

ВЛИЯНИЕ ВЛАЖНОСТИ ШПОНА НА КОЛИЧЕСТВО ПОГЛОЩЕННОГО КРАСИТЕЛЯ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕКОРАТИВНОГО ОБЛИЦОВОЧНОГО МАТЕРИАЛА С ЭФФЕКТОМ НАТУРАЛЬНОЙ ДРЕВЕСИНЫ

In article results of researches on working out of technological parametres of reception of a decorative facing material with effect of natural wood of valuable breeds on a basis an interline interval are presented. Humidity influence лущеного an interline interval and time of its endurance in dye on depth and uniformity of change of colour of a material is investigated. Optimum values of the technological parametres providing deep (through) colouring of an interline interval are defined.

Введение. В настоящее время при производстве мебели и столярно-строительных изделий используют древесину твердых лиственных пород в силу ее высоких прочностных характеристик и красивого внешнего вида. Древесину мягких лиственных пород, характеризующуюся низкими декоративными свойствами [1], перерабатывают в щепу для производства древесностружечных плит, используют ее для изготовления спичек, в качестве топлива и т. п.

Основным показателем эстетичности внешнего вида древесины и декоративности ее текстуры является цвет. При наличии широкой номенклатуры красителей можно обеспечить практически любой цвет древесины. Сложнее обстоит дело с текстурой. Чтобы найти способ получения декоративной текстуры древесины, необходимо проанализировать определение термина «текстура».

Б. Н. Уголев определил текстуру как рисунок, образующийся на поверхности древесины вследствие перерезания анатомических элементов: чем сложнее строение древесины и разнообразнее сочетание отдельных элементов, тем богаче текстура [2]. В определении текстуры большое значение придается анатомическому строению древесины, однако уровень декоративности текстуры преимущественно определяется уровнем контрастности между группами однородных анатомических элементов и их окраской.

Декоративную ценность текстуры древесины можно определить такими факторами, как:

- наличие анатомических элементов, зримо отличающихся размерами своих линейных показателей (например, крупные сосуды древесины дуба, ясеня и других пород);
- наличие контраста между годичными слоями в отношении их окраски (древесина дуба, ясеня, сосны, красного дерева и других пород);
- наличие сердцевинных лучей, окрашенных темнее, чем окружающая древесина (бук, платан, клен);
- наличие отклонений от правильного строения древесины (свилеватость волокон карельской березы, волнистые годичные слои белой акации и граба и т. п.).

– наличие разноцветных прожилок (древесина палисандра).

Разрабатываемая технология декоративного облицовочного материала с эффектом натуральной древесины позволит изготавливать декоративный облицовочный материал, обладающий всеми приведенными выше факторами, определяющими декоративную ценность текстуры древесины, с использованием при этом шпона малоценных мягколиственных пород. Для получения декоративного облицовочного материала предлагается применять, кроме форматных листов шпона, и шпон-рванину, а также кусковой шпон, что позволит решить проблему комплексного и рационального использования древесины.

Целью данной работы было определение влияния влажности и времени крашения лущеного шпона на количество поглощенного им красящего раствора, а также определение оптимальных значений приведенных выше технологических параметров, обеспечивающих глубокое (сквозное) окрашивание исследуемого материала.

Основная часть. Физическая сущность процесса глубокого крашения тонкослойного древесного материала (шпона) сложна. Скорость крашения и, соответственно, количество впитавшегося красящего раствора зависят от многих факторов.

Рассматривая явления, происходящие при глубоком крашении, можно отметить, что впитывающая способность шпона оценивается капиллярной впитываемостью воды и воздухопроницаемостью. Капиллярная впитываемость характеризует скорость окрашивания красителем древесинного материала. Воздухопроницаемость характеризует количество поглощенного красителя. В связи с тем, что шпон является капиллярно-пористым телом, решающее влияние на процесс глубокого крашения оказывают его структура, физико-механические свойства окрашивающего состава и режимы крашения.

Известно, что скорость крашения выражается формулой

$$V = \frac{r_0}{8 \cdot \mu \cdot \cos Q} \cdot \left(\frac{2 \cdot \sigma}{h} - \frac{\rho_{ж} \cdot g \cdot r_0}{\cos Q} \right), \quad (1)$$

где r – радиус капилляра; h – высота столба жидкости; μ – вязкость жидкости; $\rho_{ж}$ – плотность жидкости (красящего раствора); Q – краевой угол смачивания.

Как видно из уравнения (1), скорость окрашивания уменьшается с повышением высоты подъема красящего состава в капилляре, а также с увеличением вязкости и краевого угла смачивания Q . Значительное влияние на скорость окрашивания оказывают поверхностное натяжение и радиус капилляров. В древесине капилляры могут разветвляться, смыкаться, иметь разную форму, образовывать воздушные пробки, что значительно затрудняет процесс глубокого крашения. При сквозном окрашивании шпона происходит не только заполнение капилляров, но и проникновение окрашивающего состава между волокнами древесины, что вызывает набухание древесины и снижение прочности ее во влажном состоянии.

В мебельной промышленности для глубокого окрашивания изделий из древесины в основном применяются водорастворимые и спирторастворимые красители. Они представляют собой смеси, состоящие из прямых, кислотных, и основных красителей, растворителями которых являются вода, водные растворы едкого натрия или кальцинированной соды.

Растворы красителей на мебельных предприятиях приготавливаются заводскими лабораториями или под их непосредственным руководством. Приготовление красителя заключается в получении прозрачных растворов, не содержащих нерастворимых осадков.

Для приготовления красильных растворов применяют воду мягкой или средней жесткости (не выше 10–16° жесткости). Жесткую воду смягчают кипячением или добавлением кальцинированной соды (0,1–0,5%).

Спирторастворимые красители растворяют в спирте, ацетоне или растворителе № 646 и других, их выдерживают в растворителе в течение 24 ч до полного растворения. Полноту растворения красителя оценивают путем нанесения его на чистое стекло, на котором не должны быть видны темные нерастворимые частицы.

При проведении экспериментов по количеству поглощенного красящего раствора и удержанию красителя лущеным шпоном использовались краситель на водной основе марки «CNA» и краситель на основе растворителей марки «SOPUR».

Для приготовления красящего раствора на водной основе (концентрацией 2%) 2 м. ч. сухого красителя растворяют в 98 м. ч. воды, подогревая до температуры 50–60°С при постоянном перемешивании. После этого раствор профильтровывают.

Красящий раствор на основе растворителей в своем составе содержит пропан-1-ол (первич-

ный спирт), этилацетат (сложный эфир), концентрация раствора 2%.

При испытании красителя на водной основе и красителя на основе растворителей в качестве входных факторов приняты абсолютная влажность окрашиваемого материала и время его выдержки в красителе. В качестве выходных параметров приняты количество поглощенного красителя и удержание красителя в образце.

Время выдержки в красителе от 30 до 360 с принято на основании проведенных предварительных поисковых исследований, интервал изменения влажности составил от 8 до 40%. Нижнее значение влажности принято согласно эксплуатационной влажности шпона, влажности, которую имеет шпон после сушки. Верхнее значение влажности принято из условия, что влажность шпона после лущения составляет 40%.

Поглощение красящего раствора G , кг/м³, определяется по формуле [3]

$$G = \frac{m_2 - m_1}{V} \cdot 10^3, \quad (2)$$

где m_1, m_2 – масса образца до и после пропитки, г; V – объем образца, см³.

Удержание красителя U , г/м², определяется по формуле [3]

$$U = \frac{100 \cdot (m_2 - m_1) \cdot C}{S}, \quad (3)$$

где C – концентрация раствора красителя, %; S – площадь поверхности образца, см².

При изучении влияния влажности лущеного шпона на количество поглощенного красящего раствора и удержание красителя использовался метод математического планирования опытов – В-план второго порядка. Методическая сетка эксперимента приведена в табл. 1.

Таблица 1
В-план экспериментальных исследований

№	Факторы в явном виде		Фактор в условных переменных	
	Влажность образцов z_1 , %	Время крашения z_2 , с	x_1	x_2
1	8	30	-1	-1
2	8	120	-1	0
3	8	360	-1	+1
4	25	30	0	-1
5	25	120	0	0
6	25	360	0	+1
7	40	30	+1	-1
8	40	120	+1	0
9	40	360	+1	+1

Полное уравнение регрессии с коэффициентами взаимодействия выглядит следующим образом [4]:

$$y = b_0 + b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_2 + b_{11} \cdot x_1^2 + b_{22} \cdot x_2^2 + b_{12} \cdot x_1 \cdot x_2. \quad (4)$$

Необходимое количество образцов для испытаний в каждом опыте определяем по формуле [5]

$$n = \frac{t_v^2 \cdot V^2}{d_v^2}, \quad (5)$$

где t_v – квантиль распределения Стьюдента; V – коэффициент вариации показателя свойства древесины; d_v – относительная точность определения выборочного среднего с доверительной вероятностью; ν – требуемая доверительная вероятность.

Значение d_v при $V \geq 20\%$ принимаем 10%-ным при доверительной вероятности 0,95. Коэффициент вариации $V = 20$, тогда $t_v = 2,093$.

Находим

$$n = \frac{2,093^2 \cdot 20^2}{10^2} = 17,5.$$

Принимаем $n = 18$ образцов.

Результаты полученных экспериментальных значений проведенных опытов по определению количества поглощенного красителя на водной основе лущеным шпоном березы толщиной 1,25 мм представлены в табл. 2.

Таблица 2

Поглощение красящего раствора на водной основе березовым лущеным шпоном толщиной 1,25 мм

№	Влажность окрашиваемых образцов $T, \%$	Время крашения образцов $t, \text{с}$	Поглощение красящего раствора $G, \text{кг/м}^3$	Удержание красителя $U, \text{г/м}^2$
1	8	30	246,24	3,37
2	8	120	272,86	3,73
3	8	360	301,82	4,21
4	25	30	173,68	2,42
5	25	120	202,71	2,83
6	25	360	236,47	3,30
7	40	30	94,97	1,23
8	40	120	124,39	1,61
9	40	360	147,83	1,92

В результате обработки данных получено адекватное уравнение регрессии поглощения красящего раствора марки «СНА» лущеным шпоном березы толщиной 1,25 мм в зависимости от его влажности и времени крашения:

$$y = 256,281 - 2,603 \cdot z_1 + 0,412 \cdot z_2 - 0,043 \cdot z_1^2 - 0,0003 \cdot z_1 \cdot z_2 - 0,0006 \cdot z_2^2.$$

По уравнению регрессии был построен график поверхности, описывающий зависимость количества поглощенного красящего раствора на водной основе от влажности лущеного шпона березы и времени выдержки.

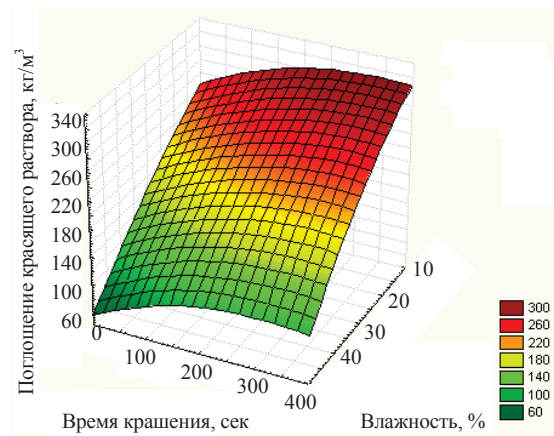


Рис. 1. Влияние влажности образцов и времени крашения на количество поглощения красящего раствора на водной основе березовым шпоном толщиной 1,25 мм

Результаты полученных экспериментальных значений проведенных опытов по определению количества поглощенного красителя на основе растворителей березовым лущеным шпоном толщиной 1,25 мм представлены в табл. 3.

Таблица 3

Поглощение красящего раствора на основе растворителей березовым лущеным шпоном толщиной 1,25 мм

№	Влажность окрашиваемых образцов $T, \%$	Время крашения образцов $t, \text{с}$	Поглощение красящего раствора $G, \text{кг/м}^3$	Удержание красителя $U, \text{г/м}^2$
1	8	30	179,16	2,18
2	8	120	255,56	3,11
3	8	360	345,49	4,20
4	25	30	147,54	1,79
5	25	120	191,76	2,33
6	25	360	212,08	2,58
7	40	30	96,03	1,17
8	40	120	121,01	1,47
9	40	360	144,55	1,76

В результате обработки данных получено адекватное уравнение регрессии поглощения красящего раствора марки «SOPUR» березовым лущеным шпоном толщиной 1,25 мм в зависимости от влажности окрашиваемых образцов и времени крашения:

$$y = 176,704 - 1,764 \cdot z_1 + 0,824 \cdot z_2 - 0,012 \times z_1^2 - 0,0111 \cdot z_1 \times z_2 - 0,0007 \cdot z_2^2.$$

По уравнению регрессии был построен график поверхности, описывающий зависимость количества поглощенного красящего раствора на основе растворителей от влажности лущеного шпона березы и времени выдержки.

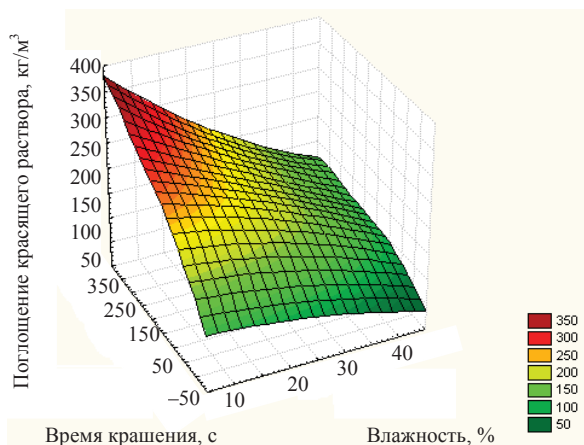


Рис. 2. Влияние влажности образцов и времени крашения на количество поглощения красящего раствора на основе растворителей березовым шпоном толщиной 1,25 мм

Наибольшее количество поглощенного красящего раствора на водной основе «CNA» и на основе растворителей «SOPUR» наблюдается при крашении лущеного шпона древесины березы толщиной 1,25 мм с абсолютной влажностью 8%. Количество поглощенного красителя на основе растворителей выше количества поглощенного красителя на водной основе на 15–16% при указанной выше абсолютной влажности.

Уменьшение поглощения красящего раствора на водной основе и на основе растворителей, а также удержание красителя лущеным шпоном древесины березы толщиной 1,25 мм наблюдается при повышении его влажности. Значительно меньшее количество поглощения красящего раствора на водной основе и на основе растворителей лущеным шпоном древесины березы толщиной 1,25 мм наблюдается при крашении ее с абсолютной влажностью 40%. Однако при снижении поглощения красящего раствора лущеным шпоном березы и снижении интенсивности окрашивания при влажности, близкой к 40%, происходит глубокое окрашивание образцов. Следует также подчеркнуть, что при крашении в красителе на основе растворителей «SOPUR» поверхность шпона окрашивается неравномерно, проявляются более светлые места (пятна), что обусловлено содержанием в образцах свободной влаги.

С учетом возможности использования в разрабатываемой технологии изготовления декоративного облицовочного материала с абсолют-

ным эффектом натуральной древесины не только лущеного шпона древесины березы, но и шпона ольхи были проведены исследования по определению количества поглощаемого красящего раствора на основе растворителей лущеным шпоном ольхи толщиной 1,55 мм. Результаты полученных экспериментальных значений проведенных опытов представлены в табл. 4.

Таблица 4
Поглощение красящего раствора на основе растворителей лущеным шпоном ольхи толщиной 1,55 мм

№	Влажность окрашиваемых образцов T , %	Время крашения образцов t , с	Поглощение красящего раствора G , кг/м ³	Удержание красителя U , г/м ²
1	8	30	141,89	2,13
2	8	120	162,20	2,43
3	8	360	198,91	2,98
4	25	30	82,00	1,23
5	25	120	107,45	1,61
6	25	360	150,47	2,25
7	40	30	41,67	0,62
8	40	120	67,39	1,01
9	40	360	88,54	1,33

В результате обработки данных получено адекватное уравнение регрессии поглощения красящего раствора марки «SOPUR» лущеным шпоном ольхи толщиной 1,55 мм в зависимости от влажности окрашиваемых образцов и времени крашения:

$$y = 138,706 - 2,678 \cdot z_1 + 0,448 \cdot z_2 - 0,0025 \cdot z_1^2 - 0,0016 \cdot z_1 \cdot z_2 - 0,0006 \cdot z_2^2.$$

По уравнению регрессии был построен график поверхности, описывающий зависимость количества поглощенного красящего раствора на основе растворителей от влажности лущеного шпона ольхи и времени выдержки.

Наибольшее количество поглощенного красящего раствора на основе растворителей «SOPUR» наблюдается при крашении образцов лущеного шпона древесины ольхи толщиной 1,55 мм с абсолютной влажностью 8%.

Уменьшение поглощения красящего раствора на основе растворителей, а также удержание красителя лущеным шпоном древесины ольхи толщиной 1,55 мм наблюдается при повышении его влажности. Значительно меньшее количество поглощения красящего раствора на основе растворителей лущеным шпоном древесины ольхи толщиной 1,55 мм наблюдается при крашении его с абсолютной влажностью 40%. Однако при значительном снижении способности лущеного шпона ольхи

поглощать красящий раствор и снижении интенсивности окрашивания при влажности, близкой к 40%, наблюдается глубокое окрашивание образцов. Следует также подчеркнуть, что при крашении в красителе на основе растворителей поверхность шпона ольхи окрашивается еще более неравномерно, чем поверхность окрашиваемого шпона березы.

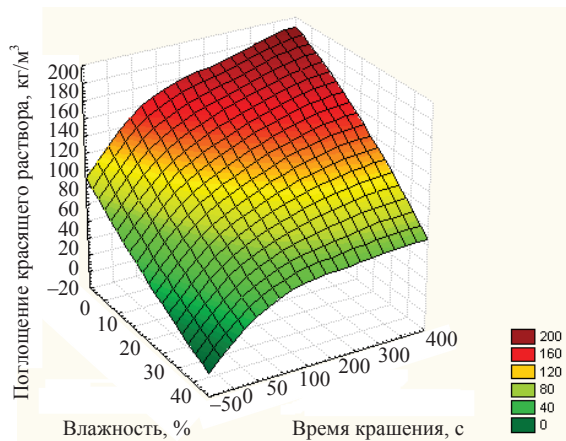


Рис. 3. Влияние влажности образцов и времени крашения на количество поглощения красящего раствора на основе растворителей шпоном ольхи толщиной 1,55 мм

Заключение. На основании проведенных экспериментальных исследований можно сделать выводы.

1. Наибольшее количество поглощенного красящего раствора и удержание красителя (г/м^2) марок «CAN» и «SOPUR» наблюдается при крашении образцов березы толщиной 1,25 мм с абсолютной влажностью 8%. Количество поглощенного красителя «SOPUR» на основе растворителей немного выше количества поглощенного красящего раствора на водной основе – примерно на 15–16% при указанной выше абсолютной влажности.

2. Значительно меньше поглощается красящего раствора на водной основе и на основе растворителей лущеным шпоном древесины березы толщиной 1,25 мм при крашении ее с абсолютной влажностью 40%, однако даже при такой влажности наблюдается сквозное

окрашивание шпона. Следует также подчеркнуть, что при крашении в красителе «SOPUR» на основе растворителей поверхность шпона окрашивается неравномерно.

3. При крашении образцов лущеного шпона древесины ольхи толщиной 1,55 мм наблюдается наибольшее количество поглощенного красящего раствора на основе растворителей при влажности 8%.

4. Значительно меньше поглощается красящего раствора на основе растворителей ольховым лущеным шпоном толщиной 1,55 мм при крашении его влажностью 40%, однако окрашивание происходит по всей толщине шпона, но с меньшей интенсивностью. Следует отметить, что при крашении в красителе на основе растворителей поверхность шпона древесины ольхи окрашивается более неравномерно, чем поверхность шпона древесины березы.

Исследования показали хорошую интенсивность и равномерность окрашивания срединных слоев лущеного шпона березы толщиной 1,25 мм и ольхи толщиной 1,55 мм красящим раствором на основе растворителей «SOPUR» концентрацией 2% при температуре 18–20°C и выдержке в окрашивающем растворе до 360 с. Возможно получение интересного «рябого» окраса при крашении образцов влажностью 40%.

Литература

1. Шамаев, В. А. Модификация древесины: учеб. пособие / В. А. Шамаев. – М.: Экология, 1991. – 128 с.
2. Уголев, В. А. Древесиноведение и лесное товароведение: учеб. для вузов / В. А. Уголев. – М.: Экология, 1991. – 256 с.
3. Снопков, В. Б. Гидротермическая обработка и защита древесины. Лабораторный практикум / В. Б. Снопков, Л. Ф. Донченко, В. М. Сердега. – Минск, 2003. – 114 с.
4. Пижурин, А. А. Исследования процессов деревообработки: учеб. пособие / А. А. Пижурин, М. С. Розенблит. – М.: Лесная промышленность, 1984. – 231 с.
5. Боровиков, А. М. Справочник по древесине / А. М. Боровиков, Б. Н. Уголев. – М.: Лесная промышленность, 1989. – 296 с.