РАЗДЕЛ XXXV. РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Цой Ю.И., Блинов А.К.

Исследование физико-химических свойств уретано-алкидных лакокрасочных материалов

Санкт-Петербургская Государственная художественно-промышленная Академия
им.А.Л.Штиглица
(Россия, Санкт-Петербург)

doi: 10.18411/trnio-11-2021-280

Аннотация

Процесс формирования качественного защитно-декоративного покрытия древесины во многом определяется кинетикой его отверждения, т.е. изменением в течение некоторого времени его химических и физико-механических свойств в зависимости от природы ЛКМ, его состава, природы подложки, а также различными факторами внешнего влияния на систему ЛКМ - подложка.

Грамотный выбор ЛКМ и его составляющих, правильное решение вопроса выбора технологии подготовки к нанесению, нанесения и отверждения ЛКМ, позволят полностью управлять ходом формирования защитно-декоративного лакокрасочного покрытия (ЛКП). Это важно как с научной, так и практической стороны, поскольку, только так можно целенаправленно получать защитно-декоративное покрытие высокого качества с набором необходимых физических и эксплуатационных свойств.

Проведенный сравнительный анализ различных органорастворимых лакокрасочных материалов (ЛКМ), применяемых для отделки изделий из древесины, показал, что по-прежнему перспективны и востребованы «классические» органорастворимые составы: алкидные, полиуретановые, акриловые и различные их вариации.

Изучены основные физико-химические свойства уретано-алкидного лака.

Знание кинетических зависимостей процесса отверждения ЛКМ позволяет оптимизировать технологический процесс, повысить качество выпускаемой продукции.

Ключевые слова: древесина, органорастворимый лакокрасочный материал, защитно-декоративная отделка, кинетика отверждения, качество лакокрасочного покрытия.

Abstract

The process of forming a high-quality protective and decorative coating of wood is largely determined by the kinetics of its curing, i.e., changes in its chemical and physico-mechanical properties for some time depending on the nature of the paintwork, its composition, the nature of the substrate, as well as various factors of external influence on the paintwork - substrate system.

A competent choice of paintwork and its components, the correct solution to the choice of technology for preparation for application, application and curing of paintwork, will allow you to fully control the course of formation of a protective decorative paintwork (LCP). This is important both from the scientific and practical side, because this is the only way to purposefully obtain a high-quality protective and decorative coating with a set of necessary physical and operational properties.

A comparative analysis of various organo-soluble paint and varnish materials (LCM) used for finishing wood products was carried out, which showed that the most promising are the "classic" organo-soluble compositions: alkyd, polyurethane, acrylic and their various variations.

The basic physicochemical properties of urethane-alkyd varnish have been studied.

Knowledge of the kinetic dependencies of the curing process of coatings allows you to optimize the technological process, improve the quality of products.

Keywords: wood, organo-soluble paint and varnish material, protective and decorative finishing, kinetics of curing, quality of paint and varnish coating.

Проведенный сравнительный анализ различных органорастворимых лакокрасочных материалов (ЛКМ), применяемых для отделки изделий из древесины, показал, что по – прежнему перспективными и востребованными являются «классические» органорастворимые составы: алкидные, полиуретановые, акриловые и различные их вариации.

Нами были изучены основные физико-химические свойства уретано-алкидного и нитропентафталевого (НЦ-ПФ) лака (для сравнения).

На первом этапе была определена условная вязкость ЛКМ различной концентрации. Установлено, что все полученные варианты ЛКМ различной концентрации пригодны для нанесения методом налива.

Несмотря на более высокую вязкость, уретано-алкидный ЛКМ значительно лучше смачивает древесные подложки, нежели смесь НЦ-ПФ. Скорее всего, это вызвано большей адгезией при взаимодействии молекул компонентов НЦ-ПФ ЛКМ, чем когезией молекул уретан-алкидного ЛКМ. Исследуемые ЛКМ смачивают древесину сосны лучше, чем древесину дуба. Это можно объяснить наличием смолистых веществ в древесине сосны, которые имеют химическое сродство с компонентами органорастворимых ЛКМ. Оба исследуемых ЛКМ имеют хорошие показатели работы адгезии, но показатели уретан-алкидного ЛКМ выше. В результате изучения процесса отверждения ЛКМ на стеклянной подложке, были определены величины сухого остатка: для уретан-алкидного ЛКМ $\approx 49-50\%$ и НЦ-ПФ $\approx 39-41\%$.

В ходе исследований процесса отверждения ЛКМ на древесных подложках были установлены следующие значения величины сухого остатка: для уретан-алкидного ЛКМ - (сосна) $\approx 47-51\%$; -для (дуба) $\approx 49-51\%$; для НЦ-ПФ лака- (сосна) $\approx 38-41\%$; -для (дуба) $\approx 37-39\%$. Можно сказать, что значения сухого остатка ЛКМ исходной концентрации на стекле и на различных древесных подложках в целом совпадают. Незначительные расхождения обусловлены неоднородным анатомическим строением и различием физико-химического состава древесных подложек (небольшая доля растворителя могла впитаться в глубь древесины), а также небольшой погрешностью при проведении экспериментов.

Исследования кинетики отверждения уретан-алкидного ЛКМ до ст. 3 показали:

При $T = 60^{\circ}\text{C}$ время отверждения ЛКМ составляет 70 мин на подложке из дуба и 75 мин на сосновой подложке (независимо от концентрации ЛКМ и количества слоев нанесения ЛКМ).

При $T = 80^{\circ}\text{C}$ продолжительность отверждения ЛКМ несколько сокращается, и составляет порядка 60 мин на сосновой подложке и 50 - 55 мин на подложке из дуба. При увеличении количества растворителя в составе время отверждения незначительно увеличивается. Второй слой ЛКМ во всех случаях отверждается на 5 мин дольше. Это можно объяснить тем, что с повышением температуры отверждения процессы поликонденсации протекают с большей скоростью и изменением значений энергии активации при добавлении растворителя.

Исследования процесса отверждения нитроцеллюлозно-алкидного ЛКМ до ст. 3 показали:

При $T = 60^{\circ}\text{C}$ продолжительность отверждения ЛКМ на сосновой подложке при увеличении содержания растворителя составляет от 35 - 40 мин до 45 - 50 мин. Второй слой отверждается примерно на 5 мин дольше. На подложке из древесины дуба время отверждения составляет 40 - 45 мин (независимо от концентрации и количества слоев нанесения ЛКМ).

При $T = 80^{\circ}\text{C}$ время отверждения ЛКМ до ст. 3 на сосновой подложке составляет порядка 30 - 40 мин (увеличиваясь при увеличении содержания растворителя; количество слоев нанесения на время отверждения практически не влияет). На дубовой подложке

продолжительность отверждения составляет 30 - 35 мин (второй слой отверждается на 5 мин дольше; концентрация на скорость процесса отверждения не влияет).

Обобщая эти факты, можно сказать, что НЦ-ПФ ЛКМ отверждается значительно быстрее уретан-алкидного (при $T = 60^{\circ}\text{C}$ на сосновой подложке - на 25 - 40 мин (в зависимости от содержания растворителя); на дубовой подложке - на 25 - 30 мин; при $T = 80^{\circ}\text{C}$ на сосновой подложке - на 20 - 30 мин; на дубовой подложке - на 15 - 20 мин). В среднем, на отверждение НЦ-ПФ ЛКМ требуется в 1,5-2 раза меньше времени, чем для уретано-алкидного лака.

Продолжительность отверждения ЛКМ зависит также и от количества слоев нанесения, увеличиваясь, максимум на 5 мин от первого слоя ко второму.

Концентрация лака также влияет на время отверждения ЛКМ: при увеличении содержания органических растворителей продолжительность отверждения увеличивается.

В целом, каждый из изученных ЛКМ, независимо от температуры сушки, количества слоев нанесения и концентрации, отверждается быстрее на дубовой подложке. Это может быть связано с тем, что дуб является кольцепоровой породой древесины и содержит большее количество свободных полостей, в то время как в сосне поры в значительной степени заполнены смолистыми веществами, что обуславливает различную впитывающую способность этих пород древесины молекул растворителя, а, следовательно, и различную скорость отверждения на границе ЛКМ-подложка. Характеристические кривые отверждения приведены на рис. 1,2.

Рисунок 1. Кривые отверждения уретано-алкидного лака на сосновой подложке при температуре сушки 80°C

Рисунок 2. Кривые отверждения нитроцеллюлозно-пентафталевого лака на сосновой подложке при температуре сушки 80 °C

Закключение

Определены основные физико-химические параметры взаимодействия, исследуемого ЛКМ различной концентрации и различных древесных подложек. Установлено, что исследуемый уретано-алкидный ЛКМ очень хорошо смачивает древесину и растекается по её поверхности при условной вязкости 35...80 с по ВЗ-246.

Выявлен ряд закономерностей, проявившихся в ходе изучения процесса отверждения исследованных ЛКМ. Установлено время, необходимое для отверждения ЛКМ до ст. 3 (для различных типов ЛКМ, различных их концентраций, количества слоев нанесения ЛКМ, видов древесных подложек и температуры конвективной сушки).

Установлено, что рациональными параметрами нанесения и конвективной сушки уретано-алкидного ЛКМ являются: условная вязкость состава 55 с по ВЗ-246; температура конвективной сушки - 80 °C; продолжительность сушки ЛКМ на сосновой подложке - по 60 мин на каждый слой; время сушки на дубовой подложке - 50 мин (1-й слой) и 55 мин (2-й слой).

1. Андруцкая О. М. Глобальный рынок промышленных ЛКМ: движущие силы и предпочтения потребителей // «Лакокрасочные материалы и их применение». - 2015. - № 9. - с. 12-14.
2. Рынок лакокрасочных материалов для древесины / под ред. Андруцкой О. М. // «Лакокрасочные материалы и их применение». - 2015. - № 8. - с. 12-13.
3. Герт Н. В., Бурындин В. Г., Файзуллин М. З., Ельцов О. С. Исследование отверждения акрилуретанового и эпоксидного пленкообразующих полимеров // «Лакокрасочные материалы и их применение». - 2011. - № 1-2. - с. 70-74.