

1. *Дворецков Г.* О проблемах склеивания материалов в мебельных и столярных производствах// Все о мебели, 2002. - №11. - С. 72-75.
2. *Ковальчук Л.М.* Технология склеивания. - М.: Лесн. пром-сть, 1973. -208 с.
3. *Куликов В.А.* Производство фанеры. - М.: Лесн. пром-сть, 1976. - 368 с.
4. *Кириллов А.Н.* Конструкционная фанера. - М.: Лесн. пром-сть, 1981. - 112 с.
5. *Чубинский А.Н.* Формирование клеевых соединений древесины. СПб., 1992. - 164 с.
6. *Ветошкин Ю.И.* Исследование процесса образования контакта клея со шпоном при склеивании последнего. Дис. ... канд. техн. наук. - Л., 1980. - 186 с.

УДК 674.037

М. В. Газеев

(Уральский государственный лесотехнический университет)

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ЗАЩИТНО-ДЕКОРАТИВНОГО ПОКРЫТИЯ НА ДРЕВЕСИНЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОПИТЫВАЮЩЕГО ТОНИРУЮЩЕГО СОСТАВА НА ОСНОВЕ АЛКИДНЫХ СМОЛ

Исследован процесс формирования покрытия на древесине с применением пропитывающего тонирующего состава на основе алкидных смол. Установлено, что содержащийся в пропитке растворитель (уайт-спирит), являясь неполярным, не взаимодействует с целлюлозными волокнами древесины, не вызывает их набухание. Содержащаяся в пропитке алкидная смола препятствует поднятию ворса древесины, так как усадочные напряжения, возникающие в пленке, значительно меньше липкости смолы. Пропитку тонирующую на основе алкидных смол можно рекомендовать для крашения с получением высококачественных декоративных покрытий на древесине и древесных материалах.

Получение высококачественных, защитно-декоративных покрытий на древесине с применением пропитывающего тонирующего состава на основе алкидных смол имеет ряд преимуществ, не поднимает ворс древесины, обеспечивает равномерность цвета и совмещение операций крашения и грунтования. Данные особенности предполагает природа компонентов состава: уайт-спирит как неполярный растворитель предотвращает набухание древе-

сины; алкидная смола обладает липкостью, обеспечивающей удержание ворса древесины и снижение шероховатости подложки.

Отделка изделий из древесины предназначена для защиты от поверхностного разрушения и придания красивого внешнего вида. Выбор лакокрасочных материалов зависит не только от породы древесины, но и от условий эксплуатации изделий.

Древесина обладает рядом специфических свойств и имеет пористое строение, эти особенности требуют создания специальной технологии нанесения лакокрасочных материалов. Рациональное использование древесины можно обеспечить путем эффективного проведения отделочных операций, во многом определяющих качество получаемой продукции. Анализ современной технологии отделки показывает, что лакокрасочные материалы выбирают без учета особенностей строения древесины, ее физических и химических свойств, что вызывает повышение требований к качеству подготовки поверхности под отделку, с большим количеством технологических операций и, как следствие, весьма значительное повышение трудоемкости и продолжительности цикла отделки. Ряд материалов, таких как водные красители, используют в ограниченном масштабе в связи с неравномерной окраской поверхности (особенно хвойных пород), длительным циклом сушки и образованием ворса за счет набухания волокон древесины. Высокая стоимость зарубежных лакокрасочных материалов для древесины и отсутствие отечественных аналогов определяет актуальность разработки соответствующих новых отделочных материалов.

Главным конкурентом зарубежных фирм по выпуску красящих составов выступило ООО «Опытное производство лакокрасочных материалов» г. Екатеринбург, выпустив поренбеиц с названием - пропитка тонирующая на основе алкидных смол.

Кафедра механической обработки древесины Уральского государственного лесотехнического университета провела испытания и теоретическое исследование процесса взаимодействия пропитки тонирующей с древесной подложкой. В результате испытаний установлено, что пропитки на основе алкидных смол позволяют получать высококачественное покрытие, равномерно распределенное на подложке, с равномерной окраской, сохраняя и выявляя при этом естественную текстуру древесины.

Красящий состав представляет собой смесь атмосферостойкого алкидного связующего и светостойких пигментов. Данный состав имеет следующие преимущества:

- не поднимает ворса древесины;
- обеспечивает равномерность цвета;
- обеспечивает совмещение операций грунтования и крашения (сокращение производственного цикла отделки, высвобождение производственных площадей, улучшение культуры производства);
- обладает антисептическими свойствами;

- имеет большую цветовую гамму;
- снижает себестоимость отделки.

Поверхность древесины представляет собой перерезанные полости клеток, которые образуют канавки, углубления и направленные внутрь каналы. Сорбция поверхностными слоями древесины наносимых на нее жидкостей и растворителей может сопровождаться ее набуханием. Ряд красящих составов на водной основе вызывает набухание древесины и поднятие ворса. Это обусловлено тем, что агент, вызывающий набухание, проникает в аморфные участки целлюлозных микрофибрилл и в участки между микрофибриллами. Набухание обосновано полярностью жидкости, т.е. чем выше полярность жидкости, тем больше степень набухания [3].

Идея о том, что в ходе сорбции воды образуется раствор в аморфных областях целлюлозы, была выдвинута Катцем, он предложил, что вода при взаимодействии с целлюлозой образует гидраты [4].

Полярность древесины связана с ее диэлектрической проницаемостью. Набухание, а следовательно и деформация поверхности древесины, неодинакова в различных жидкостях и зависит от диэлектрической проницаемости. Максимальное набухание древесины отмечается в воде; с уменьшением степени диэлектрической проницаемости ϵ степень поглощения жидкостей уменьшается. Древесина практически не набухает в жидкостях с $\epsilon \leq 5$ – ароматических (уайт-спирит) и особенно алифатических углеводородах (бензол, толуол, ксилол), наблюдается лишь их частичное впитывание. Таким образом, состав растворителей в лакокрасочных материалах, наносимых непосредственно на древесину, влияет на стабильность поверхности [1, 6].

Уайт-спирит, входящий в состав пропитки тонирующей, является непolarным растворителем с низкой степенью диэлектрической проницаемости ϵ , что говорит о том, что данный растворитель не взаимодействует с древесиной. Следовательно, нет набухания и поднятия ворса древесины.

Пропитка тонирующая представляет собой смесь пленкообразующего, пигментной пасты и растворителя. Пленкообразование - это процесс перехода лакокрасочного материала из жидкого или вязкотекучего состояния в твердое, с образованием адгезионного покрытия на поверхности подложки [1].

Формирование покрытий из растворов пленкообразователей происходит обычно за счет удаления растворителей испарением. В результате испарения растворителя из неподвижной твердеющей пленки также медленно сокращается толщина лакокрасочного покрытия до конечной толщины и продолжается втягивание его в углубления подложки. Наблюдается нарастание усадочных напряжений в покрытии, и, как следствие, возникает возможность появления ворса на поверхности подложки из древесины. В сохнувшем покрытии образуются усадочные напряжения, вызывающие усадку пленки. Пленка тянет за собой ворсинки древесины, повышая ее шероховатость (рис. 1).

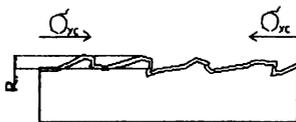


Рис. 1. Напряжения, возникающие в покрытии при сушке

Найдем напряжения, возникающие в лакокрасочном составе, используя метод, основанный на измерении отклонения от первоначального положения свободного конца консольно закрепленной упругой металлической пластины с лакокрасочным покрытием (рис. 2) [2].

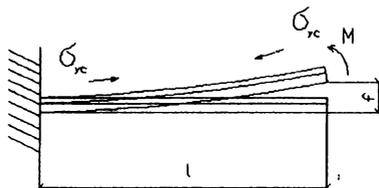


Рис. 2. Образец для определения внутренних напряжений

На стальную пластинку наносится состав пропитки тонирующей в соответствии с расходом 100-120 г/м². Одним концом пластинка жестко закрепляется. Перемещения свободного конца пластинки отслеживаются с помощью микроскопа.

В результате проведенных опытов, прогиб пластинки составил $f=0,0000625$ см. Зная перемещения пластинки, найдем усадочные напряжения, возникающие в покрытии. Усадочные напряжения условно принимаем за распределенную нагрузку $\sigma_{yc} = q$, действующую на балку с защемленным концом. Для определения перемещений в заданной балке уравнение прогибов будет иметь вид [5], см

$$f = \frac{ql^4}{8EJ} \quad (1)$$

Выразим из (1) распределенную нагрузку q , Н/см

$$q = \frac{8 \cdot f \cdot E \cdot J}{l^4}, \quad (2)$$

где: q - распределенная нагрузка, Па;

l - длина пластинки, см;

E - модуль упругости стали ($1,96 \cdot 10^5$ МПа);

J - момент инерции, см⁴; $J = \frac{b \cdot h^3}{12}$, где b , h - размеры поперечного сечения пластинки, см.

Распределенная нагрузка $q=0,015 \text{ Н/см}$ действует на ворс древесины и должна вызывать его поднятие и увеличение шероховатости древесной подложки. Поднятия ворса не происходит, следовательно, существует нагрузка, противодействующая нагрузке q . Предположим, что пропитка тонирующая обладает липкостью, способной удержать ворс, препятствуя его поднятию. Липкость сочетает в себе ряд факторов, характеризующих термодинамическую работу. К ним относятся: адгезия, когезия, поверхностное натяжение, вязкость. Для подтверждения испытываем пропитку тонирующую на липкость. Схема установки для испытания на липкость представлена на рис. 3. Пропитку испытывали после часовой выдержки красящего состава с толщиной слоя 25 мкм .

За критерий оценки липкости принимается величина удельной силы отрыва. Результаты измерения липкости представлены на графике (рис. 4).

Принимаем за удельную силу отрыва $m=34,9 \text{ г}$. Пересчитаем массу m как нагрузку L , действующую на единицу площади, Н/см^2

$$L = \frac{m \cdot g}{S} \quad (3)$$

Величина $L=0,0356 \text{ Н/см}^2$ – липкость пропитки тонирующей, или давление, которое пропитка способна выдержать. Для соизмерения $\sigma_{\text{лип}}$ с $\sigma_{\text{ус}}$, перемножим L на ширину стальной пластинки, на которую наносили состав при измерении $\sigma_{\text{ус}}$. $\sigma_{\text{лип}} = L \cdot b = 0,0356 \cdot 0,7 = 0,025 \text{ Н/см}^2$. (4)

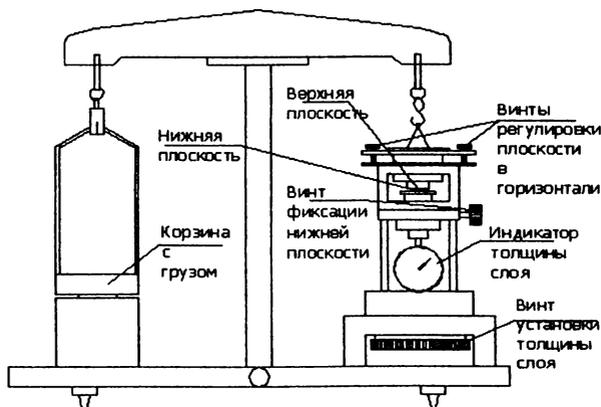


Рис. 3. Схема установки для испытания на липкость

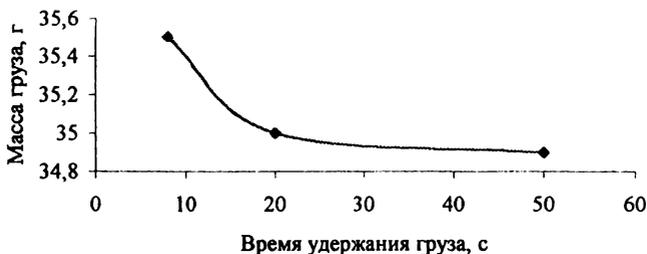
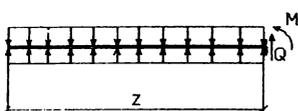
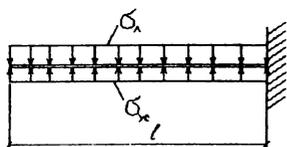


Рис. 4. График изменения липкости красящего состава

Сравнение полученных результатов подтверждает теорию липкости состава, $\sigma_{\text{лип}} \geq \sigma_{\text{ус}}$.

Переведем напряжения, возникающие в пропитке тонирующей, на древесину. Представим условно ворсинку древесины, как балку с защемленным концом, а напряжения, возникающие в пропитке тонирующей как распределенную нагрузку, действующую на балку. Зная размеры древесных волокон древесины сосны, условно зададимся длиной балки [7]. Принимаем условную длину балки $l=3\text{мм}$. Определим величину поперечных сил Q , N , и изгибающих моментов M , $N\cdot\text{см}$, возникающих в балке, и построим эпюры (рис. 5).



$$\sum F_y = 0; \quad (5)$$

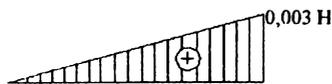
$$Q - \sigma_n \cdot z + \sigma_{yc} \cdot z = 0; \quad (6)$$

$$Q = \sigma_n \cdot z - \sigma_{yc} \cdot z; \quad (7)$$

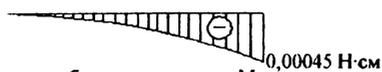
$$\sum M = 0; \quad (8)$$

$$-\sigma_n \cdot z \cdot \frac{z}{2} + \sigma_{yc} \cdot z \cdot \frac{z}{2} - M = 0; \quad (9)$$

$$M = -\sigma_n \cdot \frac{z^2}{2} + \sigma_{yc} \cdot \frac{z^2}{2}. \quad (10)$$



Эпюра поперечных сил Q



Эпюра изгибающих моментов M

Результаты вычисления эпюр поперечных сил и изгибающих моментов при $\sigma_{\text{лип}}=0,025 \text{ Н/см}$ и $\sigma_{\text{ус}}=0,015 \text{ Н/см}$, сведены в таблицу.

Рис. 5. Эпюры Q и M

Электронный архив УГЛТУ

Величины поперечных сил Q и изгибающих моментов M

Z, см	Q, Н	M, Н·см
0	0	0
0,05	0,0005	-0,0000125
0,1	0,001	-0,00005
0,15	0,0015	-0,0001125
0,2	0,002	-0,0002
0,25	0,0025	-0,0003125
0,3	0,003	-0,00045

Исследуя процесс формирования покрытия на древесине с применением пропитки тонирующей, можно сделать следующие выводы:

- содержащийся в пропитке растворитель (уайт-спирит) является неполярным и не взаимодействует с целлюлозными волокнами древесины, не вызывает их набухания;

- содержащаяся в пропитке алкидная смола обладает липкостью, препятствующей поднятию ворса древесины, так как усадочные напряжения возникающие в пленке, значительно меньше ее липкости:

$$\sigma_{л} = 0,025 \text{ Н/см} > 0,015 \text{ Н/см} = \sigma_{ус};$$

Таким образом, на основании проведенных экспериментов и сравнительного анализа пропитку тонирующую на основе алкидных смол можно рекомендовать для крашения с получением высококачественных декоративных покрытий на древесине и древесных материалах.

Литература

1. Жуков Е.В., Онегин В.И. Технология защитно-декоративных покрытий древесины и древесных материалов: Учебник для вузов. - М.: Экология, 1993. - 304 с.
2. Карякина М.И. Лабораторный практикум по техническому анализу и контролю производств лакокрасочных материалов и покрытий: Учебное пособие для техникумов. 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Химия, 1989. - 208 с.
3. Оболенская А.В., Щеголев В.П.: Пер. с англ./ Под ред. Б.Л. Браунинга. Химия древесины. - М.: Лесн. пром-сть, 1967.
4. Колосовская Е.А., Лоскутов С.Р., Чудиков Б.С. Физические основы взаимодействия древесины с водой. - Новосибирск: Наука. Сибирское отделение, 1989. - 216 с.
5. Беляев М.Б., Белявский Л.А// Под ред. В.К. Качурина. Сборник задач по сопротивлению материалов. - М.: Наука, 1970. - 432 с.
6. Энциклопедия полимеров. М.: Советская энциклопедия. - Т.3. - С. 282.
7. Швам Е.Е. Древесиноведение. Издание 2-е испр., и дополн. - Екатеринбург: БРИЗ-Урал, 2000. - 190 с.