

УДК 745.51

М.М. Черных, В.В. Сергеева

Ижевский государственный технический университет

Черных Михаил Михайлович родился в 1946 г., окончил в 1969 г. Ижевский механический институт, доктор технических наук, декан факультета рекламы и дизайна, профессор кафедры технологии промышленной и художественной обработки материалов Ижевского государственного технического университета. Имеет 160 научных работ, в том числе по тематике деревообработки.
Тел.: (3412) 59-96-82



Сергеева Вера Владимировна родилась в 1984 г., окончила в 2006 г. Ижевский государственный технический университет, аспирант, инженер кафедры технологии промышленной и художественной обработки материалов ИжГТУ. Имеет 6 научных работ в области деревообработки.
E-mail: bazilevdkihvv@rambler.ru



ИМИТАЦИЯ СОСТАРЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ ЗА СЧЕТ ОБРАБОТКИ ЕЕ ПОВЕРХНОСТИ ЩЕТОЧНЫМИ ИНСТРУМЕНТАМИ

Установлено влияние параметров инструмента и режимов обработки вращающимися щетками на эстетические свойства фактуры древесины различных пород.

Ключевые слова: имитация поверхности, состаренная древесина, эстетические свойства, обработка, вращающиеся щетки.

При обработке вращающимися щетками происходит неравномерное истирание поверхности древесины: в большей мере выбирается более мягкая ранняя древесина годичного слоя, в меньшей – более твердая поздняя. В результате этого на поверхности древесины образуется уникальный рельефный рисунок, имитирующий состаренную древесину. Текстурированную таким образом древесину успешно используют при изготовлении мебели, строительных элементов, вывесок, сувениров, предметов интерьера и др. [5, 6].

Применяемые в настоящее время альтернативные щеткам технологии имеют некоторые недостатки. Так, естественное старение не обеспечивает высоких эстетических свойств поверхности и весьма длительно, способ травления экологически не безопасен, а воздушно-абразивная обработка менее производительна и, кроме того, не пригодна для декорирования длинномерных строительных элементов и погонажных изделий из-за ограниченных размеров рабочей камеры воздушно-абразивных установок.

Использование на практике обработки поверхности древесины вращающимися щетками в целях имитации эффекта старения в значительной мере сдерживается отсутствием сведений об эстетических свойствах получаемой фактуры и влиянии на них технологических факторов.

Эстетическими свойствами фактуры древесины являются рельефность, блеск и рисунок [1, 2, 9]. По степени рельефности выделяют [9, 10]

две группы фактур ровную и рельефную, а в каждой группе – две подгруппы: гладкую и шероховатую. В работе [8] показано, что поверхность древесины в зависимости от породы и вида среза воспринимается рельефной при значениях параметра шероховатости $Rm_{max} > 50 \dots 150$ мкм. Нами установлено, что эстетическая выразительность фактуры, получаемой обработкой щетками, достигается при $Rm_{max} > 400$ мкм, поэтому фактуру текстурированной древесины можно отнести к рельефной группе.

Цель наших исследований – установить влияние породы древесины, материала щеток и режима резания на эстетические свойства поверхности древесины, обработанной щеточными инструментами.

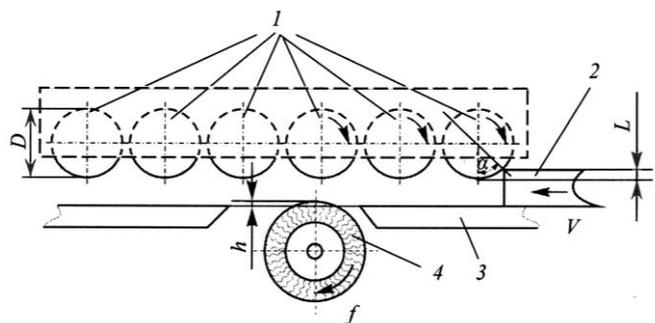
В качестве объектов исследования были выбраны следующие древесные породы: хвойные – сосна и ель; лиственные кольцесосудистые – дуб; лиственные рассеянососудистые – липа и береза. Влажность древесины в эксперименте – 8...12 % (комнатно-сухая). Для анализа влияния влажности также использовали древесину свежесрубленной сосны влажностью 71 %. Размеры образцов – 1000×100×20...40 мм. Шероховатость не превышала 100 мкм. Естественный рисунок на поверхностях образцов соответствовал тангенциальному и радиальному распилам. В качестве инструмента использованы щетки металлические и синтетические с полимер-абразивным и нейлоновым ворсом. Для формообразования рельефа (черновая обработка) применяли металлические щетки, для устранения микронеровностей на рельефе (чистовая обработка) – синтетические. Параметры щеток производства фирмы «Osborn» (Германия) представлены в таблице.

Материал ворса	Диаметр ворса d , мм	Плотность набивки P , ворс./см ²	Вылет ворса, мм	Диаметр щетки D , мм	Диаметр отверстия $d_{отв}$, мм	Длина щетки S , мм
Сталь	0,35	156,0 *	30	150	32	140
		57,0**	30			
	0,20	107,5	30			
	0,50	56,8	24			
Полимер-абразив	1,00	20,0	15			
Нейлон	0,60	61,2	32			

* Далее по тексту – жесткая щетка.

** Далее по тексту – мягкая щетка.

Рис. 1. Схема обработки заготовки: 1 – ролики автоподатчика; 2 – заготовка; 3 – рабочий стол; 4 – щетка



Для проведения исследований была разработана экспериментальная установка на основе модернизированного деревообрабатывающего станка

КСМ, дополнительно оснащенного автоподатчиком STEFF 2068 (рабочая поверхность роликов которого покрыта слоем резины) и частотным преобразователем Toshiba VF-S11. Также был расширен рабочий стол и увеличено в нем отверстие под инструмент.

Схема обработки представлена на рис. 1, где h – выход щетки над плоскостью стола, мм; V – подача заготовки, м/мин; f – частота вращения инструмента, об/мин; α – угол захвата заготовки валком автоподатчика, град; L – заглубление валков автоподатчика относительно верхней плоскости заготовки, мм.

Исследовали как макронеровности обработанной поверхности – глубину рельефа (Rm_{\max}), так и микронеровности – шероховатость на рельефе (Rm'_{\max}). Параметры Rm_{\max} и Rm'_{\max} определяли по стандартным методикам [3, 4]. Глубину рельефа измеряли индикаторным глубиномером ГИ-100, шероховатость – двойным микроскопом Линника МИС-11.

Поскольку из эстетических свойств фактуры инструментально можно определить только рельефность (отсутствуют методики инструментального определения блеска поверхностей со сложным рельефом и текстурой), эстетичность определяли путем визуального восприятия с использованием метода экспертных оценок, отмечая отчетливо выраженный рельеф, соответствующий текстурному рисунку древесины, слабо выраженный рельеф, а также наличие дефектов фактуры.

Установлено, что эстетическая выразительность рельефа зависит от породы древесины, а именно от соотношения плотностей поздней и ранней древесины годовичного слоя. Лучшие результаты получены для древесины сосны (рис. 2, а), имеющей соотношение плотностей 2,24, более низкие – для древесины дуба (рис. 2, б) с соотношением плотностей 1,40. На древесине березы, имеющей соотношение 1,10, рельеф, соответствующий текстурному рисунку тангенциального распила, не выражен (рис. 2, в). Поскольку наиболее высокие эстетические свойства при обработке щетками приобретает сосна, влияние инструмента и элементов режима резания изучали на этой породе древесины. Выявлено, что обработка влажной древесины ведет к появлению мшистости и ворсистости (рис. 2, г).

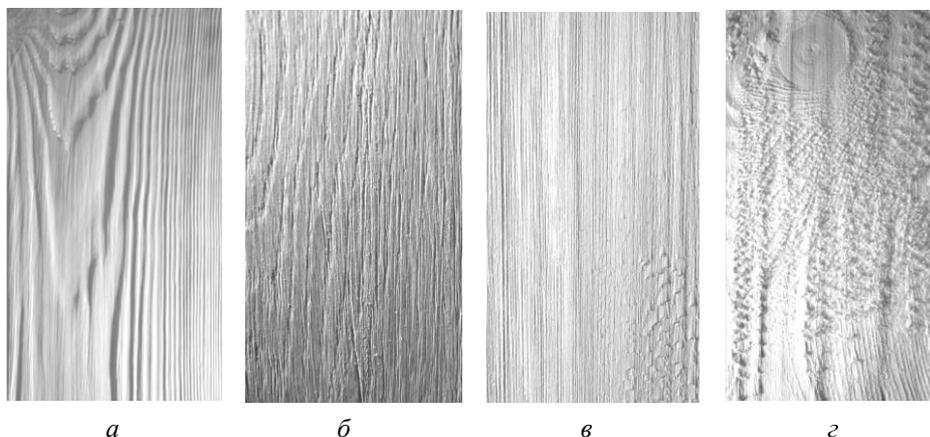


Рис. 2. Вид рельефного текстурного рисунка после обработки древесины щетками на тангенциальном срезе: а – сосна; б – дуб; в – береза; г – свежесрубленная сосна

Влияние выхода инструмента h представлено на рис. 3, *а*. С увеличением этого показателя глубина рельефа сначала возрастает, достигая наибольшей величины, дальнейшее увеличение h приводит к уменьшению глубины рельефа из-за истирания поздней древесины, образуются подпалины [7].

Наиболее высокие эстетические свойства рельефа с отчетливо выраженным текстурным рисунком соответствуют средней части линии 1, т.е. значениям h , изменяющимся в диапазоне от 0,7 до 1,3 мм. В начале кривой 1 (пунктирный участок) рельеф выражен слабо, а в конце (следующий пунктирный участок) рисунок текстуры нарушается из-за истирания (разрушения) поздней древесины и образования подпалин.

Характер зависимости глубины рельефа от величины выхода инструмента сохраняется независимо от жесткости металлической щетки (рис. 3, *б*). Установлено, что щетки с диаметром ворса 0,5 мм чрезмерно жесткие и не дают положительных результатов из-за истирания поздней древесины. Наиболее глубокий рельеф без дефектов получен при использовании мягких щеток. Наиболее высокие эстетические свойства древесины сосны, обработанной металлическими щетками, имеют место в диапазоне глубин рельефа от 400 до 1200 мкм.

Существенное влияние на глубину рельефа и его эстетическое восприятие оказывает скорость резания. Поскольку непосредственное измерение скорости резания затруднено из-за изгиба ворса щетки в процессе обработки, а наружный диаметр щеток был одинаковым, скорость резания оценивали опосредованно через частоту вращения инструмента f .

При частоте вращения щетки меньше 2200...2300 об/мин образующийся рельеф в недостаточной степени отображает текстуру древесины из-за малой его глубины (не превышающей 0,3 мм (рис. 3, *в*)), что связано с низкой кинетической энергией ворсинок щетки, недостаточной для интенсивного разрушения ранней древесины. С увеличением частоты вращения

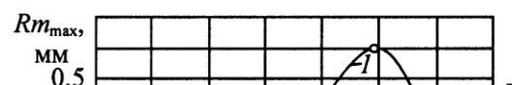
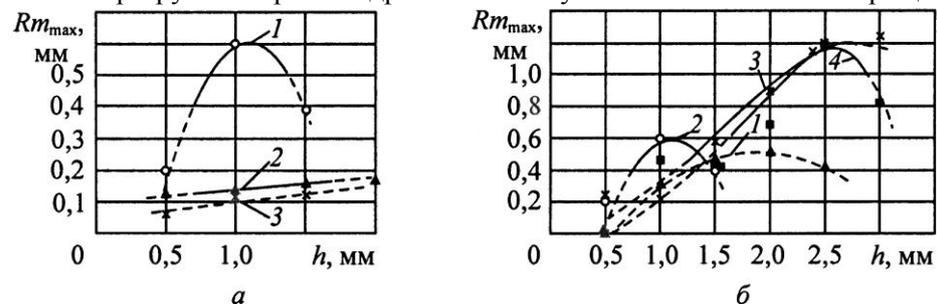


Рис. 3. Зависимость глубины рельефа Rm_{\max} от различных параметров металлической щетки:

а – от h ($d = 0,35$ мм, $P = 156$ ворс./см²) при $f = 3450$ об/мин, $V = 7,5$ м/мин, $\alpha = 30^\circ$ для древесины сосны (1), дуба (2) и березы (3);

б – от h , d и P для древесины сосны при $f = 3450$ об/мин, $\alpha = 30^\circ$: 1 – $d = 0,50$ мм; 2 – $d = 0,35$ мм, $P = 156$ ворс./см²; 3 – $d = 0,35$ мм, $P = 57$ ворс./см²; 4 – $d = 0,20$ мм;

в – от f ($d = 0,35$ мм, $P = 156$ ворс./см², $h = 1$ мм, $\alpha = 30^\circ$) для древесины сосны при $V = 7,5$ м/мин (1) и 3,6 м/мин (2);

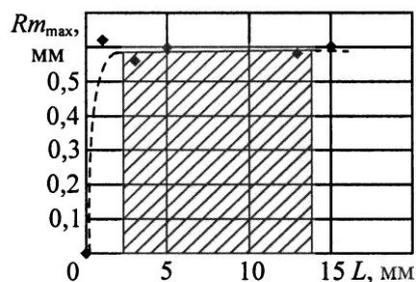
г – от V для древесины сосны при $f = 3450$ об/мин, $\alpha = 30^\circ$, $d = 0,20$ мм

до 2800...2900 об/мин глубина рельефа достигает 0,4 мм, и он становится различимым. Наиболее глубокий и выразительный текстурный рисунок рельефа образуется при 3400...3500 об/мин. Дальнейшее увеличение частоты вращения ведет к разрушению поздней древесины, и при $f = 4300...4400$ об/мин разрушается не только ранняя, но и поздняя древесина, а рельеф исчезает.

Следует отметить, что глубина рельефа зависит не только от частоты вращения инструмента, но и от подачи V . С увеличением подачи до определенного значения глубина рельефа возрастает, затем убывает (рис. 4, а). Получение текстурированной фактуры древесины с высокими эстетическими свойствами в диапазоне исследованных значений f (см. рис. 3, в) обеспечивалось при подаче $V \geq 3$ м/мин.

Влияние угла захвата α определяли косвенно. Угол захвата связан с заглублением L валков автоподатчика относительно верхней плоскости заготовки следующей зависимостью:

Рис. 4. Область допустимых значений (заштрихована) L (металлическая щетка, $d = 0,35$ мм, $P = 156$ ворс./см² и $h = 1$ мм при $f = 3450$ об/мин и $V = 7,5$ м/мин; см. пояснения к рис. 3)



$$\sin \alpha = \frac{\sqrt{2RL - L^2}}{R},$$

где R – радиус вала автоподатчика.

Установлено, что область значений фактора L , обеспечивающих качественную обработку, находится в диапазоне от 3 до 13 мм (рис. 4), а соответствующий диапазон изменения угла захвата автоподатчика составляет от 16 до 36° включительно. При $L < 3$ мм обработка сопровождается истиранием поздней древесины, разрушением текстурного рисунка и подпалинами, при этом заготовка сдвигается в поперечном направлении из-за недостаточной силы прижима. При $L > 13$ мм заготовка упирается в валок автоподатчика несмотря на то, что поверхностный резиновый слой вала упруго деформируется и для проталкивания заготовки требуется прикладывать дополнительную силу.

При чистовой обработке полимер-абразивной щеткой с увеличением выхода h шероховатость Rm'_{\max} значительно уменьшается. Шероховатость ранней древесины в 2–3 раза больше, чем поздней, причем при чисто-

вой обработке шероховатость ранней древесины уменьшается в большей степени, чем поздней. При $h < 1,2 \dots 1,3$ мм рельефная поверхность визуально воспринимается шероховатой, при б \downarrow льших значениях – гладкой с глянцевым блеском. Если $h > 2,5$ мм, то образуются подпалины.

Чистовая обработка нейлоновой щеткой не дает положительных результатов, параметр Rm'_{\max} не уменьшается.

Таким образом, на эстетические свойства поверхности древесины, имитирующей состаренную путем обработки щетками, в первую очередь влияет порода древесины. Более высокие эстетические свойства достигаются на хвойных породах. Рельефность преимущественно зависит от режима резания при черновой обработке, а блеск – от материала щетки, используемой при чистовой обработке. Полученные результаты могут быть использованы при дизайн-проектировании изделий и разработке технологических процессов обработки поверхности древесины вращающимися щетками.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Айрапетов, Д.П. Архитектурное материаловедение [Текст]: учеб. для вузов / Д.П. Айрапетов. – М.: Стройиздат, 1983. – 310 с.
2. Байер, В.Е. Архитектурное материаловедение [Текст]: учеб. для вузов / В.Е. Байер. – М.: Архитектура-С, 2005. – 264 с.
3. ГОСТ 7016 – 82. Древесина. Параметры шероховатости [Текст]. – Взамен ГОСТ 7016 – 75; введ. 1982–10–12. – М.: Изд-во стандартов, 1983. – 6 с.
4. ГОСТ 15612 – 85. Изделия из древесины и древесных материалов. Методы определения параметров шероховатости поверхности [Текст]. – Взамен ГОСТ 15612 – 78; введ. 1985-03-26. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 17 с.
5. Лукьянова, Н.Г. Возможность создания эффекта старения на поверхности изделий из древесины [Текст] / Н.Г. Лукьянова // Дизайн и производство мебели. – 2005. – №3. – С. 21–24.
6. Поярков, А.В. Дизайн текстурированных изделий из древесины [Текст] / А.В. Поярков, М.М. Черных // Дизайн. Материалы. Технология. – 2007. – № 2(3). – С. 59–62.
7. Сергеева, В.В. Дефекты поверхности древесины после обработки брашированием [Текст] / В.В. Сергеева // XIУ Междунар. науч.-практ. конф. студентов и молодых ученых «Современные техника и технологии»: сб. докл. – Томск, 2008. – Т.3. – С. 530–531.
8. Черных, М.М. Влияние высоты неровностей на восприятие рельефности фактуры древесины [Текст] / М.М. Черных, Т.В. Конягина // Дизайн. Материалы. Технология. – 2008. – № 2(5). – С. 37–39.
9. Черных, М.М. Эстетика неровностей поверхности изделий в художественном материаловедении [Текст] / М.М. Черных, В.В. Сергеева // Дизайн. Материалы. Технология. – 2008. – №1. – С. 22–25.
10. Шахнельдян Б.Н. Полиграфические материалы [Текст] : учеб. пособие / Б.Н. Шахнельдян, Л.А. Загаринская. – 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Книга, 1988. – 327 с.

Поступила 16.03.09

M.M. Chernykh, V.V. Sergeeva
Izhevsk State Technical University

Imitation of Aged Wood by Processing its Surface by Brush Tools

The effect of tool parameters and processing modes of rotating brushes on the aesthetic properties of the wood texture of different species is established.

Keywords: surface imitation, aged wood, aesthetic properties, processing, rotating brushes.
