

УДК 674.06

Н.С. Никулина,

(Воронежский институт ГПС МЧС России) кафедра пожарной безопасности технологических процессов

профессор С.С. Никулин

(Воронеж. гос. ун-т. инж. технол.) кафедра инженерной экологии и техногенной безопасности, тел. (473) 249-60-24

Получение древесно-клеевых конструкций

В работе рассмотрено влияние наноцеллюлозы, ультразвуковой и импульсно-магнитной обработки на процесс склеивания древесных материалов

In work we consider the influence nano cellulose, ultrasound and pulsed magnetic treatment on the process of gluing wood.

Ключевые слова: наноцеллюлоза, древесина, клеевая композиция, прочность.

Древесные клеевые материалы применяются при изготовлении конструкций и изделий строительного назначения. Благодаря экологичности, прекрасным эстетическим и теплотехническим показателям, высокой прочности и огнестойкости клееная древесина находит широкое применение в объектах строительства и реконструкции.

Безопасность и долговечность деревянных клееных конструкций в определенной степени зависит от типа и марки применяемого клея, его эксплуатационных и технологических свойств. К основным эксплуатационным свойствам клеев, применяемых в производстве клееной древесины, относятся: прочность клеевого соединения, т. е. его способность сохранять прочность в течение заданного срока эксплуатации изделий; эластичность клеевого соединения; водостойкость как способность клеевого соединения сохранять прочность после длительного или интенсивного воздействия воды на изделия; морозостойкость, биостойкость, температур- и пожаростойкость, т. е. способность клея сохранять прочность при воздействии высоких температур и открытого огня.

Еще важным моментом при изготовлении деревянных клееных конструкций является порода древесины. Древесина мягких лиственных пород (береза, осина, липа и др.) не находит широкого применения в строительстве, в то время как древесина ценных хвойных и твердых лиственных пород (бук, дуб и др.) крайне дефицитна. Этот дефицит с каждым годом возрастает (становится с каждым годом все острее). Поэтому в настоящее время

проводятся поисковые исследования по целенаправленному переводу древесины малоценных мягких лиственных пород в твердые путем их модификации синтетическими материалами [1-3]. Данная модификация позволяет улучшить свойства древесины и одновременно с этим повысить сроки службы деревянных конструкций, эксплуатируемых в неблагоприятных условиях. Модифицированная древесина имеет высокую прочность, обладает устойчивостью к действию воды, растворителей, микроорганизмов и химических агентов. Исходя из этого, модифицированная древесина может использоваться для изготовления конструкций, работающих в неблагоприятных условиях.

Таким образом, из вышесказанного следует, что модифицирование позволяет рационально использовать малоценные мягкие породы, однако для более полного использования необходимо решить вопрос, касающийся выбора клеевой композиции, что позволит повысить качество изготавливаемых клееных изделий и получить новый вид клееных конструкций.

В исследовании была использована уплотненная модифицированная древесина марки «Дестам» (ТУ 15200-001-96498189-08). Для повышения прочности клеевого соединения использовались карбамидо- и фенолоформальдегидные смолы. В качестве карбамидоформальдегидной смолы была использована смола холодного отверждения ПКП-52 (ТУ 2223-255-00203447-98), отвердитель шавелевая кислота. В качестве фенолоформальдегидной смолы была использована смола горячего отверждения СФЖ-3014 (ГОСТ 20907-75).

Для проверки клеящей способности клеев применялся метод скалывания вдоль волокон по клеевому шву по ГОСТ 15613.1-84.

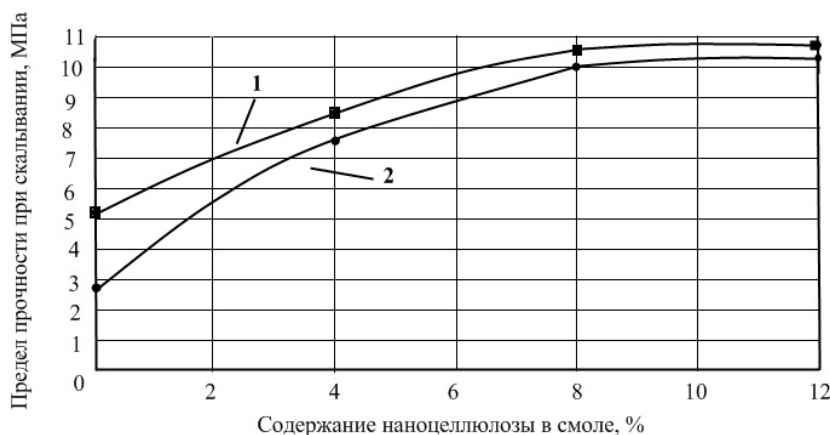
Склеиваемые древесные материалы должны использоваться с одинаковой шероховатостью поверхности $RZ = 10-12$ мкм, а также быть обеспылены, обезжирены и акклиматизированы до температуры помещения $18-20$ °С с содержанием влаги в древесине – $4-7$ %. Количество образцов для каждого эксперимента должно быть не менее 8 штук.

С недавнего времени в России освоено производство наноцеллюлозы. Использование нанодобавок позволяет получать материалы с улучшенными свойствами.

Поэтому совмещение модифицирован-

ной малоценной древесины, обладающей свойствами древесины ценных пород, с добавками наноцеллюлозы в процессе склеивания, позволит получить прочные клеевые соединения, равные прочности самой модифицированной древесины.

Исходя из ряда проведенных экспериментов, установлено, что количество вводимой наноцеллюлозы в размере 8 % является достаточным для получения прочного клеевого соединения (рисунок 1). Введение большего количества наноцеллюлозы существенного влияния на прочность при скалывании не оказывает.



1 – фенолформальдегидная смола, 2 – карбамидоформальдегидная смола

Рисунок 1 – Влияние содержания наноцеллюлозы в смоле на прочность клеевого соединения

Получение клеевой композиции на основе модифицированной древесины осуществлялось в несколько этапов.

На первом этапе эксперимента перед осуществлением процесса склеивания проводили обработку клея ультразвуком (УЗ) с частотой колебания 22 кГц и индукцией магнитного поля $0,3$ Тл в течение 5 минут. После обработки клей смешивали с отвердителем и наносили с помощью кисти на поверхность образцов модифицированной древесины. Расход клея составил $120-140$ г/м². После нанесения клея на поверхность образцы выдерживали в течение 5 минут для повышения концентрации клея, что способствует снижению времени отверждения и получению более качественного клеевого шва. После этого образцы соединяли и выдерживали под давлением $1,6$ МПа, чтобы сблизить склеиваемые поверхности и получить равномерный клеевой шов минимальной толщины. Время выдержки под давлением для ПКП-52 при комнатной температуре $18-20$ °С составило 3 часа.

Образцы, склеенные на СФЖ-3014, также выдерживаются при давлении $1,6$ МПа,

только процесс склеивания осуществляется при температуре 120 °С в течение 1 ч.

На втором этапе эксперимента склеенные образцы подвергали воздействию импульсного магнитного поля (ИМП) с целью упрочнения клеевого шва. Обработка склеенных образцов ИМП осуществлялась с помощью генератора импульсного магнитного поля напряженностью $(16-20) \cdot 10^4$ А/м в течение 20 минут.

Было отмечено, что ультразвук оказывает положительное действие на прочность клеевого шва. Обработка клея с помощью ультразвука вызывает структурные изменения в молекулярной решетке клея за счет свойств ультразвуковых колебаний, и, таким образом, влияет на свойства полученного клеевого шва. Исследования показали, что обработка ультразвуком приводит к значительному повышению адгезионной прочности клея к поверхности древесины. Прочность при равномерном отрыве возрастала в $1,3$ раза, а прочность при скалывании в $2,1-2,2$ раза. Это можно объяснить улучшением смачивающей и затекающей способности клея после обработки. Низкие значения вязкости способствовали увеличению

площади контакта между адгезивом и подложкой. Кроме этого, можно предположить, что ультразвук способствует более полному заполнению пор клеточной стенки древесины.

В свою очередь, воздействие импульсно-магнитного поля на клеевой шов приводит к повышению прочности клеевого соединения, что может быть связано с получением более упорядоченной структуры, связанной с ориентации звеньев молекулярной цепи системы смола-древесина. Кроме того, можно предположить, что упрочнению клеевого шва в модифицированной древесине способствует образование связей на межмолекулярном уровне

между макромолекулами целлюлозы и клея.

Таким образом, применение наноцеллюлозы в сочетании с импульсно-магнитным и ультразвуковым воздействием позволяет получить клееную модифицированную древесину, равнопрочную по всей длине и ширине. При этом предел прочности при скалывании вдоль волокон достигает 10,5 МПа как при склеивании карбамидоформальдегидным клеем, так и при склеивании фенолоформальдегидной смолой, что в 2,5 раза выше, чем при склеивании известными способами. На рисунке 2 представлено влияние рецептуры клеевого состава на предел прочности.

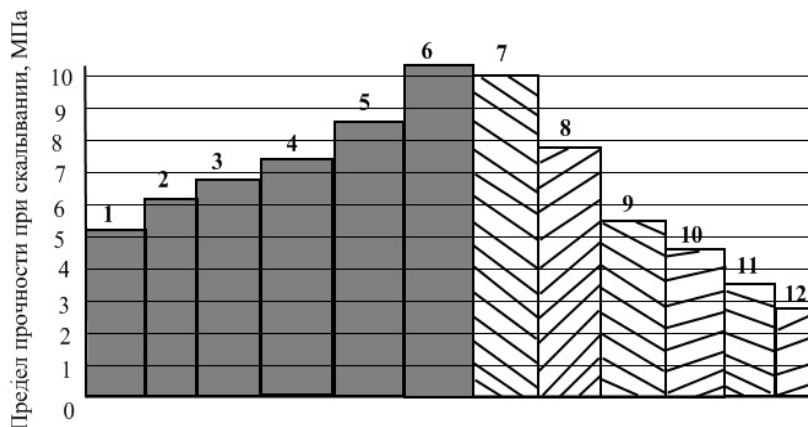


Рисунок 2 – Диаграмма влияния рецептуры клеевого состава на предел прочности при скалывании: 1 – смола СФЖ-3014, 2 – смола СФЖ-3014+УЗ, 3 – смола СФЖ-3014+ИМП, 4 – смола СФЖ-3014+УЗ+ИМП; 5 – смола СФЖ-3014+УЗ+ИМП+НЦ (1-%ная); 4 – смола СФЖ-3014+УЗ+ИМП+НЦ (6-%ная); 7 – смола ПКП-52, 2 – смола ПКП-52+УЗ, 3 – смола ПКП-52+ИМП, 4 – смола ПКП-52+УЗ+ИМП; 5 – смола ПКП-52+УЗ+ИМП+НЦ (1-%ная); 4 – смола ПКП-52+УЗ+ИМП+НЦ (6-%ная).

Можно сделать следующие выводы:

- обработка клеевой композиции ультразвуком и импульсно-магнитным полем способствует увеличению прочности клеевого соединения;
- предел прочности при скалывании при использовании ультразвука и импульсного магнитного поля увеличивается в 2,7 – 3 раза;
- за счет более высокой прочности клеевых соединений увеличивается срок эксплуатации изделий из клееной древесины.

ЛИТЕРАТУРА

1 Шамаев, В. А. Повышение формоустойчивости прессованной древесины [Текст] / В. А. Шамаев, Н. С. Никулина // Лес, наука. Молодежь. Сборник научных трудов, Воронеж. – 2009. – С.45-48.

2 Хрулев, В. М. Методы улучшения физико-механических и технологических свойств древесины [Текст] / В. М. Хрулев, Г. М. Шутков, Е. Г. Мельников и др. – Минск, БелНИИТИ, 1973.

3 Никулина, Н. С. Применение в процессах склеивания модифицированной древесины [Текст] / Н. С. Никулина, В. А. Шамаев, С. А. Константинова и др. // Лесной вестник МГУЛ. – 2012. – №8. – С.107-109.

REFERENCES

1 Shamaev, V. A. Improved dimensional stability of particle board [Text] / V. A. Shamaev, N. S. Nikulina // Forest, science. Youth. Proceedings, Voronezh. - 2009. - P.45-48.

2 Hrulev, V. M. Methods of improving mechanical and technological properties of wood [Text] / V. M. Hrulev, G. M. Shutov, E. G. Melnikov et al. - Minsk, BelRISTI, 1973.

3 Nikulina, N. S. Application in the bonding process of the modified wood [Text] / N. S. Nikulina, V. A. Shamaev, S. A. Konstantinova et al // Forest bulletin of MSFU. - 2012. - № 8. - P.107-109