

И. В. Жданова, М. В. Газеев, Н. Ф. Жданов,  
Н. С. Васянина

## ВЛИЯНИЕ АЭРОИОНИФИКАЦИИ НА ПРОЦЕСС ФОРМИРОВАНИЯ ЗАЩИТНО-ДЕКОРАТИВНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ДРЕВЕСИНЕ ВОДНЫМИ АКРИЛОВЫМИ ЛАКОКРАСОЧНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

*Ключевые слова:* аэроионификация, аэроионизация, аэроионизационная электроэффлювиальная установка, водные акриловые лакокрасочные материалы, отверждение, лакокрасочные покрытия, инфракрасная спектроскопия.

*Проведены испытания по отверждению лакокрасочных покрытий на основе водных акриловых лакокрасочных материалов на древесине. Отверждение покрытий производилось в естественных условиях ( $t=20 \pm 2$  °C и  $W=60 \pm 5$  %) и с использованием аэроионизационной электроэффлювиальной установки. В результате испытаний образцов с отвержденными покрытиями установлено, что физико-механические показатели покрытий, отвержденных в установке, выше, чем показатели покрытий, отвержденных в естественных условиях. Проведенная инфракрасная спектроскопия подтвердила улучшение физико-механических показателей покрытий.*

*Keywords:* Air Ionification, Air Ionization, Air Ionification Electro Effluvial setting, water acrylic paint and varnish materials, solidification, paint and varnish coverings, IR-spectroscopy.

*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 Electro Effluvial setting. As a result of sample testing of solidified coatings found that physical-mechanical properties of coatings, hardened in the installation, higher than the rates of coatings, hardened in natural conditions. Conducted by IR-spectroscopy confirmed the improvement of physical-mechanical properties of coatings.*

Водно-дисперсионные полиакриловые лакокрасочные материалы (ЛКМ) (по ГОСТ 52165–2003) – это синтетические ЛКМ, которые создаются на основе акриловой кислоты и ее производных (полимерная акриловая эмульсия) [1]. Для изготовления акриловых вододисперсионных ЛКМ используются мономеры акрилового ряда. При производстве ЛКМ акриловые мономеры переводят в состояние олигомеров, для этого проводят реакцию первичной полимеризации и сополимеризации. В процессе сополимеризации образуется полиакрилат [2].

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.

На кафедре МОД Уральского государственного лесотехнического университета (УГЛТУ) проводился эксперимент по интенсификации отверждения ЛКП на древесине с применением аэроионизационной электроэффлювиальной установки (АЭЭУ) [3].

При проведении эксперимента в качестве материала исследований использовался акриловый лак ЭКОЛАК (ТУ 2316–014–31953544–2000) фирмы «Эм-Лак Урал». Лакокрасочные покрытия формировались на подложках из хвойных пород. Покрытия формировались на подложках с расходом 120 г/м<sup>2</sup>. Отверждение производилось под излучателем АЭЭУ и в естественных условиях (температура воздуха  $t = 20 \pm 2$  °C, влажность воздуха  $W = 60 \pm 5$  %). Время пленкообразования фиксировалось по ГОСТ 19007-73.

АЭЭУ позволяет интенсифицировать отверждение ЛКП по радикальной окислительной полимеризации. Длительность отверждения покрытий, в сравнении с естественными условиями, снижается в 1,5 - 2 раза.

Для оценки качества полученных покрытий проводились испытания, результаты которых представлены в таблице 1, из которой видно, что физико-механические показатели покрытий повышаются.

**Таблица 1 - Физико-механические показатели покрытий, образованных акриловым лаком ЭКОЛАК**

Показатели покрытий	При отверждении ЛКП в АЭЭУ	При отверждении ЛКП в ест. усл.
Твердость ЛКП на приборе М-3, усл.ед.	0,3	0,29
Прочность ЛКП при изгибе, мм	1	1
Прочность ЛКП при ударе, Па*м	0,5	0,5
Теплостойкость ЛКП	удовлетворительная	удовлетворительная
Влагопоглощение ЛКП, %	8,5	10
Блеск ЛКП, %	33	45
Адгезия ЛКП на древесине	0 баллов	0 баллов
Склерометрическая твердость ЛКП, Н	0,07	0,06
Водостойкость ЛКП	удовлетворительная	удовлетворительная

Увеличение физико-механических показателей происходит за счет химических превращений. Химический состав жидкого лакокрасочного материала и твердых покрытий можно определить по характеристическим полосам поглощения [4], свой-

ственным конкретным функциональным группам, присутствующим в материале.

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

Для определения химического состава лакокрасочного материала и твердого покрытия проводилась инфракрасная (ИК) спектроскопия. Испытания проводили в Уральском государственном университете (УрГУ) на приборе ИК-Фурье спектрометр Nicolet 6700. 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 составлена их сравнительная характеристика. Характеристика ИК-спектров веществ представлена в табл.2. По полученным данным можно сделать вывод, что химический состав акриловых 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 3600–3000  $\text{см}^{-1}$  является характеристической для полимерных соединений [4], характеризует наличие ОН-группы, связанной межмолекулярной водородной связью. Полоса в области 3000–2800  $\text{см}^{-1}$  характеризует наличие групп  $-\text{CH}_3$  и  $=\text{CH}_2$ , интенсивность полосы зависит от количества этих групп в молекуле полимера.

Наличие сильной полосы поглощения 1735–1732  $\text{см}^{-1}$  в спектре жидкого лака [6; 7] 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 (рис.1). Это объясняет лучшую адгезию покрытия.

Полоса поглощения 1651–1646  $\text{см}^{-1}$  в спектре твердых покрытий [8] 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.1 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 1386–1303  $\text{см}^{-1}$ , характеризующие колебания групп  $=\text{CH}_2$ ,  $-\text{CH}_3$  и  $-\text{CH}$ , свойственны насыщенным и ненасыщенным алифатическим углеводородам [8].

Полоса поглощения 1240  $\text{см}^{-1}$  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  $\text{см}^{-1}$  является характерной полосой поглощения для акрилатов, проявляется в спектре жидких ЛКМ.

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

**Таблица 2 - Характеристика ИК-спектров веществ**

Характеристические полосы поглощения			Группы веществ
ЛКМ <sub>жид.</sub>	ЛКП <sub>ест.усл.</sub>	ЛКП <sub>АЭЭУ</sub>	
1	2	3	4
-	3356 ср. ш.	3354 ср. ш.	валентные колебания ОН-группы
-	3178 сл. ш.	3181 сл. ш.	
2957 с.	2958 оч. с.	2965 оч. с.	валентные колебания групп $-\text{CH}_3$ и $=\text{CH}_2$
2915 с.	-	-	
2870 ср.	-	-	
2850 ср.	-	-	
-	2726 ср.	2726 ср.	
-	2673 сл.	2673 сл.	
1733 оч. с.	1735 с.	1732 с.	валентные колебания групп $-\text{CO}$ и сложных эфиров
-	1646 ср.	1651 ср.	ненасыщенная сопряженная связь $\text{C}=\text{C}$
1541 сл.	-	-	группа $-\text{COO}-$
-	1463 оч. с.	1463 оч. с.	деформационные колебания групп $=\text{CH}_2$ , $-\text{CH}_3$ и $-\text{CH}$
1452 с.	-	-	метиленовая группа $=\text{CH}_2$ ; деформационные колебания гидроксильной группы $-\text{OH}$
1386 ср.	-	-	метиленовая группа $=\text{CH}_2$
-	1377 оч. с.	1377 оч. с.	деформационные колебания групп $=\text{CH}_2$ , $-\text{CH}_3$ и $-\text{CH}$

Окончание табл. 2

1	2	3	4
-	1303сл.	1303сл.	деформационные колебания группы –СН
-	1272сл.	1272сл.	карбоксильные группы –СООН
1239ср.	1241сл.	-	группа –RCOR
1165с.	-	-	характерная полоса акрилатов
-	1154ср.	1155ср.	карбоксильные группы –COOR
-	1080сл.	-	колебания групп –С–Н и –С–С
1066сл.	-	1066сл.	
-	1033сл.	1033сл.	
1027ср.	-	-	
991сл.	-	-	деформационные колебания группы –СН
963сл.	966сл.	-	группа –RCHO
-	894сл.	891сл.	карбоксильные группы –СООН
843ср.	844сл.	844сл.	деформационные колебания группы –СН
760ср.	-	-	
-	769оч.сл.	764оч.сл.	
-	722с.	722с.	группы =СН <sub>2</sub>
703ср.	-	-	деформационные колебания группы –СН

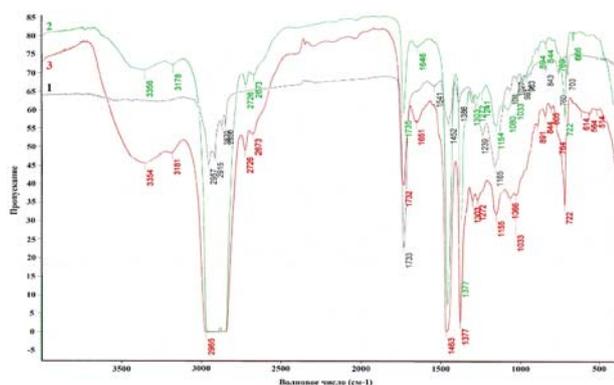


Рис. 1 - ИК-спектры веществ: 1 (черный) – жидкий ЛКМ; 2 (зеленый) – ЛКП, отвержденное в естественных условиях; 3 (красный) – ЛКП, отвержденное при помощи АЭЭУ

## Вывод

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 пространственношитая молекула полимера. ИК-спектр покрытий, полученных под действием АЭЭУ, иллюстрирует более глубокую степень полимеризации, что подтверждает большую твердость покрытия (табл.1). Покрытие, отвержденное под действием АЭЭУ, в сравнении с отвержденным в естественных условиях, образует большее число карбоксильных связей с целлюлозой древесины и, как следствие, лучшую адгезию с древесной подложкой.

## Литература

1. Азаров В.И., Буров А.В., Оболенская А.В. Химия древесины и синтетических полимеров: учеб. пособие для вузов. СПб.: СПбЛТА, 1999. 628 с.
2. Хасанов А.И., Ефремов Е.А., Хасанова М.И., Гарипов Р.М. Влияние состава мономеров на пленкообразующие свойства акриловых сополимеров // Вестник Казанского технологического университета, 2011. №11. С.53-59.
3. Газеев М.В., Жданова И.В., Старцев А.В. Аэроионизационный способ отверждения лакокрасочных покрытий, образованных водными лаками // Деревообрабатывающая промышленность, 2007. № 6. С.17–19.
4. Васильев А.В., Гриненко Е.В., Щукин А.О., Федулina Т.Г. Инфракрасная спектроскопия органических и природных соединений: учеб. пособие для студ-в хим. и хим.-технолог. специальностей вузов. СПб: СПбГЛТА, 2007. 54 с.
5. Идентификация органических соединений: учеб. пособие по органической химии / под ред. Н.А. Анисимовой. Горный Алтай: Горно-Алтайский государственный университет, 2009. 118 с.
6. Кросс А.Д. Введение в практическую инфракрасную спектроскопию. М.: Изд-во иностранной литературы, 1961. 112 с.
7. Охрименко И.С., Верхоланцев В.В. Химия и технология пленкообразующих веществ. М.: Издательство Химия, 1978. 392 с., ил.
8. 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.

© И. В. Жданова - асп. каф. механической обработки древесины Уральского госуд. лесотехнич. ун-та; М. В. Газеев – канд. техн. наук, доц. той же кафедры, gazeev\_m@list.ru; Н. Ф. Жданов – канд. техн. наук, доц. той же кафедры; Н. С. Васянина - инж. каф. физико-химической технологии защиты биосферы того же ун-та.