



## МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

УДК 674.02: 661.728.85

**Ю.И. Цой, С.М. Крутов, А.Ю. Марчук**

Цой Юрий Иванович родился в 1945 г., окончил в 1968 г. Ленинградскую лесотехническую академию, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии деревообрабатывающих производств С.-Петербургской государственной лесотехнической академии. Имеет более 100 печатных трудов в области технологии деревообрабатывающих производств.



### ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ОКРАШЕННЫХ ОБРАЗЦАХ ДРЕВЕСИНЫ ПОСЛЕ КЛИМАТИЧЕСКОГО СТАРЕНИЯ

Методом инфракрасной спектроскопии исследованы процессы, происходящие в окрашенных воднодисперсионной краской образцах древесины при климатическом старении. Установлено, что на древесных подложках осины и сосны деструктивные процессы имеют различный механизм.

*Ключевые слова:* атмосферостойкость полимерных покрытий, климатическое старение, воднодисперсионная краска, химический состав древесины, спектральный анализ.

Атмосферостойкость полимерных покрытий на древесных подложках во многом связана с химическими и физическими структурными изменениями, происходящими в окрашенных образцах при климатическом старении.

На кафедре технологии деревообрабатывающих производств СПбГЛТА исследованы процессы, происходящие в окрашенных воднодисперсионной краской образцах древесины (осина, сосна) при климатическом старении.

Проведенные ускоренным методом (ГОСТ 9.401–91) климатические испытания воднодисперсионной краски, нанесенной на различные подложки, показали существенное различие в поведении лакокрасочных покрытий на образцах из осины и сосны. Как показали эксперименты, на подложке сосны разрушение покрытия происходит быстрее. Наряду с изменениями в структуре образцов, подвергающихся климатическому старению, и особен-

ностями взаимодействия их с внешними факторами, большое значение имеют процессы химического взаимодействия, происходящие в граничной области «древесина – лакокрасочное покрытие», в самом покрытии и в более глубоких слоях древесины под слоем полимерного лака.

Цель данных исследований – изучить различия в поведении лакокрасочных покрытий на древесных подложках осины и сосны при климатическом старении. При этом необходимо изучить химические изменения и закономерности процесса старения как граничной области «древесина – лакокрасочное покрытие (ЛКП)», так и древесины под полимерным покрытием.

Предпосылками к проведению исследований послужили данные о существенном отличии строения и химического состава древесины осины и сосны. Старение связано с различием в химическом составе соединений и групп веществ, характеризующих хвойные и лиственные породы.

Среди принципиальных различий можно выделить различное строение лигнинов указанных пород. Как известно, для лигнина хвойных пород более характерно наличие гваяцильных фрагментов, для лиственных – сингильных. В древесине осины содержание лигнина составляет 21,8 %, в сосне – 25,5 % [4]. Как известно, лигнин обладает значительной способностью к аутоокислению [5] и имеет характерные области поглощения в УФ-спектрах.

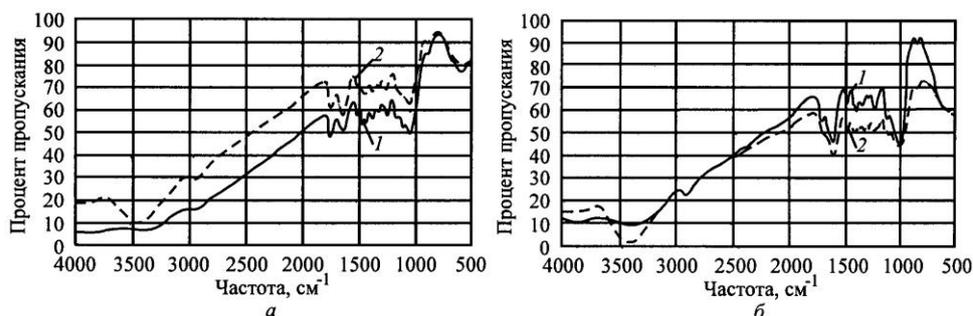
По нашему мнению, различие в скоростях деструкции полимерного материала, нанесенного на хвойные и лиственные образцы, может быть связано с наличием экстрактивных веществ. У хвойных пород древесины экстрактивные группы включают в себя соединения терпенового ряда (монотерпены, дитерпены, кислородсодержащие производные – смоляные кислоты и др. [1]). Указанные группы содержат соединения, имеющие в своем составе ненасыщенные связи. Как известно, такого рода соединения легко образуют пероксидные соединения с кислородом воздуха, которые через образование пероксидных радикалов могут инициировать деструктивные процессы в нанесенных на древесину материалах.

Следует учесть и наличие смоляных кислот, которые, диссоциируя, могут способствовать образованию слабокислой среды и приводить к усилению деструктивных процессов в лакокрасочном покрытии. Однако, по нашему мнению, влияние последнего обстоятельства не будет преобладающим.

Для более глубокого понимания химических изменений, происходящих в древесине под полимерным покрытием и в граничной зоне «древесина–ЛКП» в процессе климатических испытаний, нами был использован метод инфракрасной (ИК-) спектроскопии.

Образцы к испытанию готовили следующим образом. Исследуемые материалы измельчали с получением пылевидной фракции и запрессовывали в виде таблеток с кристаллами KBr (KBr – 3 г; исследуемое вещество – 0,01 г). Спектры записывали на ИК-спектрометре Specord 75 IR.

После получения ИК-спектров (см. рисунок) определяли наличие полос поглощения по всем частотам исследованного диапазона (качествен-



Древесина осины (а) и сосны (б) под полимерным покрытием до (1) и после (2) климатических испытаний

ный анализ). При необходимости получения более точных данных проводили количественный анализ кривых [2, 3].

Для выяснения изменений в спектрах образцов нормировали интенсивности полос спектров по полосе поглощения  $615\text{ см}^{-1}$ , относящейся к поглощению пигмента  $\text{TiO}_2$  (внутренний стандарт).

При получении количественных данных по спектральным кривым рассчитывали оптическую плотность  $D$ :

$$D = \ln \frac{1}{A_1} - \ln \frac{1}{A_2}; \quad (1)$$

$$D = T_1 - T_2, \quad (2)$$

где  $A_1$ ,  $A_2$  – процент пропускания соответственно вершины и основания частотного пика;

$T_1$ ,  $T_2$  – интенсивность падающего и прошедшего света.

Оптическую плотность определяли как поглощающую способность вещества и выражали следующим образом:

$$D = kcd, \quad (3)$$

где  $k$  – коэффициент погашения, т.е. поглощающая способность вещества;

$c$  – концентрация вещества, г/л;

$d$  – толщина слоя образца, см.

В результате анализа полученных ИК-спектров выявлены следующие закономерности (см. таблицу).

Для процесса климатического старения, протекающего в граничном слое «древесина – ЛКП», характерно увеличение оптической плотности в области частот  $1720$  и  $1620\text{ см}^{-1}$  ( $\text{C} = \text{O}$ ) для образцов сосны и ее снижение для образцов осины. Это свидетельствует о накоплении карбонильных групп в древесине сосны и преобладании в ней окислительных процессов по сравнению с осинной.

Кроме того, имеет место увеличение оптической плотности в области частот  $1150$ ,  $1100$  и  $1050\text{ см}^{-1}$  (сложноэфирные связи) для образцов сосны и ее снижение для образцов осины. Это свидетельствует о накоплении сложноэфирных связей в древесине сосны, что в свою очередь инициирует

**Изменения, происходящие в граничном слое «древесина – ЛКП» (числитель)  
и под полимерным покрытием (знаменатель)  
после климатических испытаний**

Функциональные группы	Частота, см <sup>-1</sup>	Оптическая плотность			
		Осина		Сосна	
		до старения	после старения	до старения	после старения
Гидроксильные группы –ОН	3400	<u>1,044</u>	<u>0,565</u>	<u>0,519</u>	<u>0,757</u>
		0,816	3,087	1,854	4,097
Карбонильные группы С=О	1700...1720	<u>0,480</u>	<u>0,407</u>	<u>0,413</u>	<u>0,473</u>
		0,432	0,733	0,640	0,711
Алкены С=С	1610...1620	<u>0,437</u>	<u>0,347</u>	<u>0,238</u>	<u>0,396</u>
		0,413	1,032	1,220	1,684
Простые эфиры	1130...1150	<u>0,326</u>	<u>0,166</u>	<u>0,238</u>	<u>0,240</u>
		0,391	0,515	0,836	0,889
С–О–С	1100	<u>0,393</u>	<u>0,077</u>	–	–
		0,636	0,774		
С–С, С–О, С≡N	1030...1050	<u>0,570</u>	<u>0,145</u>	<u>0,371</u>	<u>0,444</u>
		0,884	1,117	1,794	1,761

деструктивные процессы. Также можно отметить увеличение интенсивности в области 3400 см<sup>-1</sup> (гидроксильные группы), что свидетельствует о процессе гидролиза.

В древесине под полимерным покрытием при климатическом старении отмечено явное накопление гидроксильных групп в области 3400 см<sup>-1</sup>. Практически во всех остальных областях частот наблюдается увеличение оптической плотности как для осины, так и для сосны.

Таким образом, в ходе экспериментов установлено, что на древесных подложках осины и сосны, окрашенных воднодисперсионной краской, при климатическом старении деструктивные процессы протекают по различным механизмам.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Азаров, В.И.* Химия древесины и синтетических полимеров [Текст] / В.И. Азаров, А.В. Буров, А.В. Оболенская. – СПб.: СПбЛТА, 1999 – 628 с.
2. *Базарнова, Н.Г.* Методы исследования древесины и ее производных [Текст] / Н.Г. Базарнова [и др.]. – Барнаул: Изд-во Алтайского гос. ун-та, 2002. – 160 с.
3. *Наканиси, К.* ИК-спектры и строение органических соединений [Текст] / К. Наканиси. – М.: Мир, 1965. – 209 с.
4. *Уголев, Б.Н.* Древесиноведение с основами лесного товароведения [Текст] / Б.Н. Уголев. – М.: МГУЛ, 2001. – 340 с.
5. *Фенгел, Д.* Древесина. Химия, ультраструктура, реакции [Текст] / Д. Фенгел, Г. Вегенер; под ред. А.А. Леоновича. – М.: Лесн. пром-сть, 1988. – 512 с.

С.-Петербургская государственная  
лесотехническая академия

Поступила 13.04.05

---

*Yu.I. Tsoj, S.M. Krutov, A.Yu. Marchuk*

**Physico-chemical Processes in Painted Samples of Wood  
after Climatic Ageing**

The processes occurring in the samples of water-dispersion painted wood under climatic ageing are investigated by infrared spectroscopy method. It is established that the destructive processes are different for aspen and pine wood substrates.

---