

УДК 674.076.077

А.В. Мелешко, Ю.В. Хлоптунова, Г.А. Логинова

Сибирский государственный технологический университет

Хлоптунова Юлия Владимировна родилась в 1977 г., окончила в 1999 г. Сибирский технологический институт, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии деревообработки Сибирского государственного технологического университета. Имеет около 40 печатных работ в области исследования и прогнозирования свойств древесины.

E-mail: julieh@mail.ru



Логинова Галина Анатольевна родилась в 1959 году, окончила в 1983 г. Сибирский технологический институт, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии деревообработки Сибирского государственного технологического университета. Имеет более 50 печатных работ в области отделки хвойной древесины.

E-mail: lga@mail.ru



ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ОБЪЕМНЫМ СВЕТОРАСSEИВАЮЩИМ ЭФФЕКТОМ ДЛЯ ПРОЗРАЧНОЙ ОТДЕЛКИ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ ХВОЙНЫХ ПОРОД

Приведены результаты теоретических и экспериментальных исследований новых светорассеивающих лакокрасочных материалов, позволяющих создавать на поверхности древесины хвойных пород высококачественные покрытия, выравнивающие и стабилизирующие ее естественную окраску или обеспечивающие равномерное ее окрашивание.

Ключевые слова: отделка, хвойная древесина, лакокрасочные материалы, равномерное окрашивание, светорассеивающие грунты.

В настоящее время для производства мебели и столярно-строительных изделий с прозрачной отделкой наряду с лиственными породами древесины широко используется и древесина хвойных пород. Особенности анатомического строения, характеризующиеся ярко выраженной анизотропией свойств, и химический состав хвойной древесины, в отличие от твердолиственных пород, оказывают значительное влияние на качество создаваемых лакокрасочных покрытий обычными лакокрасочными материалами.

Сложность отделки хвойной древесины заключается в том, что она имеет светлые оттенки и содержит большое количество экстрактивных веществ с чередующимися ненасыщенными двойными связями, в которых при окислении и под действием УФ-облучения происходят химические превращения и деструкция. В результате этого образуются окрашенные соединения, приводящие к неравномерной окраске поверхности изделий или ее изменению при эксплуатации. Электронная теория цветности органических соединений объясняет происходящие процессы различным химическим составом ядерной и заболонной зон. В соответствии с этой теорией окраска светлых желтоватых тонов древесины хвойных пород является следствием избирательного поглощения ее компонентами излучений УФ-части спектра и фиолетово-синей области видимого света.

Для решения проблемы неравномерности окраски поверхности хвойной древесины на практике производят операцию отбеливания. Но при осветлении поверхностного слоя химическими реагентами имеет место явление реверсии. Использование

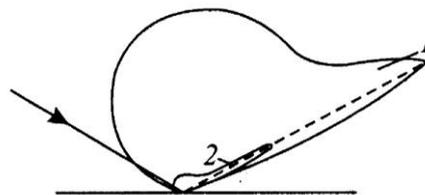
осветляющих грунтов, вуалирующих отделяемую поверхность, также малоэффективно и достаточно трудоемко. Таким образом, вопрос стабилизации цвета остается открытым.

Равномерность окраски водными растворами красителей достигается за счет использования материалов с «позитив-эффектом», содержащих в своем составе химические добавки (протравы), однако поднятие ворса и разбухание поверхностного слоя сдерживает их применение. Спирторастворимые красители преимущественно наносятся напылением. При этом не происходит глубокого проникновения красителей в древесину, и, как следствие, в результате любого, даже незначительного, механического повреждения проявляются неокрашенные участки. Таким образом, разработка новых материалов и технологий, обеспечивающих равномерное окрашивание поверхности изделий из древесины хвойных пород, является актуальной задачей.

Декоративные и оптические свойства создаваемых покрытий зависят от процессов взаимодействия светового потока с отделанной поверхностью изделия и определяются способностью системы «покрытие–древесина» отражать, пропускать и поглощать свет. Прозрачные лаковые покрытия характеризуются максимальным пропусканием светового потока, который вступает во взаимодействие с древесиной. Большая часть света отражается обратно в покрытие, остальная проникает в древесину, высокая поглощающая способность которой объясняется ее пористостью [5]. Таким образом, свет испытывает несколько отражений, прежде чем получит возможность выйти из толщи материала, в связи с чем наибольшему воздействию электромагнитного излучения подвергается древесная подложка.

Поверхность лакокрасочного покрытия на древесине нельзя рассматривать как идеально гладкую, так как она состоит из множества элементарных «зеркальных» площадок [1, 4, 6]. Таким образом, поверхности характеризуются как диффузным, так и зеркальным отражением с разницей лишь в их соотношении в общем отраженном световом потоке (рис. 1).

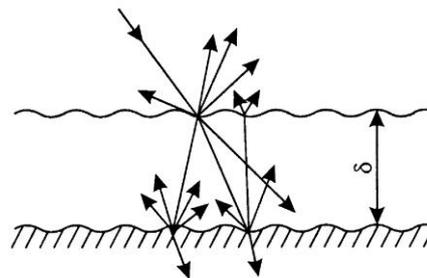
Рис. 1. Распределение в пространстве света, отраженного от полуглянцевой белой (1) и черной (2) пленок



При отделке характер отражения светового потока поверхностью древесины изменяется. Лакированная поверхность древесины приобретает блеск, свойственный лаковому покрытию, светлота ее уменьшается. Оптическое поведение такой поверхности весьма сложно (рис. 2). На границе «покрытие–древесина» образуется слой, отличающийся физико-химическими и оптическими свойствами от граничащих сред, который в большей мере, чем покрытие, определяет оптические свойства лакированной древесины. Следовательно, стабилизация оптических характеристик поверхности изделий из древесины, независимо от химического состава и структуры различных зон древесной подложки, возможна модификацией процессов ее взаимодействия со световым потоком с использованием светорассеивающих лакокрасочных материалов в качестве грунтовочного слоя.

Вопросы взаимодействия светорассеивающих материалов со световым потоком рассматриваются с позиций теории двухпоточкового приближения Гуревича–Кубелки–Мунка (ГКМ) [3].

Рис. 2. Схема преломления, отражения и рассеяния света лакокрасочным покрытием толщиной δ на древесной подложке



В соответствии с теорией ГKM свет представляется двумя рассеянными потоками, один из которых идет вниз через слой, а второй вверх. Толщина элементарного слоя dx считается малой по сравнению с толщиной всего лакокрасочного слоя X , но достаточно большой по сравнению с диаметром микронеоднородностей. Поэтому действие отдельных частиц во внимание не принимается, а учитывается их усредненное действие. Это действие выражается в уменьшении идущего вниз потока i как за счет поглощения света на величину $Kidx$, так и за счет изменения направления света в обратную сторону вследствие его рассеяния на $Sidx$, где K – коэффициент поглощения лакокрасочного слоя, характеризует часть идущего вниз потока, потерянного из-за поглощения в элементарном слое; S – коэффициент лакокрасочного слоя, характеризует часть, потерянную из-за изменения направления в результате рассеяния). Поток j , идущий вверх, ослабляется на $Kjdx$ и $Sjdx$ за счет поглощения и рассеяния аналогичным образом, но часть потока $Sidx$, изменившая направление из-за рассеяния света, идущего вниз, добавится к потоку, идущему вверх. Поэтому полное изменение dj идущего вверх потока

$$dj = -(S + K)jdx + Sidx, \quad (1)$$

а идущего вниз потока

$$-di = -(S + K)idx + Sjdx. \quad (2)$$

Изменения dj и di противоположны по знаку, так как эти потоки направлены противоположно друг другу. Следует считать dx положительным приращением x , учитывая, что $x = 0$ соответствует неосвещенной стороне лакокрасочного слоя.

Дифференциальные уравнения (1) и (2) полностью описывают изменения, происходящие с потоками i и j при прохождении любого элементарного слоя лакокрасочной пленки. Если известны либо i , либо j в каком-то одном элементарном слое (например, у верхней границы) и коэффициенты поглощения K и рассеяния S , характеризующие сочетание «микронеоднородности–связующее лакокрасочного слоя», то можно перейти от одного слоя к следующему как вверх, так и вниз по уравнениям (1), (2) и выразить i и j как функции переменной x .

Таким образом, для количественной оценки оптических характеристик покрытий можно использовать фотометрический метод.

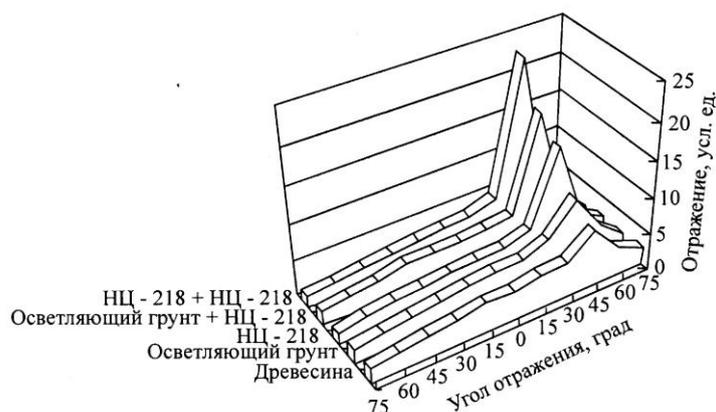
Повышение эффективности процесса отделки древесины хвойных пород требует комплексного подхода к разработке системы отделочных материалов, учитывающих влияние вида подложки на физико-химические процессы формирования покрытий.

Цель наших исследований – разработка новых материалов для выполнения операций крашения или осветления поверхности с учетом свойств хвойной древесины.

Реализация такого подхода может быть осуществлена за счет получения лакокрасочного материала, содержащего пленкообразователи с различными коэффициентами преломления. При этом необходимо исключить полное растворение полимеров и их химическое взаимодействие между собой на молекулярном уровне. Перспективным и наиболее эффективным направлением при отделке хвойной древесины является использование водно-полимерных дисперсий. Уже имеется опыт совмещения нитроцеллюлозных лаков и карбамидоформальдегидных смол при создании поренбейцев и грунтовок марок НК и БНК. Значит, в качестве основы можно использовать нитрат целлюлозы, имеющий коэффициент преломления 1,530, а в качестве второго компонента – водную ПВА-дисперсию с коэффициентом преломления 1,466, которые обеспечивают формирование светорассеивающей среды.

Использование мелкодисперсных белых пигментов, поглощающих УФ-лучи, позволяет значительно повысить эффект осветления отделываемой поверхности. Формируемый слой осветляет и стабилизирует цвет отделанной поверхности. Наглядно это представлено с помощью индикатрис рассеяния света (рис. 3).

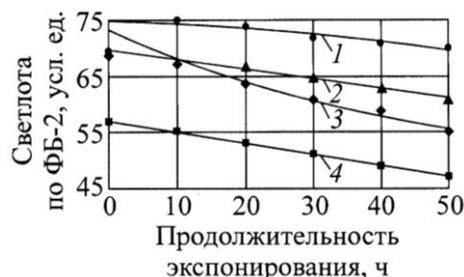
Рис. 3. Индикатрисы рассеяния света отделанной поверхности древесины сосны при падении светового потока под углом 45°



При добавлении в состав грунта вместо белых пигментов спирторастворимых красителей можно получить насыщенный поренбейц, характеризующийся степенью матовости, близкой к древесине. Таким образом, изменяя соотношение компонентов, можно получить лакокрасочный материал с объемным рассеивающим эффектом. Это позволит за одно нанесение при минимальном расходе получить требуемое по интенсивности окраски покрытие и обеспечить равномерность и стабильность окраски.

Применение материала с объемным светорассеивающим эффектом в качестве грунта в составе двухслойного покрытия позволяет повысить светостойкость отделанной поверхности изделий (рис. 4).

Рис. 4. Изменение светлоты двухслойных лакокрасочных покрытий под действием ультрафиолетового излучения: 1 – осветляющий грунт + НЦ-218; 2 – матовый грунт + НЦ-218; 3 – древесина; 4 – НЦ-218 + НЦ-218



При УФ-облучении света неотделанной поверхности древесины снижается на 19,0 усл.ед., после покрытия осветляющим грунтом – на 6,0 усл.ед., а после покрытия лаком НЦ-218 – на 11,5 усл.ед.

Таким образом, полученное покрытие с осветляющим грунтом не только осветляет поверхность отделываемой древесины, но и позволяет более длительное время сохранять цвет поверхности изделий из древесины хвойных пород под воздействием электромагнитного излучения.

В ходе исследований на кафедре технологии деревообработки СибГТУ также разработан окрашенный грунт со светорассеивающим эффектом и получен патент на способ крашения древесины [7].

Выводы

1. Определен комплексный подход к разработке светорассеивающих лакокрасочных материалов для прозрачной высококачественной отделки.
2. Разработан осветляющий грунт, позволяющий выравнивать естественную окраску хвойной древесины и стабилизировать ее в процессе эксплуатации изделий под воздействием электромагнитного излучения.
3. Разработан окрашивающий грунт для придания древесине хвойных пород равномерной окраски различных тонов независимо от ее зон.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Буглай Б.М. Технология отделки древесины. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Лесн. пром-сть, 1973. 304 с.
2. Гуревич М.М., Ицко Э.Ф., Середенко М.М. Оптические свойства лакокрасочных покрытий Л.: Химия, 1984. 120 с.
3. Джадд Д., Вышецки Г. Цвет в науке и технике. М.: Мир, 1978. 592 с.
4. Жуков Е.В., Онегин В.И. Технология защитно-декоративных покрытий древесины и древесных материалов М.: Экология, 1993. 304 с.
5. Ландсберг Г.С. Оптика. 5-е изд., перераб. и доп. М.: Наука, 1976. 928 с.
6. Онегин В.И. Формирование лакокрасочных покрытий древесины. Л.: Изд-во ЛГУ, 1983. 148 с.
7. RU 2278024 С1 24.02.2005. Способ крашения древесины / А.В. Мелешко, Г.А. Логинова.

A.V. Meleshko, Yu.V. Khloptunova, G.A. Loginova
Siberian State Technological University

Use of Paint-and-lacquer Materials with Volume Light- scattering Effect for Transparent Finishing of Softwood Products

Results of theoretical and experimental studies are provided for new light-scattering paint-and-lacquer materials allowing to create high-quality coating on softwood surface, smoothing and stabilizing its natural color and ensuring its uniform coloration.

Keywords: finishing, softwood, paint-and-lacquer materials, uniform coloration, light-scattering soils.