УДК 674.07

СМАЧИВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ДРЕВЕСИНЫ ВОДНО-ДИСПЕРСИОННЫМ ЛАКОКРАСОЧНЫМ МАТЕРИАЛОМ ПРИ АЭРОИОНИЗАЦИИ

Газеев М.В., Газеева Е.А., Жданов Н.Ф.

ФГБОУ ВПО Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия, (620100, г. Екатеринбург, Сибирский тракт, 37), e-mail: gazeev_m@list.ru

Проведено исследование влияния электроэффлювиальной аэроионизации на смачивание поверхности древесины сосны водно-дисперсионным акриловым лакокрасочным материалом (грунтом). Экспериментально подтверждено влияние аэроионизации на снижение краевого угла смачивания подложки. Равновесный краевой угол устанавливается после нанесения капли на подложку почти в 1,5 раза быстрее при ионизации, чем в естественных условиях (t = 18±2^{0}C, W = 65±%). Снижение краевого угла и, как следствие, лучшее смачивание и повышение адгезии лакокрасочного материала к подложке обеспечивается за счет создания на поверхности дополнительной энергии от электрического поля электроэффлювиального излучателя. Полученные данные позволяют утверждать об электрической теории образования адгезионных связей, возникающих между контактирующими поверхностями. Граничные слои контактирующих материалов получают разноименные заряды, взаимодействие которых объясняет повышение адгезии.

Ключевые слова: краевой угол смачивания, краевой угол, смачивание, пленкообразование, аэроионизация, сушка лакокрасочных покрытий, древесина.

THE WETTING SURFACE OF WOOD BY WATER DISPERSIVE PAINTWORK MATERIAL AT AERO IONIZATION

Gazeev M.V., Gazeeva E.A., Zhdanov N.F.

FGBEE HPE Ural state forest engineering university, Yekaterinburg, Russia, (620100, Yekaterinburg, Siberian path, 37), e-mail:gazeev_m@list.ru

The research influence of aero ionization on wetting surface of wood pine by water and dispersive acrylic paintwork material (primer) is conducted. Influence of aero ionization on decrease in a regional corner of wetting of a substrate is experimentally confirmed. The equilibrium regional corner is established after drawing a drop on a substrate nearly 1,5 times faster at ionization than under natural conditions (t = 18±2^{0}C, W = 65±%). Decrease in a regional corner and as a result the best wetting and increase of adhesion of paintwork material to a substrate, is provided due to creation on a surface of additional energy from electric field of an ionization. The obtained data allow to claim about the electric theory of formation of adhesive communications arising between contacting surfaces. Boundary layers of contacting materials receive the heteronymic charges which interaction explains adhesion increase.

Keywords: limiting wetting angle, interface angle, wetting, film-forming, air ionization, drying of coating composition, woods.

На кафедре механической обработки древесины ведутся исследования влияния электроэффлювиальной аэроионизации на процесс отверждения лакокрасочных покрытий на древесине. Полученные результаты исследований позволяют утверждать, что аэроионизация позволяет сократить время пленкообразования лакокрасочных покрытий (ЛКП) в 1,5 ÷ 2 раза по сравнению с естественными условиями (t 20±2 ^{0}C, W 65±5%), а качественные показатели защитно-декоративных покрытий (ЗДП), образованных на древесине с применением аэроионизационного метода отверждения по показателям: твёрдость, стойкость к удару, блеск и адгезия в сравнении с покрытиями, отвержденными в естественных условиях показали перевес в сторону ЗДП, образованных при аэроионизации [1, 2].

Дальнейшее изучение влияния аэроионизации в технологии формирования защитно-декоративных покрытий на древесине привело к рассмотрению явления смачивания поверхности древесины жидкими лакокрасочными материалами (ЛКМ), которое играет очень важную роль.

Смачивание можно представить в кинетике как растекание жидкостей по твердой поверхности. Смачивание и пропитывание ЛКМ подложек достигают: применением ЛКМ с пониженной вязкостью, замедлением сушки, нагревом, применением давления и др. При контакте лакокрасочного материала с поверхностью подложки происходит взаимодействие контактирующих фаз – жидкости с твердым телом, приводящее к искривлению поверхности жидкости у поверхности твердого тела, которое называют смачиванием, а угол между касательной к поверхности жидкости и смоченной поверхностью твердого тела – краевым углом. Вершина краевого угла находится на линии смачивания, вдоль которой соприкасаются все фазы, участвующие в смачивании. Термин «краевой угол» используют только для характеристик равновесного состояния при смачивании [3, 4, 7]. Краевые углы, меняющиеся в процессе растекания жидкости по поверхности твердого тела, называют динамическими $\theta_Д$. Неравновесные краевые углы могут меняться вследствие постепенного изменения свойств системы или объема капли за счет протекания различных физико-химических процессов (испарения жидкости, адсорбции, впитывания жидкости, химических реакций и т.д.). Смачивание и растекание – самопроизвольные процессы, происходящие за счет уменьшения поверхностной энергии Гиббса системы.

Поверхностное натяжение – это сила, действующая по касательной к поверхности жидкости, стремясь сократить поверхность ЛКМ до минимальных размеров. Зависимость равновесного краевого угла от поверхностного натяжения на границах раздела фаз, участвующих в смачивании, описывается уравнением Юнга:

$$cos\,\theta_0 = (\sigma_{Т.Г} - \sigma_{Т.Ж})/\sigma_{Ж.Г}\,.$$

Работа адгезии ЛКМ на границе с подложкой определяется по формуле:

$$W_a = (\sigma_{Ж.Г} + \sigma_{Т.Г}) - \sigma_{Т.Ж}\,.$$

С учетом предыдущих уравнений можно представить в виде:

$$W_a = \sigma_{Ж.Г.}(1 + cos\,\theta_0),$$

где работа адгезии определяется той работой, которую нужно затратить для отделения ЛКМ от подложки. Из условия равновесия капли на поверхности твердого тела следует, что чем меньше краевой угол θ, тем больше адгезия жидкости к поверхности твердого тела и лучше растекание [3, 4, 7].

Для определения влияния аэроионизации на смачивание поверхности древесины жидкими лакокрасочными материалами были проведены исследования.

Цель исследования – определить влияние электроэффлювиальной аэроионизации на краевой угол смачивания водно-дисперсионного акрилового грунта на древесине.

Для достижения поставленной цели провели эксперимент по исследованию краевого угла смачивания ВД-АК грунтом на древесной подложки в естественных условиях и под воздействием аэроионизации. Для определения краевого угла применяли окулярный микроскоп МИР-2, подложки из древесины сосны, отшлифованные до шероховатости $R_{mmax} \leq 16$ мкм, предметные стекла. Шероховатость поверхности определяли по ГОСТ 7016-82. Для определения шероховатости поверхности древесины использовался микроскоп МИС–11. При проведении эксперимента в качестве материала исследований использовался водно-дисперсионный акриловый прозрачный грунт «Экогрунт» фирмы «ЭмЛак Урал» г. Екатеринбург. Каплю испытуемого материала наносили при помощи пипетки на поверхность подложки и помещали на предметный столик окулярного микроскопа МИР-2 (рис.1). В процессе достижения каплей условий равновесия измеряли высоту и диаметр основания капли.

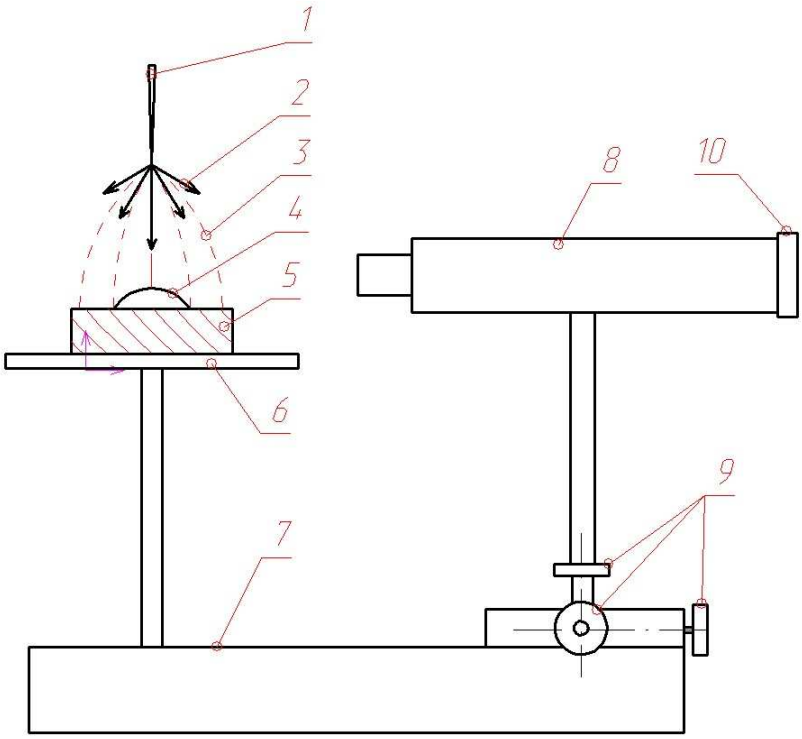

Рис. 1. Схема установки для измерения краевого угла смачивания поверхности древесины ВД-АК грунтом под воздействием электроэффлювиальной аэроионизации: 1 – электрод, 2 – линии напряженности; 3 – силовые линии; 4 – капля ВД-АК грунта; 5 – подложка; 6 – предметный столик; 7 – станина; 8 – тубус микроскопа; 9 – регулировочные винты; 10 – окуляр

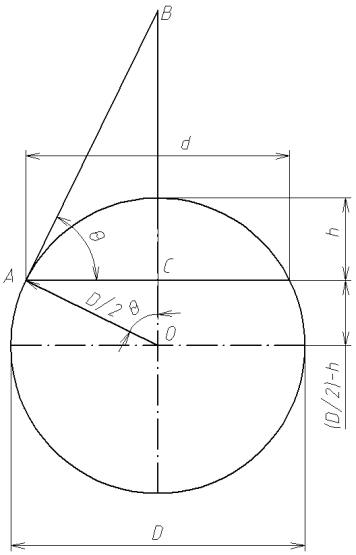

Рис. 2. Схема расчета величины краевого угла

Краевой угол определяется расчетным путем, из рассмотрения подобных треугольников (рис. 2) ABC и AOC (допуская, что форма капли идентична шаровому сегменту) через тангенс угла θ, который рассчитывали по формуле

$$tg\theta = \frac{4dh}{d^2 - 4h},$$

где θ – краевой угол;

d – диаметр капли, мм;

h – высота капли, мм.

Результаты измерений и расчетов краевого угла представлены графически на рис. 3 и рис. 4.

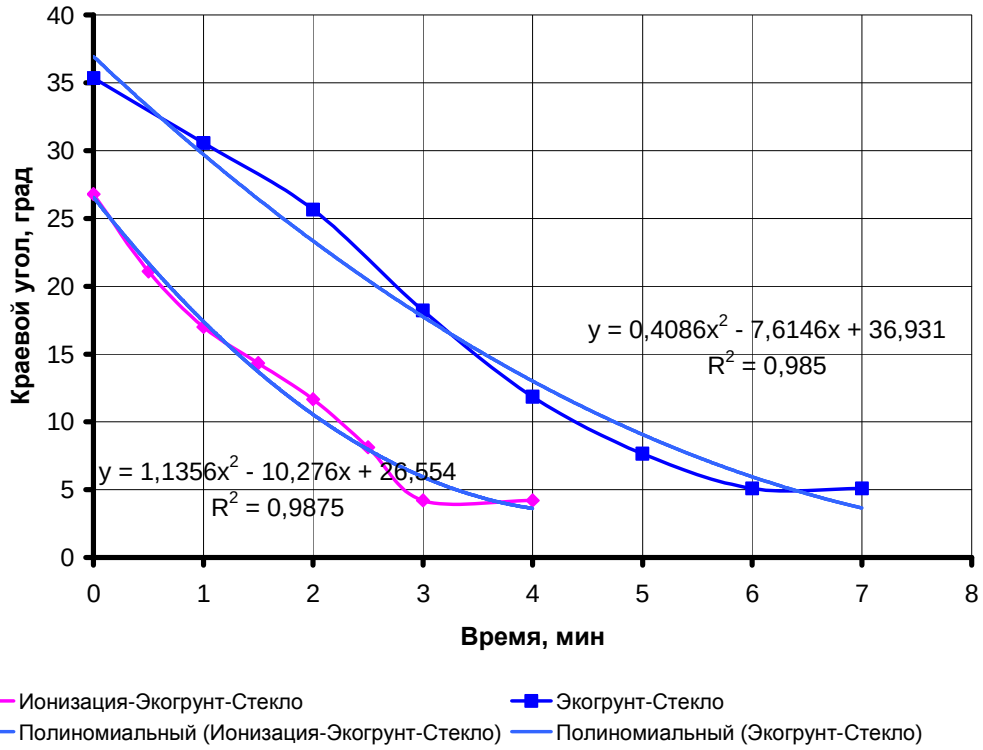

Рис. 3. Кинетика краевого угла смачивания грунтом ВД-АК «Экогрунт» подложки из стекла в естественных условиях и под воздействием аэроионизации

Из полученных графиков кинетики краевого угла видно, что на стекле происходит смачивание лучше, чем на дереве, т.к. краевой угол при ионизации меньше.

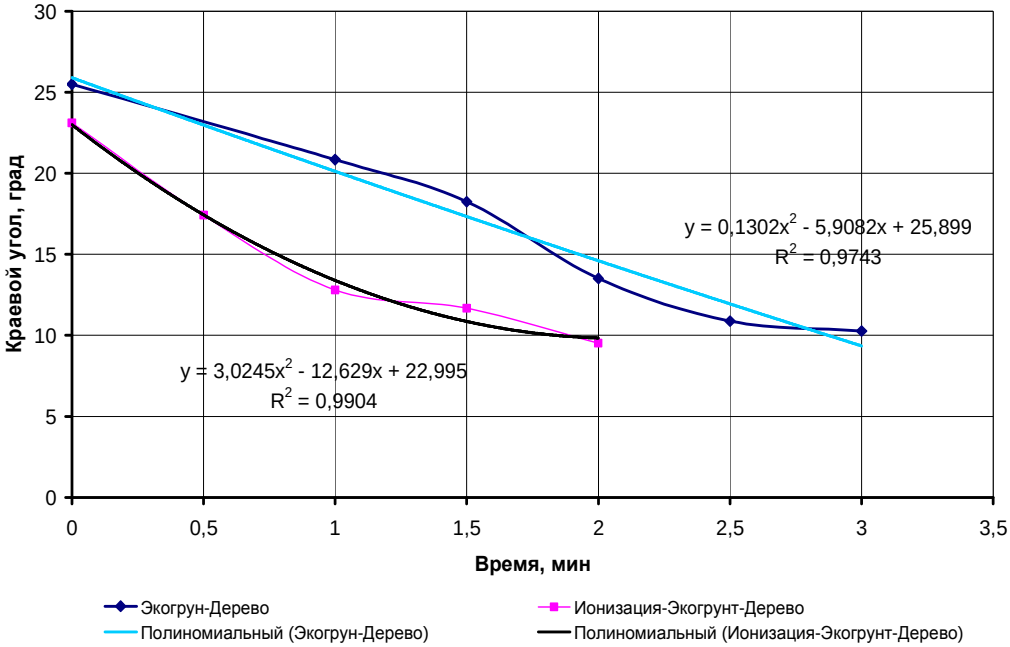

Рис. 4. Кинетика краевого угла смачивания ВД-АК грунтом «Экогрунт» подложки из дерева в естественных условиях и под воздействием аэроионизации

Электроэффювиальная ионизация позволяет улучшить смачивание подложки ВД-АК грунтом. Равновесный краевой угол устанавливается после нанесения капли на подложку почти в 1,5 раза быстрее при ионизации (через 2 минуты на подложке из дерева и через 3 минуты на подложке из стекла), чем в естественных условиях (через 3 минуты на подложке из дерева и через 6 минут на подложке из стекла).

Электростатическое поле, формируемое электродом при подаче на него напряжения постоянного знака, накладывает отпечаток на каплю ЛКМ. Вблизи электрода возникают упорядоченные потоки аэроионов, повышается влияние магнитного поля. При совместном действии электрического и магнитного полей на движущиеся аэроионы действует сила Лоренца, возникает такое явление, как дрейф заряженных частиц, оказывающее влияние на процесс смачивания и пленкообразования [5].

Краевой угол смачивания θ изменяется на стекле в естественных условиях с $35^0 21'$ до $5^0 6'$. При аэроионизации 26^0 48’ до $4^0 12'$. На подложке из древесины сосны θ изменяется в естественных условиях с $25^0 30'$ до $10^0 15'$, и при аэроионизации с $27^0 26'$ до $9^0 31'$. Разница между показаниями краевого угла $\Delta\theta$ подтверждает влияние аэроионизации на процесс смачивания подложки. Аэроионизация обеспечивает лучшее смачивание поверхности подложки ЛКМ, что подтверждается уменьшением краевого угла. Снижение краевого угла и, как следствие, лучшее смачивание и повышение адгезии лакокрасочного материала к подложке, обеспечивается за счет создания на поверхности дополнительной энергии от электрического поля электроэффлювиального излучателя. Полученные данные позволяют

утверждать об электрической теории образования адгезионных связей, возникающих между контактирующими поверхностями. Возникающие межмолекулярные связи вызывают перераспределение электронов на границе раздела двух сред и возникновение двойного электрического слоя в ЛКМ, распределенном на подложке. Граничные слои контактирующих материалов (дисперсная фаса, дисперсная среда, дерево, воздух) получают разноименные заряды, взаимодействие которых объясняет повышение адгезии [4]. Необходимо дальнейшее проведение исследований и изучение влияния электроэффлювиальной аэроионизации на поверхностное натяжение лакокрасочного материала на подложке из дерева.

Список литературы

1. Газеев М.В., Газеева Е.А., Тихонова Е.В., Ушакова В.А. Исследование поверхности защитно-декоративного покрытия, образованного водно-дисперсионным лаком на древесине при аэроионизации // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 2; URL: www.science-education.ru/116-12534 (дата обращения: 07.06.2014).

2. Газеев М.В. Аэроионизационный способ интенсификации пленкообразования лакокрасочных покрытий на древесине и древесных материалах / М.В. Газеев // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. – МГУЛ. – 2014. – № 2. – С.117-121.

3. Жуков Е.В. Технология защитно–декоративных покрытий древесины и древесных материалов: учебник для вузов / Е.В. Жуков, В.И. Онегин. – М.: Экология, 1993. – 304 с.

4. Рыбин Б.М. Технология и оборудование защитно-декоративных покрытий древесины и древесных материалов: учебник для вузов / Б.М. Рыбин. – М.: МГУЛ, 2003. – 568 с.

5. Сивухин Д.В. Общий курс физики: учеб. пособие для вузов: в 5 т. Т.III. Электричество / Д.В. Сивухин. – М.: МФТИ, 2004. – 656 с.

6. Фролов Ю.Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы: учебник для вузов / Ю.Г. Фролов; 3-е изд. – М.: ООО ТИД «Альянс», 2004. – 464 с.

7. Яковлев А.Д. Химия и технология лакокрасочных покрытий: учебник для вузов / А.Д. Яковлев. – Л.: Химия, 1989. – 384 с.

Рецензенты:

Гороховский А.Г., д.т.н., профессор по кафедре древесиноведения и специальной обработки древесины, генеральный директор ОАО «УралНИИПДрев», г. Екатеринбург.

Герц Э.Ф., д.т.н., профессор по кафедре технологии и оборудования лесопромышленного производства, директор Института лесопромышленного бизнеса и дорожного строительства ФГБОУ ВПО Уральского государственного лесотехнического университета, г. Екатеринбург.