

УДК 691.11 : 674.048.5 : 678.6

Р.А.БИГУН

*Харьковская национальная академия городского хозяйства*

## **УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ ТЕРМОХИМИЧЕСКОГО МОДИФИЦИРОВАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ**

Предлагается способ управления модифицированием древесины в инертной среде с применением различных модификаторов, что позволяет одновременно повысить физико-механические свойства и обеспечить надежную защиту древесины от гниения, горения, растрескивания, истирания, разбухания и действия химически агрессивных сред.

Недостаток лесоматериалов из деловой древесины приводит к значительному удорожанию жилых и общественных зданий, сельскохозяйственной инфраструктуры, индивидуального строительства, затрудняет ремонт объектов коммунального хозяйства, обустройство садоводческих участков. Особенно неблагоприятно обстоит дело с изготовлением столярных изделий и устройством деревянных полов.

Между тем выработка полезной строительной продукции из 1 м<sup>3</sup> древесины остается еще низкой. Совершенно недостаточно используется древесина лиственных пород, распространенных на всей территории Украины и составляющих 28% лесных ресурсов.

Только на ремонт и восстановление конструкций, преждевременно выходящих из строя вследствие загнивания, пожаров, механических повреждений, расходуется свыше трети выделяемой для строительства древесины.

Возникает задача обеспечить существенную экономию лесоматериалов в строительстве, значительно повысить комплексность переработки древесного сырья, шире использовать древесину лиственных пород.

Такой задаче в полной мере отвечает модифицирование древесины полимерами, позволяющее одновременно повысить физико-механические свойства и обеспечить надежную защиту древесины от гниения, горения, растрескивания, истирания, разбухания и действия химически агрессивных сред [1].

Определяющими этого процесса, в свою очередь, стали представление о композиционной природе строения материалов и объективная необходимость создания единой теории структурообразования и свойств строительных материалов, способной организовать и упорядочить хаос многочисленных и противоречивых эмпирических результатов [2].

Проблеме модификации древесины полимерами для улучшения ее физико-механических свойств и рационального применения в

строительстве были посвящены разработки и исследования в Новосибирской архитектурно-строительной академии совместно с ЦНИИСК, Институте химии древесины АН Латвии, Воронежской лесотехнической академии и УкрНИИМОД.

Под композиционными дерево-полимерными материалами понимаются продукты, в которых использован проникающий мономер или низковязкий олигомер, который затем переходит в твердое состояние (полимеризуется и отверждается) под действием тепла, химических реагентов или ионизирующих излучений, а также продукты склеивания древесного наполнителя различных форм и размеров органическими или минеральными связующими с применением давления и нагревания или без них [3].

В связи с дефицитом хвойных деревоматериалов первоочередное значение приобретает использование древесины лиственных пород для строительных деталей и конструкций. Имеются разработки по применению березовой древесины для устройства полов, несущих конструкций крыш, дверей и окон, в подоконных досках, коробках, наличниках, а также для обвязки щитовых дверей.

Поскольку возможности выбора оптимальных параметров технологического процесса получения модифицированной древесины с заданными свойствами на основе имеющихся литературных данных весьма ограничены, построение модели пропитки древесины лиственных пород мономерами или олигомерами, играет важную роль при производстве полимер-древесины термохимическим способом.

Большое влияние на процесс пропитки оказывает влажность древесины. Если этот показатель высокий (равный или выше точки насыщения волокна), влага оказывает существенное влияние на пропитку. Находясь в полостях клеток древесины в жидкой и паровоздушной фазах, она создает внутреннее гидростатическое противодействие, препятствующее продвижению пропитывающих составов. При влажности древесины, близкой к абсолютно сухому состоянию, процесс пропитки практически полностью зависит от состояния мембран в порах клеточных стенок древесины.

Микроструктурные исследования показывают, что при сушке древесины наблюдается значительное сужение или даже закрывание ряда проводящих элементов (сосудов и пор), что отражается на характере продвижения модифицирующих веществ или других пропиточных составов. Роль влаги как гидростатического барьера в этом случае снижается до минимума.

Нами были выполнены исследования по влиянию влаги на пропитку древесины раствором метилметакрилата. Отмечено, что при

одинаковых остальных факторах процесса пропитки, максимальный привес массы мономера и равномерное его распределение по сечению заготовок наблюдается при исходной влажности древесины 10-15%. При дальнейшем увеличении влажности степень пропитки резко уменьшается [4].

Полученные результаты показывают, что количество поглощенного мономера, в пересчете на абсолютно сухую древесину, возрастает с увеличением влажности примерно до 20-24%. Выше этого предела вода начинает заполнять более крупные капилляры, занимая объем в других условиях заполняемый мономером. Дополнительной причиной, затрудняющей пропитку, может быть задержание водой в капиллярах воздуха, препятствуя его выделению при вакуумировании. Согласно данным, указанное явление обнаруживается при влажности древесины выше 20%. Равномерность распределения метилметакрилата по длине образцов (длина образцов 150 и 300 мм) мало зависит от влажности исходной древесины, пока она не достигает 24%.

Таким образом, влажность и анатомическое строение древесины оказывают существенное влияние на количество поглощенного мономера и равномерность ее распределения в древесине. Это, в свою очередь, отражается на физико-механических свойствах материала.

Отверждение пропитываемых веществ может происходить по реакции поликонденсации или полимеризации. В первом случае имеют дело с термореактивными олигомерами или их растворами (в воде, спирте, ацетоне), во втором – с мономерами. При использовании растворенных олигомеров растворители должны быть удалены подсушкой из массы пропитанной древесины до начала процесса отверждения. Мономеры, наоборот, должны быть защищены от испарения.

Процесс полимеризации при термохимическом способе модифицирования древесины обычно осуществляется, при использовании в качестве теплоносителя инертных газов –  $N_2$  или  $CO_2$  или жидкости – минеральных масел, глицерина, регенированного этиленгликоля и др. Имеются также некоторые данные о применении электромагнитного поля высокой и сверхвысокой частоты для интенсификации технологического процесса модифицирования древесины синтетическими смолами, но в более крупном масштабе этот процесс еще не нашел практического применения.

Кроме определенных преимуществ, каждая из указанных сред имеет и свои недостатки. Например, в атмосфере инертного газа, используемого в качестве теплоносителя, происходит интенсивное испарение мономера, а в маслах или глицерине не исключена диффузия мономера в жидкость или проникновение теплоносителя в поверхно-

стный слой заготовок, что требует дополнительной их обработки после полимеризации. Данное обстоятельство затрудняет модифицирование готовых заготовок или изделий.

Для устранения этих недостатков предлагается способ термохимического модифицирования древесины в инертной среде с применением двуокиси серы. Сущность способа заключается в следующем: перед термической полимеризацией пропитанную модифицирующим составом древесину обрабатывают двуокисью серы ( $SO_2$ ) в течение 10-15 мин.  $SO_2$ , активно сорбируясь на поверхности древесины, вступает во взаимодействие с мономером и инициатором, образуя окислительно-восстановительную систему и тем увеличивая скорость полимеризации. При этом в поверхностном слое древесины образуется защитный слой полимера, затрудняющий испарение мономера из объема древесины [5].

Предварительные исследования свидетельствуют, что в случае применения  $SO_2$  при полимеризации влияние температуры отверждения и исходной влажности древесины на свойства модифицированного материала такое же, как при полимеризации в глицерине. Ввиду этого температура полимеризации во всех опытах принята равной  $(60 \pm 2)^\circ C$ , температура во время заключительной термообработки –  $(95 \pm 5)^\circ C$ , продолжительность обработки – 2-3 ч. Момент завершения полимеризации выбранных составов оценивали по термометрическим кривым. Температуру в древесине контролировали с помощью термопар.

Сравнение температурных кривых процесса отверждения метилметакрилата в обеих средах – в жидком и газообразном теплоносителе в присутствии  $SO_2$  показывает, что максимальная температура разогрева образцов во втором случае выше и достигается примерно на 0,5 ч раньше.

Следовательно, и скорость полимеризации в данном случае также выше, чем при проведении процесса в глицерине.

Результаты исследования влияния среды термостатирования на некоторые механические свойства модифицированной древесины свидетельствуют, что разница в значениях прочностных характеристик полимердревесины, модифицированной разными способами, несущественна. Тогда как при термохимическом способе модифицирования древесины с применением  $SO_2$  потери мономера испарением во время полимеризации не превышают 1-2% (в аналогичных условиях без применения  $SO_2$  – 8-10%). При этом выше производительность труда, которая зависит, главным образом, только от производительности всей установки модифицирования, независимо от размеров и формы заго-

товок или изделий, поскольку образование защитного слоя производится одновременно на всех пропитанных заготовках или изделиях и не требуется их механическая обработка, что необходимо при ранее известных способах.

По результатам исследований можно сделать вывод, что повышение прочностных и других свойств дерево-полимерных материалов зависит от увеличения когезионных и адгезионных взаимодействий между слоями волокон древесины и внутри их за счет введенного полимера и степени насыщенности древесины модифицирующим полимером. Модификацией древесины можно широко регулировать физико-механические свойства дерево-полимерного материала и конструкций на его основе.

При термохимическом модифицировании древесины стоимость капитальных вложений низкая или отсутствует вообще на заводах, имеющих широко распространенные пропиточные автоклавы и сушильные установки. Отмеченное обстоятельство значительно облегчает внедрение этого способа в промышленность.

Таким образом, термохимическая модификация малоценной древесины лиственных пород метилметакрилатом, позволяет получать материалы с улучшенными прочностными свойствами и выступает основой дальнейшего развития этого направления.

Приведенные результаты открывают эффективные пути производства нетрадиционных строительных материалов с использованием неходовой древесины, модифицированной полимером, на базе полимерных систем: древесина – полиметилметакрилат, а также регулировать прочностные характеристики данных материалов за счет введенного полимера и степени насыщения им древесины.

Экономичность модифицирования древесины как метода ее защиты может быть еще более повышена, если для пропитки применять полимерсодержащие отходы химических производств, заменяя этим антисептики и антипирены.

1. Бигун Р.А. Модификация древесины метилметакрилатом // Материалы VII Международ. науч.-техн. интернет-конф. «Применение пластмасс в строительстве и городском хозяйстве». – Харьков: ХНАГХ, 2006. – С.124-126.

2. Соломатов В.И. Новое в строительном материаловедении // Новое в строительном материаловедении: Сб. науч. трудов. Вып. 902. – М.: МГУПС, 1997. – С.5-8.

3. Золотов М.С., Бигун Р.А. Формирование высокопрочных полимерных связей при модифицировании древесины метилметакрилатом // Вестник нац. техн. ун-та «ХПИ». – 2003. – № 11, Т.1. – С.61-64.

4. Бигун Р.А. Влияние влажности на процесс модифицирования древесины // Прогнозирование в материаловедении: Материалы к 42-му Международ. семинару МОК'42. – Одесса: Астропринт, 2003. – С.104.