

## Литература

1. Полетайкин В.Ф. Прикладная механика лесных подъемно-транспортных машин. Лесопогрузчики гусеничные: моногр. Красноярск: СибГТУ, 2010. 247 с.
2. Колесников П. Г. Моделирование рабочих режимов лесопогрузчика с переменным вылетом груза: монография. Красноярск: СибГТУ, 2007. 126 с.
3. Муратов В.С., Ильин В.Ф., Поддубный В.Ф. Динамические нагрузки гидроцилиндра лесопогрузчика и регулировка предохранительной аппаратуры // ЦНИИМЭ.-Химки, 1980, 411 с.
4. Емтыль З.К. Совершенствование кинематики, динамики и конструкции лесопромышленных гидроманипуляторов: автореф. дис. ... д-ра техн. наук .Воронеж, 2001. 35 с.

## References

1. Poletaykin V.F. Applied mechanics of forest hoisting-and-transport machines. Caterpillar loggers: monogr.Krasnoyarsk: SibSTU, 2010. 247 s.
2. Kolesnikov P.G. Modeling of operating modes of a logger with a variable load outreach. Krasnoyarsk: SibGTU, 2007. 126 s.
3. Muratov V.S., Il' yin V.F., Poddubny V.F. Dynamic loads of a logger hydraulic cylinder and the safety equipment adjustment // TsNIIME. Khimki, 1980. 411 s.
4. Emtil' Z.K. Perfecting of kinematics, dynamics and design of timber industry hydrolic manipulators: avtoref. dis. ... d-ra tekhn. nauk. Voronezh, 2001. 35 s.

УДК 674.07

## Исследование физико-химических свойств двухкомпонентных лакокрасочных материалов

Г.П. Плотникова<sup>a</sup>, Н.П. Плотников<sup>b</sup>, Н.Ю. Аксютенкова<sup>c</sup>

Братский государственный университет, Макаренко 40, Братск, Россия

<sup>a</sup>angara-galina-pavlovna@mail.ru, <sup>b</sup>n-plotnikov@mail.ru, <sup>c</sup>nataliya\_aksyutenkova@mail.ru

Статья поступила 4.09.2013, принята 17.11.2013

*Одним из способов получения светорассеивающего объемного оптического эффекта в объеме лакокрасочного покрытия для облагораживания мебельных изделий и щита является использование в лакокрасочном материале несовместимых полимеров, т. е. создание многокомпонентных лакокрасочных систем. Так, для формирования двухкомпонентной бинарной системы лакокрасочного покрытия с сохранением своего показателя преломления для каждой из фаз предлагается вводить в нитроцеллюлозную основу водную дисперсию поливинилацетата, что приведет к созданию гетерофазной коллоидной системы. Дополнительно известно, что нитроцеллюлоза и поливинилацетат являются совместимыми взаиморастворимыми полимерами. При их взаимодействии происходит диспергирование водной дисперсии поливинилацетата в среде нитроцеллюлозной основы. В результате диспергирования глобулы полимера фазы (поливинилацетатной дисперсии) будут окружены гидратными оболочками (нитроцеллюлозного лака). Процесс отверждения лакокрасочного покрытия будет происходить за счет испарения молекул воды, окружающих частицы полимера фазы. В результате реализуется так называемое «выкристаллизовывание» частиц поливинилацетата в объеме основного пленкообразующего без взаимодействия их с молекулами среды. Предполагается, что это должно отразиться на оптических свойствах сформированного покрытия в сторону создания объемного эффекта светопоглощения с сохранением его первоначальных физико-механических характеристик.*

**Ключевые слова:** лакокрасочный материал, нитроцеллюлозный лак, поливинилацетатная дисперсия, физико-химические показатели.

## Research into physical and chemical properties of two-component paintwork materials

G.P. Plotnikova<sup>a</sup>, N.P. Plotnikov<sup>b</sup>, N.Yu.Aksyutenkova<sup>c</sup>

Bratsk State University, 40 Makarenko st., Bratsk, Russia

<sup>a</sup>angara-galina-pavlovna@mail.ru, <sup>b</sup>n-plotnikov@mail.ru, <sup>c</sup>nataliya\_aksyutenkova@mail.ru

Received 4.09.2013, accepted 17.11.2013

*One of the ways to obtain light-diffusing volume optical effect throughout a paintwork coating to improve furniture products and board appearance is to use incompatible polymers in a paintwork material, i.e. creation of multicomponent paint and varnish systems. So, to form a two-component binary system of a paintwork coating preserving its refraction index for each phase, it is proposed to introduce nitrate base of polyvinyl acetate aqueous dispersion that will result in creation of heterophase colloidal system. It is also known that nitrocellulose and polyvinyl acetate are compatible mutually-soluble polymers. In their presence, the dispersing of polyvinyl acetate aqueous dispersion in the nitrate base medium occurs. As a result of dispersing, the phase polymer globes (polyvinyl acetate dispersion) will be surrounded by hydrated films (nitrocellulose varnish). The process of paintwork coating hardening will take place due*

to evaporation of water molecules surrounding the phase polymer particles. Therefore, the so-called "crystallizing out" of polyvinyl acetate particles throughout the basic film-forming without their interaction with medium molecules is realized. It is supposed that this fact has to have an effect on the optical properties of the obtained coating as to creating the volume effect of light absorption preserving its initial physical and mechanical characteristics.

**Keywords:** paintwork material, nitrocellulose varnish, polyvinyl acetate dispersion, physical and chemical indicators.

**Введение.** Для создания светорассеивающего объемного оптического эффекта в объеме лакокрасочного покрытия одним из перспективных способов является введение в лакокрасочный материал полимеров, совмещаемых с материалом, в частности, поливинилацетатной дисперсии (ПВАД). Таким образом создается гетерофазная коллоидная система, что будет способствовать модификации, а значит, повышению качественных показателей лакокрасочных материалов и покрытий на их основе [1]. Модификации полимеров различного типа (полимеризационных, поликонденсационных) посвящены исследования в различных областях [2 – 7].

В образованной коллоидной лакокрасочной системе будет иметь место явление флокуляции, то есть связи между глобулами полимера фазы. Явление флокуляции окажет влияние на термодинамическую стабильность гетерофазной коллоидной системы, а также на структуру и объем образуемого осадка по причине агрегативной неустойчивости.

Процесс отверждения лакокрасочного покрытия будет происходить за счет испарения молекул воды, окружающих частицы полимера фазы. В результате реализуется так называемое «выкристаллизовывание» частиц поливинилацетата в объеме основного пленкообразующего без взаимодействия их с молекулами среды.

Необходимо подобрать оптимальную концентрацию ПВАД для обеспечения относительной термодинамической стабильности системы.

**Постановка и решение задачи.** Целью работы являются разработка компонентного состава и исследование технологических и эксплуатационных свойств водно-полимерного комбинированного красящего состава, определение технологических свойств.

**Методика.** Работа проводилась на образцах 200x50x10, изготовленных из древесины сосны. Относительная влажность образцов  $8 \pm 2$  %, шероховатость поверхности составила не более 16 мкм. ( $R_{m \max}$ ) в соответствии с ГОСТ 7016. Необходимая шероховатость поверхности достигалась шкурками зернистостью P80, P100.

Используемые материалы:

- нитроцеллюлозный лак НЦ-218 (ГОСТ 4976);
- поливинилацетатная дисперсия (ГОСТ 18992);
- перекись водорода ( $H_2O_2$ );
- нашатырный спирт ( $NH_3 \cdot H_2O$ ).

Проводились исследования также на обработанных образцах:

- находящихся в кипящей воде в течение 2-х час.;
- обработанных перекисью водорода 3 %;
- обработанных нашатырным спиртом 10 %.

В результате теоретических исследований было установлено, что такие экстрактивные вещества, как танины, играющие важную роль в придании и изменении окраски древесины, по большей части, могут быть экс-

трагированы горячей водой. В связи с этим проведены исследования характера изменения окраски образцов древесины сосны, подвергшихся экстракции в горячей воде в течение 2-х часов.

Установлено, что древесина сосны после экстракции в горячей воде обретает более темную окраску. Это подтверждает теоретические данные о том, что древесина сосны (и всех остальных хвойных пород) содержит очень мало или не содержит совсем гидролизуемые танины, которые могут быть удалены горячей водой. Гидролитическая устойчивость древесины различной глубины изучалась нами для разных сфер ее применения [8 – 12]. Кроме того, содержащиеся в ней конденсированные танины в результате процесса экстракции конденсируются в более мономолекулярные аморфные вещества, усиливающие окраску древесины.

Потемнение древесины происходит при экстракции, которая, в свою очередь, влечет за собой проявление неоднородности ее естественной окраски. Трудоемкий процесс экстракции древесины не является эффективным, кроме того, после проведения экстракции в горячей воде требуются шлифование или удаление поверхностного слоя древесины с целью выравнивания и снижения шероховатости ее поверхности.

При взаимодействии поверхности древесины с химическими реагентами возможно изменение ее естественной окраски. Были проведены исследования изменения окраски древесины сосны при обработке ее поверхности различными составами для выявления возможности прогнозирования или стабилизации цвета изделий из древесины хвойных пород с использованием химических реагентов.

При отделке древесины хвойных пород могут неравномерно окрашиваться слои ранней и поздней древесины, при этом могут проявляться слабо заметные дефекты окраски: неоднородность цветового фона или светлоты. Все это характерно не только для клееных изделий и мебельных щитов, включающих ламели из древесины разных деревьев, но и для каждой деланки в отдельности, ввиду неоднородности анатомического строения и химического состава хвойной древесины.

Поэтому при различной обработке обнаружено наличие более темного по сравнению с ядром участка призаболонной зоны, что подтверждает теоретические данные о скоплении в данном месте большого количества полифенольных экстрактивных веществ, которые и придают более темную окраску этой зоне.

В результате проведенных исследований установлено, что для прогнозирования изменения светлоты древесины возможно использование прогнозирующего состава, включающего перекись водорода.

Основными показателями, определяющими физико-химические характеристики двухкомпонентных лакокрасочных материалов, являются [13]:

- вязкость;

- краевой угол смачивания;
- критерий термодинамической стабильности.

В результате термодинамической нестабильности дисперсные системы со временем расслаиваются. По величине объема образующегося осадка можно судить о степени флокуляции частиц дисперсной фазы, способности материала к перемешиванию и степени устойчивости его сложной внутренней структуры после перемешивания. Для определения величины объема осадка лакокрасочные материалы после тщательного перемешивания помещались в пробирки диаметром 20 мм и длиной 180 мм. После выдержки материалов без перемешивания в течение исследуемого периода времени определялись высота всего столба жидкости и высота столба образовавшегося осадка. Величина объема осадка вычислялась в мм от общего объема материала.

По величине краевого угла смачивания судили о способности лакокрасочного материала взаимодействовать с поверхностью древесины, то есть смачивать ее. Для определения краевого угла смачивания  $\theta$  использовался реконструированный микроскоп МИСС-11 (ГОСТ 7865), и его величина рассчитывалась по формуле:

$$\cos \theta = (r^2 - h^2) / (r^2 + h^2), \quad (1)$$

где  $r$  – радиус капли лакокрасочного материала;  $h$  – высота капли лакокрасочного материала.

Одним из наиболее важных показателей технологических свойств лакокрасочных материалов является вязкость. От величины вязкости зависят технологические свойства материалов и выбор метода их нанесения на отделяемую поверхность изделия из древесины. Изменение величины вязкости происходит с изменением внутренней структуры материала. Проведены исследования изменения величины вязкости нитроцеллюлозной основы с введением в нее полимера (ПВАД) в процентах от объема материала с целью установления рациональной концентрации полимерной добавки.

Измерение вязкости лакокрасочных материалов осуществлялось с помощью вискозиметра ВЗ-4 по ГОСТ 8420.

Зависимость вязкости лакокрасочной композиции от содержания в ней ПВАД представлена на рис. 1.

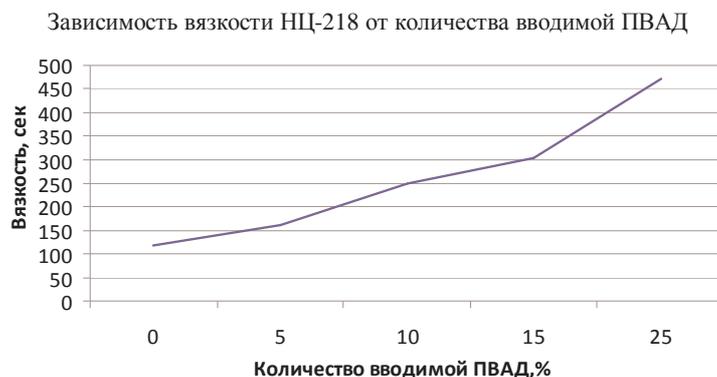


Рис. 1. Зависимость вязкости лакокрасочной композиции от содержания в ней ПВАД

В результате исследований установлено, что содержание ПВАД свыше 10 % способствует значительному повышению вязкости композиции, что недопустимо с технологической точки зрения.

Введение полимера оказывает влияние на способность материала проникать в пористые подложки. Увеличение вязкости происходит сразу при создании двухкомпонентной системы, а затем, с повышением концентрации полимера, наблюдаются незначительные изменения, что говорит об образовании коллоидной системы со сложной внутренней структурой при введении в однородную нитроцеллюлозную основу второго полимера, вследствие чего и происходит изменение свойств лакокрасочного материала.

Характер взаимодействия разработанного красящего состава с поверхностью древесины оценивался по величине краевого угла смачивания. При этом оценивалось смачивание древесной подложки лакокрасочной композицией при содержании в ней не более 10 % дисперсии полимера.

На рис. 2 представлена зависимость краевого угла

смачивания древесной подложки лакокрасочной композицией от содержания в ней ПВАД.

В результате исследований установлено, что добавление ПВАД в композицию лакокрасочного материала в количестве 10 % оказывает положительный эффект на смачивание подложки (краевой угол уменьшается). Водный смесевый краситель лучше смачивает поверхность шероховатой древесины сосны. Водно-полимерный краситель обеспечивает равномерное окрашивание различных зон древесины хвойных пород при его применении. Равномерное окрашивание хвойной древесины будет достигаться за счет отсутствия перераспределения красящего состава с более плотной и гладкой поздней зоны на раннюю, что и вызывает при крашении водными системами значительное поднятие ворса древесины и более интенсивное окрашивание ранней зоны.

Следовательно, для заболони и ядра будет также наблюдаться равномерное окрашивание. Это позволяет обеспечить равномерность окраски всей поверхности изделия, независимо от анатомического строения и химического состава различных зон древесной подложки, и проявить текстуру древесины.

Зависимость краевого угла смачивания от количества вводимой ПВАД



**Рис. 2.** Зависимость краевого угла смачивания древесной подложки лакокрасочной композицией от содержания в ней ПВАД. Вследствие коллоидной природы осветляющий грунт является также термодинамически нестабильной системой. Это значит, что с течением времени материал стремится разделиться на составляющие его фазы, что приводит к образованию осадка. Для выявления характера этой зависимости определена величина объ-

ема осадка различных по своему составу компонентов, сформировавшегося в течение 2-х часов.

Зависимость количества осадка от содержания ПВАД в лакокрасочной композиции представлена на рис. 3.

Зависимость количества осадка от количества вводимой ПВАД

**Рис. 3.** Зависимость количества осадка от содержания ПВАД в лакокрасочной композиции

Термодинамическая нестабильность лакокрасочного материала будет определяться концентрацией введенного в него полимера. Материал с наибольшей концентрацией полимера (более 10 %) имеет больший по величине объем осадка, что является положительным фактором. При меньшем количестве введенного в нитроцеллюлозную основу полимера образуется плотный, трудно редуцируемый осадок. Полученные данные о величине объема осадка подтверждают наличие в дисперсной системе явления флокуляции глобул поливинилацетата. Чем больше концентрация полимера в материале, тем меньше имеющихся связей между глобулами, то есть величина флокуляции минимальна. Глобулы полимера, оседая и сталкиваясь между собой, образуют агрегаты, трудно редуцируемые при перемешивании, что объясняет образование более плотного осадка в материале, содержащего 5 % полимера.

#### Выводы

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы.

Определены физико-химические показатели лакокрасочных материалов на основе двухкомпонентных композиций с использованием полимера поливинилацетата. Установлен диапазон содержания дисперсии (10 %), обеспечивающей наилучшие показатели технологических свойств, позволяющие прогнозировать более высокие оптические характеристики бинарного

лакокрасочного покрытия. Кроме того, для прогнозирования изменения светлоты древесины предлагается использование обрабатываемого состава для подложки ламелей, включающего, помимо разработанных, перекись водорода.

#### Литература

1. Плотникова Г.П., Плотников Н.П., Денисов С.В. Модификация связующего для производства древесно-стружечных плит // Вестн. КрасГАУ. 2013. № 8. С. 220-225.
2. Плотникова Г.П. Совершенствование технологии производства древесностружечных плит на основе модифицированных связующих с использованием некондиционной древесины: дис. ... канд. техн. наук. Братск, 2011. 149 с.
3. Плотников Н.П. Улучшение физико-механических свойств фанеры на основе модифицированных нафтолами карбамидоформальдегидных смол: дис. ... канд. техн. наук. Братск, 2011. 155 с.
4. Плотников Н.П., Плотникова Г.П., Симилова А.А. Исследование структуры модифицированных карбамидоформальдегидных смол методом ЯМР-спектроскопии // Вестн. КрасГАУ. 2012. № 7. С. 171-174.
5. Плотникова Г.П., Плотников Н.П. Карбамидоформальдегидные связующие с улучшенными характеристиками для производства древесностружечных плит // SWORLD: сб. науч. тр. по материалам междунар. науч.-практ. конф. 2013. Т. 45, № 1. С. 64-66.
6. Плотникова Г.П., Плотников Н.П. Древесностружечные плиты на модифицированном связующем // Там же. С. 66-69.
7. Плотникова Г.П., Денисов С.В. Оптимизация технологических параметров в производстве древесностружечных плит на основе маломольных смол с использованием стружки из отходов некондиционной древесины // Вестн. КрасГАУ. 2010. № 8. С. 10-14.

8. Плотникова Г.П., Плотников Н.П., Денисов С.В. Исследование возможности использования некондиционного сырья в производстве древесностружечных плит // Там же. 2012. № 8. С. 191-195.

9. Плотникова Г.П., Плотников Н.П., Денисов С.В., Челышева И.Н. Исследование режимов изготовления древесно-стружечных плит с использованием некондиционного сырья // Там же. 2012. № 11. С. 192-197.

10. Плотникова Г.П. Использование отходов гниющих заготовок в производстве древесностружечных плит // SWORLD: сб. науч. тр. по материалам междунар. науч.-практ. конф. «Перспективные инновации в науке, образовании, производстве и транспорте 2010» 2010. Т. 23. С. 67-68.

11. Плотникова Г.П., Денисов С.В. Комплексное использование отходов в производстве древесностружечных плит // Труды Братского Государственного ун-та. Сер. Естественные и инженерные науки. 2010. Т. 2. С. 294-298.

12. Плотникова Г.П., Денисов С.В., Челышева И.Н. Повышение эффективности производства древесно-стружечных плит // Вестн. КрасГАУ. 2010. № 7. С. 152-158.

13. Плотников Н.П. Анализ физико-химических свойств  $\alpha$ - и  $\beta$ -нафтолов и фенолов // Молодой ученый. 2009. № 4. С. 40-45.

### References

1. Plotnikova G. P., Plotnikov N.P., Denisov S. V. Modification of binder to produce chipboards // Vestn. KRASGAU. 2013 №. 8. S. 220-225.

2. Plotnikova G. P. Improvement of the chipboards production technology on the basis of modified binder using sub-standard wood: dis. ... kand. tekhn. nauk. Bratsk, 2011. 149 s.

3. Plotnikov N.P. Improvement of physical and mechanical properties of plywood on the basis of amino-formaldehyde resins modified by naphthols: dis. ... kand. tekhn. nauk. Bratsk, 2011. 155 s.

4. Plotnikov N.P., Plotnikova G. P., Simikova A.A. Research into the structure of the modified amino-formaldehyde resins by a nuclear magnetic resonance spectroscopy method // Vestn. KRASGAU. 2012 . №. 7. S. 171-174.

5. Plotnikova G. P., Plotnikov N. P. Amino-formaldehyde binder with improved characteristics to produce chipboards// SWORLD: sb. nauch. tr. po materialam nauch.-pract. konf. T. 45. 2013. №. 1. S. 64-66.

6. Plotnikova G. P., Plotnikov N. P. Chip boards on the modified binder // SWORLD: sb. nauch. tr. po materialam nauch.-pract. konf. T. 45. 2013. №. 1. S. 66-69.

7. Plotnikova G. P., Denisov S. V. Optimization of the technological parameters in production of chipboards on the basis of low-molar resins using sub-standard wood chips // Vestn. KRASGAU. 2010 . № 8. S. 10-14.

8. Plotnikova G. P., Plotnikov N.P., Denisov S. V. Research into the possibility of using sub-standard raw materials to produce chipboards // Vestn. KRASGAU. 2012 . № 8. S. 191-195.

9. Plotnikova G. P., Plotnikov N.P., Denisov S. V., Chelysheva I.N. Research into chipboards manufacturing conditions involving off-grade raw materials // Vestn. KRASGAU. 2012 . №.11. S. 192-197.

10. Plotnikova G. P. Employing of decaying blanks waste to produce wood particleboards // SWORLD: sb. nauch. tr. po materialam nauch.-pract. konf. Perspektivnye innovatsii v nauke, obrazovanii, proizvodstve i transporte 2010: materialy mezhdunar. nauch.-prakt. Internet-konf. T. 23. 2010. S. 67-69.

11. Plotnikova G. P., Denisov S. V. Complex use of chipboard production waste// Trudy Bratskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Estestvennye i inzhenernye nauki. T. 2. 2010. S.294-298.

12. Plotnikova G. P., Denisov S. V., Chelysheva I.N. Increase in the chipboards production efficiency // Vestn. KRASGAU. 2010 . № 7. S. 152-158.

13. Plotnikov N.P. Analysis of physical and chemical properties of  $\alpha$ - and  $\beta$ -naphthols and phenols// Molodoy ucheny. № 4. 2009. S. 40-45.

УДК 674.03

## Применение гидролизного лигнина в производстве древесно-полимерных композитов

Г.П. Плотникова<sup>а</sup>, Н.П. Плотников<sup>б</sup>, Е.А. Кузьминых<sup>с</sup>

Братский государственный университет, Макаренко 40, Братск, Россия

<sup>а</sup>angara-galina-pavlovna@mail.ru, <sup>б</sup>n-plotnikov@mail.ru, <sup>с</sup>kasugagoom@bk.ru

Статья поступила 4.09.2013, принята 17.11.2013

*На сегодняшний день на территории Зиминского гидролизного завода (Иркутская область) накоплено более 2 млн. т гидролизного лигнина – отхода гидролизного производства. Проводимые экспериментальные работы в области создания товарной продукции из лигнина имеют положительные результаты, но пока не получили дальнейшего развития в виде промышленного производства. С целью предотвращения самовозгорания, что может повлечь выбросы сернистых или серноокислых, азотистых и др. вредных веществ в атмосферу, принято решение о консервации залежей лигнина до той поры, когда появится возможность его вовлечения в промышленное производство. В 2005 году проведена работа по засыпке свалки лигнина на территории Зиминского гидролизного завода с использованием золошлаковых отходов ОАО «Иркутскэнерго» по технологии, разработанной учеными Лимнологического института СО РАН. Таким образом, одновременно производились тушение горячей свалки, а также консервация ценнейшего сырья от его уничтожения огнем. К сожалению, пока использование лигнина не всегда доступно – организационно, экономически и технически. Например, разложение лигнина на более простые химические соединения (фенол, бензол и т. п.) при сравнимом качестве получаемых продуктов обходится дороже их синтеза из нефти или газа. В данной работе приводятся результаты исследований физико-химических свойств клеевых композиций на основе применения модифицированных гидролизным лигнином фенолформальдегидных смол. Рассмотрены состав и структура гидролизного лигнина. Установлена возможность использования гидролизного лигнина в качестве модификатора фенолформальдегидной смолы для производства клееной фанеры. Разработаны математические модели процесса прессования клееной фанеры и определены оптимальные параметры производства фанеры на основе применения смолы марки СФЖ-3013, модифицированной гидролизным лигнином.*

**Ключевые слова:** гидролизный лигнин, модификация, фенолформальдегидная смола, качество, прочность, физико-механические показатели.