

УДК 667.64

**С. А. Прохорчик, С. С. Гайдук, А. С. Чуйков**  
Белорусский государственный технологический университет

### **ОЦЕНКА КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗАЩИТНО-ДЕКОРАТИВНЫХ ПОКРЫТИЙ ДЕРЕВЯННЫХ ЛЫЖ**

В результате научно-исследовательской работы были выбраны лакокрасочные материалы для создания защитно-декоративных покрытий деревянных лыж с учетом специфики их эксплуатации. Определены основные физико-механические показатели лакокрасочных покрытий, характеризующие качественные характеристики таких покрытий с учетом максимального моделирования воздействия внешних факторов в естественных условиях эксплуатации. В качестве показателей, характеризующих стойкость лакокрасочных покрытий к внешнему воздействию, были выбраны следующие: стойкость к действию переменных температур, стойкость к истиранию (по коэффициенту стойкости к истиранию и числу сошлифовки), ударная прочность, адгезия и водопоглощение. Стабильность декоративных свойств лакокрасочного покрытия деревянных лыж определялась величиной изменения блеска лакокрасочного покрытия в процессе проведения испытаний. Исследования физико-механических свойств лакокрасочных покрытий деревянных лыж, за исключением определения показателя водопоглощения, проводились по стандартизированным методикам. Показатель водопоглощения определялся по методике, разработанной исследователями.

Проведенные комплексные исследования по оценке свойств лакокрасочных покрытий деревянных лыж позволили определить покрытия с наилучшими защитно-декоративными свойствами (алкидноаминовые материалы импортного производства, нитроцеллюлозная эмаль российского производства и алкидная грунт-эмаль отечественного производства), которые рекомендованы к производственному применению.

**Ключевые слова:** деревянные лыжи, лакокрасочный материал, ударная прочность, стойкость к истиранию, блеск, адгезия.

**S. A. Prokhorchik, S. S. Hayduk, A. S. Chuykov**  
Belarusian State Technological University

### **QUALITATIVE INDICATORS ASSESSMENT OF WOODEN SKIS PROTECTIVE AND DECORATIVE COATINGS**

As a result of research work coating materials to create wooden skis protective and decorative coatings specific to their operation were selected. The main physical and mechanical properties of coatings that characterize the qualitative characteristics of such coatings were identified to account for modeling the impact of external factors in natural conditions. Resistance to variable temperatures, abrasion resistance (at a rate of abrasion resistance and number of sanding), impact resistance, adhesion and water absorption were chosen as indicators that characterize the resistance of coatings to external influence. The decorative properties stability of paint of wooden skis was determined by the change in gloss of paint in the process of testing. Study of physical and mechanical properties of wooden skis coatings, with the exception of determining water absorption index, were performed using standardized methods. Rate of water absorption was determined by the method developed by the researchers.

The comprehensive study to assess the properties of coatings of wooden skis made possible to determine the coatings with the best protective and decorative properties (imported alkyd materials, nitrocellulose enamel of russian production and alkyd priming enamel of local production), which are recommended to production.

**Keywords:** wooden skis, painting materials, impact strength, abrasion, gloss, adhesion.

**Введение.** До середины XX века лыжи изготавливались из цельных кусков древесины твердых пород. При изготовлении лыж из цельных кусков древесины лиственных пород, достаточно сложно добиться их одинаковой упругости, при этом еще происходит коробление и растрескивание. Между тем, таких недостатков лишены клееные конструкции лыж. С древнейших времен были известны свойства клееных деревянных конструкций. В начале

XIX века в Финляндии начали изготавливать лыжи, склеенные из отдельных деревянных пластин. При этом, комбинируя разные породы древесины и располагая их волокна в определенных направлениях, изготовители добивались очень высокой прочности и упругости лыж.

В последние десятилетия XX века следует отметить, что производство деревянных лыж переживало кризис, вызванный применением различных композиционных материалов

(древесина-пластик, древесина-металл, древесина-металл-пластик, металл-пластик).

Хотя деревянные лыжи обладают некоторыми недостатками: низкая ударная прочность и малая торсионная упругость (сопротивление скручиванию), но их производство в некоторых странах продолжает развиваться, в частности, в Республике Беларусь на РУПП «Телеханы».

Важным фактором в производстве деревянных лыж является создание стойких защитно-декоративных покрытий. От того, насколько данное покрытие будет устойчиво к воздействию различных факторов в процессе эксплуатации (холод, влага, тепло, абразивный износ и т. д.), будет зависеть сохранность их декоративных свойств и, в конечном счете, долговечность лыж. Поэтому актуальным становится вопрос по подбору защитно-декоративных составов для отделки деревянных лыж, обеспечивающих соответствующий уровень эксплуатации.

На момент проведения исследований на предприятии для создания защитно-декоративных покрытий деревянных лыж использовалась следующая структура покрытия: 1 слой грунта в виде нитроцеллюлозного лака, 1 слой полиуретановой эмали и 1 слой полиуретанового лака. Однако, как показали исследования, эта структура не позволяет получить лакокрасочные покрытия с высокими физико-механическими показателями.

Целью исследований являлось проведение оценки качественных показателей лакокрасочных покрытий для деревянных лыж и рекомендация лучшего варианта к производственному применению.

**Основная часть.** Деревянные лыжи должны соответствовать требованиям ГОСТ 17043 [1]. Требования к защитно-декоративным покрытиям деревянных лыж указаны в ОСТ 13–61, но в настоящее время данный нормативный документ не действует, и отсутствуют другие документы, регламентирующие требования к лакокрасочным покрытиям деревянных лыж.

Исходя из того, что в нормативных документах недостаточно четко определены требования к защитно-декоративным покрытиям деревянных лыж, нами были выбраны стандартные показатели для контроля основных физико-механических свойств, а также дополнительно такой показатель, как водопоглощение, определяемый по методике, разработанной исследователями. В качестве стандартных показателей, характеризующих стойкость к внешнему воздействию, были выбраны следующие:

- стойкость к воздействию переменных температур;
- стойкость к истиранию;
- ударная прочность;
- адгезия.

В качестве основного материала, из которого изготавливались образцы, использовалась клееная древесина березы, так как она является основным конструкционным материалом, из которого изготавливаются деревянные лыжи. Образцы перед нанесением лакокрасочных материалов были простроганы и отшлифованы шлифовальными шкурками P180 и P220. Из полученных образцов для проведения различных видов испытаний формировалось шесть партий образцов со следующими размерами и в количестве:

- $150 \times 60 \times 16$  мм – 2 образца;
- $120 \times 60 \times 16$  мм – 6 образцов;
- $250 \times 60 \times 16$  мм – 2 образца;
- $100 \times 100 \times 16$  мм – 3 образца.

Для проведения исследований использовались следующие лакокрасочные материалы:

- алкидноаминовые грунт и эмаль импортного производства
- полиуретановая эмаль импортного производства;
- алкидная грунтовка, алкидная эмаль, пентафталевый лак, нитроцеллюлозный лак, полиуретановая эмаль и алкидная грунт-эмаль отечественного производства;
- нитроцеллюлозная эмаль российского производства.

Для проведения испытаний было сформировано 6 партий образцов с различными лакокрасочными покрытиями. На образцы первой партии наносились следующие материалы: алкидноаминовая грунтовка и 2 слоя эмали импортного производства; на образцы второй партии – 3 слоя полиуретановой эмали импортного производства; на образцы третьей партии – алкидная грунтовка, слой алкидной эмали и слой пентафталевого лака отечественного производства; на образцы четвертой партии – грунтовочный слой нитроцеллюлозного лака отечественного производства и 3 слоя нитроцеллюлозной эмали российского производства; на образцы пятой партии – алкидная грунтовка и слой полиуретановой эмали отечественного производства; на образцы шестой партии – 3 слоя алкидной грунт-эмали отечественного производства. При создании защитно-декоративных покрытий на образцах расход лакокрасочных материалов составлял  $120\text{--}130$  г/м<sup>2</sup> на один слой, сушка производилась в естественных условиях ( $t = 20 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $\varphi = 60 \pm 5\%$ ).

Все материалы на образцы наносились с помощью валика, количество слоев определялось конечной толщиной лакокрасочного покрытия.

Определение стойкости лакокрасочных покрытий к воздействию переменных температур проводилось согласно ГОСТ 19720 [2]. Испытания проводились по циклам. Каждый цикл со-

стоял из двух этапов. На первом этапе испытуемые образцы помещались в гигростат (камера влаги Г-4) при температуре плюс  $60 \pm 2^\circ\text{C}$ , относительной влажности воздуха 98–99% и выдерживались в течение 1 ч, на втором этапе образцы перекладывались из камеры влажности в холодильную камеру и выдерживались в ней 1 ч при температуре минус  $58 \pm 2^\circ\text{C}$ . Циклическую выдержку образцов повторяли последовательно 9 раз. Испытание после каждого трех циклов прерывалось на 18 ч.

Показатель стойкости покрытий к воздействию переменных температур ( $M$ ) в процентах определялся по формуле:

$$M = \frac{n \cdot 100}{N}, \quad (1)$$

где  $n$  – количество образцов с неразрушенными покрытиями;  $N$  – количество образцов для испытания.

Покрытие считали разрушенным, если на поверхности обнаруживали любые трещины, независимо от их размера и количества.

Определение стойкости лакокрасочных покрытий к истиранию проводилось согласно ГОСТ 27820 [2].

Стойкость лакокрасочных покрытий к истиранию определяется по следующим величинам:

- коэффициенту стойкости к истиранию ( $K$ );
- числу сошлифовки ( $Z$ ).

Коэффициент стойкости характеризует изменение массы образца с лакокрасочным покрытием ( $g$ ) на 50 оборотов стола при воздействии вращающихся роликов с абразивным материалом.

Число сошлифовки характеризует число оборотов стола, после которого декоративный рисунок истерся на 50% площади контакта с абразивными роликами или становится видна окрашиваемая поверхность.

Определение ударной прочности защитно-декоративных покрытий проводилось согласно ГОСТ 27736 [3]. Суть методики заключается в определении максимальной высоты, при падении шарика с которой не происходит повреждения покрытия в трех испытаниях на одном образце.

Определение адгезии лакокрасочных покрытий проводилось согласно ГОСТ 27325 [4].

Величину адгезии  $\sigma_A$ , МПа, вычисляли по следующей формуле:

$$\sigma_A = \frac{P}{S_{от}}, \quad (2)$$

где  $P$  – разрушающая нагрузка при отрыве цилиндра от поверхности, МПа;  $S_{от}$  – площадь отрыва,  $\text{мм}^2$ .

Определение блеска лакокрасочных покрытий проводилось с помощью фотоэлектриче-

ского блескомера Multigloss-268 с углом падения светового потока  $60^\circ$ .

Испытание для определения стойкости лакокрасочных покрытий к водопоглощению разработано дополнительно с целью моделирования воздействий, которым подвергаются покрытия деревянных лыж в естественных условиях, и включало следующие стадии:

1. Образцы взвешивались на весах, и производился обмер их линейных размеров.

2. Образцы помещались в воду на 24 ч, после этого взвешивались, а также проводился их обмер.

3. Образцы выдерживались в морозильной камере при температуре минус  $58^\circ\text{C}$  на протяжении 20 часов, после чего производился контроль их веса.

4. Образцы помещались в гигростат (камера влаги Г-4), где при температуре  $+40^\circ\text{C}$  и влажности воздуха около 100% выдерживались 36 ч. После гигростата образцы взвешивались и производился их обмер.

Результаты проведения испытаний по определению физико-механических показателей лакокрасочных покрытий деревянных лыж представлены в табл. 1.

Для более объективной характеристики стойкости лакокрасочных покрытий была проведена балльная оценка полученных результатов. Так как в нормативных документах на деревянные лыжи не приводятся конкретные значения физико-механических показателей покрытий, для сравнения была принята пятибалльная шкала оценки результатов. При этом наиболее высокому значению физико-механического показателя покрытия присваивалось 5 баллов, наиболее низкому – 0, а остальным в порядке уменьшения количественного значения показателя. Результаты сравнения лакокрасочных покрытий представлены в табл. 2.

**Заключение.** Исходя из балльной оценки полученных результатов, первую позицию заняло покрытие на основе нитроцеллюлозной эмали российского производства (4 партия) и на основе алкидноаминовых материалов импортного производства (1 партия). Покрытие на основе нитроцеллюлозной эмали выдержало практически все испытания, за исключением последней стадии водопоглощения. Покрытие на основе алкидноаминовых материалов импортного производства показало хорошие результаты, при этом нужно отметить несколько более высокие декоративные показатели данного покрытия. Третью позицию заняло покрытие на основе алкидной грунт-эмали отечественного производства (6 партия). Это покрытие имеет неплохие физико-механические показатели, однако после отверждения приобретает матовый блеск.

Таблица 1

## Результаты исследования физико-механических свойств лакокрасочных покрытий деревянных лыж

№ партии	Стойкость к воздействию переменных температур М, %	Стойкость к истиранию		Ударная прочность, мм	Адгезия, МПа	Изменение блеска, %	Водопоглощение, %
		коэффициент стойкости $K_{cp}$	число сошлифовки Z				
1	100	0,203	136	200	5	1,2	3,17
2	0	0,064	236	150	22	1,0	26,01
3	100	0,046	365	175	11	0,8	7,70
4	100	0,061	386	225	11	1,3	6,04
5	94	0,071	202	250	21	1,1	23,23
6	100	0,171	140	300	7	0,9	1,24

Таблица 2

## Значения физико-механические показатели лакокрасочных покрытий, баллы

Параметр	Номер партии					
	1 партия	2 партия	3 партия	4 партия	5 партия	6 партия
Воздействие переменных температур (стойкость покрытия), %	5 (100)	1 (0)	5 (100)	5 (100)	4 (75)	5 (100)
Водопоглощение, %	5 (3,17)	0 (26,01)	2 (7,70)	3 (6,04)	1 (23,23)	5 (1,24)
Ударная прочность, мм	3 (200)	2 (150)	2 (150)	3 (200)	4 (250)	5 (300)
Стойкость к истиранию Z	1 (136)	3 (236)	4 (365)	5 (386)	2 (202)	1 (140)
Адгезия, МПа	4 (1,2)	2 (1,0)	1 (0,8)	5 (1,3)	3 (1,1)	1 (0,9)
Внешний вид покрытия	5	0	2	4	3	4
Изменение блеска, %	5 (5,03)	0 (21,72)	3 (10,78)	3 (11,29)	1 (20,77)	4 (7,16)
<b>Итого</b>	<b>28</b>	<b>8</b>	<b>19</b>	<b>28</b>	<b>18</b>	<b>25</b>

Таким образом, к применению для отделки деревянных лыж в производственных условиях можно рекомендовать нитроцеллюлозную эмаль российского производства, алкидную грунт-эмаль отечественного производства и алкидноаминовые материалы импортного производства. При этом выбор в пользу того или иного материала необходимо проводить с учетом стоимостной составляющей и технологических особенностей отделки деревянных лыж на предприятии.

Рекомендуемые варианты защитно-декоративных покрытий деревянных лыж с учетом применения лакокрасочных материалов следующие:

1) покрытие на основе нитроцеллюлозной эмали российского производства:

– нанесение 1 слоя нитроцеллюлозного лака с расходом 120–130 г/м<sup>2</sup>, отверждение при естественных условиях (допускается конвективная сушка), после сушки следует производить шлифование шкуркой №5;

– нанесение 3 слоев нитроцеллюлозной эмали с расходом 120–130 г/м<sup>2</sup> на один слой, отверждение при естественных условиях каждого слоя (допускается конвективная сушка).

2) покрытие на основе алкидноаминовых материалов импортного производства:

– нанесение 1 слоя алкидноаминовой грунт-эмали с расходом 120–130 г/м<sup>2</sup>, отверждение при естественных условиях (допускается конвективная сушка), после сушки следует производить шлифование шкуркой №5;

– нанесение 2 слоев алкидноаминовой эмали с расходом 120–130 г/м<sup>2</sup> на один слой, отверждение при естественных условиях каждого слоя (допускается конвективная сушка).

3) покрытие на основе алкидной грунт-эмали отечественного производства:

– нанесение 3 слоев грунт-эмали с расходом 120–130 г/м<sup>2</sup> на один слой, отверждение каждого слоя при естественных условиях (допускается конвективная сушка) с промежуточным шлифованием первого слоя шкуркой №5.

## Литература

1. Лыжи. Технические условия: ГОСТ 17043–90. Введ. 01.01.91. М.: Изд-во стандартов, 1990. 20 с.
2. Детали и изделия из древесины и древесных материалов. Метод определения стойкости лакокрасочных покрытий к воздействию переменных температур: ГОСТ 19720–74. Введ. 01.01.75. М.: Изд-во стандартов, 1976. 3 с.
3. Детали и изделия из древесины и древесных материалов. Метод определения стойкости защитно-декоративных покрытий к истиранию: ГОСТ 27820–88. Введ. 01.01.89. М.: Изд-во стандартов, 1989. 7 с.

4. Детали и изделия из древесины и древесных материалов. Метод определения ударной прочности защитно-декоративных покрытий: ГОСТ 27736–88. Введ. 20.06.88. М.: Изд-во стандартов, 1988. 5 с.

5. Детали и изделия из древесины и древесных материалов. Метод определения адгезии лакокрасочных покрытий: ГОСТ 27325–87. Введ. 17.06.87. М.: Изд-во стандартов, 1987. 6 с.

#### References

1. GOST 17043–90. Skiing. Technical terms. Moscow: Standartinform Publ., 1990. 20 p. (In Russian).

2. GOST 19720–74. Parts and products of wood and wood materials. Method for determining the resistance of paint coatings to the effects of variable temperatures. Moscow: Standartinform Publ., 1976. 3 p. (In Russian).

3. GOST 27820–88. Parts and products of wood and wood materials. Method for determining the resistance of protective and decorative coatings to abrasion. Moscow: Standartinform Publ., 1989. 7 p. (In Russian).

4. GOST 27736–88. Parts and products of wood and wood materials. Method for determination of impact resistance of protective and decorative coatings. Moscow: Standartinform Publ., 1988. 5 p. (In Russian).

5. GOST 27325–87. Parts and products of wood and wood materials. Method for determining the adhesion of coatings. Moscow: Standartinform Publ., 1988. 6 p. (In Russian).

#### Информация об авторах

**Прохорчик Сергей Александрович** – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологии и дизайна изделий из древесины. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова 13а, Республика Беларусь). E-mail: Prohor@tut.by

**Гайдук Сергей Сергеевич** – кандидат технических наук, ассистент кафедры технологии и дизайна изделий из древесины. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова 13а, Республика Беларусь). E-mail: Sergey1453@rambler.ru

**Чуйков Алексей Сергеевич** – магистр технических наук, ассистент кафедры технологии и дизайна изделий из древесины. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова 13а, Республика Беларусь). E-mail: tidid@belstu.by

#### Information about the authors

**Prokhorchik Sergey Aleksandrovich** – Ph. D. Engineering, assistant professor, associate professor, Department of technology and design of wooden articles. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: Prohor@tut.by

**Hayduk Sergey Sergeevich** – Ph. D. Engineering, assistant, Department of technology and design of wooden articles. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: Sergey1453@rambler.ru

**Chuykov Alexey Sergeevich** – Master of Engineering, assistant, Department of technology and design of wooden articles. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: tidid@belstu.by

*Поступила 20.02.2015*