МОДИФИКАЦИЯ ПОВЕРХНОСТИ ОБРАЗЦОВ ИЗ КЕДРА ПРИ ПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКЕ

В.А. Черемных[1)], Г.Г. Волокитин[1)], А.А. Клопотов[1)], Д.А. Иванова[2)]
[1)]*Томский государственный архитектурно-строительный университет, пл. Соляная 2, Томск 634003, Россия, vacheremnykh@gmail.com, vgg-tomsk@mail.ru, klopotovaa@tsuab.ru*
[2)]*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, ул. Ленина 30, Томск 634050, Россия, ivanovada21@mail.ru*

Представлены результаты комплексных исследований влияния облучения энергией низкотемпературной плазмы на поверхность образцов из кедра. Продемонстрировано, что плазменная обработка поверхности древесины приводит к уничтожению грибковых заболеваний на глубину порядка 0.5 см. Установлено, что в результате термической обработки поверхности образцов из кедра происходит понижение адгезионных свойств склеиваемых поверхностей.

Ключевые слова: низкотемпературная плазма; кедр; грибковые заболевания; клеевое соединении; деформация.

MODIFICATION OF THE SURFACE OF CEDAR SAMPLES DURING PLASMA TREATMENT

V.A. Cheremnykh[1)], G.G. Volokitin[1)], A.A. Klopotov[1)], D.A. Ivanova[2)]
[1)]*Tomsk State University of Architecture Building*
2 Solyanaya Sq., 634003 Tomsk, Russia, vacheremnykh@gmail.com, vgg-tomsk@mail.ru, klopotovaa@tsuab.ru
[2)]*National Research Tomsk Polytechnic University,*
30 Lenina Str, 634050 Tomsk, Russia, ivanovada21@mail.ru

The results of complex studies of the effect of low-temperature plasma energy irradiation on the surface of cedar samples are presented. It has been demonstrated that plasma treatment of the wood surface leads to the destruction of fungal diseases to a depth of about 0.5 cm. It is established that as a result of heat treatment of the surface of cedar samples, the adhesive properties of the surfaces to be bonded decrease.

Keywords: low-temperature plasma; cedar; fungal diseases; adhesive joint; deformation.

Введение

Несмотря на развитие строительной отрасли и разработку новых строительных материалов, спрос на изделия из древесины не уменьшается. Для строительства применяются как изделия из цельной, так и из клееной древесины. Популярность этого материала объясняется механическими свойствами древесины, а также ее экологичностью. Вместе с тем, у древесины есть свои особенности: склонность к образованию плесени, загниванию и зависимость свойств от влажности [1]. Перечисленные особенности оказывают влияние на прочность и долговечность конструкций, и поэтому определяют необходимость защиты древесины от внешних неблагоприятных факторов.

Наиболее распространенные способы защиты древесины – нанесение на поверхность или пропитка древесины различными составами, имеют свои недостатки в виде недолговечности покрытия и необходимости повторной обработки. Эту проблему часто пытаются решить при помощи термических воздействий на поверхность изделий из древесины. В ТГАСУ проводят комплексные исследования влияния плазменного облучения поверхности разных сортов древесины.

Целью данной работы является изучение влияние плазменных потоков на поверхность образцов из кедра.

Материалы и методы исследования

Подавление грибковых заболеваний на поверхности термически обработанных образцов из кедра проводили по методике [3].

Подготовку образцов и проведение испытаний на прочность клеевого соединения проводили по ГОСТ 33120-2014 при помощи созданного оригинального устройства. Для испытаний были приготовлены образцы из кедра с размерами 50×45×20 мм. Для склеивания образцов использовали эпоксидную смолу марки CarbonWrap Resin 530+.

Термическую обработку поверхности образцов проводили двумя методами: при помощи газовой горелки и плазмотрона.

Для обработки использовалась газовая горелка марки ECOS GTI-100 и газ универсальный из смеси изобутана, бутана и пропана. Температура пламени в месте контакта с обрабатываемой поверхностью древесины достигала ~800°C. Сканирование поверхности образца проводили со скоростью 0.0571 м/с.

Для плазменной обработки использовался плазматрон ВПР–410. В качестве плазмообразующего газа использовался сжатый воздух. Напряжение и сила тока на источнике, питающем плазматрон составляла 120 В и 160А соответственно. Величина удельного теплового потока составляла $1{,}1\times10^{6}$Вт/м^2 [2]. Сканирование поверхности образцов проводили со скоростью 0.0735 м/с.

Механические испытания образцов проводили на испытательной машине Instron 3382.

Оптические исследования проводили при помощи цифрового микроскопа YaSmart USB 800X.

Результаты и их обсуждение

В результате исследования температурных полей, которые создавали плазменные потоки на поверхности древесины, были установлены диапазоны температур 200-300 °C в приповерхностном слое глубиной 5 мм. В результате были созданы условия для повышения биологической стойкости материала [4]. Также было установлено, что плазменное воздействие приводит к образованию защитно-декоративных слоев, повышающий износостойкость древесины.

На рис. 1 представлены деформационные графики в координатах «напряжение – деформация» («σ–ε») при испытании образцов из кедра на скалывание клеевого соединения.

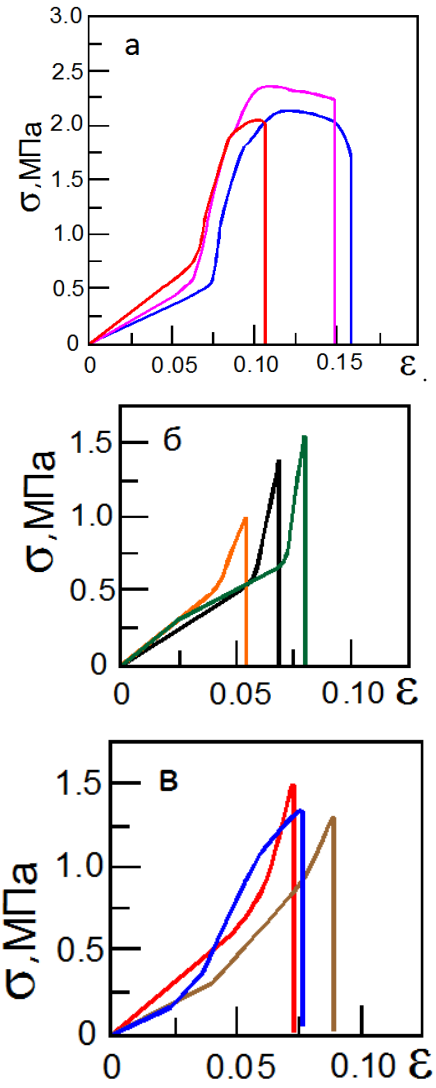

Рис. 1. Графики зависимости в координатах «σ–ε» при определении прочности клеевого соединения: а – исходные образцы; б – обработанные газовой горелкой; в – обработанные энергией плазмы

На зависимостях «σ–ε» для исходных образцов наблюдается значительный разброс деформационных кривых, это связано с изготовлением образцов из разных

частей ствола дерева (рис. 1 *а*). Результаты статистической обработки графиков представлены в табл. 1.

Таблица 1. Механические параметры образцов из кедра

Обработка	$\sigma_в$, МПа	ε, mm/mm
Исходные	2.2	0.14
Горелка	1.3	0.06
Плазма	1.4	0.08

Из данных в табл. 1 и рис.1 видно, что прочностные свойства склеенных образцов с модифицированными термической обработках поверхностями почти на 40 % ниже, чем не обработанных образцов. Такое снижение прочностных показателей связано с образованием на поверхности древесины термически модифицированных приповерхностных слоев (рис. 2 б, в).

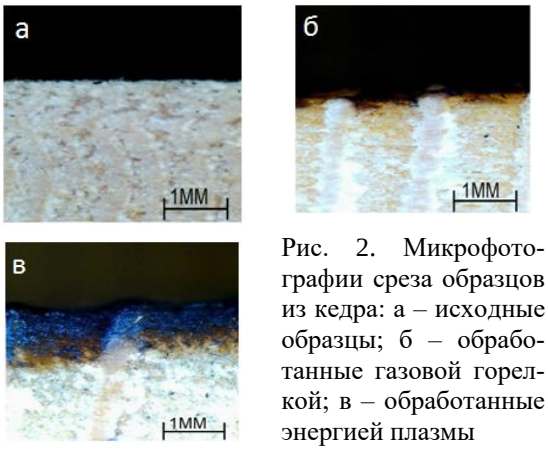

Рис. 2. Микрофотографии среза образцов из кедра: а – исходные образцы; б – обработанные газовой горелкой; в – обработанные энергией плазмы

Таким образом, модификация поверхности изделий из древесины кедра при помощи метода плазменной обработки приводит к образованию защитно-декоративных покрытий с оригинальным рисунком, отражающим слоистое строение древесины.

Установлено, что воздействие термической обработки поверхности образцов из кедра приводит к понижению адгезионных свойств склеиваемых поверхностей. Это явление необходимо учитывать при изготовлении изделий и конструкций из кедра с поверхностями после термической обработки.

Продемонстрировано, что плазменная обработка поверхности древесины приводит к уничтожению грибковых заболеваний на глубину порядка 0.5 см.

Благодарности

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема № FEMN-2023-0003).

Библиографические ссылки

1. Уголев Б.Н. Древесиноведение и лесное товароведение. М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2007. 351с.
2. Волокитин Г.Г., Скрипникова Н.К., Волокитин О.Г., Шеховцов В.В. Создание защитного - декоративного покрытия на поверхности древесины с помощью энергии низкотемпературной плазмы 2014; 1(5): 185-189.
3. Волокитин Г.Г., Волокитин О.Г., Шеховцов В.В. и др. Распределение температурных полей при плазменной обработке поверхности древесины. *Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета* 2013; 40 (3): 220-227.
4. Волокитин О.Г., Волокитин Г.Г., Цветков Н.А. Перспективы технологии создания защитно-декоративных покрытий на поверхности древесины с использованием плазменной технологии. *Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета* 2012; (1): 112-117.