

УДК 674.07

М.В. Газеев, И.В. Жданова
(*M.V. Gazeev, I.V. Zhdanov*)
УГЛТУ, Екатеринбург

**ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА
ЛАКОКРАСОЧНОГО ПОКРЫТИЯ, ОБРАЗОВАННОГО ВД-АК ЛКМ НА ДРЕВЕСИНЕ
ПОД ВЛИЯНИЕМ ИОНИЗИРОВАННОГО ВОЗДУХА
(THE RESEARCH OF CHEMICAL COMPOSITION OF THE PAINT COATING FORMED
BY THE WATER AND DISPERSION VARNISH ON WOOD UNDER THE INFLUENCE
OF THE AEROIONIZATION)**

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 Ionization. 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, грозных 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), так как 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, грозных разрядов, находящихся в земле естественных радиоактивных веществ и т.д. Кроме естественной ионизации, существует несколько способов искусственного получения заряженных частиц: термоэлектронная, ультрафиолетовая, радио-

изотопная, гидроионизация, электроэффлювиальная. Последняя широко применяется в настоящее время в медицине, сельском хозяйстве, быту, производственных условиях, общественных помещениях, так как имеет ряд преимуществ [2, 3]:

- позволяет варьировать объем ионизированной зоны воздушного пространства изменением режимных параметров и размеров оборудования (что, например, невозможно при гидроионизации и термоэлектронной аэроионизации);
- не требует применения сложной дорогостоящей техники, больших энергетических затрат;
- 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 аэроионизационная электроэффлювиальная установка (АЭЭУ), представленная на рис. 1 [5, 6].

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», 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 $W=60\pm 5 \%$, 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.

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 свидетельствует о снижении количества карбоксильных групп $-\text{C}=\text{O}$ в результате их химического взаимодействия 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 $895\text{--}890 \text{ см}^{-1}$ характеризуют колебания карбоксильных

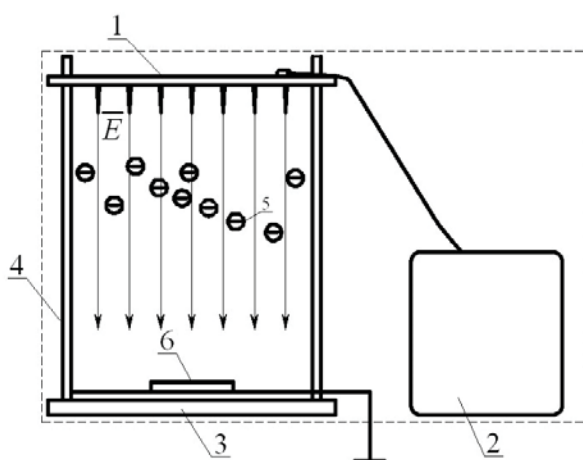


Рис. 1. Электроэффлювиальное аэроионизационное устройство

1 – электроэффлювиальный излучатель; 2 – высоковольтный генератор; 3 – основание; 4 – стойки; 5 – АФК; 6 – подложка с ЛКП

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 $1080\text{--}1027$, 991 , $844\text{--}760$ и 703 см^{-1} показывают деформационные колебания групп $-\text{CH}$, 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 образуются 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.

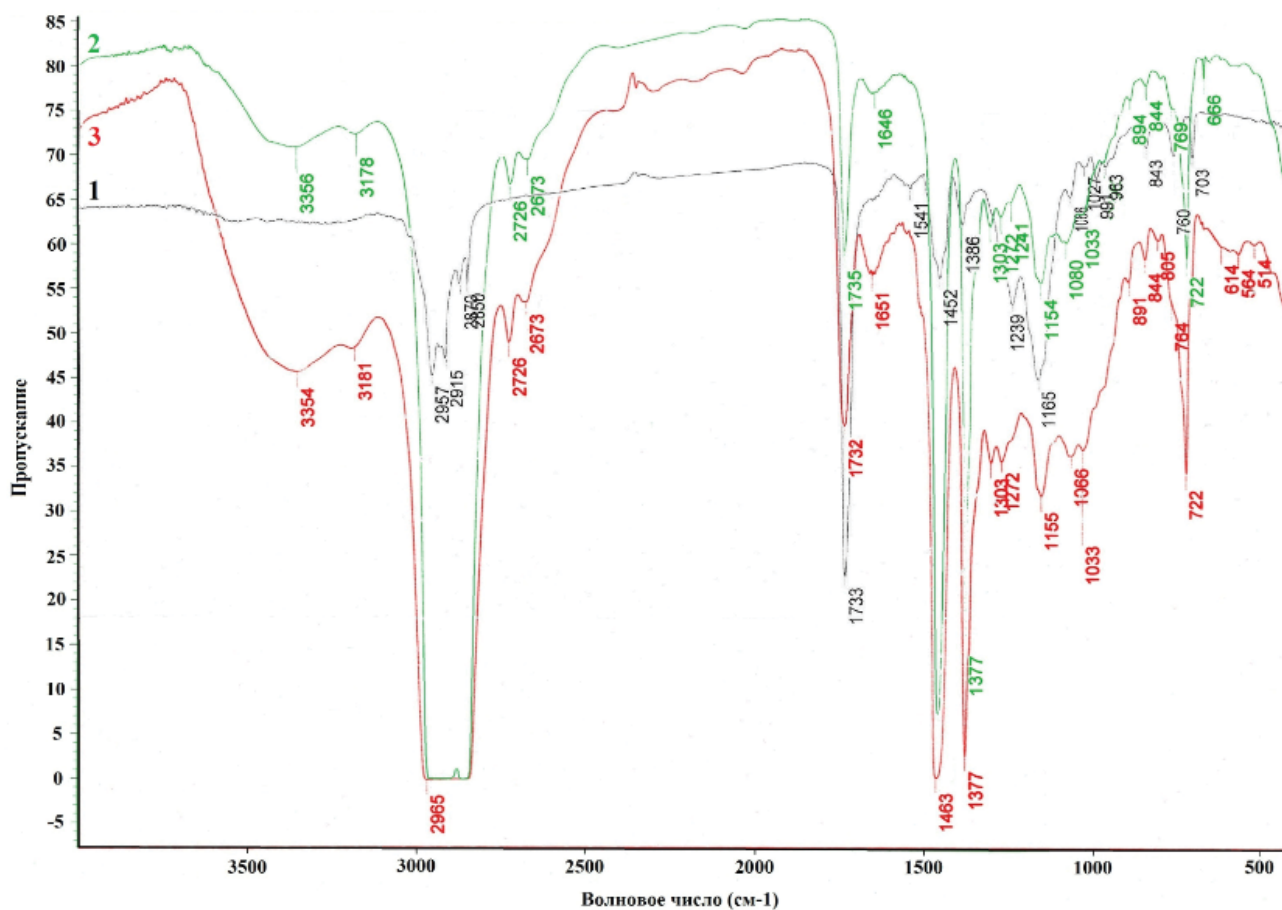


Рис. 2. ИК-спектры веществ: 1 (черный) – жидкий ЛКМ; 2 (зеленый) – ЛКП, отвержденное в естественных условиях; 3 (красный) – ЛКП, отвержденное при помощи АЭЭУ

Библиографический список

1. Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия: учебник для вузов. М.: Высш. шк., 2005. 743 с.
2. Сивухин Д.В. Общий курс физики: учеб. пособие для вузов в 5 т. Т. III: Электричество. М.: МФТИ, 2004. 656 с.
3. Скипетров В.П., Беспалов Н.Н., Зорькина А.В. Феномен «живого» воздуха: моногр. Саранск: СВМО, 2003. 93 с.
4. Чижевский А.Л. Аэроионы и жизнь. Беседы с Циолковским. М.: Мысль, 1999. 716 с.

5. Газеев М.В., Жданова И.В., Тихонова Е.В. Инновационный подход к отверждению лакокрасочных покрытий на древесине // Актуальные проблемы и перспективы развития лесопромышленного комплекса: матер. междунар. науч.-техн. конф., посвящ. 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 // Деревообраб. пром-сть. 2007. № 6. С.17–19.
7. Идентификация органических соединений: учеб. пособие по органической химии / под ред. Н.А. Анисимовой. Горно-Алтайск: Горно-Алт. гос. ун-т, 2009. 118 с.
8. Кросс А.Д. Введение в практическую инфракрасную спектроскопию. М.: Изд-во ин. лит-ры, 1961. 112 с.
9. Охрименко И.С., Верхованцев В.В. Химия и технология пленкообразующих веществ. М.: 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 ин. лит-ры, 1957. 358 с.

УДК 674.023

*В.В. Глебов, И.Т. Глебов
(V. V. Glebov, I. T. Glebov)
УГЛТУ, Екатеринбург*

ОБРАБОТКА КРОМОК ФАНЕРЫ РЕЗАНИЕМ (PROCESSING OF EDGES OF PLYWOOD BY CUTTING)

Экспериментальным путем получены зависимости сил резания при строгании кромок фанеры от толщины и ширины срезаемого слоя, угла перерезания волокон древесины лицевого слоя фанеры, а также глубины неровностей обработанной поверхности от толщины срезаемого слоя. Неожиданный результат: величина силы резания не прямо пропорциональна ширине срезаемого слоя, а максимальная величина силы резания наблюдается при угле перерезания волокон древесины лицевого слоя 45°.

Dependences of forces of cutting are experimentally received when planing edges of plywood from thickness and width of a cut-off layer, a corner of cutting of fibers of wood of a front layer of plywood, and also depth of roughnesses of the processed surface from thickness of a cut-off layer. Unexpected result: the size of force of cutting isn't directly proportional to width of a cut-off layer, and the maximum size of force of cutting is observed at coal of cutting of fibers of wood of a front layer 45°.

Фанера широко используется в строительстве, производстве мебели, машиностроении и других отраслях, при этом исследовательских работ по механической обработке кромок фанеры резанием нет. В предлагаемой статье приводится обзор результатов исследований, выполненных В.В. Глебовым при подготовке им магистерской диссертации.

Фанера – материал, полученный при склеивании под давлением 1,8–2,2 МПа нескольких слоев лучшего шпона с ориентированием волокон древесины в смежных слоях под 90° [1].

Особенности обработки фанеры. Кромки листа фанеры по отношению к волокнам древесины лицевого слоя можно назвать продольными, если они параллельны направлению волокон, или поперечными, если они перпендикулярны направлению волокон древесины. Для продольной кромки продольных

слоев шпона на единицу больше, чем поперечных, и для поперечной кромки фанеры поперечных слоев шпона на единицу больше, чем продольных.

Таким образом, сопротивление при резании кромок фанеры можно рассматривать как сумму сопротивлений перерезанию волокон уплотненной древесины в продольных и поперечных слоях и сопротивлений перерезанию клеевых пленок.

Учет изменения плотности слоев фанеры. Для расчета силы резания можно найти значение удельной силы резания для массивной древесины заданной породы. Так как плотность фанеры превышает плотность массивной древесины в среднем на 18–20%, находим значение поправочного коэффициента, учитывающего изменение плотности фанеры. Изменение удельной силы резания F_{y0} в зависимости от плотности древесины ρ различных пород для главных видов