

Газеев М.В., Жданова И.В.

(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ), gazeev_m@list.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ЛАКОКРАСОЧНОГО ПОКРЫТИЯ, ОБРАЗОВАННОГО ВД-АК ЛКМ НА ДРЕВЕСИНЕ ПОД ВЛИЯНИЕМ ИОНИЗИРОВАННОГО ВОЗДУХА

Проведены испытания по отверждению лакокрасочных покрытий на основе водно-дисперсионных акриловых лакокрасочных материалов на древесине. Отверждение покрытий производилось в естественных условиях ($t=20 \pm 2$ °C и $W=60 \pm 5$ %) и с использованием аэроионизации. Проведенная инфракрасная спектроскопия показала улучшение физико-механических показателей покрытий.

Tests were carried out on the solidification of paint and varnish coatings on the basis of water acrylic paint on wood. Solidification of coatings produced in natural conditions ($t=20 \pm 2$ °C and $W=60 \pm 5$ %) and with the use of Air Ionification. Conducted by IR-spectroscopy confirmed the improvement of physical-mechanical properties of coatings.

Воздух представляет собой газовую смесь, состоящую из растворенных друг в друге азота (78 %), кислорода (21 %), благородных газов (≈ 1 %), диоксида углерода, паров воды и некоторых примесей [1]. Большинство молекул воздуха электрически нейтральны, однако, влиянием различных факторов (высоких температур, ультрафиолетовых и космических лучей, грозových разрядов и т.д.) часть молекул может отдавать или приобретать электроны, превращаясь в положительно или отрицательно заряженные ионы. Этот процесс получил название ионизации [2, 3]. Ионизация молекул требует затрат дополнительной внешней энергии, величина которой зависит от строения и свойств атомов или молекул каждого соединения [1].

Из всех газов, составляющих воздух, кислород является наиболее электроотрицательным (обладает преимуществом по отношению к захвату электрона) и имеет минимальную энергию ионизации (1164 кДж/моль по сравнению с азотом 1503 кДж/моль, т.к. в молекуле азота верхняя занятая орбиталь является связывающей, а у кислорода – разрыхляющей), поэтому легче отдает электроны.

Положительные и отрицательные ионы кислорода воздуха А.Л. Чижевский назвал «аэроионами» [1, 4].

Ионизация газовых молекул в естественных условиях обусловлена влиянием энергии космических и солнечных лучей грозových разрядов, находящихся в земле естественных радиоактивных веществ и т.д. Кроме естественной ионизации существует несколько способов искусственного получения заряженных частиц: термоэлектронная, ультрафиолетовая, радиоизотопная, гидроионизация, электроэффлювиальная. Последняя широко применяется в настоящее время в медицине, сельском хозяйстве, быту, производственных условиях, общественных помещениях, т.к. имеет ряд преимуществ [2, 3]:

1. Позволяет варьировать объем ионизированной зоны воздушного пространства изменением режимных параметров и размеров оборудования (что, например, невозможно при гидроионизации и термоэлектронной аэроионизации);

2. Не требует применения сложной дорогостоящей техники, больших энергетических затрат.

3. Является наиболее безопасной для человека из всех существующих методов.

В основе метода электроэффлювиальной ионизации лежит физика коронного разряда. Коронный разряд – это вид самостоятельного газового разряда, который возникает при сравнительно высоких давлениях газа (порядка атмосферного) в сильно неоднородном электрическом поле. Такое поле можно получить между двумя электродами, поверхность одного из которых обладает большой кривизной (тонкая

проволочка, острие). Роль второго могут играть окружающие заземленные электроды [2].

На кафедре механической обработки древесины Уральского государственного лесотехнического университета исследуется влияние электроэффлювиальной ионизации на процессы отверждения лакокрасочных покрытий, сформированных на древесине. Для этого применяется специальная аэроионизационной электроэффлювиальная установка (АЭЭУ), представленная на рис. 1 [5,6].

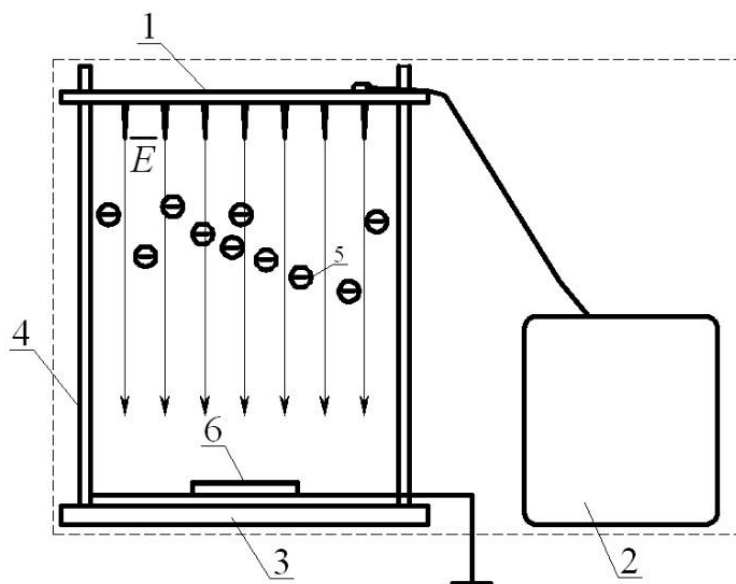


Рис.1. Электроэффлювиальное аэроионизационное устройство
1 - электроэффлювиальный излучатель; 2 – высоковольтный генератор; 3 - основание;
4 - стойки; 5 – АФК; 6 – подложка с ЛКП

Отверждение лакокрасочных покрытий (ЛКП), образованных водно-дисперсионными акриловыми ЛКМ на древесине, представляет собой сложную физико-химическую реакцию. В процессе отверждения происходит испарение воды с последующим протеканием реакции полимеризации, в результате образуется твердое полимерное покрытие. АЭЭУ позволяет интенсифицировать отверждение ЛКП по радикальной окислительной полимеризации. Длительность отверждения покрытий, в сравнении с естественными условиями снижается в 1,5 - 2 раза, а также повышаются физико-механические показатели покрытий [5].

Целью работы является исследование химического состава лакокрасочных веществ, а также изменений состава, происходящих в процессе отверждения лакокрасочных покрытий.

При проведении эксперимента в качестве материала исследований использовался (ВД-АК ЛКМ) акриловый водно-дисперсионный лак «ЭКОЛАК» («ЭмЛак Урал», г.Екатеринбург). Лакокрасочные покрытия формировались на подложках из древесины хвойных пород. Отверждение производилось под излучателем АЭЭУ и в естественных условиях при следующих режимных параметрах: расход лака 120 г/м^2 , температура воздуха $t=20\pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$, влажность воздуха $W=60\pm 5 \text{ \%}$, Напряжение на АЭЭУ $U=24 \text{ кВ}$. Время пленкообразования фиксировалось по ГОСТ 19007-73.

Для определения химического состава лакокрасочного материала и отвержденного на древесине лакокрасочного покрытия проводилась инфракрасная (ИК) спектроскопия. Испытания провели на приборе ИК-Фурье спектрометр Nicolet 6700 в Уральском государственном университете (УрГУ). Твердые лакокрасочные покрытия предварительно срезались с деревянных подложек и измельчались в ступке, их ИК-спектры были получены с использованием вазелинового масла.

В результате анализа ИК-спектров веществ (рис. 2) можно сделать вывод, что химический состав ВД-АК ЛКМ в процессе отверждения меняется. ИК-спектр покрытия, полученного в естественных условиях, имеет сходное строение с ИК-спектром покрытия, полученного под действием АЭЭУ. Однако некоторые характеристические полосы поглощения свидетельствуют о наличии существенных различий.

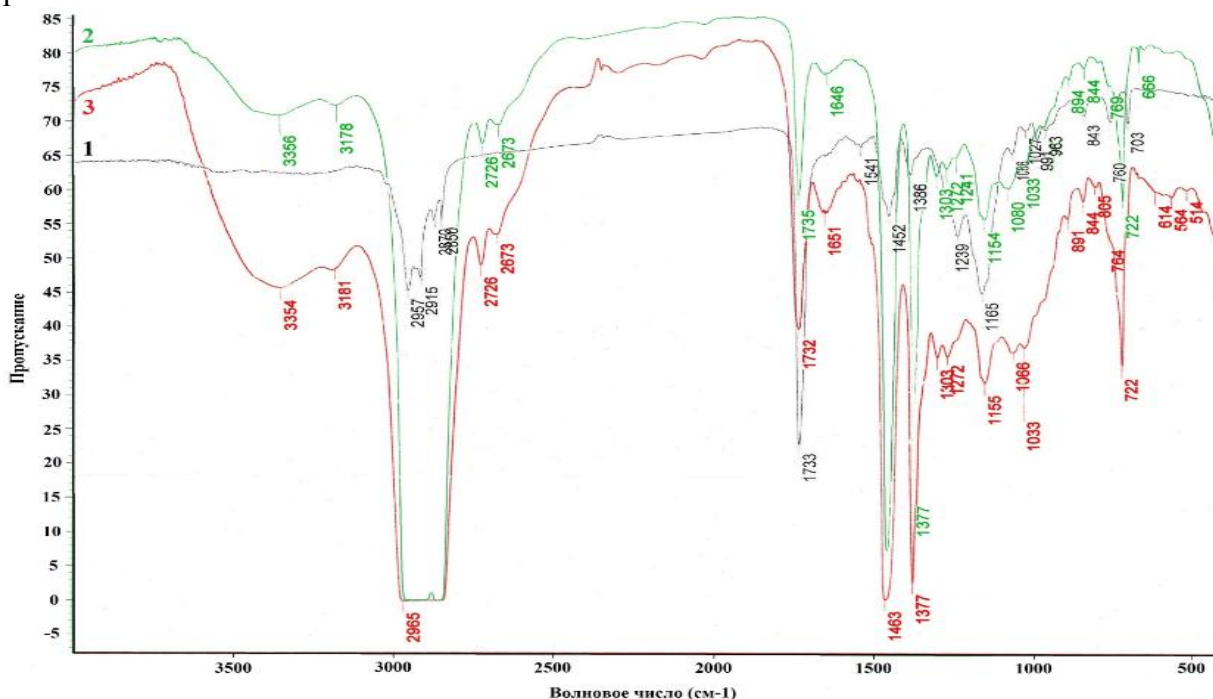


Рис.2. ИК-спектры веществ: 1 (черный) – жидкий ЛКМ; 2 (зеленый) – ЛКП, отвержденное в естественных условиях; 3 (красный) – ЛКП, отвержденное при помощи АЭЭУ

Так, полоса поглощения в области $3600\text{--}3000\text{ см}^{-1}$ является характерической для полимерных соединений [7], характеризует наличие ОН-группы, связанной межмолекулярной водородной связью. Полоса в области $3000\text{--}2800\text{ см}^{-1}$ характеризует наличие групп $-\text{CH}_3$ и $=\text{CH}_2$, интенсивность полосы зависит от количества этих групп в молекуле полимера.

Наличие сильной полосы поглощения $1735\text{--}1732\text{ см}^{-1}$ в спектре жидкого лака [8; 9] подтверждает наличие карбоксильных групп; полоса средней интенсивности в спектрах твердого ЛКП свидетельствуют о снижении количества карбоксильных групп $-\text{C}=\text{O}$ в результате химического взаимодействия карбоксильных групп с целлюлозой древесины. Полоса поглощения ИК-спектра покрытия, отвержденного с использованием АЭЭУ, имеет большую интенсивность, что объясняет лучшую адгезию покрытия к древесной подложке.

Полоса поглощения $1651\text{--}1646\text{ см}^{-1}$ в спектре твердых покрытий [10] показывает наличие сопряженных двойных связей в углеродном скелете, которые в ходе дальнейшей полимеризации частично раскрываются. Образование сопряженных двойных связей происходит в результате изомеризации, при этом двойные связи раскрываются в одних местах и формируются в других. На рис.2 видно, что процент поглощения в ИК-спектре покрытия, полученного в АЭЭУ, выше. Следовательно, полимеризация протекает глубже, а прочность покрытия увеличивается. Отсутствие полосы в спектре жидкого ЛКМ свидетельствует о протекании реакции полимеризации в процессе отверждения покрытий.

Полосы поглощений в областях 1463 , 1452 и $1386\text{--}1303\text{ см}^{-1}$, характеризующие колебания групп $=\text{CH}_2$, $-\text{CH}_3$ и $-\text{CH}$, свойственны насыщенным и ненасыщенным алифатическим углеводородам [10].

Полоса поглощения 1240 см^{-1} в спектре соответствует колебанию группы $=\text{C}-\text{O}-$ и характерна для сложных эфиров и кислот.

Полосы поглощений в областях 1272 , 1155 и $895-890\text{ см}^{-1}$ характеризуют колебания карбоксильных групп $-\text{COOH}$, свойственных полимерным материалам.

Полоса 1165 см^{-1} является характерной полосой поглощения для акрилатов, проявляется в спектре жидких ЛКМ.

Полосы поглощений в областях $1080-1027$, 991 , $844-760$ и 703 см^{-1} показывают деформационные колебания групп $-\text{CH}_2$, а сильная полоса в районе 722 см^{-1} используется для обнаружения полимерной цепи.

По полученным ИК-спектрам можно сделать вывод, что химический состав жидкого акрилового лака отличается от состава твердых покрытий. В процессе отверждения ЛКП последовательно происходит реакция изомеризации с образованием сопряженных двойных связей в углеродном скелете и стадия дальнейшей полимеризации, в результате которой двойные связи раскрываются, и образуется пространственно-сшитая молекула полимера. ИК-спектр покрытий, полученных под действием АЭЭУ, иллюстрирует более глубокую степень полимеризации, что подтверждает увеличение твердости. Под действием АЭЭУ в покрытии образуется большее число карбоксильных связей с целлюлозой древесины и, как следствие, улучшается адгезия с древесной подложкой.

Библиографический список

1. Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия [Текст]: Учебник для вузов / Н.С. Ахметов; М.: Высш. шк.; 2005. 743 с.
2. Сивухин Д.В. Общий курс физики [Текст]: Учеб. пособие для вузов в 5 т. Т. III Электричество / Д.В. Сивухин; М.: МФТИ, 2004. 656 с.
3. Скипетров В.П. Феномен «живого» воздуха [Текст]: Монография / В.П. Скипетров, Н.Н. Беспалов, А.В. Зорькина; Саранск: СВМО, 2003. 93 с.
4. Чижевский А.Л. Аэроионы и жизнь. Беседы с Циолковским [Текст] / А.Л. Чижевский; М.: «Мысль», 1999. 716 с.
5. Газеев, М.В. Инновационный подход к отверждению лакокрасочных покрытий на древесине /М.В. Газеев, И.В. Жданова, Е.В. Тихонова // Актуальные проблемы и перспективы развития лесопромышленного комплекса: материалы международной научно-технической конференции, посвященной 50-летию кафедры механической технологии древесины ФГБОУ ВПО КГТУ. – Кострома: Изд-во КГТУ, 2012. С.62-63..
6. Газеев М.В., Жданова И.В., Старцев А.В. Аэроионизационный способ отверждения лакокрасочных покрытий, образованных водными лаками // Деревообрабатывающая промышленность, 2007. № 6. С.17–19.
7. Идентификация органических соединений: учеб. пособие по органической химии / под ред. Н.А. Анисимовой. Горный Алтай: Горно-Алтайский государственный университет, 2009. 118 с.
8. Кросс А.Д. Введение в практическую инфракрасную спектроскопию. М.: Изд-во иностранной литературы, 1961. 112 с.
9. Охрименко И.С., Верхоланцев В.В. Химия и технология пленкообразующих веществ. М.: Издательство Химия, 1978. 392 с., ил.
10. Беллами Л. Инфракрасные спектры молекул / пер. с англ. В.М. Акимова, Ю.А. Пентина, Э.Г. Тетерина. М.: Изд-во иностранной литературы, 1957. 358 с.