

ПОЛУЧЕНИЕ КЛЕЕНОЙ ДРЕВЕСИНЫ ПОВЫШЕННОЙ ПРОЧНОСТИ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В СЕЛЬСКОМ ДОМОСТРОЕНИИ

д.т.н., профессор Попов В.М., Латынин А.В.

ФГБОУ ВПО «Воронежская государственная лесотехническая академия»

В статье исследуются вопросы создания высокопрочной клееной древесины, применяемой в сельском домостроении. Предлагается технология создания клеевых соединений древесины повышенной прочности, основанной на эффекте упорядочения структуры полимерного компонента клея под действием электрического поля. Полученные результаты исследований свидетельствуют о значительном повышении прочности клеевых соединений.

В последнее время в сельских районах ведется интенсивное жилищное строительство. Особое предпочтение отдается строительству сборных жилых домов из массивной древесины. Крепление отдельных деталей и узлов осуществляется, как правило, путем склеивания [1]. С учетом условий эксплуатации таких объектов к клеевым соединениям элементов из древесины предъявляются жесткие требования по прочности. Выпускаемые в настоящее время полимерные клеи для склеивания древесины и применяемые технологии склеивания уже не удовлетворяют растущим требованиям по надежности конструкций из клееной древесины. Требуется совершенно новый подход к проблеме создания клееной древесины повышенной прочности. Исходя из современных представлений по направленному изменению физико-механических свойств полимеров [2], можно ожидать, что путем воздействия на расплав полимера, как основного компонента клеев, применяемых для склеивания древесины, физическими полями, будут получены модифицированные клеи, создающие клеевые соединения повышенной прочности [3].

Следует особо отметить, что строительство жилых объектов из клееной древесины в сельской местности требует простых технологий и ограниченных капитальных затрат. Поэтому можно предлагать для реализации только технологии склеивания с использованием недорогостоящего оборудования при невысокой квалификации обслуживающего персонала. С учетом таких требований предлагается технология модифицирования клеев для склеивания древесных конструкций путем их обработки в постоянном магнитном или электрическом поле.

В целях апробации предлагаемой технологии проводились исследования по влиянию магнитного и электрического поля на прочность клеевых соединений древесины на основе модифицированных клеев. Для этих целей

использовались установки для магнитной или электрической обработки клеев при различной напряженности поля.

В состав установки для магнитной обработки клеев входит электромагнитный индуктор. Магнитное ярмо смонтировано из двух подвижных башмаков. Электромагнит подключается к специальному блоку питания, от которого на обмотку катушек подается ток силой до 12 А. Напряженность магнитного поля регулируется величиной подаваемого тока и расстоянием между полюсами электромагнита. Установка дает возможность создавать постоянное магнитное поле напряженностью H до $30 \cdot 10^4$ А/м. Между полюсами электромагнита помещается нагревательный элемент и рабочая ячейка в виде емкости с клеем или полимерным компонентом клея. Время обработки клея при заданной напряженности поля не превышает 20 мин. Температура в рабочей ячейке поддерживается в пределах 40 °С.

Обработку клея в постоянном электрическом поле осуществляли на высоковольтной установке. Емкость с клеем помещалась в рабочую ячейку, состоящую из двух пластин, имитирующих обкладку конденсатора. Напряженность электрического поля E варьировалась в пределах от 0 до 2000 В/см путем изменения расстояния между пластинами рабочей ячейки или с помощью магазина сопротивлений. Электрический ток от сети пропусклся через высоковольтный выпрямитель, представляющий собой повышающий трансформатор с каскадом выпрямителей. Батарея конденсаторов выполняла функции накопителя электрической энергии во время прохождения тока через выпрямители к рабочей ячейке и разряда при закрытых диодах выпрямителя. Время обработки клея не превышало 20 мин.

Специально проведенными исследованиями установлено, что модифицированный полимерный компонент клея сохраняет приобретенные при обработке в физических полях свойства в течение 15 суток.

Прошедший обработку одним из физических полей полимерный компонент клея соединялся с отвердителем и наносился на поверхности образцов из древесины дуба, которые затем использовались для испытаний на прочность клеевых соединений. Склеенные образцы выдерживались под давлением в 0,5 МПа в течение суток при температуре 40 °С, после чего испытывались на предел прочности клеевых соединений при скалывании вдоль волокон. Испытания проводились на испытательном стенде ИР–50–3 по методике согласно ГОСТа 7855–74. Испытывались образцы, склеенные двухкомпонентными клеями КФЖ и Supraterm 436 и однокомпонентным клеем ПВА.

Полученные в процессе испытаний данные опытов приведены на графиках рис. 1 и 2.

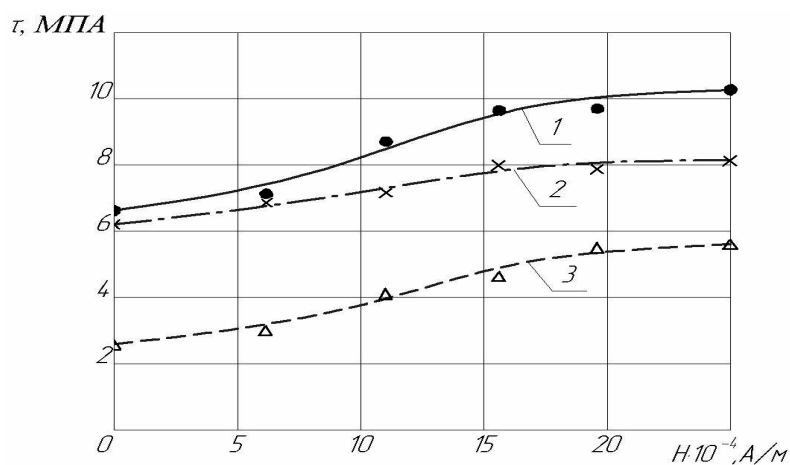


Рис. 1. Зависимость предела прочности при скалывании вдоль волокон клеевого соединения образцов из древесины дуба от напряженности магнитного поля для различных клеев: 1 – КФ-Ж; 2 – ПВА; 3 - Supraterm 436.

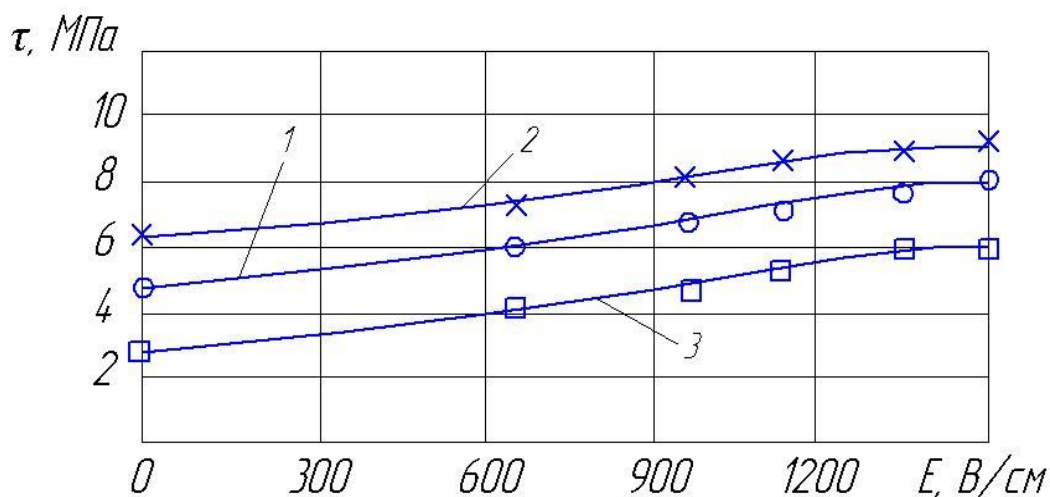


Рис. 2. Зависимость предела прочности при скалывании вдоль волокон клеевого соединения образцов из древесины дуба от напряженности электрического поля для различных клеев: 1 - ПВА; 2 – КФ-Ж; 3 – Supraterm 436.

Из приведенного на рис. 1 и 2 кривых зависимостей $\tau=f(H)$ и $\tau=f(E)$ видно, что с повышением напряженностей физических полей повышается прочность клеевых соединений. При напряженности магнитного поля выше $18 \cdot 10^4$ А/м и электрического выше 1300 В/см имеет место вырождение зависимостей предела прочности от напряженности полей.

Для установления механизма повышения прочностных характеристик клеевых соединений на основе модифицированных клеев проведены исследования микроструктуры, в частности, электрообработанного и необработанного клея марки КФ-Ж. Исследования проводились на электронном растровом микроскопе Jeolю 6380-Lf с возможным максимальным увеличением 3 нм. Полученные фотоснимки представлены на рис. 3.

Из приведенных снимков видно, что под воздействием электрического поля протекает перестройка структуры клея. Обработанный в электрическом

поле клей имеет более плотную и упорядоченную структуру, исчезает шероховатость или слоистость. У необработанного клея просматриваются трещины, которые могут быть концентраторами внутренних напряжений, снижающих прочность клеевого соединения.

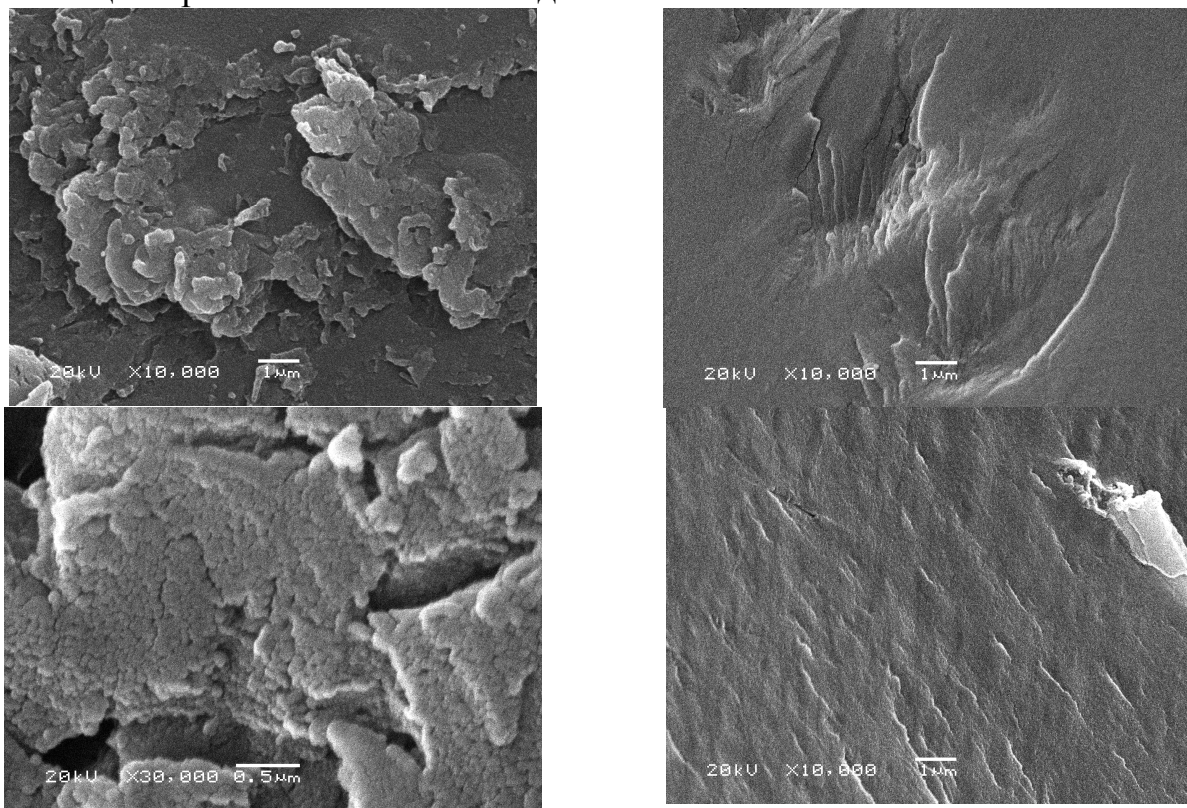


Рис. 3. – Микрофотографии клея КФ-Ж при различном увеличении: 1 – до обработки; 2 – после обработки электрическим полем напряженностью $E=1484$ В/см.

Для выяснения количественного изменения составляющих структуры клея проведен рентгеноструктурный анализ. На рис. 4 приведены дифрактограммы клея КФ-Ж до и после обработки электрическим полем.

Дифрактограммы имеют вид, типичный для некристаллических веществ, а именно: широкий первый пик с последующим медленным спадом интенсивности. Из приведенной дифрактограммы видно, что после приложения электрического поля в структуре клея произошли заметные изменения. Положение первого пика сместилось в сторону меньших углов, а также произошло перераспределение высот субпиков. Высота правого субпика уменьшилась и появился небольшой субпик на левом склоне первого пика.

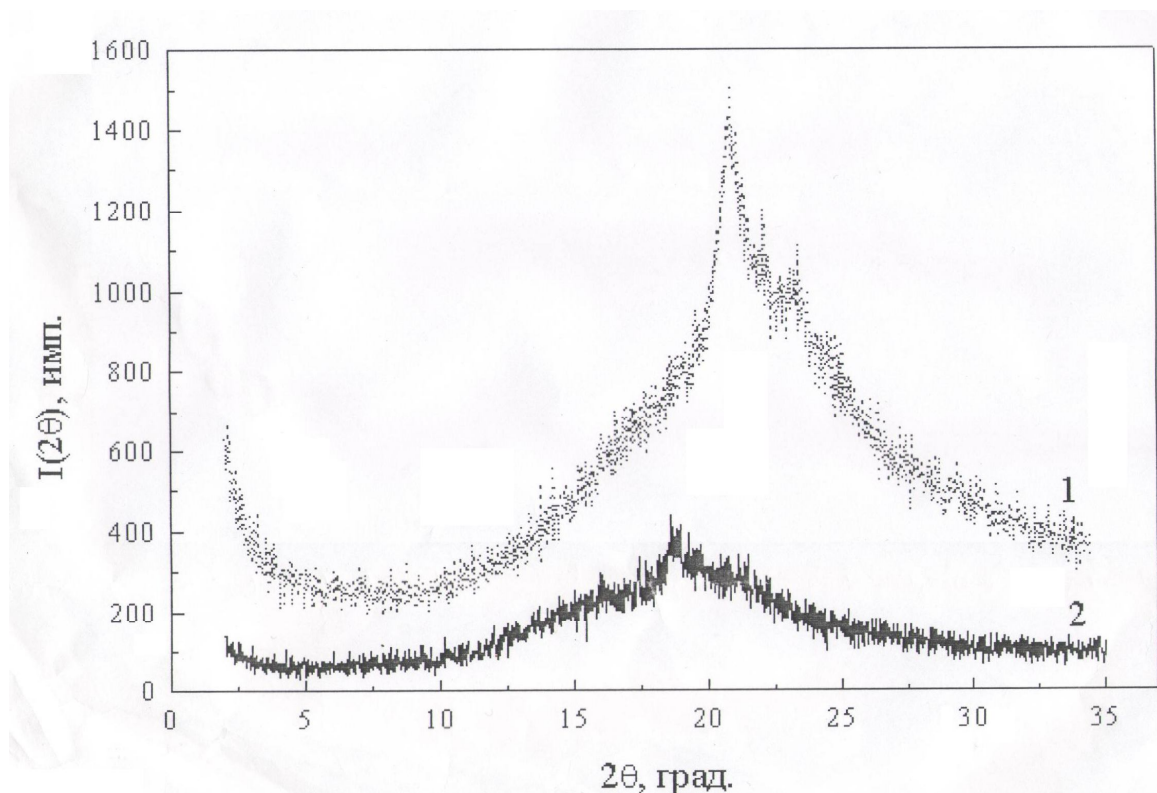


Рис. 4. – Дифрактограммы $I(2\theta)$ клея КФ-Ж: 1 – без обработки электрическим полем, 2 – после обработки. ($I(2\theta)$ – кривые интенсивности рассеяния рентгеновского излучения; 2θ – угол дифракции на обзоре).

Полученные функции радиального распределения клея до и после обработки электрическим полем свидетельствуют об уменьшении межмолекулярных расстояний. Можно полагать, что сближение рентгенорассеивающих атомов идет за счет дополнительного электростатического притяжения, наведенного электрическим полем. Увеличение высот пиков повышает степень упорядочения структуры полимерной основы клея, когда ряд пиков в молекулах перешли в более выгодное локальное энергетическое состояние.

Из приведенного выше можно сделать вывод, что изменения в структуре полимерного компонента клея под действием физического поля повышают прочность клеевых соединений.

Список литературы

1. Кислый В.В. Проблемы развития деревянных клеевых конструкций в России // Строительные материалы. – 2003. № 4. – С. 6-7.
2. Молчанов Ю.М., Кисис Э.Р., Родин Ю.П. Структурные изменения полимерных материалов в магнитном поле // Механика полимеров. – 1973. – №4. – С. 737-738.
3. Попов В.М., Иванов А.В., Шендриков М.А., Жабин А.В. Влияние физических полей на прочность клееной древесины // Вестник МГУЛ, «Лесной вестник». – 2009. – № 4. – С. 122-126.

Анотація

ЗДОБУТТЯ КЛЕЄНОЇ ДЕРЕВИНИ ПІДВИЩЕНОЇ МІЦНОСТІ ДЛЯ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ, ВЖИВАНИХ В СІЛЬСЬКОМУ ЖИТЛОВОМУ БУДІВНИЦТВІ

Попов В.М., Латинін А.В.

В статті досліджуються питання створення високоміцної клеєної деревини, вживаної в сільському житловому будівництві. Пропонується технологія створення клейових з'єднань деревини підвищеної міцності, заснованої на ефекті впорядкування структури полімерного компонента клеївши під дією електричного поля. Отримані результати досліджень свідчать про значне підвищення міцності клейових з'єднань.

Abstract

RECEPTION OF LAMINATED WOOD OF THE INCREASED DURABILITY FOR THE BUILDING DESIGNS USED IN RURAL HOUSING CONSTRUCTION

DSc. (Technique), professor Popov V M, Latynin A. V.

In article questions of creation high-strength laminated the wood used in rural housing construction are investigated. The technology of creation of glutinous connections of wood of the increased durability based on effect of ordering of structure of a polymeric component of glue under action of an electric field is offered. The received results of researches testify to substantial increase of durability of glutinous connections.