports equipment and equipment]. Available at: <http://dussh-uste.baikaledu.ru/wp-content/uploads/2015/09/1.3.-Требования-к-экипировке-спортивному-инвентарю-и-оборудованию.pdf> (accessed 05.10.2019).
3. GOST 30199–94. Skiing. Determination of mass and position of the center of gravity. Moscow, Izdatel'stvo standartov Publ., 1995. 7 p. (In Russian).
4. ISO 7138:2017. Cross-country skis – Determination of mass and location of balance point. Standards Publishing, 2017. 8 p.
5. GOST 17043-1990. Skiing. Technical conditions. Moscow, Izdatel'stvo standartov Publ., 1990. 22 p. (In Russian).
6. ISO 7139:2017. Cross-country skis – Determination of elastic properties. Standards Publishing, 2017. 10 p.
7. ISO 7798:2017. Cross-country skis – Determination of fatigue indexes – Cyclic loading test. Standards Publishing, 2017. 12 p.
8. training365.ru. *Vse o tsifrakh na lyzhakh Fischer* [All About Fischer Ski Numbers]. Available at: <https://training365.ru/vse-o-cifrax-na-lyzhax-fischer/> (accessed 05.10.2019).
9. *Mekhanicheskaya obrabotka drevesiny. Perspektivy razvitiya proizvodstva lyzh v strane: obzor informatsii po materialam Vsesoyuznogo nauchno-tekhnicheskogo soveshchaniya* [Overview of information on the materials of the All-Union Scientific and Technical Meeting]. Moscow, VNIPIEIllesprom Publ., 1985. 52 p.

Информация об авторах

Полховский Антон Викторович – магистр технических наук, инженер кафедры технологии и дизайна изделий из древесины. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: antopolx1@mail.ru

Прохорчик Сергей Александрович – кандидат технических наук, доцент, декан факультета заочного образования. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: prohor@tut.by

Information about of authors

Polkhovskiy Anton Viktorovich – Master of Engineering, engineer, the Department of Technology and Design of Wood Products. Belarusian State Technological University (Sverdlova str., 13a, 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: antopolx1@mail.ru

Prokhorchik Sergey Aleksandrovich – PhD (Engineering), Associate Professor, Dean of the Faculty of Extramural Studies. Belarusian State Technological University (13a Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: prohor@tut.by

Поступила 27.09.2019