

УДК 674.07:667.61

А.В. Мелешко, Г.О. Манулик, С.С. Романова, А.И. Скрипальщиков

Сибирский государственный технологический университет

Мелешко Александр Владимирович родился в 1959 г., окончил в 1981 г. Сибирский технологический институт, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии деревообработки Сибирского государственного технологического университета. Имеет более 160 печатных работ в области отделки изделий из древесины и автоматизированного проектирования процессов отделки.
E-mail: meleshco@mail.ru



Манулик Григорий Олегович родился в 1984 г., окончил в 2007 г. Сибирский государственный технологический университет, ассистент, аспирант кафедры технологии деревообработки Сибирского государственного технологического университета. Имеет более 10 печатных работ в области отделки изделий из древесины.
E-mail: grisha.1984@mail.ru



Романова Светлана Сергеевна родилась в 1985 г., окончила в 2007 г. Сибирский государственный технологический университет, ассистент, аспирант кафедры технологии деревообработки Сибирского государственного технологического университета. Имеет более 10 печатных работ в области отделки изделий из древесины.
E-mail: romsvs@mail.ru



Скрипальщиков Андрей Игоревич родился в 1986 г., окончил в 2009 г. Сибирский государственный технологический университет, аспирант кафедры технологии деревообработки СибГТУ. Имеет 4 печатные работы в области отделки изделий из древесины.
E-mail: sibstu@mail.ru

ПРОБЛЕМА ОТДЕЛКИ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ ХВОЙНЫХ ПОРОД ВОДНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

Рассмотрены основные аспекты взаимодействия водных лакокрасочных материалов с поверхностью древесины хвойных пород и процессы формирования покрытий; предложены пути повышения эффективности технологического процесса.

Ключевые слова: древесина хвойных пород, водные лакокрасочные материалы, набухание, шероховатость древесины, влагораспределение, водопоглощение, водопроницаемость покрытий.

В последние годы производители мебели, столярно-строительных изделий и т.д. отдают предпочтение водно-дисперсионным лакокрасочным материалам (ЛКМ), как полноценным заменителям традиционных ЛКМ. Покрытия, образованные водными ЛКМ, характеризуются водостойкостью и паропроницаемостью. При взаимодействии водных материалов с поверхностью древесины хвойных пород происходит неравномерное набухание поверхностного слоя на границе ранней и поздней зон.

Окрашивание поверхности хвойной древесины растворами водных красителей не обеспечивает равномерности окраски, при этом проявляется «негативный» рисунок текстуры древесины. Равномерную естественную окраску поверхности можно получить, используя водно-дисперсионные красители [3].

При формировании многослойного покрытия происходит многократное взаимодействие древесины с водой за счет частичной проницаемости промежуточных слоев покрытия, что приводит к большему набуханию, неравномерному блеску, уве-

личению шероховатости и продолжительности сушки. Следовательно, при многократном нанесении на поверхность древесины лакокрасочных материалов проницаемость промежуточных слоев будет оказывать влияние на покрытие в целом [4].

В процессе эксплуатации в атмосферных условиях изделия подвергаются прямому воздействию воды. При этом происходит набухание пленки и, как следствие, ее разрушение, особенно это проявляется на острых гранях изделия. В связи с этим требуется создание грунтовочного состава, позволяющего минимизировать последующее проникновение воды в древесину и не требующего промежуточного шлифования, но при этом имеющего адгезионную прочность с покровным материалом. Таким образом, тема исследований, связанная с разработкой способов ускорения отверждения ЛКМ на водной основе и улучшения качества защитно-декоративных покрытий, является актуальной.

Цель исследований – изучение взаимодействия водно-дисперсионных материалов с поверхностью древесины хвойных пород для совершенствования процессов отделки и увеличения срока службы покрытий.

Сорбция поверхностных слоев древесины при нанесении на нее жидкостей сопровождается их набуханием. Хотя взаимодействие древесины с растворителями в этом случае кратковременно и набухание происходит только в поверхностных слоях древесины, тем не менее, оно может вызвать появление неровностей в виде поднявшегося ворса, микротрещин, коробления краев пор и т.д. Максимальное набухание отмечается также на участках с остаточными деформациями поверхности, связанными с затуплением режущего инструмента, смятием отдельных участков при механической обработке [1]. При качественной подготовке поверхности можно обеспечить полное удаление ворса, исключив операцию предварительного шлифования, и при рассмотрении процессов крашения водными составами древесины хвойных пород необходимо минимизировать набухание поверхности.

Для изучения изменения линейных размеров поверхностного слоя древесины сосны при формировании покрытий водоразбавляемыми ЛКМ использовали фрезерованные образцы древесины радиального и тангенциального разрезов размерами 100×100×25 мм и влажностью 6...8 %. Готовые образцы были предварительно смочены водой и прошлифованы мелкозернистой шкуркой до шероховатости $R_z = 32$ мкм. Для формирования покрытий применяли глянцевый акриловый лак AZ2130/00 фирмы «Sayerlack», который наносили толщиной 100, 150 и 200 мкм в жидком слое. Сушку покрытий осуществляли в нормальных условиях при температуре (20 ± 2) °С.

Изменение линейных размеров поверхностного слоя (набухание) древесины определяли индикаторным глубиномером, толщину лакокрасочного покрытия – микроскопом МИС-11, микрошероховатость R_z – профилометром TR100. Измерение на образце проводили поперек волокон по трем контрольным точкам в трех зонах: ядровой, заболонной, на границе ядра и заболони.

По результатам исследований выявлено, что происходит изменение линейных размеров поверхностного слоя древесины при ее взаимодействии с водными ЛКМ. Ранняя зона годичного слоя набухает больше, чем поздняя: на радиальном разрезе увеличение линейных размеров ранней зоны составило 160 мкм, поздней – 140 мкм; на тангенциальном – соответственно 70 и 60 мкм. При этом набухание на тангенциальном разрезе происходит более неравномерно.

Параллельно проводились исследования по определению микрошероховатости. При формировании покрытия микрошероховатость лакированной поверхности древесины по сравнению с исходной снижается на радиальном разрезе на 10 мкм, на тангенциальном на 6 мкм.

При изменении толщины ЛКМ в жидком слое от 100 до 200 мкм происходит увеличение набухания поверхностного слоя древесины радиального разреза на 20 мкм, тангенциального на 100 мкм, при этом микрошероховатость снижается на 10 мкм.

Из полученных результатов следует, что при формировании покрытий водными ЛКМ изменяются линейные размеры поверхностного слоя (набухание поверхности древесины) как в ранней, так и в поздней зоне годичного слоя; с повышением расхода ЛКМ увеличивается продолжительность контакта материала с подложкой и, как следствие, повышается набухание поверхностного слоя; основное влияние на декоративные свойства покрытия оказывает неравномерное набухание поверхностного слоя древесной подложки.

Вода, проникая через покрытие и растворяя водорастворимые частицы полимерной пленки, устремляется к подложке. Древесина, обладающая гигроскопичностью, поглощает проникающую влагу и изменяет при этом свои размеры. При сушке изделия происходит обратный процесс: древесина медленно отдает влагу, уменьшая свои размеры до тех пор, пока не достигнет равновесной влажности. Эти амплитудные колебания подложки приводят к дополнительной деструкции пленки, что выражается в появлении микротрещин. После появления микротрещин (даже в небольшом количестве) влажность древесины изменяется с изменением влажности окружающей среды. Под ее воздействием древесина еще больше изменяется в размерах (особенно поперек волокон), появляются трещины уже по всей поверхности изделия. В условиях Сибирского региона, где возможны колебания температуры окружающего воздуха от 60 до – 40 °С, растрескивание и отслоение покрытия протекает еще интенсивнее. Это можно объяснить тем, что влага, находящаяся в древесине, конденсируется при разных температурах. При температуре 0 °С влага конденсируется, образуя «водяной карман» в точке росы, который находится под лакокрасочным покрытием (ЛКП). При понижении температуры этот карман, замерзая, отслаивает покрытие от древесины. В жаркое время года его отслоение происходит по причине давления нагретой влаги, накопившейся в древесине за зимний период.

Рассмотренный выше случай попадания влаги под ЛКП в полной мере справедлив для «недышащих» покрытий. Вопрос распределения влаги под поверхностью паропроницаемого ЛКП на основе водно-дисперсионных материалов недостаточно изучен.

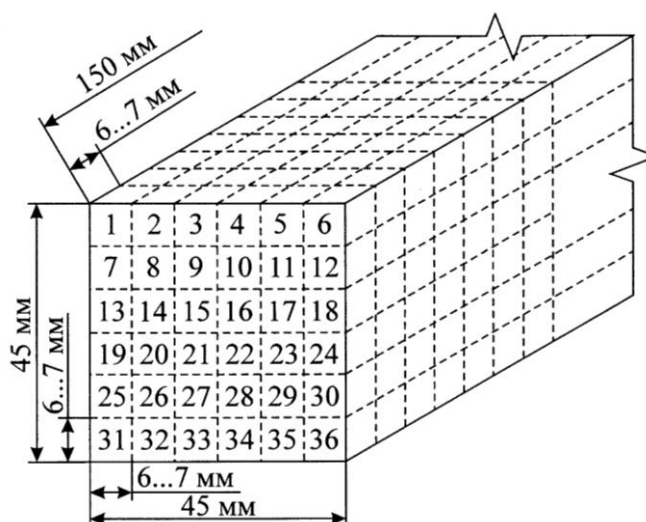


Рис. 1. Схема раскроя секции для определения распределения влажности в поперечном сечении пиломатериалов

Для понимания механизма влагораспределения было исследовано распределение влаги по сечению лакированной древесины. Для этого была использована древесина сосны с радиальным, тангенциальным и торцовым срезом. Образцы были изготовлены в форме прямоугольной призмы с основанием 45×45 мм и высотой вдоль волокон 160 мм. На образцы были нанесены один слой изоляционного грунта АМ473 и два слоя лака AZ2130/00 фирмы «Sayerlack». Сушку покрытий осуществляли при нормальных условиях (температура (20 ± 2) °С).

В процессе испытаний в воду погружали 3 группы образцов: в первой группе покрытие на образцах отсутствовало, замачивание проводили в течение 24 ч; во второй и третьей группах на образцы было нанесено ЛКП, замачивание проводили в течение соответственно 24 и 48 ч. После замачивания образцы раскраивали на секции толщиной 5...7 мм. Секции раскалывали на фрагменты размером $6,5 \times 6,5$ мм (6 фрагментов по длине и 6 по толщине) в соответствии со схемой, приведенной на рис. 1. Перед раскромом фрагменты секции маркировали. Текущую влажность фрагментов определяли сушильно-весовым способом по ГОСТ 16588.

Полученные данные позволяют наглядно представить распределение влаги по сечению лакированной древесины и показывают, что влага неравномерно распределяется по сечению экспериментального образца: сначала древесина насыщается в зоне контакта, затем влага движется от краев к центру под действием градиента влажности в сторону понижающейся влажности (рис. 2). При этом скорость движения влаги в радиальном и тангенциальном направлениях в 4–6 раз меньше, чем вдоль волокон, а скорость движения влаги в радиальном направлении в 1,5–3 раза больше, чем в тангенциальном направлении (это можно объяснить различным содержанием поздней древесины). Влага за сутки проникала в радиальном и тангенциальном направлениях на глубину до 10 мм. Стоит отметить, что соотношение влажностей внешних и внутренних поверхностей составляет 1,6:1,0 (это можно объяснить тем, что ЛКП в силу своей пористости замедляет процесс переноса воды к подложке, следовательно, у влаги больше времени для равномерного распределения по сечению).

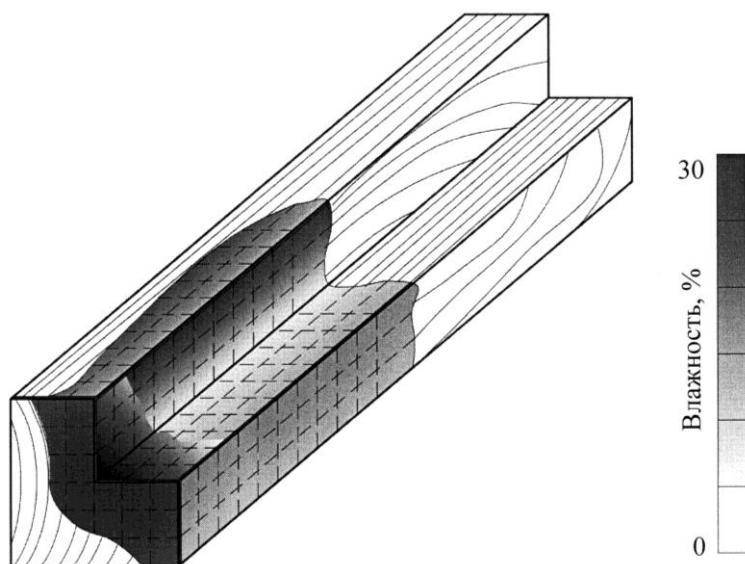


Рис. 2. Распределение влажности по объему лакированной древесины

Рассмотренный случай влагораспределения в полной степени справедлив лишь для понимания механизма распределения влаги по всему сечению. Для понимания распределения влаги непосредственно под поверхностью покрытия необходимы более детальные исследования приграничной области «ЛКМ – подложка». Необходимо изучить влияние концентрации водяных паров на изменение защитных свойств при температурно-влажностных воздействиях.

На свойства покрытий влияют состав ЛКМ и условия пленкообразования, характер взаимного распределения несовместимых компонентов, строение и структура исходных латексных частиц. Следовательно, уменьшение водопроницаемости пленок может быть обеспечено за счет увеличения температуры отверждения и многослойности покрытий [5].

Для контроля процессов отверждения водоразбавляемых ЛКМ и определения водопроницаемости грунтовочного слоя покрытий на древесине хвойных пород предложен кондуктометрический метод с использованием мегаомметра Ф4101, измеряющего электрическое сопротивление покрытия на границе «ЛКМ – подложка». Расстояние между электродами, внедренными на всю глубину древесины, принято равным 20 мм. Исследования проводили на образцах древесины сосны радиального и поперечного разрезов размерами 80×60×15 мм. В эксперименте применяли водоразбавляемый акриловый лак «Суперкрил» фирмы «AkzoNobel» при нанесении толщиной 200 мкм в жидком слое. Сушку покрытия осуществляли при нормальных условиях (температура $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$) и температуре 50°C .

По предварительным данным установлено, что время отверждения однослойного покрытия на образцах радиального разреза составило 1 ч при температуре 50°C и 2 ч при нормальных условиях, на образцах поперечного разреза – соответственно 0,5 и 1 ч (это связано с анатомическим строением древесины). Технологическая выдержка перед нанесением второго слоя при нормальных условиях составляла 0,5 ч, при температуре 50°C она не производилась. Второй слой наносили толщиной 200 мкм для всех образцов и отверждали при тех же условиях, что и первый. При этом водопроницаемость грунтовочного слоя контролировали по величине электрического сопротивления.

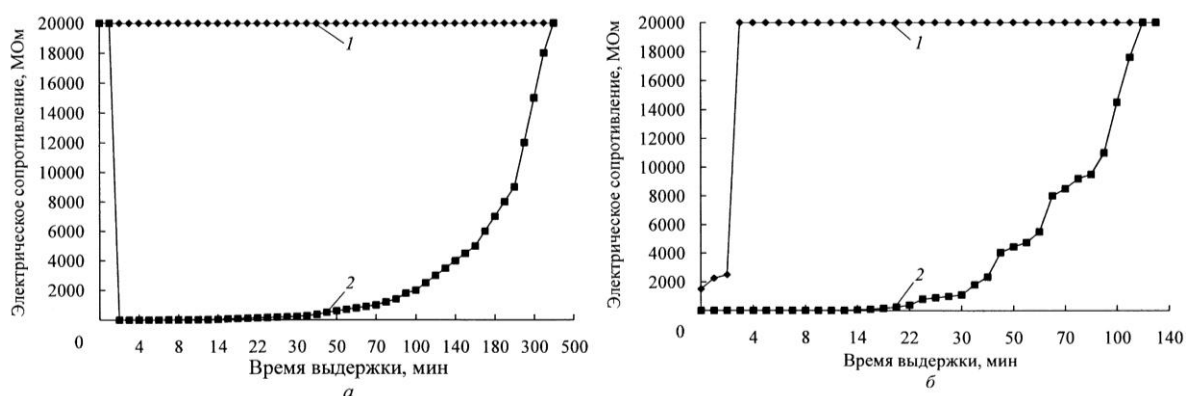


Рис. 3. Изменение электрического сопротивления при отверждении в процессе сушки второго слоя лака на образцах древесины сосны радиального (а) и поперечного (б) разрезов:

1 – температура 50°C ; 2 – нормальные условия

На рис. 3, *а* представлено изменение электрического сопротивления на границе «ЛКМ – подложка» в процессе отверждения второго слоя лака, сформированного на образцах радиального разреза древесины сосны, при разных температурных условиях. Установлено, что при нормальных условиях происходит проникновение воды в древесину через грунтовочный слой за 2 мин, и ее последующее удаление в течение 400 мин, тогда как при температуре 50 °С первый слой толщиной 200 мкм препятствует проникновению воды в древесину.

На образцах поперечного разреза древесины сосны проникновение воды в древесину через грунтовочный слой происходит незамедлительно, и продолжительность ее удаления при нормальных условиях составляет 130 мин. При температуре 50 °С непосредственно в момент контакта происходит частичное проникновение воды, которая в последующем удаляется в течение 4 мин (рис. 3, *б*). Это объясняется тем, что при более высокой (по сравнению с нормальными условиями) температуре происходит более интенсивное слияние глобул, т.е. большее уплотнение молекул полимера. Таким образом, формирование покрытий при повышенных температурах позволяет обеспечить водостойкость грунтовочного слоя при толщине 200 мкм.

Таким образом, свойства покрытий на основе водных материалов определяются как технологическими режимами, так и видом разреза древесины сосны. Эти обстоятельства необходимо учитывать при совершенствовании технологии отделки хвойной древесины водными лакокрасочными материалами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Буглай Б.М. Технология отделки древесины. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Лесн. пром-сть, 1973. 304 с.
2. Жуков Е.В., Онегин В.И. Технология защитно-декоративных покрытий древесины и древесных материалов. М.: Экология, 1993. 304 с.
3. Мелешко А.В., Логинова Г.А., Сычев А.Н. Новые лакокрасочные материалы для прозрачной отделки изделий из древесины хвойных пород // Деревообр. пром-сть. 2000. № 4. С. 19–21.
4. Чалых А.Е. Диффузия в полимерных системах. М.: Химия, 1987. 312 с.
5. Яковлев А. Д. Химия и технология лакокрасочных покрытий. Л.: Химия, 1989. 384 с.

A.V. Meleshko, G.O. Manulik, S.S. Romanova, A.I. Skripalshchikov
Siberian State Technological University

Problem of Furnishing Products Made of Coniferous Wood by Aqueous Materials

The main aspects of interaction of aqueous varnish-and-paint materials with surface of coniferous wood and processes of surface formation are considered. The ways for increasing efficiency of technological processes are offered.

Keywords: coniferous wood, aqueous varnish-and-paint materials, swelling, wood roughness, moisture distribution, water absorption, water penetration of coverings.