

МОДИФИЦИРОВАНИЕ ДРЕВЕСИНЫ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЕЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ДЕРЕВЯННЫХ КАРКАСНЫХ ЗДАНИЙ

В.В. ПЛОТНИКОВ, доктор техн. наук, профессор Брянской государственной инженерно-технологической академии (БГИТА),
 Н.А. ЕРМАЧКОВА, канд. техн. наук, доцент БГИТА,
 М.В. БОТАГОВСКИЙ, инженер БГИТА;
 В.И. СИДОРОВ, доктор хим. наук, профессор Московского государственного строительного университета (МГСУ),
 И.В. КОТЕНЕВА, канд. техн. наук, доцент МГСУ,
 И.А. КОТЛЯРОВА, аспирантка МГСУ

В статье представлены результаты исследований по увеличению адгезионной прочности акриловых покрытий к поверхности древесины. Разработанные составы обеспечивают комплексную защиту древесных материалов от биокоррозии и огня, тем самым повышая долговечность конструкций при строительстве деревянных каркасных зданий.

В настоящее время во многих странах, в том числе и в России, проявляется большой интерес к использованию древесины как конструкционного и теплоизоляционного материала при возведении высокоэкологичных жилых и общественных зданий небольшой этажности. Как природный материал древесина обладает как достоинствами, так и недостатками. Достоинствами натуральной древесины являются высокие прочность и морозостойкость, низкие звуко- и теплопроводность, легкость в обработке, простота утилизации, низкий коэффициент температурного линейного расширения. К основным недостаткам натуральной древесины можно отнести гигроскопичность (присутствие избыточной влаги в древесине вызывает резкое ухудшение всех ее физико-механических свойств) и горючесть. Долгий и надежный срок службы деревянных домов прежде всего зависит от качества исходной древесины, от того, насколько качественно высушены древесные материалы, а также от технологии и составов, используемых для био- и огнезащиты деревянных конструкций.

Для строительства деревянных домов сегодня применяются в основном оцилиндрованное бревно или брус, который может быть профилированным цельным или клееным (рис. 1). Как правило, заказчику предлагаются эти элементы с проведенной обработкой антисептиками и противопожарными составами. В настоящее время помимо

рубленных домов все большее распространение получают каркасные дома, в которых несущим элементом является деревянный каркас из цельной или клееной древесины. По сравнению с рублеными деревянные каркасные конструкции отличаются большей экономичностью (меньше расход древесины) и минимальной подверженностью усадке. При возведении каркасных деревянных домов не требуется устройство массивных фундаментов (рис. 2) [1].



Рис. 1. Стеновые материалы из дерева:
 А – оцилиндрованное бревно, Б – клееный брус,
 В – профилированный цельный брус

За счет увеличения промежутка между внутренними и наружными обшивками каркасные дома без проблем приспосабливаются к новым теплотехническим нормам. Усадка каркасного дома минимальна, поэтому сразу же после строительства

дома можно осуществлять внутреннюю отделку.

Каркасная система является одной из самых гибких строительных систем для индивидуального жилья и небольших общественных зданий с точки зрения возможностей создания богатого разнообразия архитектурно-планировочных решений. Разновидностью каркасных домов являются щитовые дома, для возведения которых используются панели щиты заводского изготовления (рис. 3). Каркас быстровозводимых жилых домов выполняется, как правило, из деревянных элементов. В качестве утеплителя все чаще стали применять стружки или опилки, предварительно обработанные против горения и гниения.

Для защиты деревянных конструкций от избыточного увлажнения, гниения, воздействия УФ-излучения, а также для придания деревянным изделиям красивого внешнего вида применяют различные лакокрасочные материалы (ЛКМ).

Срок службы лакокрасочных покрытий зависит от прочности сцепления (адгезии) адгезива с поверхностью подложки, поэтому используемые ЛКМ должны обладать



Рис. 2. Каркасные дома имеют деревянную обрешетку из стоек. Каркас обшивается плитами из фанеры, ОСБ-панелей, цементно-стружечными плитами (ЦСП) или другими большеразмерными элементами с заполнением внутреннего пространства ограждающих конструкций эффективным утеплителем



Рис. 3. Щиты заводского изготовления с деревянным каркасом, утеплителем из стружки и облицовкой деревянным сайдингом изготавливаются на заводе

высокой адгезией к деревянным изделиям, иначе в процессе эксплуатации произойдет отслоение покрытий. Прочность сцепления адгезива с древесинным субстратом зависит от ряда факторов: состава отделочных материалов, толщины покрытия, состояния поверхности подложки, а именно, ее топографии и химического состава [2]. Управляя адгезионной прочностью покрытий на этапе подготовки деревянных подложек под покраску, например обрабатывая поверхность субстрата грунтовками, можно значительно продлить срок службы ЛКМ и увеличить межремонтный период. При этом необходимо учитывать, что грунтовки для древесины наряду с уменьшением пористости окрашиваемой поверхности и повышением уровня адгезии будущего лакокрасочного покрытия должны обладать комплексными свойствами антисептиков-антипиренов с целью эффективной защиты древесины от основных факторов ее разрушения – биокоррозии и огня.

Как известно из литературы [3, 4], различные отделочные составы имеют различную способность к сцеплению. Например, водорастворимые клеи и масляные составы имеют между собой слабую адгезию, поэтому масляные пленки на таком клеевом грунте будут быстро слущиваться. Воск и масло имеют также слабую адгезию между собой. Наиболее высокой адгезией отличаются однородные составы, например нитролак и нитрогрунт, масляный грунт и масляный лак, т.е. прочность адгезионного соединения будет более высокой, если сочетать грунтовки и ЛКМ сходного состава.

В последнее время все большее распространение как для внешних, так и для внутренних работ получают акриловые краски, представляющие собой воднодисперсионные краски на основе полиакрилатов (преимущественно полимеров метил-, этил- и бутилакрилатов), а также их сополи-

меров. Покрытия, получаемые в результате нанесения акриловых красок, отличаются более высокими показателями атмосферо-, водо-, цветостойкости в отличие от покрытий, формируемых большинством красок на растворителях, к тому же акриловые покрытия паропроницаемы, то есть покрытые ими деревянные конструкции «дышат». Поэтому, выбирая грунтовки для акриловых красок, необходимо отдавать предпочтение биоогнезащитным составам, которые не образуют на поверхности древесины сплошных пленок, препятствующих проницаемости паров воды.

В качестве таких грунтовок могут быть использованы водорастворимые (как и акриловые краски) составы (1 и 2) на основе элементарноорганических соединений бора,

компонентами которых являются четырехкоординационные борозотные соединения – моно- и диэтиламин(N→B)-бораты, соответственно. В опубликованных ранее работах [5] показано, что такие составы придают древесине 100%-ную биостойкость, обеспечивают вторую группу огнезащитной эффективности, кроме того моно- и диэтиламин(N→B)-бораты, химически закрепляясь на поверхности древесины [6], обеспечивают длительный защитный эффект на срок не менее 20 лет.

С целью изучения изменения адгезионной прочности в системе «акриловое покрытие – древесина, модифицированная составами 1 и 2» в сравнении с системой «акриловое покрытие – немодифицированная древесина» была определена адгезия акриловой краски ВД-АК-1180 к поверхности древесины методом одномоментного отрыва цилиндра в соответствии с ГОСТ 27325-87. Предварительно образцы древесины сосны модифицировали 50%-ными водными растворами модификаторов (составы 1 и 2) методом кистевого нанесения, расход модификаторов составлял 150 г/м². Затем образцы высушивали на воздухе до постоянной массы и покрывали одним слоем краски. Результаты испытаний представлены в табл. 1 и на рис. 4.

Из полученных экспериментальных данных видно, что у контрольных образцов преобладает адгезионный характер разрушения

Таблица 1. Результаты испытаний контрольных образцов и образцов модифицированной древесины

Немодифицированная древесина		Древесина, модифицированная составом 1		Древесина, модифицированная составом 2	
№ образца	Характер разрушения ¹	№ образца	Характер разрушения	№ образца	Характер разрушения
1	адгезионное	1	смешанное (ПК-древесина)	1	смешанное (ПК-древесина)
2	адгезионное	2	смешанное (ПК-древесина)	2	смешанное (ПК-древесина)
3	смешанное (ПК-древесина)	3	смешанное (ПК-древесина)	3	смешанное (ПК-древесина)
4	адгезионное	4	смешанное (ПК-древесина)	4	смешанное (ПК-древесина)
5	адгезионное	5	смешанное (ПК-древесина)	5	смешанное (ПК-древесина)
6	адгезионное	6	адгезионное	6	смешанное (ПК-древесина)
7	адгезионное	7	смешанное (ПК-древесина)	7	смешанное (ПК-древесина)
8	адгезионное	8	смешанное (ПК-древесина)	8	смешанное (ПК-древесина)
9	смешанное (ПК-древесина)	9	смешанное (ПК-древесина)	9	смешанное (ПК-древесина)
10	адгезионное	10	смешанное (ПК-древесина)	10	смешанное (ПК-древесина)

¹ В соответствии с ГОСТ 27325-87 выделяют следующие виды разрушений: адгезионное, при котором разрушение происходит по границе раздела материала; когезионное, при котором разрушение происходит по одному из материалов; смешанное, которое представляет собой совмещение адгезионного и когезионного видов разрушений

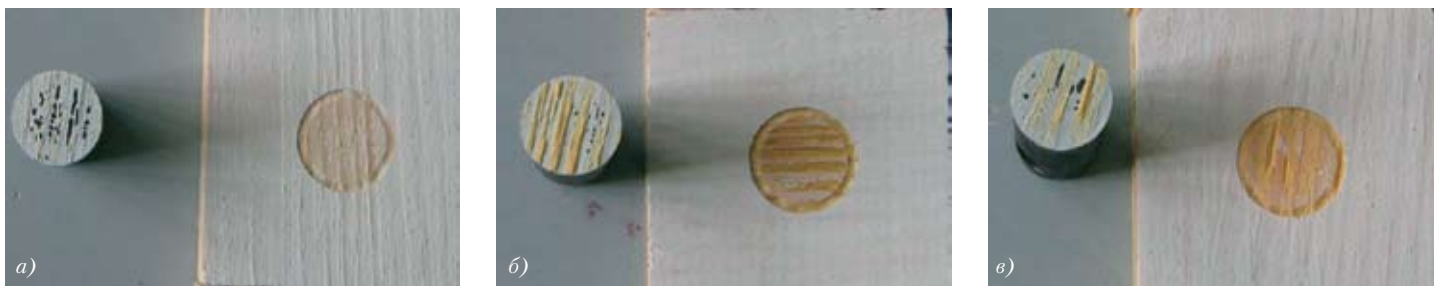


Рис. 4. Выборочные фото результатов эксперимента по определению адгезии акриловых красок к: немодифицированной древесине (а), древесине, модифицированной составом 1 (б), древесине, модифицированной составом 2 (в)

по границе раздела материалов: древесина – ЛКМ. Условием адгезионного типа разрушения является превышение когезионной прочности покрытия и подложки над адгезионной прочностью адгезива к субстрату. Такой тип разрушения указывает на низкую адгезионную прочность сформировавшегося акрилового покрытия к поверхности немодифицированной древесины.

Для образцов древесины, модифицированных составами 1 и 2, налицо другой вид разрушения – смешанный. В этом случае разрушение происходит не только на границе раздела: древесина – лакокрасочное покрытие, но и затрагивает материал подложки. Смешанный тип разрушения свидетельствует о том, что силы сцепления акриловой краски с поверхностью древесины сильнее, чем силы межмолекулярного взаимодействия внутри подложки. Можно предположить, что увеличению адгезионной прочности способствует увеличение полярности подложки (за счет привития на поверхность древесины полярных амино- и протолиических –ОН групп, входящих в состав моно- и диэтиламин(N→В)-боратов), что способствует лучшему смачиванию поверхности древесины акриловыми красками, являющимися полярными пленкообразователями, и как следствие, к более полному адгезионному контакту. Наличие полярных функциональных групп в составе боразотных соединений, привитых на поверхность древесины, и полиакрилатов краски способствует возникновению межмолекулярных сил взаимодействия.

Согласно литературным источникам, уменьшение диаметра капилляров за счет

химического модифицирования поверхности древесины приводит к росту сил капиллярной конденсации и увеличению глубины проникновения ЛКМ в материал, что увеличивает адгезионную прочность покрытия [7].

Благодаря тому, что составы на основе боразотных соединений, не образуют на поверхности древесины сплошной пленки, после испарения растворителя (воды), привитые молекулы располагаются дискретно на субстрате, поэтому такие составы не препятствуют адгезии к поверхности древесины и органорастворимых красок, например пентафталевых эмалей. Напротив, предварительная обработка составами 1 и 2 деревянных поверхностей перед окрашиванием ПФ-красками значительно увеличивает адгезионную прочность этих пленкообразователей к древесине [8].

Экспериментальные данные, полученные методами рентгеноструктурного анализа и электронной сканирующей спектроскопии, позволяют судить о том, что при химическом взаимодействии боразотных соединений с реакционноспособными группами лигноуглеводного комплекса древесины не разрушается структура основного компонента древесины – целлюлозы, выполняющего опорную функцию в древесинном композите. Напротив, модификаторы, обволакивая волокна целлюлозы, сокращают расстояния между ними, тем самым увеличивая упорядоченность (степень кристалличности) и уменьшая рыхлость целлюлозы и древесины, соответственно.

Таким образом, на основании полученных экспериментальных данных можно сделать следующие выводы:

- составы на основе боразотных соединений являются универсальными грунтовками как для водо-, так и для органорастворимых красок, значительно увеличивая адгезию молекул ЛКМ к поверхности древесины;

- разработанные составы обеспечивают древесинным материалам комплексную защиту от биокоррозии и огня;

- не разрушая кристаллической структуры целлюлозы, составы 1 и 2 способствуют повышению долговечности конструкций из древесины.

Библиографический список

1. Плотников В.В., Ботаговский М.В. *Современные технологии повышения теплозащиты зданий.* – Брянск: БГИТА, 2010. – 199 с.
2. Санаев В.Г. *Древесиноведение в системе лесного хозяйства.* – М.: МГУЛ, 2007. – 180 с.
3. Яковлев А.Д. *Химия и технология лакокрасочных покрытий.* – Л.: Химия, 1989.
4. *Адгезионная способность пленок / А.А. Углов, Л.М. Анищенко, С.Е. Кузнецов.* – М.: Радио и связь, 1987.
5. Котенева И.В., Котлярова И.А. *Нанотехнологии в создании защитных покрытий на древесине / Проблемы инновационного биосферно-совместимого социально-экономического развития в строительном, жилищно-коммунальном и дорожном комплексах. I Международная научно-практическая конференция.* – Брянск: БГИТА, 2009, том 1. – С. 95-99.
6. Сидоров В.И., Котенева И.В., Котлярова И.А. *Природа модифицирования целлюлозы аминоэтилборной кислотой по данным рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии // Вестник МГУЛ – Лесной вестник, № 4.* – Москва, 2009 г. – С. 130-134.
7. Зимон А.Д. *Адгезия жидкости и смачивание.* – М.: «Химия», 1974.
8. Сидоров В.И., Котенева И.В., Котлярова И.А., Ермачкова Н.А. *Адгезия древесины, модифицированной эфирами борной кислоты // Вестник МГУЛ – Лесной вестник.* – Москва, 2010 г. – С. 108-110.

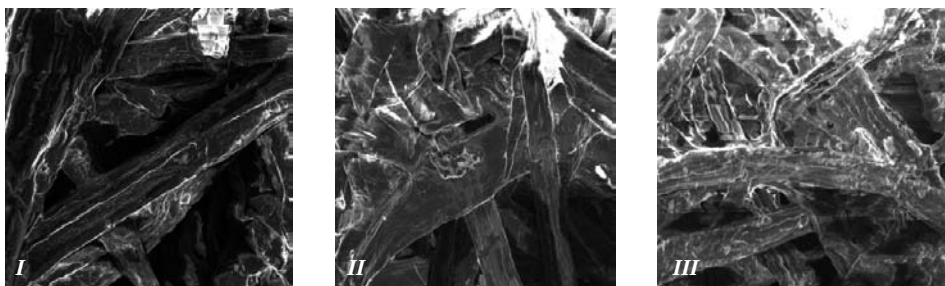


Рис. 5. Электронномикроскопические снимки (x 1000) немодифицированной целлюлозы (I) и целлюлозы, модифицированной составом 1 (II) и составом 2 (III)