

Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века. 2022. С. 32–39.  
*Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century. 2022. P. 32–39.*

## **НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ В ЗАГОТОВКЕ, ПЕРЕРАБОТКЕ И ОТДЕЛКЕ ДРЕВЕСИНЫ**

## **NEW TECHNOLOGICAL SOLUTIONS IN WOOD HARVESTING, PROCESSING AND FINISHING**

Научная статья  
УДК 674.07

### **ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ЗАЩИТНО-ДЕКОРАТИВНОГО ПОКРЫТИЯ, ОБРАЗОВАННОГО НА ДРЕВЕСИНЕ ЭПОКСИДНОЙ ЛАКОКРАСОЧНОЙ КОМПОЗИЦИЕЙ**

**Карина Антоновна Башкирова<sup>1</sup>, Максим Владимирович Газеев<sup>2</sup>,  
Алексей Владиславович Свиридов<sup>3</sup>, Татьяна Ивановна Маслакова<sup>4</sup>**

<sup>1-4</sup> Уральский государственный лесотехнический университет,  
Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> Karinagumbert90@gmail.com

<sup>2</sup> gazeev\_m@list.ru

<sup>3,4</sup> avs1972@mail.ru

**Аннотация.** В статье приведены физико-механические свойства защитно-декоративного покрытия, формируемого лакокрасочной композицией на основе эпоксидной смолы, а также приведено исследование ее химического состава методом инфракрасной спектроскопии.

**Ключевые слова:** лакокрасочные материалы, защитно-декоративные покрытия, спектроскопия, лакокрасочные композиции

**Для цитирования:** Башкирова К. А., Газеев М. В., Свиридов А. В., Маслакова Т. И. Исследование свойств защитно-декоративного покрытия, образованного на древесине эпоксидной лакокрасочной композицией // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века. 2022. С. 32–39.

Original article

## INVESTIGATION OF THE PROPERTIES OF A PROTECTIVE AND DECORATIVE COATING FORMED ON WOOD BY AN EPOXY PAINT COMPOSITION

**Karina A. Bashkirova<sup>1</sup>, Maxim V. Gazeev<sup>2</sup>,  
Alexey V. Sviridov<sup>3</sup>, Tatyana I. Maslakova<sup>4</sup>**

<sup>1-4</sup> Ural State Forestry Engineering University, Yekaterinburg, Russia

<sup>1</sup> Karinagumbert90@gmail.com

<sup>2</sup> gazeev\_m@list.ru

<sup>3,4</sup> avs1972@mail.ru

**Abstract.** The article presents the physical and mechanical properties of a protective and decorative coating formed by a paint composition based on epoxy resin, as well as a study of its chemical composition by infrared spectroscopy.

**Keywords:** paint and varnish materials, protective and decorative coatings, spectroscopy, paint and varnish compositions

**For citation:** Bashkirova K. A., Gazeev M. V., Sviridov A. V., Maslakova T. I. Investigation of the properties of a protective and decorative coating formed on wood by an epoxy paint composition // Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century. 2022. P. 32–39.

Внешний вид изделий из древесины и древесных материалов во многом определяется качеством отделки. В настоящее время для отделки применяют различные лакокрасочные материалы (ЛКМ), выбор которых зависит от многих требований, предъявляемых к формируемому защитно-декоративному покрытию (ЗДП) и условиям его эксплуатации.

Ассортимент современных жидких ЛКМ, представленных на рынке, очень широк, несмотря на это, все еще существует потребность в создании новых лакокрасочных композиций, обладающих высокими защитными и декоративными свойствами, а также технологичностью, что обеспечит формирование ЗДП с нужным комплексом свойств. В зависимости от типа пленкообразующего вещества лакокрасочные составы подразделяются на группы. Выбор группы ЛКМ по химической природе пленкообразователя зависит от технологических возможностей производства, желаемых физико-механических и декоративных свойства получаемого покрытия [1].

На кафедре механической обработки древесины и производственной безопасности совместно с кафедрой химической технологии древесины, биотехнологии и наноматериалов Уральского государственного лесотехнического университета ведется разработка новой лакокрасочной композиции (ЛКК) на основе эпоксидной смолы для отделки изделий из древесины и древесных материалов.

Разрабатываемая ЛКК на основе эпоксидных смол должна обладать следующими свойствами: пониженной вязкостью для обеспечения лучшего розлива и глубокого проникновения ЛКМ в поверхностный слой древесины; высокой смачивающей способностью к поверхности древесины; минимально возможным временем пленкообразования на поверхности древесины (не более 120 минут) без значительно объемной усадки и внутренних напряжений; содержать высокий сухой остаток в рабочей вязкости (не менее 60 %); формировать равномерное, тиксотропное покрытие; обладать высокими декоративными качествами, а также обеспечивать высокие показатели твердости, эластичности, абразиво-, морозо-, тепло- и водостойкости и химостойкости.

Разрабатываемая ЛКК состоит из основы в виде эпоксидной смолы на основе бисфенола А (4,4 – диоксифенилпропана – 2,2) – (ЭСБА) [2], отвердителя аминного типа ОТ-2, ускорителя также аминного типа УС-1, пластификатора неиногенное ПАВ ОП-7.

В соответствии с методикой, изложенной в литературных источниках [3], были проведены экспериментальные исследования по оценке качества разрабатываемого лакокрасочного материала на основе эпоксидной смолы, а также сформированного им защитно-декоративного покрытия. В результате исследований были получены следующие показатели свойства жидкого лакокрасочного материала:

- Показатель преломления: 1,49–1,55;
- Вязкость ЛКМ: 30–40 с, есть возможность регулирования;
- Расход ЛКМ: 130–150 г/м<sup>2</sup>;
- Розлив: удовлетворительный во всех составах, где присутствует ПАВ;
- Показатель сухого остатка зависит от соотношения поздней и ранней древесины на обрабатываемом участке. На 1-й слой – 30–50 %, на 2-й слой – 80 %.

В результате проведенных исследований были получены значения выходных параметров ЛКК, после статистической обработки результатов была найдена оптимальная рецептура ее компонентов. Выходные параметры качественных показателей ЗДП, сформированного на основе разработанной ЛКК представлены в табл. 1.

Приведенные в табл. 1 физико-механические показатели твердости, тепло- и водостойкости, а также адгезионной прочности к древесной подложке позволяют сделать вывод о высоких защитных свойствах полученного ЗДП. Химическая природа пленкообразователя ЛКК обеспечивает полученные характеристики. Для полного подтверждения химической природы и определения полученных после отверждения смолы химических связей необходимо проведение исследования. Химический состав жидкого ЛКМ и твердых покрытий можно определить методом инфракрасной (ИК) спектроскопии по характеристическим полосам поглощения, свойственным конкретным функциональным группам, присутствующим в материале [4].

Таблица 1

## Выходные параметры оптимального состава лакокрасочного покрытия на основе эпоксидной смолы

Выходной параметр	Значение параметра
Толщина ЗДП, мкм	165,0
Время высыхания ЗДП, мин	80,0–120,0
Гибкость по шкале гибкости, (диаметр стержня, мм)	10,0
Твердость по маятниковому прибору М-3, усл. ед.	0,67
Прочность на удар на приборе У-1а ( <i>h</i> падения 1 кг), см	30,0
Склерометрическая твердость ЗДП, Н	1,55
Теплостойкость ЗДП	удовлетворительно
Влагопоглощение ЗДП	удовлетворительно
Адгезия ЗДП к древесине	0 баллов

Регистрацию ИК-спектров поглощения вели на ИК-Фурье спектрометре Iраffinity-1S (рис. 1), работающим на программном обеспечении LabsolutionIR. ЛКП срезали резцом с образцов на деревянных подложках, перетирали ЛКП проводили в ступке, прессование ЛКП в таблетку производили на гидравлическом прессе Sресас с добавлением соли бромид калия.



Рис. 1. Спектрометр Iраffinity-1S

В результате проведенного анализа полученного спектра были идентифицированы основные функциональные группы разработанной ЛКК в сравнении с эталоном эпоксидной смолы. Идентификация проводилась по справочнику ИК-спектров основных классов органических соединений [5]. Результаты проведенного анализа сведены в табл. 2, графики выявленных пиков поглощений представлены на рис. 2–5.

Таблица 2

Характеристика ИК-спектров веществ

№	Характеристические пики поглощения разработанной ЛКК, см <sup>-1</sup>	Группы веществ, соответствующие пикам поглощения
1	750	Соответствуют группам С-О-С эпоксидной смолы
2	827	
3	1040	
4	1191	
5	1251	
6	1630–1680	Аминная группа
7	2330	R <sub>3</sub> NH <sup>3</sup>
8	1700–1720	Карбоксильные группы

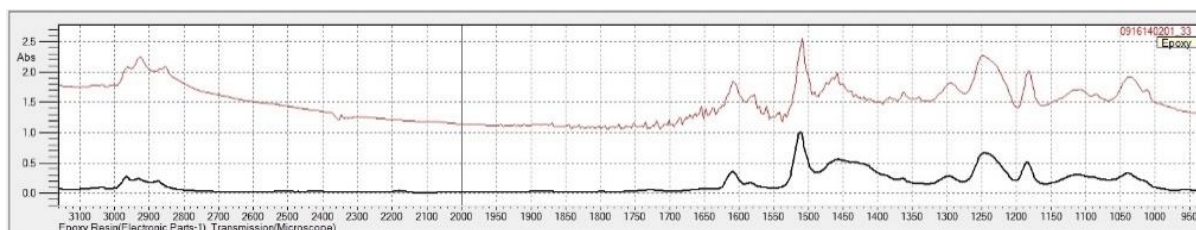


Рис. 2. ИК-спектр ЗДП, полученного на основе разработанной ЛКК (верхняя линия спектра); ИК-спектр эталона эпоксидной смолы из библиотеки спектрометра Irapinity-1S (нижняя линия спектра)

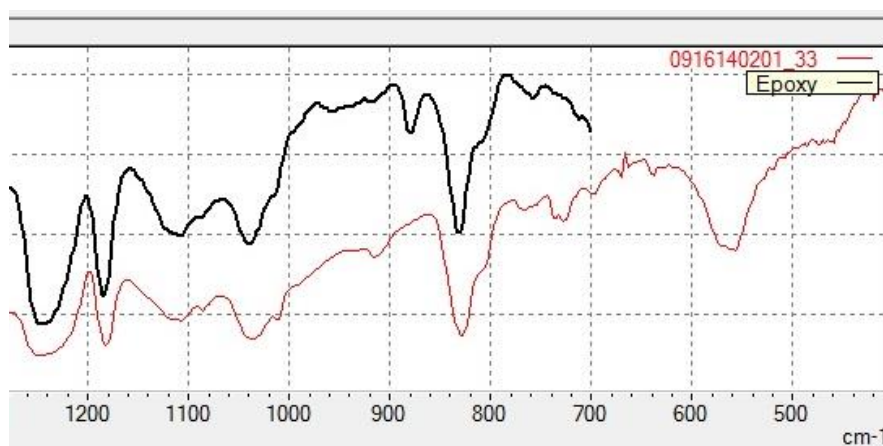


Рис. 3. ИК-спектр ЗДП, полученного на основе разработанной ЛКК (верхняя линия спектра); ИК-спектр эталона эпоксидной смолы из библиотеки спектрометра Irapinity-1S (нижняя линия спектра). Приближены пики поглощения на частотах 1251–750 см<sup>-1</sup>, соответствующие эпоксидным группам веществ

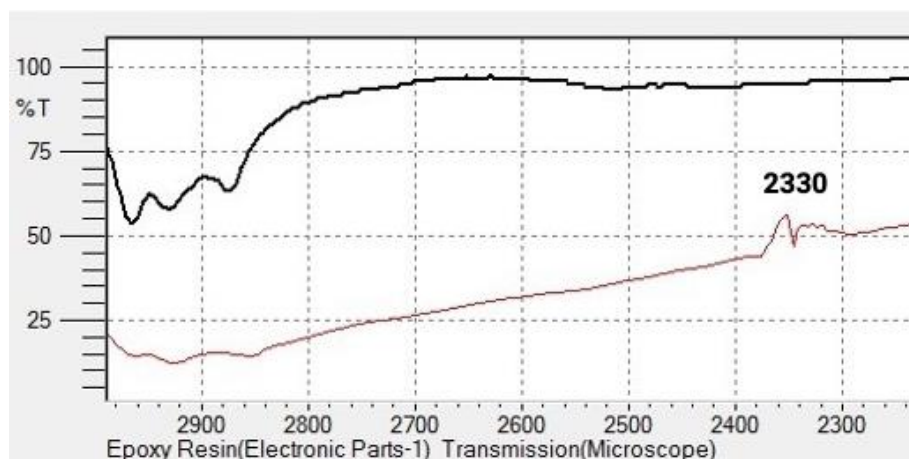


Рис. 4. ИК-спектр ЗДП, полученного на основе разработанной ЛКК (верхняя линия спектра); ИК-спектр эталона эпоксидной смолы из библиотеки спектрометра Iraffinity-1S (нижняя линия спектра). Приближен пик поглощения  $R_3NH^3$

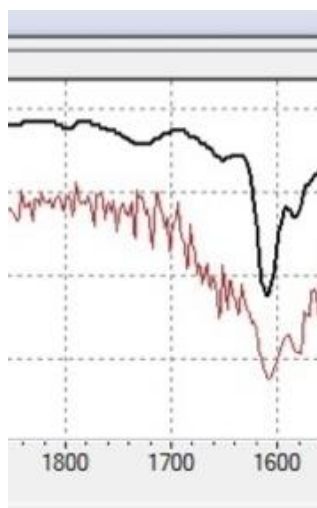


Рис. 5. ИК-спектр ЗДП, полученного на основе разработанной ЛКК (верхняя линия спектра); ИК-спектр эталона эпоксидной смолы из библиотеки спектрометра Iraffinity-1S (нижняя линия спектра). Приближены пики поглощения карбоксильных групп на частоте  $1700-1720\text{ см}^{-1}$  и аминных групп на частоте  $1630-1680\text{ см}^{-1}$

Симметричные валентные колебания кольца С-О-С эпоксидной смолы подтверждаются пятью пиками поглощения на частотах 750, 827, 1040, 1191, 1251  $\text{см}^{-1}$ . Пики поглощения в диапазоне частот  $1630-1680\text{ см}^{-1}$  соответствуют аминным группам отвердителя, входящего в состав разработанной ЛКК. Малый пик в частоте  $2330\text{ см}^{-1}$  соответствует группам  $R_3NH_3$ , присутствующим в отвердителе ОТ-1.

Поскольку в области частот  $2000-1600\text{ см}^{-1}$  все ароматические соединения имеют группу слабых полос, то наблюдаемые в нашем случае пики данного диапазона могут соответствовать бисфенольным группам эпоксидной смолы ЛКК.

Малые пики поглощения в области спектра 1700–1720 см<sup>-1</sup> соответствуют карбоксильным группам. Наличие данных групп позволяет сделать вывод о формировании химических связей эпоксидного покрытия с древесиной, что обеспечивает высокую адгезионную прочность формируемого ЗДП. С помощью ИК-спектроскопии подтвердили химическую природу разработанного ЛКМ. Малые пики поглощения в области спектра 1700–1720 см<sup>-1</sup> не наблюдаются на эталоне смолы, но присутствуют на спектре исследуемой ЛКК. Данные пики соответствуют карбоксильным группам древесины, отвечающим за адгезионное взаимодействие с композицией.

Пики поглощения на частотах 3200–3500 см<sup>-1</sup>, соответствующие гидроксильным группам –ОН (ПАВ), не обнаружены, что объясняется их малым количеством в ЛКК.

Таким образом, исследование химических связей, формируемых в покрытии методом ИК-спектроскопии, подтвердили химически состав полученной ЛКК, а наличие пиков поглощения (в области спектра 1700–1720 см<sup>-1</sup>) соответствует карбоксильным группам, что свидетельствует об образовании химических связей с целлюлозой древесины и позволяет сделать вывод о высокой адгезии полученного покрытия.

### *Список источников*

1. Bashkirova K. A., Gazeev M. V., Sviridov A. V. Features of planning an experiment to develop a new paint and varnish composition for the formation of protective and decorative coatings on wood products. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 949 (2022). DOI:10.1088/1755-1315/949/1/012065.

2. Мошинский Л. Я. Эпоксидные смолы и отвердители. – Тель-Авив : Аркадия пресс Лтд, 1995. – 370 с.

3. Карякина М. И. Испытание лакокрасочных материалов и покрытий. – М. : Химия, 1988. – 272 с.

4. Газеев М. В., Жданова И. В. Исследование химического состава лакокрасочного покрытия, образованного ВД-АК ЛКМ на древесине под влиянием ионизированного воздуха // Леса России и хозяйство в них. – 2013. – С. 36–39.

5. Тарасевич Б. Н. ИК-спектры основных классов органических соединений. – М. : МГУ, 2012. – 55 с.

### *References*

1. Bashkirova K. A., Gazeev M. V., Sviridov A. V. Features of planning an experiment to develop a new paint and varnish composition for the formation of protective and decorative coatings on wood products. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 949 (2022). DOI:10.1088/1755-1315/949/1/012065.

2. Moshinsky L. Ya. Epoxy resins and hardeners. – Tel Aviv : Arcadia Press Ltd, 1995. – 370 p.
3. Karjakina M. I. Testing of paints and coatings. – М. : Chemistry, 1988. – 272 p.
4. Gazeev M. V., Zhdanov I. V. Study of the chemical composition of the paint coating formed by VD-AK LKM on wood under the influence of ionized air // Forests of Russia and their economy. – 2013. – P. 36–39.
5. Tarasevich B. N. IR spectra of the main classes of organic compounds : Moscow State University, 2012. – 55 p.