

УДК 667.635:674.21

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕРМОРАДИАЦИОННОГО ОТВЕРЖДЕНИЯ ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ СТОЛЯРНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Проخورчик С.А., канд. техн. наук; Ситнов А.А., кан. физ.-мат. наук,  
Чуйков А.С., маг.техн. наук

(УО «Белорусский государственный технологический университет»)

*В статье описаны актуальные вопросы, связанные с отверждением лакокрасочных материалов столярно-строительных изделий. Приведен анализ основных источников инфракрасного излучения и факторов, влияющих на эффективность их применения. Даны результаты исследований инфракрасной спектроскопии по определению проникающей способности лучистой энергии через слой водоразбавляемого лакокрасочного материала.*

Последнее время большое внимание уделяется снижению затрат на сушку лакокрасочных покрытий столярно-строительных изделий при обеспечении достаточного уровня качества покрытия. Существуют различные способы сушки лакокрасочных материалов (ЛКМ). Одним из наиболее часто применяемых способов является сушка ЛКМ нагретым газом (воздухом) – конвективная.

Однако в области автомобилестроения последнее время широкое распространение получила терморрадиационная или сушка инфракрасными (ИК) лучами [1]. Данный тип отверждения хорошо себя зарекомендовал, т.к. снижает энергетические затраты и время на отверждение ЛКМ. Поэтому применение данного способа и оборудования касательно столярно-строительных изделий является перспективным направлением.

Стоит отметить, что различие между ИК-сушилными установками заключается в длине используемых в них волн. Вся область инфракрасного излучения делится на 3 диапазона: коротковолновое (длина волны 0,76– 2мкм), средневолновое (длина волны 2 - 3 мкм), длинноволновое (длина волны свыше 3 мкм). Длина излучаемой волны зависит от температуры тела (формула Вина) – чем выше температура, тем короче волны и выше интенсивность излучения.

$$\lambda_T \cdot T = const = 0,289, \quad (1)$$

где  $\lambda_T$  – длина волны, соответствующая максимуму излучения, м;

$T$  – абсолютная температура нагретого тела, К.

Так тела, излучающие длинноволновую область, имеют невысокую температуру, а выделяемые ими волны самые длинные из используемого для подобных излучателей диапазона. Их также называют темными, так как излучатели не светятся даже при рабочей температуре 300-400°С. Из-за низкой

проникающей способности длинноволнового излучения, КПД подобных установок невысок, поэтому производство подобных установок в настоящее время прекращено.

Конструктивно инфракрасные излучающие установки могут быть выполнены по-разному, но основа их устройства – излучатель и отражатель. В качестве излучателя могут использоваться галогенные, кварцевые лампы, а также керамические электрические нагреватели. Целенаправленно и равномерно сфокусировать на нагреваемую поверхность поток этого излучения позволяют специальные отражатели – софиты. Материал софита – алюминиевая фольга или полированная сталь. Этот материал позволяет отражать около 95% энергии инфракрасного излучения.

В технике инфракрасного нагрева наиболее распространены излучатели, нагреваемые электрическим током, разнообразные по конструктивному исполнению и спектральному составу лучистого потока. Диапазон рабочих температур электрических излучателей довольно широкий – от 200°C до 3000°C. В настоящее время принята следующая классификация инфракрасных излучателей:

1) высокотемпературные, нагреваемые до 1500°C и более (максимум излучения соответствует  $\lambda=0,78$  до 1,8 мкм); к ним относятся инфракрасные лампы накаливания, кварцевые металлогалогенные лампы накаливания;

2) среднетемпературные, нагреваемые от 450 до 1500°C (максимум излучения соответствует  $\lambda=1,8$  мкм); к ним относятся кварцевые и стеклянные трубчатые излучатели, керамические и металлические излучатели

3) низкотемпературные, нагреваемые до 450°C (некоторые металлические излучатели с большой поверхностью, керамические излучатели и т. п.).

Преимущество отверждения ИК излучением заключается в возможности переноса большого количества энергии за очень короткий промежуток времени.

Тепловое излучение от инфракрасного обогревателя не поглощается воздухом, а лишь немного ослабляется в результате рассеивания. Поэтому вся энергия от излучателя почти без потерь достигает поверхности нагреваемого объекта. И после этого важным становится вопрос, на нагрев чего пойдет лучистая энергия: нагрев поверхности лакокрасочного слоя, внутреннего слоя ЛКМ, либо поверхности древесины на которую нанесен ЛКМ.

При рассмотрении данного вопроса важным аспектом является подбор длины волны излучения таким образом, чтобы для него само покрытие было «прозрачным» и большая часть энергии передавалась древесине, тем самым вызывая ее нагрев. При этом качество высушенного покрытия будет выше, чем при конвективном нагреве, т.к. отверждение будет происходить от нижней части лакокрасочного слоя к верхней. На проникающую способность инфракрасного излучения будет оказывать большое количество факторов, таких как вид пленкообразователей, пигментов, наполнителей и других добавок. В связи с этим для эффективного применения инфракрасной сушки требуется установление оптимального диапазона излучения для каждого вида лакокрасочного материала.

Для определения проникающей способности инфракрасного излучения через слой ЛКМ предлагается использовать метод *инфракрасной спектроскопии* [2].

Для определения требуемого ИК-излучателя при компоновке сушильной камеры важно знать:

1. Диапазон ИК-излучения генерируемый данным типом излучателя;
2. Граница проникновения лучистой энергии (поверхность ЛКМ – внутренний слой ЛКМ – древесина)

Фурье-спектрометр позволяет определить коэффициент поглощения – доля поглощения объектом взаимодействующего с ним другого объекта. Взаимодействующим объектом выступает электромагнитное излучение.

Данный прибор строит зависимость в координатах *интенсивность поглощенного излучения - длина волны (волновое число)* [3].

С помощью ИК-Фурье спектрометра (модель NEXUS E.S.P, Thermo Scientific, США) были проведены поисковые исследования проникающей способности инфракрасного спектра водоразбавляемого ЛКМ. Результат исследования представлен на рисунке 1.

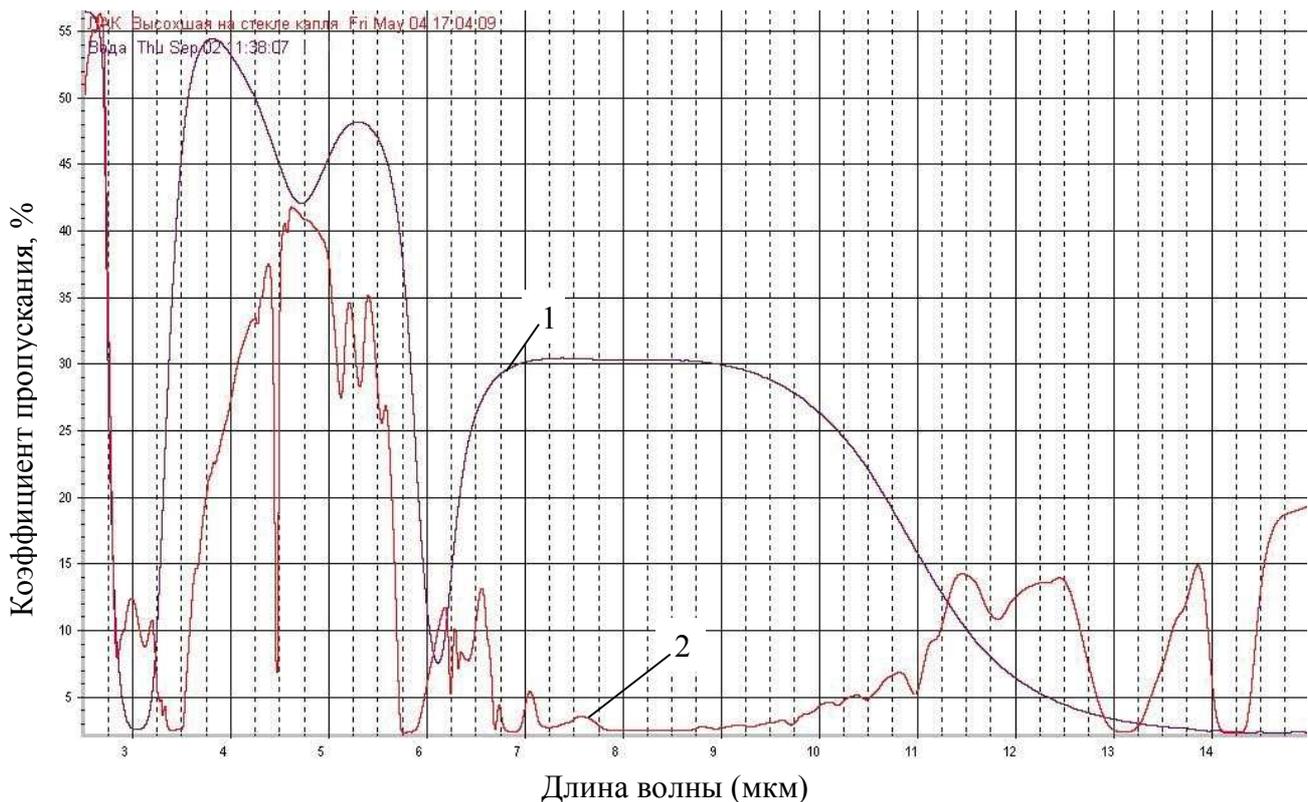


Рисунок 1. Графики поглощения ИК-излучения водой и ЛКМ  
1 – вода, 2 – лакокрасочный материал

Накладывая графики спектров поглощенного излучения для воды и для высушенного лакокрасочного материала, мы сможем увидеть области минимального поглощения для вышеописанных веществ, тем самым определим

диапазон длин волн, которые будут практически без потерь энергии доходить до древесины и поглощаться ею.

На графике видно, что наибольшей проникающей способностью для воды обладает ИК-излучение с длиной волны от 3,75 до 5,25 мкм, для ЛКМ – с длиной волны от 4,25 до 5,50 мкм, а пересечение графиков дает оптимальный диапазон длин волн ИК-излучения, обладающий максимальной проникающей способностью. В данном случае это 4,5 – 5 мкм.

Использование данного метода позволит определить диапазон инфракрасного излучения, обладающего наиболее высокой проникающей способностью для различных ЛКМ, и на основании этого подобрать излучатели и разработать оптимальные режимы сушки ЛКМ.

### Список литературы

1. Рабинович Г. Д. Слободкин Л. С. Терморadiационная и конвективная сушка лакокрасочных покрытий / . Минск Наука и техника.: , 1966. – С.172.
2. Никитин В.А. Спектрофотометр / Физическая энциклопедия / Гл. ред. А. М. Прохоров. – М.: Большая Российская энциклопедия, 1994. – 704 с.
3. Дехант, И. Инфракрасная спектроскопия полимеров / И.Дехант; Р. Данц; В.Киммер. – М.: Химия, 1976. – 472 с.

### Анотація

#### **ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕРМОРАДІАЦІОННОЇ ЗАТВЕРДІННЯ ЛАКОФАРБОВИХ ПОКРИТТІВ СТОЛЯРНО- БУДІВЕЛЬНИХ ВИРОБІВ**

Прохорчик С.А., Сітнов А.А., Чуйков А.С.

*У статті описані актуальні питання, пов'язані з отвердженням лакофарбових матеріалів столярно-будівельних виробів. Наведено аналіз основних джерел інфрачервоного випромінювання та факторів, що впливають на ефективність їх застосування. Дано результати досліджень інфрачервоної спектроскопії за визначенням проникаючої здатності променевої енергії через шар водорозчинні лакофарбового матеріалу.*

### Abstract

#### **EFFICIENCY OF APPLICATION OF THERMORADIATION DRYING OF PAINT AND VARNISH COVERINGS OF JOINER'S AND CONSTRUCTION PRODUCTS**

Prohorchick S.A., Sitnov A.A., Chuikov A.S.

*In article are described the topical issues connected with drying of paints and varnishes of joiner's and construction products. The analysis of the main sources of infrared radiation and the factors influencing efficiency of their application is provided.*