

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ  
И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

УДК 674.048.021 : 678.026.2

ХИМИЧЕСКАЯ СТОЙКОСТЬ  
НАТУРАЛЬНОЙ И МОДИФИЦИРОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ

В. М. ХРУЛЕВ, М. А. ТОКТОГОЖАЕВ

Новосибирский инженерно-строительный институт

Известны данные [4] о более высокой химической стойкости древесины по сравнению со сталью и железобетоном. Благодаря этому древесину применяют в несущих конструкциях зданий с агрессивными средами и для деталей технологического оборудования химических производств [6, 13]. Однако после длительного действия агрессивных газов и растворов структура и прочность древесины изменяются, что отражается на несущей способности конструкций [13]. Поэтому необходимы достоверные данные о стойкости древесины в растворах кислот и щелочей.

Опыты показали, что из различных кислот при концентрациях 1, 10 и 50 % наибольшее разрушение древесины вызывает серная кислота, затем соляная, азотная и наименьшее — уксусная. После четырех месяцев действия 10 %-ной серной кислоты породы древесины по стойкости располагаются в следующем убывающем порядке: лиственница, сосна, ель, береза, бук [2]. Результаты опытов позволяют заключить, что хвойные породы химически более стойки, чем лиственные, благодаря меньшей глубине проникания растворов. Повысить химическую стойкость легкопроницаемых пород можно уплотнением их структуры, например, пропиткой антикоррозионными веществами.

Изменение прочности, модуля упругости, твердости зависит от времени выдержки древесины в среде. После 180 сут выдержки в азотной кислоте прочность древесины сосны при статическом изгибе снижается на 70 %. За это же время прочность древесины после выдержки в сульфате аммония уменьшается лишь на 35 % [12]. Изменение прочности древесины во всех средах носит экспоненциальный характер, наиболее интенсивное в первые 60 сут. Полгода испытаний достаточно для достоверного определения химической стойкости древесины.

Из экспериментальных данных следует, что о химической стойкости древесины можно судить лишь по испытаниям в конкретной агрессивной среде. Попытки более обобщенно характеризовать химическую стойкость могут привести к ошибкам в проектировании конструкций. Если имеется возможность выбора пород, то с большой вероятностью успеха следует рекомендовать древесину лиственницы.

Наметившийся в настоящее время дефицит хвойной древесины заставляет искать пути применения в строительстве менее стойких лиственных пород — березы, осины. Наиболее эффективный способ повышения химической стойкости древесины лиственных пород — модифицирование ее синтетическими полимерами [11].

Имеются многочисленные сведения о высокой химической стойкости, особенно при действии кислот, древесины березы, модифицированной фенольными смолами. Это объясняют высокой экранирующей способностью полимера, замедляющей диффузию агрессивного агента вглубь древесины [8]. Прочность древесины березы, пропитанной фенольной смолой после трех месяцев выдерживания в растворах серной, азотной

и соляной кислот (концентрация от 1 до 20 %), снижается в 1,6—2,2 раза меньше, чем натуральной [5].

После 30 сут выдерживания в 10 %-ном растворе серной кислоты прочность древесины, модифицированной метилметакрилатом, в два раза выше, чем натуральной [3]. После одного года испытаний в среде насыщенных растворов минеральных удобрений прочность модифицированной древесины сосны в два раза выше, чем натуральной.

Химическая стойкость древесины ольхи заметно повышается, если использовать для пропитки стирол. Конструкции фильтров для сульфата аммония, изготовленные из такой древесины, в 4—5 раз долговечнее, чем из натуральной хвойной.

Повышенную химическую стойкость придает древесине также пропитка полиэфирной смолой и стирол-акрилонитрилом [7]. После выдерживания в 20 %-ном растворе серной, азотной и соляной кислот в течение 90 сут прочность модифицированной древесины в 3—6 раз больше по сравнению с натуральной.

Из представленных данных видно, что химическая стойкость модифицированной древесины лиственных пород намного выше, чем натуральной хвойной. Однако для конструкционного использования модифицированной древесины в агрессивных средах имеющихся сведений недостаточно, так как неизвестны показатели длительного сопротивления такой древесины под нагрузкой. Большинство термореактивных модификаторов нарушает природную эластичность древесины, создает остаточные напряжения в материале, повышает жесткость и хрупкость древесины, что может отрицательно сказаться на показателях длительного сопротивления. И наоборот, подбором соответствующих модификаторов можно получить древесину с необходимым соотношением упруго-эластических свойств и одновременно более химически стойкую, чем натуральная.

Данные о химической стойкости модифицированной древесины нельзя считать удовлетворительными при оценке работы под нагрузкой. Поэтому ее не применяют в нагруженных конструкциях, работающих в агрессивных средах.

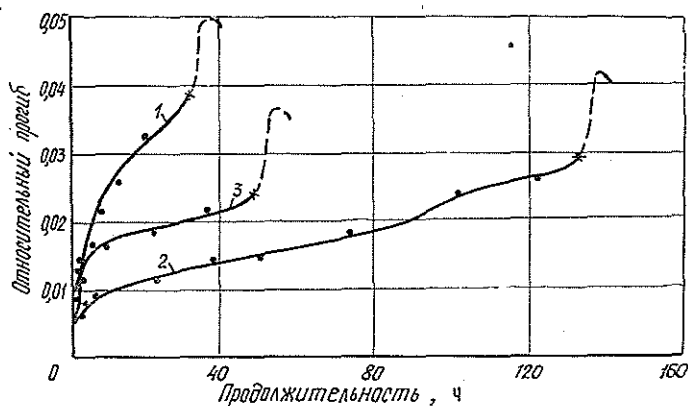
Если обратиться к химической стойкости различных пластмасс, то данные, полученные при выдерживании образцов в жидких средах без нагрузки, не соответствуют поведению нагруженных материалов в тех же средах [1, 9]. Это объясняется тем, что при совместном действии механических напряжений и жидких сред в полимерных материалах протекают механохимические процессы: активирование или разрушение связей пространственной сетки полимера, развитие химических реакций между ними и окружающей средой с последующей перестановкой и образованием новых химических связей.

Меняется также характер развития дефектов и трещин, в частности, разрушение и деформирование материалов может сопровождаться растрескиванием как по поверхности, так и в объеме, а это существенно изменяет характер проницаемости. Изменение стойкости модифицированной древесины в ненапряженном состоянии можно представить как процесс ослабления и даже ликвидации связей между модификатором и древесиной [10]. Следовательно, при внешней нагрузке этот процесс ускоряется.

Результат может быть двоякий: в случае полной потери связей древесина возвращается к исходному состоянию с определенной потерей механических свойств, и ее длительное сопротивление в агрессивной среде окажется ниже, чем у натуральной, даже несмотря на закупорку проводящей системы частицами полимера-модификатора. При сохранении связей или частичной их потере в агрессивной среде и при условии релаксации напряжений в этих связях (подбором эластичных

модификаторов) длительное сопротивление модифицированной древесины должно быть выше, чем натуральной.

Это доказано примером длительного выдерживания под нагрузкой образцов древесины березы, модифицированных фенолоспиртами и стиролом, в растворе серной кислоты. В первом случае образцы разрушились раньше, чем из натуральной древесины, во втором — позже (см. рис.). Так, если образцы древесины, модифицированной фенолоспиртами, под нагрузкой  $0,4 R_{кр}^{изг}$  разрушились уже через 30 ч испытаний, то нагруженные образцы натуральной древесины разрушились на 15 ч позже. Образцы древесины, модифицированной стиролом, оказались в три раза долговечнее под нагрузкой, чем натуральной.



Кривые деформирования при изгибе образцов натуральной и модифицированной древесины березы под нагрузкой 0,4 от кратковременной прочности при статическом изгибе увлажненных образцов: 1 — древесина березы, модифицированная фенолоспиртами; 2 — то же стиролом; 3 — натуральная древесина березы. Среда испытаний — 5 %-ный раствор серной кислоты при температуре 40 °С.

Описываемые испытания следует считать ускоренными, так как длительная нагрузка выбрана заведомо большая, чем это может встретиться на практике в производственных условиях. Однако, по данным этих испытаний, можно прогнозировать поведение в агрессивной среде образцов модифицированной древесины при меньших уровнях нагружения.

Из приведенного обзора можно заключить, что химическая стойкость древесины, модифицированной полимерами, выше, чем натуральной, особенно для лиственных пород. Это позволяет считать модифицирование наиболее эффективным способом обеспечения химической стойкости древесины в конструкциях, эксплуатируемых в агрессивных средах. При нагружении модифицированной древесины в агрессивных средах, особенно при повышенной температуре, соотношение химической стойкости натуральной и модифицированной древесины существенно меняется: последняя может оказаться даже менее химически стойкой, чем натуральная древесина. Разная степень изменения химической стойкости модифицированной древесины под нагрузкой по отношению к натуральной зависит от природы модификатора. Некоторые терморреактивные модификаторы создают остаточные напряжения в древесине, отрицательно влияющие на химическую стойкость модифицированной древесины под нагрузкой.

Необходим подбор модификаторов, обладающих комплексом упругоэластических свойств и обеспечивающих химическую стойкость дре-

весины под нагрузкой благодаря малым напряжениям в связях полимер — древесина.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Бокшицкий М. Н. Длительная прочность полимеров.— М.: Химия, 1978.— 308 с. [2]. Ванни С. И., Прикот Н. Г. Влияние кислот и щелочей на физико-механические свойства древесины // Тр. ЛТА.— Л., 1947.— Вып. 61.— С. 55—90. [3]. Влияние агрессивных сред на свойства модифицированной полимерами древесины / В. И. Глухов, Ф. З. Райчук, А. Б. Шолохова, В. М. Хрулев // Лесн. журн.— 1985.— № 1.— С. 96—99. (Изв. высш. учеб. заведений). [4]. Гусев Б. П. Стойкость деревянных конструкций, эксплуатируемых в производствах с химически агрессивными средами // Повышение эффективности конструкционного использования древесины в строительстве.— М.: Стройиздат, 1968.— С. 39—45. [5]. К вопросу о влиянии действия различных агрессивных сред и температурно-влажностной обработки на свойства модифицированной древесины / Г. М. Шутов, В. С. Болтовский, М. Э. Эрдман, Д. И. Любецкий. // Механ. обраб. древесины.— Минск: Вышэйш. школа, 1983.— С. 72—79. [6]. Костанди Ф. Ф., Ланинский Л. Г. Склады минеральных удобрений.— М.: Стройиздат, 1973.— 208 с. [7]. Николов С., Панайотов П. Кислотостойкость модифицированной древесины из пихты // Науч. тр. ин-та / Н. и. проектно-конструкт. и технол. ин-ты деревообработки.— София, 1972.— № 18.— С. 95—101. [8]. Роценс К. А., Берзон А. В., Гулбис Я. К. Особенности свойств модифицированной древесины.— Рига: Зинатне, 1983.— 207 с. [9]. Гынный А. Н. Прочность и разрушение полимеров при воздействии жидких сред.— Киев: Наукова думка, 1975.— 206 с. [10]. Хрулев В. М., Машкин А. Н. Повышение химической стойкости древесины // Стр-во и архит.— 1983.— № 6.— С. 77—81. (Изв. высш. учеб. заведений). [11]. Хрулев В. М., Рыков Р. И. Обработка древесины полимерами.— Улан-Удэ: Бурятск. кн. изд-во, 1984.— 142 с. [12]. Eglar K. Wirkungen aggressiver Lösungen auf Kiefernholz. // Holztechnologie.— 1984.— 25, N 5.— S. 249—252. [13]. Mönk W. Holzzerstörungen bei freitragenden Konstruktionen von Mineraldünger — Lagerhallen // Holztechnologie.— 1975.— 16, N 1.— S. 22—28.

Поступила 1 июня 1987 г.

УДК 624.011 : 620.179.16

## ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ЗАПРЕССОВКИ И РАЗРУШЕНИЯ ЗУБЧАТЫХ СОЕДИНЕНИЙ МЕТОДОМ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ

А. Н. КИРИЛЛОВ, С. Л. КОВАЛЬЧУК

Московский лесотехнический институт

Применение зубчатых соединений (ЗС) при изготовлении элементов конструкций из древесины, с одной стороны, позволило неограниченно увеличивать длину заготовок, а с другой, привело к появлению мест ослаблений в конструкциях. Имеющийся разброс прочности ЗС особенно опасен для однослойных, отдельно работающих сращённых элементов конструкций.

Известно, что качество изготовления соединений определяется как свойствами материалов (древесины, клея), так и правильным выполнением всех операций технологического процесса. Одна из ответственных операций — процесс запрессовки заготовок. Данная работа посвящена изучению влияния некоторых параметров процесса запрессовки на качество соединений и возможности использования для контроля этой операции метода акустической эмиссии.

В качественно изготовленном ЗС зазоры в вершинах зубьев минимальные и нет трещин от раскалывания поперек волокон. В таких соединениях контакт поверхностей максимальный. Увеличенный зазор обычно связан с недостаточным давлением или неправильной зарезкой шипов. Появление трещин может быть связано с нарушением техноло-