

## К ВОПРОСУ СТАНДАРТИЗАЦИИ МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ БЛЕСКА ПРОЗРАЧНЫХ ЛАКОВЫХ ПОКРЫТИЙ НА ДРЕВЕСИНЕ И ДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛАХ

Б.М. Рыбин<sup>1</sup>, И.А. Завражнова<sup>1</sup>, Д.Б. Рыбин<sup>2</sup>

<sup>1</sup>МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), 141005, Московская обл., г. Мытищи, ул. 1-я Институтская, д. 1

<sup>2</sup>ООО «Тимберланд», 141805, Московская обл., Дмитровский р-н, рабочий поселок Некрасовский, ул. Северная, д. 10

rybin@mgul.ac.ru

В основу разработки государственного стандарта на метод определения блеска высокоглянцевых, глянцевых и матовых покрытий был положен стандарт ИСО 2813: 2014. В нем предусматривается использование блескомеров с различными углами падения-отражения света 20°, 60° и 85°. Известно, что при определении блеска покрытий на древесной подложке необходимо корректировать показания блескомеров на светлоту древесины. Это вызвано тем, что на фотоприемник попадают не только лучи света, отраженные поверхностью контролируемого покрытия, но и лучи, прошедшие прозрачное покрытие и отраженные древесной подложкой. Чем больше светлота поверхности древесины, тем выше показания блескомера при прочих равных условиях состояния поверхностей контролируемых покрытий. Для учета влияния светлоты поверхности древесины предлагается в разрабатываемом стандарте использовать блескомер с углом падения-отражения света 45°. С помощью него будет возможно определить диффузную составляющую отраженного света от поверхности древесины и скорректировать по ней показания блескомеров. Для блескомера с углом падения-отражения света 20°, используемого для определения блеска высокоглянцевых покрытий, такая коррекция показаний составит 20 % от величины диффузной составляющей. Для блескомера на 60°, используемого для определения блеска глянцевых покрытий, коррекция показаний составит 10 % от величины диффузной составляющей. Блескомер на угол 85° предлагается для оценки блеска матовых покрытий. Его показания не корректируются на светлоту древесины, т. к. при таком угле падения-отражения света величина диффузной составляющей от древесины незначительна. Унификация методик определения блеска прозрачных покрытий, использование равнозначных блескомеров, а также детальная проработка факторов, оказывающих влияние на точность приборной оценки, делает предлагаемый государственный стандарт конкурентно способным как в отечественной так и в зарубежной практике для оценки качества покрытий по блеску поверхностей на деталях, узлах и изделиях из древесины и древесных материалов.

**Ключевые слова:** блеск покрытия, светлота древесины, стандартизация метода

**Ссылка для цитирования:** Рыбин Б.М., Завражнова И.А., Рыбин Д.Б. К вопросу стандартизации метода определения блеска прозрачных лаковых покрытий на древесине и древесных материалах // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2020. Т. 24. № 2. С. 57–67. DOI: 10.18698/2542-1468-2020-2-57-67

В настоящее время ГОСТ 16143–81 «Детали и изделия из древесины и древесных материалов. Метод определения блеска прозрачных лаковых покрытий» предусматривает оценку блеска глянцевых и высокоглянцевых покрытий по степени отражения света. Матовые покрытия по этому стандарту не подлежат оценке по блеску контролируемой поверхности.

К высокоглянцевым (зеркальным) относят покрытия с очень гладкой поверхностью, на которой высота неровностей составляет менее половины длины волны видимого светового излучения (менее 0,25 мкм). Такие поверхности покрытий зеркально без искажения отражают падающие лучи света.

К глянцевым относят покрытия, обладающие наряду с направленным отражением падающих лучей света некоторым диффузным отражением. Высота неровностей на таких покрытиях более 0,25 мкм, но менее 1,5 мкм.

Матовые покрытия на древесине и древесных подложках характеризуются практически диффузным отражением падающего света, высота

неровностей на поверхности которых составляет более 1,5 мкм. Такие покрытия в своем составе содержат мелкодисперсные добавки. С их помощью на поверхности наблюдаются неровности с регулярным шагом, дающие матовый эффект, выражающийся в диффузном отражении света.

Оценка блеска контролируемых высокоглянцевых, глянцевых и матовых покрытий в технологии деревообработки осуществляется с использованием различных методов и приборов.

Для оценки глянцевых покрытий, по ГОСТ 16143–81 используют рефлектоскопический метод, основанный на определении степени искажения контуров светящегося тела при отражении от контролируемой поверхности покрытия. В качестве прибора используется рефлектоскоп Р-4, где светящимся телом являются 10 рядов цифр, уменьшающихся по высоте от ряда к ряду. Оценочный показатель блеска поверхности контролируемого покрытия представляет собой ряд цифр, которые читаются все до единой. На глянцевых покрытиях, отличающихся по степени блеска,

вследствие всевозможного вида неровностей, по рефлекскопу Р-4 можно наблюдать различные ряды — от первого до десятого. Это служит мерой блеска для гляцевых покрытий. Если читаются цифры десятого ряда, то покрытия можно отнести к высокогляцевым. Для них стандарт предусматривает определение блеска с помощью фотоэлектрического блескомера ФБ-2. Прибор работает на основе метода определения блеска покрытия, фиксируя фотоприемником величину фототока при отражении света от контролируемой поверхности. Поскольку в приемник блескомера попадают лучи света, отраженные не только от покрытия, но и прошедшие толщину прозрачной лаковой пленки и отраженные от поверхности древесины, необходимо корректировать полученные значения на светлоту отделяемой поверхности. Для этого у блескомера ФБ-2 имеется возможность определения диффузно отраженного света и с помощью этого показателя скорректировать блеск покрытия по прибору.

Указанные выше приборы Р-4 и ФБ-2 в настоящее время промышленность не выпускает, что осложняет проведение оценочных испытаний блеска контролируемых поверхностей высокогляцевых и гляцевых покрытий.

Для оценки матовых покрытий в отечественной практике [1–5] рекомендуется отражательную способность контролируемой поверхности характеризовать параметром шероховатости, т. е. средним арифметическим отклонением профиля неровностей. Для этой цели можно использовать профилометры или профилографы-профилометры с определенным диапазоном измерения параметров шероховатости.

В зарубежной и отечественной практике применения лакокрасочных покрытий для оценки блеска контролируемых поверхностей (ГОСТ Р 52663–2006, ISO 2813:2014) предлагается использовать систему блескомеров с различными углами падения — отражения света — 20°, 60° и 85°. В лакокрасочной отрасли, как правило, такие испытания проводят для покрытий на определенной подложке. Часто для этого используют фотостеклянные пластинки, на поверхности которых формируются защитно-декоративные покрытия. Чтобы определить блеск подготовленного покрытия на фотостекле, пластинку укладывают на черную поверхность фотобумаги и снимают блеск контролируемого покрытия.

В случае если покрытие на реальной поверхности, например на древесине, то показания блескомеров необходимо корректировать на светлоту поверхности древесины [6–8].

## Цель работы

Целью данной работы являлась гармонизация национального стандарта на метод определения

блеска прозрачных покрытий с международными с учетом проведения испытаний на древесной подложке.

## Материалы и методы

Для проведения испытаний в экспериментах были использованы различные по степени отражения света покрытия: высокогляцевые, гляцевые и матовые, подготовленные на основе различных пленкообразователей. В качестве отделяемых поверхностей применялась древесина и древесные материалы различных пород. Отличительным признаком для всех служила различная светлота отделяемой поверхности.

За основу оценки блеска контролируемых поверхностей использовался метод определения степени отражения света по величине фототока, возбуждаемого в фотоприемнике под действием зеркально отраженных лучей от поверхности покрытия под определенным углом.

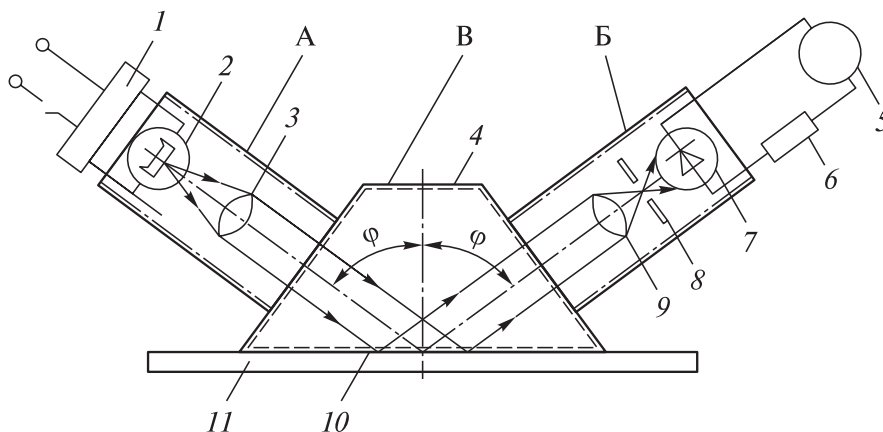
В качестве приборов предлагается использовать блескомеры, выпускаемые ННТП «Термо-конт», — БФ5М-60/60, БФ5М-20/20, БФ5М-85/85, БФ5М-45/0 или другие подобные.

В условном обозначении моделей блескомеров последние четыре цифры через разделительную черту указывают углы соответственно падения — отражения света, при которых проводятся измерения блеска.

Блескомер БФ5М-45/0 определяет диффузную составляющую отраженного света, что дает возможность скорректировать блеск на светлоту отделяемой поверхности.

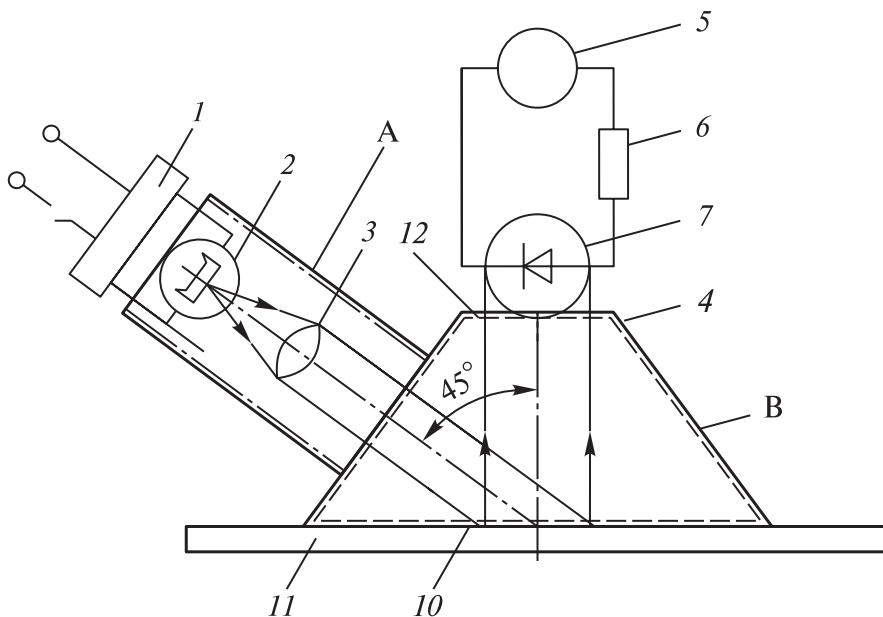
В основе конструкции блескомеров БФ5М-20/20; БФ5М-60/60 и БФ5М-85/85 (рис. 1) имеется тубус с осветителем и фотодиодом и головка блескомера. Падающий и отраженный световые потоки корректируют соответствующие линзы, и отраженный свет проходит диафрагму. Аналого-цифровой преобразователь позволяет осуществлять настройку прибора и снимать показания по информационному дисплею. Отличительной особенностью в характеристике блескомеров является угол  $\varphi$  падения — отражения света индивидуальный для каждого блескомера, т. е. 20°, 60° и 85°.

Конструкция блескомера БФ5М-45/0 (рис. 2) несколько отличается от конструкций блескомеров, приведенных на рис. 1: в его головке в верхней части есть отверстие для установки фотоприемника. Благодаря такому расположению можно определять отраженный световой поток под нормальным углом к контролируемой поверхности. Этот световой поток характеризует диффузно отраженный свет и позволяет корректировать показания блеска на светлоту поверхности древесной подложки.



**Рис. 1.** Принципиальная конструктивная схема блескомеров БФ5М-20/20; БФ5М-60/60; БФ5М-85/85: А — тубус с осветителем; Б — тубус с фотодиодом; В — головка блескомера; 1 — блок питания; 2 — светодиод; 3, 9 — линзы; 4 — корпус блескомера; 5 — информационный дисплей; 6 — аналого-цифровой преобразователь; 7 — фотодиод; 8 — диафрагма; 10 — отверстие для измерения отраженного света; 11 — контролируемый образец

**Fig. 1.** Design diagram of the BF5M-20/20 gloss meters; BF5M-60/60; BF5M-85/85: А — tube with illuminator; Б — tube with a photodiode; В — the head of the glossmeter; 1 — power supply; 2 — LED; 3, 9 — lenses; 4 — glossmeter housing; 5 — information display; 6 — analog-to-digital Converter; 7 — photodiode; 8 — aperture; 10 — hole for measuring reflected light; 11 — controlled sample



**Рис. 2.** Принципиальная конструктивная схема блескомера БФ5М-45/0 (усл. обозначения те же, что и на рис. 1; 12 — отверстие для измерения диффузно отраженного света)

**Fig. 2.** Schematic diagram of the BF5M-45/0 bright meter (conventional symbol is the same as in Fig. 1; 12 — is a hole for measuring diffusely reflected light)

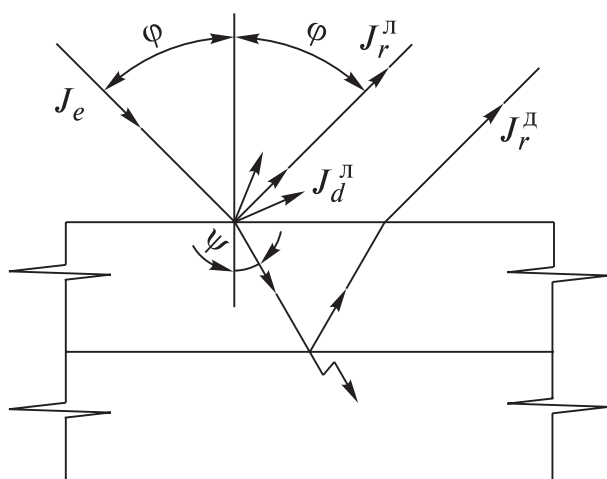


Рис. 3. Схема световых лучей, отраженных лакомым покрытием и поверхностью древесины  
 Fig. 3. Scheme of light rays reflected by varnish and wood surface

Результаты и обсуждение

Используя основные положения фотометрии и схему световых лучей (рис. 3), световой поток  $J$ , отраженный поверхностью покрытия и подложки, можно определить по формуле

$$J = J_r^Л + J_d^Л + J_r^П \tag{1}$$

или

$$J = J_e r e^k + J_e d + J_e (1 - d - r e^k)^2 \tau^{2H} \rho, \tag{2}$$

где  $J_r^Л$  и  $J_d^Л$  — световой поток, соответственно зеркально и диффузно отраженный поверхностью лакового покрытия;

$J_r^П$  — световой поток, отраженный подложкой и прошедший через границу раздела «лаковое покрытие — воздух»;

$J_e$  — падающий световой поток;

$r$  — коэффициент зеркального отражения света полированной поверхностью, образованной из того же материала, что и контролируемая поверхность;

$e$  — основание натуральных логарифмов;

$d$  — коэффициент диффузного отражения света покрытием;

$\tau$  — коэффициент пропускания света лаковым покрытием;

$H$  — толщина лакового покрытия;

$\rho$  — коэффициент отражения света поверхностью подложки.

Преобразования предложенной А. Топорцом формулы [9], выполненные авторами работы [10], позволили для коэффициента  $K$  записать выражение

$$K = -9,7 R_a^2 \frac{\pi \cos^2 \varphi}{2 \lambda^2}, \tag{3}$$

где  $R_a$  — среднее арифметическое отклонение профиля;

$\varphi$  — угол падения света;

$\lambda$  — длина волны падающего света.

Падающий световой поток  $x$  можно определить по формуле

$$J_e = \frac{J_r}{r}, \tag{4}$$

где  $J_r$  — световой поток, зеркально отраженный от контролируемой поверхности.

Коэффициент зеркального отражения света  $r$  можно вычислить по выражению, предложенному О. Френелем:

$$r = 0,5 \left[ \frac{\sin^2(\varphi - \psi)}{\sin^2(\varphi + \psi)} + \frac{\text{tg}^2(\varphi - \psi)}{\text{tg}^2(\varphi + \psi)} \right], \tag{5}$$

где  $\varphi$  — угол падения света;

$\psi$  — угол преломления света.

Согласно закону В. Снеллиуса,

$$\sin \psi = \frac{\sin \varphi}{n}, \tag{6}$$

где  $n$  — показатель преломления света.

Используя формулы (4) — (6), можно определить падающий световой поток  $J_e$ . При этом считаем, что подложка отражает падающие лучи света только с поверхности, т. е. лучи света, прошедшие в подложку, полностью поглощаются. В качестве такой подложки можно рассматривать черную полированную пластинку инфракрасного стекла ИКС-6, являющуюся образцом настройки блескомеров. При показателе преломления ИКС-6 равном 1,567,  $\varphi = 60^\circ$ ,  $\psi = 33^\circ$ ,  $r = 0,1$ . При настройке блескомера на  $J_r = 65$  усл. ед. падающий световой поток составит  $J_e = 65 : 0,1 = 650$  усл. ед.

Зная величину падающего светового потока для различных углов падения — отражения света, можно определить в уравнении (2) произведение  $J_e r$ , коэффициент зеркального отражения  $r$  для лакового покрытия — по уравнению (5) при соответствующих значениях  $n$  и  $\varphi$ .

Используя уравнения (1) — (6) и определенные значения  $J_e r$  для углов падения — отражения света  $20^\circ$ ,  $60^\circ$  и  $85^\circ$ , а также принимая значение  $d = 0$ ,  $\lambda = 0,55$  мкм и  $\tau^{2H} \approx 1$  (условно), световой поток, отраженный поверхностью покрытия и древесиной ( $J_{20}$ ,  $J_{60}$ ,  $J_{85}$ ), можно определить по ниже представленным формулам. Для каждого угла падения — отражения света приведены две формулы на показатели преломления 1,52 и 1,56. Эти значения показателя преломления характеризуют их крайние величины для различных покрытий, приведенные в статьях [11–13]. Формулы определения светового потока, отраженного поверхностью покрытия и древесиной:

$$J_{20}^{1,52} = 56,93 \cdot e^{-44,45R_a^2} + 1324 \cdot (1 - 0,043 \cdot e^{-44,45R_a^2})^2 \cdot \rho; \quad (7)$$

$$J_{20}^{1,56} = 62,74 \cdot e^{-44,45R_a^2} + 1324 \cdot (1 - 0,0473 \cdot e^{-44,45R_a^2})^2 \cdot \rho; \quad (8)$$

$$J_{60}^{1,52} = 59,80 \cdot e^{-12,58R_a^2} + 650 \cdot (1 - 0,092 \cdot e^{-12,58R_a^2})^2 \cdot \rho; \quad (9)$$

$$J_{60}^{1,56} = 63,70 \cdot e^{-12,58R_a^2} + 650 \cdot (1 - 0,098 \cdot e^{-12,58R_a^2})^2 \cdot \rho; \quad (10)$$

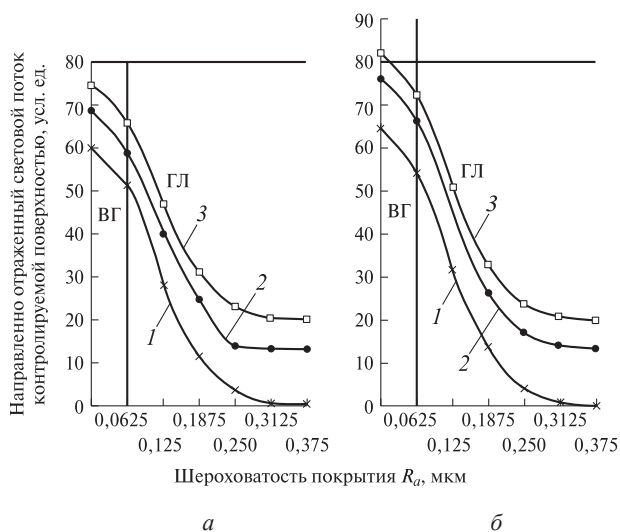
$$J_{85}^{1,52} = 63,85 \cdot e^{-0,38R_a^2} + 104 \cdot (1 - 0,614 \cdot e^{-0,38R_a^2})^2 \cdot \rho; \quad (11)$$

$$J_{85}^{1,56} = 64,27 \cdot e^{-0,38R_a^2} + 104 \cdot (1 - 0,618 \cdot e^{-0,38R_a^2})^2 \cdot \rho. \quad (12)$$

Уравнения (7) — (12) позволяют определить интенсивность направленного отражения светового потока контролируемой поверхности в зависимости от шероховатости покрытий при различных углах падения — отражения света, показателей преломления покрытий и светлоты поверхности древесины. На рис. 4–6 представлены графики, полученные по уравнениям (7) — (12) для углов падения — отражения света 20°, 60° и 85°. Характер графиков для приведенных углов падения — отражения света 20° и 60° одинаков и соответствует значительному уменьшению величины интенсивности отраженного светового потока контролируемой поверхностью с увеличением шероховатости покрытия. Кроме того, чем выше значение светлоты поверхности древесины, тем больше ее влияние на общий отраженный световой поток контролируемой поверхности покрытия. То же относится и к показателю преломления. При большем его значении величина отраженного светового потока становится выше.

Для угла падения — отражения света 85° зависимость направленно отраженного светового потока контролируемой поверхностью от шероховатости покрытия несколько отличается от зависимостей, полученных для углов 20° и 60°. Как следует из рис. 6, графики не имеют такого резкого снижения интенсивности отраженного света с увеличением шероховатости покрытия. Некоторый спад значений наблюдается при шероховатости покрытий более 0,375 мкм. Светлота поверхности древесины и показатель преломления покрытия практически не оказывают влияния на величину общего отраженного светового потока, фиксируемого от контролируемой поверхности покрытия.

На графиках (см. рис. 4–6) приведены также области покрытий по шероховатости их поверхностей. Высокоглянцевые участки находятся в интервале значений шероховатости их поверхностей по параметру  $R_a$  от 0 до 0,0625 мкм, глянцевые — от 0,0625 до 0,375 мкм и матовые в пределах 0,375–0,75 мкм. Указанные интервалы шероховатости поверхностей покрытий и их классификация на высокоглянцевые, глянцевые и



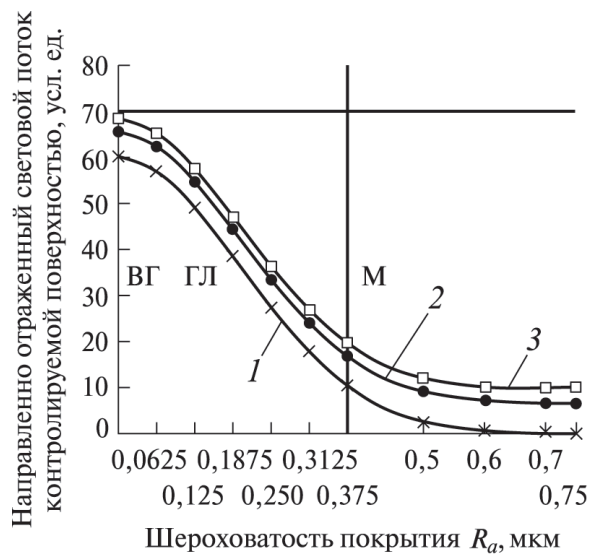
**Рис. 4.** Зависимость направленно отраженного светового потока контролируемой поверхностью от шероховатости покрытия под углом падения — отражения света 20°: показатель преломления покрытия: а — 1,52; б — 1,56; светлота поверхности древесины: 1 — 0 %; 2 — 1 %; 3 — 1,5 %; область покрытий: ВГ — высокоглянцевые; ГЛ — глянцевые

**Fig. 4.** The dependence of the directionally reflected light flux of the controlled surface on the roughness of the coating at an angle of incidence — light reflection of 20°: the refractive index of the coating: а — 1,52; б — 1,56; lightness of wood surface: 1 — 0 %; 2 — 1 %; 3 — 1,5 %; coating area: ВГ — high gloss; ГЛ — sleek

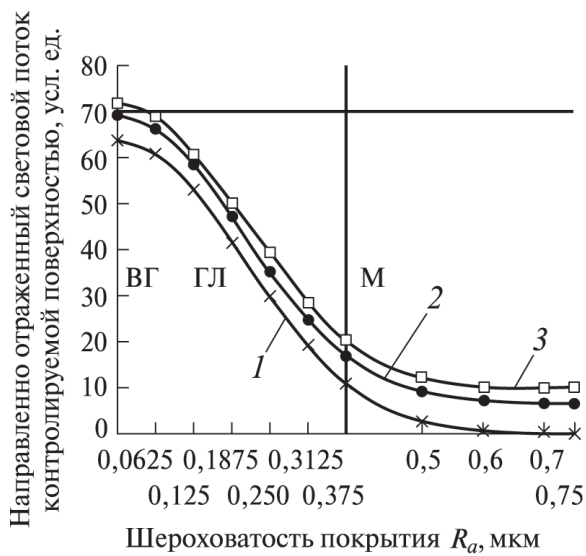
матовые были обоснованы и подробно разобраны в статьях [14, 15].

Используя уравнения (7) — (12), можно оценить влияние светлоты древесины в общем отраженном световом потоке контролируемой поверхности. На рис. 7 приведены графики зависимостей направленно отраженного светового потока подложкой (древесиной) в общем отраженном световом потоке контролируемой поверхностью от шероховатости покрытия. Графики приведены для углов падения — отражения света 20° и 60°. Ранее было определено, что для этих углов падения — отражения света влияние светлоты подложки существенно, а для угла 85° малозначимо.

На рис. 7 видно, что с увеличением шероховатости покрытия снижается его отражательная характеристика и увеличивается влияние светового потока, отраженного древесиной (подложкой) в общем световом потоке, отраженном контролируемой поверхностью. Для угла падения — отражения света 20° такое влияние для высокоглянцевых покрытий составляет 17...28 %, для глянцевых — от 20 до 99 % при различной шероховатости покрытий. На матовых покрытиях такое влияние подложки находится в узких пределах — 99...100 %. Матовые покрытия ввиду значительной шероховатости поверхности обладают



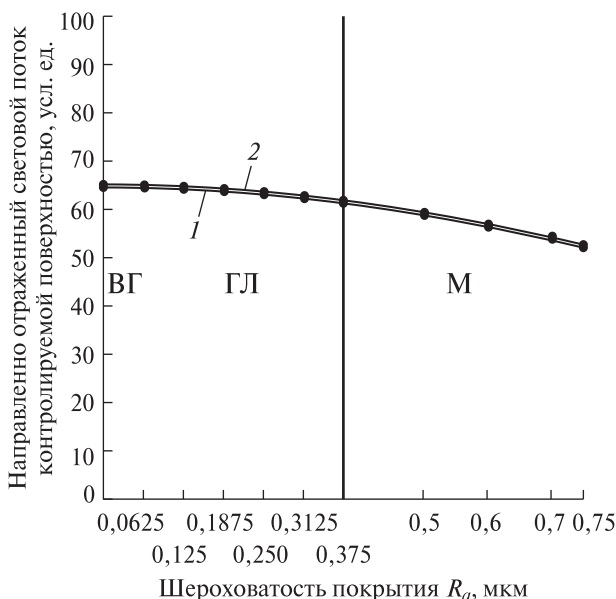
a



б

**Рис. 5.** Зависимость направленно отраженного светового потока контролируемой поверхностью от шероховатости покрытия под углом падения — отражения света 60°: М — матовые покрытия; остальные условные обозначения те же, что и на рис. 4

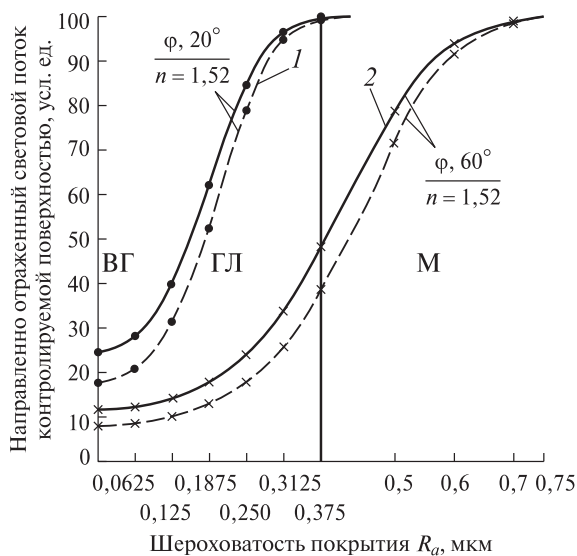
**Fig. 5.** The dependence of the directionally reflected light flux of the controlled surface on the roughness of the coating at an angle of incidence — light reflection of 60°: М — matte coatings; other are the same as in Fig. 4



**Рис. 6.** Зависимость направленно отраженного светового потока контролируемой поверхностью от шероховатости покрытия под углом падения — отражения света 85°. Условные обозначения см. рис. 4

**Fig. 6.** The dependence of the directionally reflected light flux of the controlled surface on the roughness of the coating at an angle of incidence — light reflection of 85°. Conventional symbols see Fig. 4

очень низкой отражательной способностью. Для них характерно, что в общем световом потоке, отраженном контролируемой поверхностью, в пределах от 90 до 99 % преобладает свет, отраженный древесной подложкой.



**Рис. 7.** Зависимость направленно отраженного светового потока подложкой в общем отраженном световом потоке контролируемой поверхностью от шероховатости покрытия: 1 —  $\rho = 1\%$ ; 2 —  $\rho = 1,5\%$ ; остальные условные обозначения те же, что и на рис. 4, 5

**Fig. 7.** The dependence of the directionally reflected light flux by the substrate in the total reflected light flux of the controlled surface on the roughness of the coating: 1 —  $\rho = 1\%$ ; 2 —  $\rho = 1,5\%$ ; other conventional symbols are the same as in Fig. 4, 5

Для угла падения — отражения света 60° влияние светлоты древесной подложки в световом потоке, отраженном контролируемой поверхностью, составит для высокоглянцевых покрытий 8...12, для глянцевых — 10...47, и матовых —

37...100 % при различной шероховатости поверхности покрытий.

Обращают на себя внимание графики (рис. 8) зависимостей направленно отраженного светового потока контролируемой поверхностью под углом падения — отражения света  $5^\circ$ . Выбор угла неслучаен, так как этот угол практически приближается к нормальному углу падения — отражения света, при котором возможна фиксация диффузно отраженного света от контролируемой поверхности покрытия с учетом светового потока, отраженного от подложки. Из сравнения кривых 3 и 4 при светлоте 0 %, следует, что изменения направленно отраженного светового потока при различной шероховатости покрытия незначительно различаются при различных значениях показателя преломления покрытий (1,52 и 1,56). Это характерно для высокоглянцевых и глянцевых покрытий, т. е. изменение показателя преломления высокоглянцевых и глянцевых покрытий от 1,52 до 1,56 при различной шероховатости увеличивает показания блескомеров приблизительно на 10 %. Для матовых покрытий такое изменение показаний блескомеров вследствие увеличения показателя преломления покрытий от 1,52 до 1,56 находится в пределах ошибки измерения.

Существенное влияние на показания блескомеров оказывает светлота поверхности подложки (древесины). При одинаковых значениях показателей преломления, например 1,52 или 1,56, но при различной светлоте подложки, например 0 и 1,0 % или 0 и 1,5 %, существенно изменяются значения направленно отраженного светового потока контролируемой поверхностью (см. рис. 4, 5).

Проведен сравнительный анализ значений блеска высокоглянцевых и глянцевых покрытий под углом падения — отражения света  $20^\circ$  и высокоглянцевых, глянцевых и матовых покрытий под углом падения — отражения света  $60^\circ$  при различных значениях шероховатости, показателей преломления покрытий и светлоты.

Ранее [16–20] была установлена зависимость коэффициента отражения света древесиной ( $\rho$ , %) от диффузного отражения контролируемой поверхности ( $D_0$ , усл. ед.) вида

$$\rho = D_0 / 57. \quad (13)$$

Диффузное отражение света  $D_0$  определяется блескомером с углом падения  $45^\circ$  и углом отражения  $0^\circ$  (см. рис. 2). Зная величину  $\rho$  (1 или 1,5 %) можно определить значение  $D_0$ . При  $\rho = 1$  %  $D_0$  составит 57 усл. ед., а при  $\rho = 1,5$  %  $D_0$  будет равно 85,5 усл. ед. Используя значения  $D_0$  при различной светлоте древесины, скорректируем блеск (Б) покрытий для углов падения — отражения света  $20^\circ$  и  $60^\circ$  по формулам

$$B_{20} = R_{20}^p - 0,2D_0, \quad (14)$$

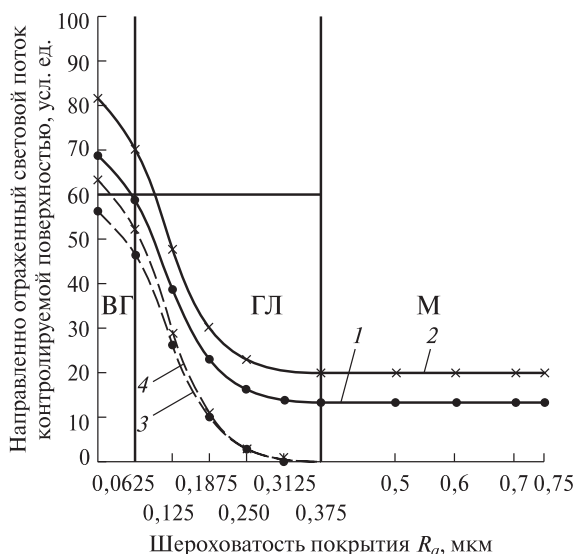


Рис. 8. Зависимость направленно отраженного светового потока контролируемой поверхностью от шероховатости покрытия под углом падения — отражения света  $5^\circ$ : 1 —  $n = 1,52$ ,  $\rho = 1,0$  %; 2 —  $n = 1,56$ ,  $\rho = 1,5$  %; 3 —  $n = 1,52$ ,  $\rho = 0$  %; 4 —  $n = 1,56$ ,  $\rho = 0$  %. Остальные условные обозначения см. рис. 4, 5

Fig. 8. The dependence of the directionally reflected light flux of the controlled surface on the roughness of the coating at an angle of incidence — light reflection of  $5^\circ$ : 1 —  $n = 1,52$ ,  $\rho = 1,0$  %; 2 —  $n = 1,56$ ,  $\rho = 1,5$  %; 3 —  $n = 1,52$ ,  $\rho = 0$  %; 4 —  $n = 1,56$ ,  $\rho = 0$  %. Other conventional symbols see Fig. 4, 5

$$B_{60} = R_{60}^p - 0,1D_0, \quad (15)$$

где  $R_{20}^p$  и  $R_{60}^p$  — направленно отраженный световой поток контролируемой поверхностью покрытия под углом падения — отражения света соответственно  $20^\circ$  и  $60^\circ$  при определенной светлоте поверхности древесины.

Значения блеска  $B_{20}$  и  $B_{60}$ , скорректированные на светлоту древесины, сравним со значениями направленно отраженного светового потока контролируемой поверхностью покрытия при светлоте древесины 0 %. Из табл. 1 следует, что для высокоглянцевых покрытий ( $R_a < 0,0625$  мкм) относительная ошибка составляет менее 5 %. Близкие к высокоглянцевым глянцевые покрытия ( $R_a < 0,125$  мкм) имеют относительную ошибку более 5 %, но менее 7,06 %. Более шероховатые покрытия имеют относительную ошибку более 10 %.

Отсюда блескомер с углом падения — отражения света  $20^\circ$  можно рекомендовать для аттестации по блеску с коррекцией показаний на светлоту древесины для высокоглянцевых покрытий.

Аналогичны расчеты (табл. 2) для угла падения — отражения света  $60^\circ$ . Блескомер с таким его значением можно использовать для аттестации по блеску высокоглянцевых ( $R_a < 0,0625$  мкм) и глянцевых ( $0,0625 < R_a < 0,375$  мкм) покрытий.

Т а б л и ц а 1

**Величина блеска высокоглянцевых и глянцевых покрытий под углом падения — отражения света 20° при различных значениях шероховатости, показателя преломления покрытий и светлоты поверхности древесины**  
**The gloss value of high-gloss and glossy coatings at an angle of incidence— light reflection of 20 ° at various values of roughness, refractive index of coatings and lightness of the wood surface**

Шероховатость поверхности покрытия $R_a$ , мкм	Показатель преломления покрытия	Направленно отраженный световой поток контролируемой поверхностью покрытия под углом 20° ( $R_{20}^p$ ) (усл. ед.) при светлоте поверхности древесины $\rho$ , %			Блеск покрытия $B_{20} = R_{20}^p - 0,2D_0$ , (усл. ед.), скорректированный на светлоту поверхности древесины для $\rho$ , %		Относительная ошибка $\Delta = \frac{R_{20}^o - B_{20}}{R_{20}^o} \cdot 100\%$ при светлоте поверхности древесины $\rho$ , %	
		0	1,0	1,5	1,0	1,5	1,0	1,5
		0	1,52	59,8	68,53	74,65	57,13	57,55
	1,56	62,74	76,30	82,31	64,90	65,21	-3,44	-3,93
0,0625	1,52	47,39	59,74	65,92	48,34	48,82	-2,0	-3,01
	1,56	54,05	66,27	72,39	54,87	55,29	-1,51	-2,29
0,125	1,52	28,17	40,89	47,26	29,49	30,16	-4,68	-7,06
	1,56	32,13	44,78	51,10	33,38	34,0	-3,89	-5,82
0,1875	1,52	11,88	24,92	31,44	13,52	14,34	-13,8	-20,7
	1,56	13,56	26,57	33,07	15,17	15,97	-11,87	-17,7
0,25	1,52	3,55	13,99	23,36	2,59	6,26	+27,04	-76,3
	1,56	4,04	17,23	23,83	5,83	6,73	-44,3	-65,5

Т а б л и ц а 2

**Величина блеска высокоглянцевых, глянцевых и матовых покрытий под углом падения — отражения света 60° при различных значениях шероховатости, показателе преломления покрытий и светлоты поверхности древесины**  
**The gloss value of high-gloss, sleek and matte coatings at an incidence angle of 60 ° light reflection at various roughness values, refractive index of coatings and lightness of wood surface**

Шероховатость поверхности покрытия $R_a$ , мкм	Показатель преломления покрытия	Направленно отраженный световой поток контролируемой поверхностью покрытия под углом 60° ( $R_{60}^p$ ) (усл. ед.) при светлоте поверхности древесины $\rho$ , %			Блеск покрытия $B_{60} = R_{60}^p - 0,1D_0$ , (усл. ед.), скорректированный на светлоту поверхности древесины для $\rho$ , %		Относительная ошибка $\Delta = \frac{R_{60}^o - B_{60}}{R_{60}^o} \cdot 100\%$ при светлоте поверхности древесины $\rho$ , %	
		0	1,0	1,5	1,0	1,5	1,0	1,5
		0	1,52	59,8	65,5	68,7	59,8	60,15
	1,56	63,7	69,57	72,21	63,87	63,66	-0,26	+0,06
0,0625	1,52	57,26	62,77	65,52	57,07	56,97	+0,33	+0,50
	1,56	61,19	66,52	69,19	60,82	60,64	+0,60	+0,89
0,125	1,52	49,44	54,98	57,75	49,28	49,20	+0,32	+0,48
	1,56	52,83	58,31	61,05	52,61	52,50	+0,41	+0,62
0,1875	1,52	38,73	44,47	47,34	38,77	38,79	-0,10	-0,15
	1,56	41,39	47,08	49,93	41,38	41,38	+0,02	+0,02
0,25	1,52	27,54	33,48	36,47	27,78	27,92	-0,87	-1,37
	1,56	29,44	35,36	38,32	29,66	29,77	-0,74	-1,12
0,3125	1,52	17,74	23,88	26,95	18,18	18,40	-2,48	-3,72
	1,56	18,96	25,08	28,14	19,38	19,59	-2,21	-3,32
0,375	1,52	10,28	16,56	19,71	10,86	11,16	-5,64	-8,56
	1,56	10,99	17,26	20,40	11,56	11,85	-5,18	-7,82
0,5	1,52	2,58	9,01	12,23	3,31	3,68	-28,29	-42,63
	1,56	2,76	9,19	12,41	3,49	3,86	-26,44	-39,85
0,6	1,52	0,6	7,07	10,31	1,37	1,76	-128,3	-193,3
	1,56	0,64	7,11	10,35	1,41	1,8	-120,3	-181,25



На матовых покрытиях ( $R_a > 0,375$  мкм) относительная ошибка составляет более 28 %, что говорит о нецелесообразности использования его для аттестации по блеску этих покрытий.

Для матовых покрытий предлагается использовать блескомер с углом падения — отражения света  $85^\circ$ . Прямые измерения блеска на матовых покрытиях с помощью блескомера на угол  $85^\circ$  не требуют коррекции его показаний на светлоту древесины (см. рис. 6).

## Выводы

Ранее выполненные работы, относящиеся к разработке методов определения блеска прозрачных лаковых покрытий на древесине и древесных материалах и предлагаемые в настоящее время в отечественной и зарубежной практике приборы и методы для этой цели, позволяют предлагать необходимость пересмотра государственного стандарта ГОСТ 16143–81. Для пересмотра следует использовать методики определения блеска покрытий в гармонизации с известными методами из мировой практики.

Блескомеры с углами падения — отражения света  $20^\circ$ ,  $60^\circ$  и  $85^\circ$  можно использовать для определения блеска различного вида покрытий из разряда высокоглянцевых, глянцевых и матовых.

Важно учитывать особенности определения блеска покрытий, сформированных на древесине и древесном материале. Блескомеры с углом падения — отражения света  $20^\circ$  и  $60^\circ$  будут фиксировать на фотоприемнике не только лучи света, отраженные поверхностью покрытия, но и свет, прошедший толщину прозрачной лаковой пленки и отраженный поверхностью древесины. Чем светлее древесина, тем больше вносимый световой поток, отраженный от ее поверхности, при прочих равных условиях состояния контролируемых покрытий. Отсюда возникает необходимость корректирования показаний блескомеров на светлоту древесины.

## Список литературы

[1] Рыбин Б.М. Разработка метода контроля степени матовости прозрачных лаковых покрытий // Науч. тр. МЛТИ, 1980. Вып. 124. С. 107–111.  
 [2] Буглай Б.М., Рыбин Б.М. О методах оценки блеска матированных покрытий // Деревообрабатывающая промышленность, 1981. № 10. С. 2–5.  
 [3] Рыбин Б.М. Исследование возможностей применения щуповых методов для оценки матовых покрытий // Науч. тр. МЛТИ, 1980. Вып. 117. С. 57–61.  
 [4] Буглай Б.М., Рыбин Б.М. Древесина. Метод определения степени матовости прозрачных лаковых покрытий. РТМ. М.: ВПКТИМ, 1981. 18 с.

[5] Буглай Б.М., Рыбин Б.М. Древесина. Метод определения степени матовости прозрачных лаковых покрытий. Методические рекомендации. М.: МЛТИ, 1983. 18 с.  
 [6] Рыбин Б.М. Исследование влияния светлоты подложки на показания прибора ФБ-2 при оценке блеска зеркальных лаковых покрытий // Науч. тр. МЛТИ, 1981. Вып. 140. С. 39–42.  
 [7] Рыбин Б.М. Исследование влияния светлоты подложки на показания фотоэлектрических блескомеров при оценке блеска прозрачных лаковых покрытий // Тез. докл. науч.-техн. конф.: «Перспективные материалы, конструкции и технологии в производстве мебели и строительных изделий». Стара Загора, Болгария, 1988. С. 25.  
 [8] Онегин В.И. Свойства древесины, учитываемые при формировании защитно-декоративных покрытий древесины и древесных материалов // Изв. высших учеб. заведений. Лесной журнал, 2015. № 6 (348). С. 116–127.  
 [9] Топорец А.С. Фотометрический метод определения средней высоты микронеровностей шероховатой поверхности // Оптико-механическая промышленность, 1969. № 6. С. 60–64.  
 [10] Рыбин Б.М. Совершенствование технологических процессов формирования прозрачных матовых покрытий на древесине: Автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.21.05. Москва, 1998. 46 с.  
 [11] Рыбин Б.М., Жуков Е.В. Методические указания на метод определения показателя преломления прозрачных лаковых покрытий для древесины. М.: МЛТИ, 1984. 16 с.  
 [12] Рыбин Б.М., Жуков Е.В. Метод определения показателя преломления прозрачных лаковых покрытий // Деревообрабатывающая промышленность, 1984. № 7. С. 9–10.  
 [13] Рыбин Б.М. Технология и оборудование защитно-декоративных покрытий древесины и древесных материалов. М.: МГУЛ, 2003. 568 с.  
 [14] Мелешко А.В., Романова С.С. Влияние шероховатости поверхности изделий из хвойной древесины на блеск лакокрасочных покрытий // Актуальные проблемы лесного комплекса, 2007. № 20. С. 121–123.  
 [15] Онегин В.И. Свойства древесины, учитываемые при формировании защитно-декоративных покрытий древесины и древесных материалов // Изв. высших учеб. заведений. Лесной журнал, 2015. № 6 (348). С. 116–127.  
 [16] Рыбин Б.М. Оценка блеска прозрачных лаковых покрытий // Изв. высших учеб. заведений. Лесной журнал, 1990. № 6. С. 53–58.  
 [17] Завражнова И.А. Метод оценки блеска защитно-декоративных покрытий на древесине и древесных подложках // Науч. тр. МГУЛ, 2010. Вып. 349. С. 55–62.  
 [18] Рыбин Б.М. Об оценке блеска поверхностей ламинированных древесностружечных плит // Науч. тр. МЛТИ, 1984. Вып. 161. С. 82–84.  
 [19] Рыбин Б.М., Завражнова И.А. К вопросу оценки блеска прозрачных лаковых покрытий на древесине // Тез. докл. конф., посвященной 50-летию Факультета технологии деревообработки ВГЛТА «Современные технологические процессы получения материалов и изделий из древесины», Воронеж, 17–21 мая 2010 г. Воронеж: ВГЛТА, 2010. С. 98–108.  
 [20] Завражнова И.А. Метод оценки и разработка нормативов блеска защитно-декоративных покрытий на древесине и древесных материалах: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.21.05. Москва, 2016. 21 с.

## Сведения об авторах

**Рыбин Борис Матвеевич** — д-р техн. наук, профессор МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), rybin@mgul.ac.ru

**Завражнова Ирина Анатольевна** — канд. техн. наук, доцент МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), zavrazhnova@mgul.ac.ru

**Рыбин Дмитрий Борисович** — технолог ООО «Тимберланд», wood@yandex.ru

Поступила в редакцию 20.01.2020.

Принята к публикации 17.02.2020.

## METHOD STANDARDIZATION FOR DETERMINING GLOSS OF TRANSPARENT LAQUERED COATINGS ON WOOD AND WOOD MATERIALS

**B.M. Rybin<sup>1</sup>, I.A. Zavrazhnova<sup>1</sup>, D.B. Rybin<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>BMSTU (Mytishchi branch), 1, 1st Institutskaya st., 141005, Mytishchi, Moscow reg., Russia

<sup>2</sup>Timberland LLC, 10, Severnaya St., 141805, Dmitrovsky District, working village Nekrasovsky, Moscow reg., Russia

rybin@mgul.ac.ru

As the basis for the state standard to determine the gloss of high-gloss, sleek and matte coatings the ISO 2813: 2014 standard was used. It provides for the use of gloss meters with different incidence-reflection angles of 20°, 60° and 85°. It is known that when determining the gloss of coatings on a wood substrate, it is necessary to correct the readings of the gloss meters on the lightness of wood. This is due to the fact that not only light rays reflected by the surface of the controlled coating, but also rays transmitted through the transparent coating and reflected by the wood substrate, fall on the photodetector. The greater the lightness of the surface of the wood, the higher the readings of the glossmeter, all other things being equal, the condition of the surfaces of the controlled coatings. In order to measure the influence of lightness of the wood surface, it is proposed to use a glossmeter with an incidence-reflection angle of light of 45° in the standard being developed. Using it, it will be possible to determine the diffuse component of the reflected light from the surface of the wood and to correct the readings of the gloss meters on it. For a glossmeter with an incidence-reflection angle of light of 20°, used to determine the gloss of high-gloss coatings, such a correction of the readings will be 20 % of the diffuse component. For the 60° gloss meter used to determine the gloss of glossy coatings, the readings will be corrected to 10 % of the diffuse component. A gloss meter at an angle of 85° is proposed for assessing the gloss of matte coatings. Its readings are not corrected for the lightness of wood, because at this angle of incidence-reflection of light, the magnitude of the diffuse component from wood is negligible. The unification of the methods for determining the gloss of transparent coatings, the use of equivalent gloss meters, as well as the detailed study of factors affecting the accuracy of instrumentation assessment, makes the proposed state standard competitive in both domestic and foreign practice for assessing the quality of coatings by the gloss of surfaces on parts, assemblies and wood products and wood materials.

**Keywords:** gloss of coating, lightness of wood, standardization of the method

**Suggested citation:** Rybin B.M., Zavrazhnova I.A., Rybin D.B. *K voprosu standartizatsii metoda opredeleniya bleska prozrachnykh lakovykh pokrytiy na drevesine i drevesnykh materialakh* [Method standardization for determining gloss of transparent laquered coatings on wood and wood materials]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2020, vol. 24, no. 2, pp. 57–67. DOI: 10.18698/2542-1468-2020-2-57-67

## References

- [1] Rybin B.M. *Razrabotka metoda kontrolya stepeni matovosti prozrachnykh lakovykh pokrytiy* [Development of a method for controlling the degree of haze of transparent varnish coatings] *Nauchn. tr. MLTI [Scientific works of MLTI]*, 1980, iss. 124, pp. 107–111.
- [2] Buglay B.M., Rybin B.M. *O metodakh otsenki bleska matirovannykh pokrytiy* [On methods for assessing the gloss of matte coatings] *Derevoobrabatyvayushchaya promyshlennost' [Woodworking industry]*, 1981, no. 10, pp. 2–5.
- [3] Rybin B.M. *Issledovanie vozmozhnostey primeneniya shchupovykh metodov dlya otsenki matovykh pokrytiy* [Study of the possibilities of using stylus methods to assess matte coatings] *Nauchn. tr. MLTI [Scientific works of MLTI]*, 1980, iss. 117, pp. 57–61.
- [4] Buglay B.M., Rybin B.M. *Drevesina. Metod opredeleniya stepeni matovosti prozrachnykh lakovykh pokrytiy. RTM* [Wood. Method for determining the degree of haze of transparent varnish coatings. RTM]. Moscow: VPKTIM, 1981, 18 p.
- [5] Buglay B.M., Rybin B.M. *Drevesina. Metod opredeleniya stepeni matovosti prozrachnykh lakovykh pokrytiy. Metodicheskie rekomendatsii* [Wood. Method for determining the degree of haze of transparent varnish coatings. Guidelines]. Moscow: MLTI, 1983, 18 p.

- [6] Rybin B.M. *Issledovanie vliyaniya svetloty podlozhki na pokazaniya pribora FB-2 pri otsenke bleska zerkal'nykh lakovykh pokrytiy* [Investigation of the influence of the substrate lightness on the readings of the FB-2 device when evaluating the gloss of mirror varnish coatings] Nauchn. tr. MLTI [Scientific works of MLTI], 1981, iss. 140, pp. 39–42.
- [7] Rybin B.M. *Issledovanie vliyaniya svetloty podlozhki na pokazaniya fotoelektricheskikh bleskomerov pri otsenke bleska prozrachnykh lakovykh pokrytiy* [Investigation of the influence of the substrate lightness on the readings of photoelectric gloss meters in assessing the gloss of transparent varnish coatings] Tezisy докладov nauchn.-tekhn. konferentsii: «Perspektivnyye materialy, konstruksii i tekhnologii v proizvodstve mebeli i stroitel'nykh izdeliy» [Abstracts of scientific and technical reports. Conference: «Promising materials, structures and technologies in the manufacture of furniture and building and construction products»]. Stara Zagora, Bulgaria, 1988, p. 25.
- [8] Onegin V.I. *Svoystva drevesiny, uchityvaemye pri formirovani zashchitno-dekorativnykh pokrytiy drevesiny i drevesnykh materialov* [Properties of wood, taken into account when forming protective and decorative coatings of wood and wood materials]. Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Lesnoy zhurnal [News of higher educational institutions. Forest Journal], 2015, no. 6 (348), pp. 116–127.
- [9] Toporets A.S. *Fotometricheskyy metod opredeleniya sredney vysoty mikronerovnostey sherokhovatoy poverkhnosti* [Photometric method for determining the average height of microroughnesses of a rough surface]. Optikomekhanicheskaya promyshlennost' [Optomechanical Industry], 1969, no. 6, pp. 60–64.
- [10] Rybin B.M. *Sovershenstvovanie tekhnologicheskikh protsessov formirovaniya prozrachnykh matovykh pokrytiy na drevesine* [Improvement of technological processes for the formation of transparent matte coatings on wood]. Abstract. Dis. ... Dr. Sci. (Tech.). 05.21.05. Moscow, 1998, 46 p.
- [11] Rybin B.M., Zhukov E.V. *Metodicheskie ukazaniya na metod opredeleniya pokazatelya prelomleniya prozrachnykh lakovykh pokrytiy dlya drevesiny* [Guidelines for the method of determining the refractive index of transparent lacquer coatings for wood]. Moscow: MLTI, 1984, 16 p.
- [12] Rybin B.M., Zhukov E.V. *Metod opredeleniya pokazatelya prelomleniya prozrachnykh lakovykh pokrytiy* [The method of determining the refractive index of transparent varnish coatings]. Derevoobrabatyvayushchaya promyshlennost' [Woodworking industry], 1984, no. 7, pp. 9–10.
- [13] Rybin B.M. *Tekhnologiya i oborudovanie zashchitno-dekorativnykh pokrytiy drevesiny i drevesnykh materialov* [Technology and equipment of protective and decorative coatings of wood and wood materials]. Moscow: MGUL, 2003, 568 p.
- [14] Meleshko A.V., Romanova S.S. *Vliyaniye sherokhovatosti poverkhnosti izdeliy iz khvoynoy drevesiny na blesk lakokrasochnykh pokrytiy* [The effect of surface roughness of coniferous wood products on the luster of coatings] Aktual'nye problemy lesnogo kompleksa [Actual problems of the forest complex], 2007, no. 20, pp. 121–123.
- [15] Onegin V.I. *Svoystva drevesiny, uchityvaemye pri formirovani zashchitno-dekorativnykh pokrytiy drevesiny i drevesnykh materialov* [Properties of wood, taken into account when forming protective and decorative coatings of wood and wood materials] Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Lesnoy zhurnal [News of higher educational institutions. Forest Journal], 2015, no. 6 (348), pp. 116–127.
- [16] Rybin B.M. *Otsenka bleska prozrachnykh lakovykh pokrytiy* [Gloss estimation of transparent varnish coatings] Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Lesnoy zhurnal [News of higher educational institutions. Forest Journal], 1990, no. 6, pp. 53–58.
- [17] Zavrazhnova I.A. *Metod otsenki bleska zashchitno-dekorativnykh pokrytiy na drevesine i drevesnykh podlozhkakh* [Method for assessing the gloss of protective and decorative coatings on wood and wood substrates] Nauchn. tr. MSFU [Scientific works of MSFU], 2010, iss. 349, pp. 55–62.
- [18] Rybin B.M. *Ob otsenke bleska poverkhnostey laminirovannykh drevesnostruzhechnykh plit* [About the gloss of surfaces of laminated chipboards] Nauchn. tr. MLTI [Scientific works of MLTI], 1984, no. 161, pp. 82–84.
- [19] Rybin B.M., Zavrazhnova I.A. *K voprosu otsenki bleska prozrachnykh lakovykh pokrytiy na drevesine* [On the issue of assessing the gloss of transparent varnish coatings on wood]. Tezisy konferentsii, posvyashchennoy 50-letiyu fakul'teta tekhnologii derevoobrabotki VGLTA «Sovremennyye tekhnologicheskie protsessy polucheniya materialov i izdeliy iz drevesiny» [Abstracts of the conference dedicated to the 50th anniversary of the VGLTA Faculty of Woodworking Technology «Modern Technological Processes for the Production of Wood Materials and Products»], Voronezh, May 17–21, 2010. Voronezh: VGLTA, 2010, pp. 98–108.
- [20] Zavrazhnova I.A. *Metod otsenki i razrabotka normativov bleska zashchitno-dekorativnykh pokrytiy na drevesine i drevesnykh materialakh* [Method of assessment and development of gloss standards for protective and decorative coatings on wood and wood materials]. Abstract. Dis. ... Sci. (Tech.). 05.21.05. Moscow, 2016, 21 p.

## Author's information

**Rybin Boris Matveevich** — Dr. Sci. (Tech.), Professor of the BMSTU (Mytishchi branch), rybin@mgul.ac.ru

**Zavrazhnova Irina Anatolievna** — Cand. Sci. (Tech.), Associate Professor of the BMSTU (Mytishchi branch), zavrazhnova@mgul.ac.ru

**Rybin Dmitry Borisovich** — Technologist of Timberland LLC, wood@yandex.ru

Received 20.01.2020.

Accepted for publication 17.02.2020.