

УДК 674.812.002.612.2:621.822.5

В.А. Шамаев, Р.В. Скориданов, В.В. Постников

Шамаев Владимир Александрович родился в 1950 г., окончил в 1972 г. Воронежский государственный университет, доктор технических наук, профессор кафедры древесиноведения Воронежской государственной лесотехнической академии. Имеет более 160 печатных трудов в области древесиноведения и модифицирования древесины.



Скориданов Роман Виталиевич родился в 1979 г., окончил в 2001 г. Воронежскую государственную лесотехническую академию, аспирант кафедры древесиноведения Воронежской государственной лесотехнической академии. Имеет более 5 печатных трудов в области древесиноведения и модифицирования древесины.



Постников Валерий Валентинович родился в 1945 г., окончил в 1968 г. Воронежский политехнический институт, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры физики Воронежской государственной лесотехнической академии. Имеет более 90 печатных трудов в области физики твердого тела.



ПОЛУЧЕНИЕ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ С ВЫСОКИМИ ПРОЧНОСТНЫМИ СВОЙСТВАМИ

Разработан метод трехстороннего прессования, позволяющий получать модифицированную древесину с высокими физико-механическими свойствами.

Ключевые слова: модифицированная древесина, прессованная древесина, прочность, плотность, твердость, импульсное магнитное поле.

Улучшение физико-механических свойств древесины за счет модифицирования [1, 2, 5] направлено на расширение областей ее применения. В настоящее время актуальна разработка новых способов повышения прочностных свойств модифицированной древесины с привлечением современных технологий и оборудования.

Как известно [4], натуральная древесина является конструкционным материалом сравнительно невысокой прочности. Ее прочность можно повысить, путем прессования заполнив пустоты, составляющие 30 ... 80 % объема, армирующими наполнителями, в основном полимерами и металлами, а также древесным веществом [6].

На рис. 1 показана связь между пределом прочности при сжатии вдоль волокон и плотностью для различных пород древесины.

Как видно из рис. 1, если бы существовала натуральная древесина с плотностью древесинного вещества 1530 кг/м^3 , то ее прочность могла бы составить 230 МПа. Для модифицированной древесины, полученной методом прессования, с плотностью, близкой к плотности древесинного вещества, показатель прочности должен быть существенно ниже из-за нарушенной при уплотнении структуры. Однако, как показали наши исследования, он также дости-

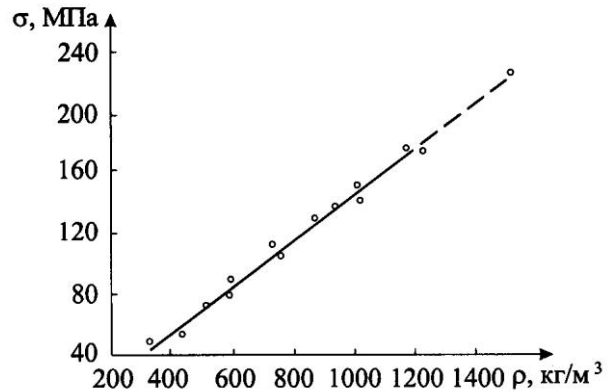


Рис. 1. Зависимость предела прочности при сжатии вдоль волокон σ от плотности ρ в древесине плотностью $1500 \dots 1530 \text{ кг/м}^3$ нет условий для изгиба волокон при сжатии из-за монолитности структуры.

Главным условием получения высокопрочной прессованной древесины является сохранение ее микроструктуры (без повреждений) во время прессования. Ранее исследованиями разных ученых была установлена оптимальная степень прессования, при которой наблюдается наименьший процент микроразрушений в древесине [3, 5, 6]. При торцовом (вдоль волокон) прессовании древесины степень уплотнения составляет $5 \dots 7 \%$, при радиальном и тангенциальном – не более $29 \dots 30 \%$. В конечном итоге, получаемый материал достигает степени прессования $65 \dots 67 \%$.

С учетом этих данных и положений теории прессования П.Н. Хухрянского нами [5] разработан метод трехстороннего прессования древесины.

Сущность метода. Черновые заготовки древесины березы или граба влажностью $3 \dots 5 \%$ пропитывают пластификатором (10 %-й раствор аммиака) до содержания $4 \dots 6 \%$ от массы сухой древесины. Подсушивают при температуре $40 \dots 45 \text{ }^\circ\text{C}$ до влажности $5 \dots 6 \%$ и помещают в специальную прессформу для последовательного трехстороннего прессования (рис. 2, а). Прессформу вместе с заготовкой прогревают в течение $30 \dots 40$ мин

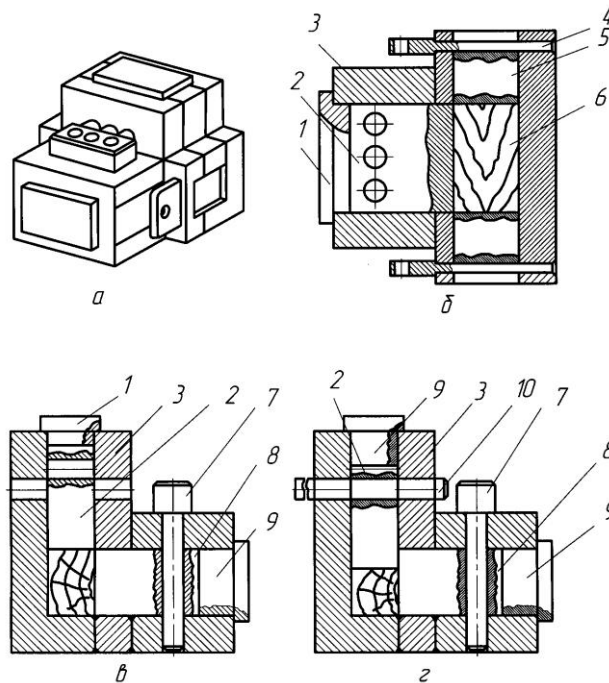


Рис. 2. Прессформа трехстороннего прессования: *а* – общий вид; *б* – прессование вдоль волокон; *в* – радиальное прессование; *г* – тангенциальное прессование; 1 – фиксирующие накладки; 2 – давитель тангенциальный; 3 – прессформа; 4 – фиксаторы торцовые; 5 – вкладыши; 6 – древесина; 7 – гребенка-фиксатор; 8 – давитель радиальный; 9 – пуансоны; 10 – пальцы-фиксаторы

при температуре 130...135 °С и прессуют последовательно вдоль волокон в радиальном и тангенциальном направлениях до плотности 1500 ... 1530 кг/м³.

Прессование древесины вдоль волокон осуществляют на гидравлическом прессе ГРМ-1 с пульсирующей нагрузкой; степень прессования 5 ... 6 %, нагрузка 20 ... 30 МПа, частота 300 ... 400 циклов/мин с амплитудой 0,5 ... 0,6 мм (рис. 2, *б*). Такое уплотнение древесины позволяет ликвидировать (сплющить) максимальное количество пор в древесине, сохраняя в целостности клеточные стенки. Волокна древесины при этом принимают волнообразную форму (гофрируются) по всей длине. Помещение образца в прессформу препятствует возникновению поперечных деформаций, вследствие которых происходит выпячивание боковых стенок древесины. Деформации возникают при стандартном определении предела прочности на сжатие вдоль волокон.

Далее прессование происходит на 400-тонном прессе в радиальном направлении волокон до степени прессования 29 % при давлении 10 ... 20 МПа (рис. 2, *в*). На этой стадии, при прессовании пластифицированной аммиаком древесины, оболочки клеток и сосудов деформируются,

происходит уменьшение их полостей, принимающих овальную форму. Сердцевинные лучи волнообразно изгибаются. Гофрированные волокна, образовавшиеся после прессования вдоль волокон, распрямляются.

Заключительное уплотнение в тангенциальном направлении волокон до степени прессования 15 ... 29 % (в зависимости от начальной плотности заготовок) протекает под воздействием повышенных нагрузок (давление 450 ... 500 МПа (рис. 2, з)). Происходит максимальное уплотнение древесных волокон, клеток, сосудов и разных микрополостей. Сердцевинные лучи распрямляются. После уплотнения на 65 % микростроение древесины уменьшается в размерах и практически не изменяется по форме.

Для фиксации формы спрессованные заготовки, не извлекая их из прессформы, подвергают термообработке при температуре 120 ... 130 °С в течение 2,0 ... 2,5 ч.

Прочностные свойства полученной этим способом прессованной древесины в среднем на 15 ... 20 % выше, чем у наиболее прочных образцов от традиционных методов. Прессованный материал обладает высокими физико-механическими свойствами:

Плотность	1500 кг/м ³
Влажность	1 ... 3 %
Предел прочности при сжатии вдоль волокон	230 МПа
« поперек волокон	167 МПа
Твердость торцовая	255 МПа
Объемное разбухание при влагопоглощении	11 %
Водопоглощение за 30 сут	35 %

На полученных образцах был проведен эксперимент, целью которого было выявить эффект увеличения твердости модифицированной древесины после воздействия на нее слабых импульсных магнитных полей (ИМП).

Воздействие ИМП проводили при комнатной температуре ($T = 300$ К) симметричными треугольными импульсами $N = 3000$ шт. длительностью 10 мкс (время воздействия 60 с) и частотой следования 10 мс (магнитная индукция $B_0 = 0,3$ Тл). ИМП создавали периодическим разрядом батареи конденсаторов через низкоиндуктивный соленоид, который во время обработки разогревался до температуры ~ 340 К, и контролировали по току заряда в цепи соленоида и напряжению индукции на тестовой катушке индуктивности.

Во время экспозиции образцы ориентировали в соленоиде таким образом, чтобы волокна древесины располагались параллельно или перпендикулярно направлению поля. Наибольший эффект изменения торцевой твердости получен на образцах, у которых во время воздействия ИМП силовые линии поля параллельны волокнам образцов. Так, при облучении образцов вдоль волокон торцовая твердость увеличивалась на 15 ... 20 %, поперечная – на 3 ... 5 %. При облучении в направлении, перпен-

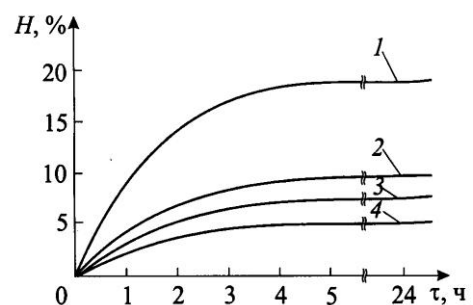


Рис. 3. Процент увеличения твердости H древесины трехстороннего прессования: 1, 3 – торцовая твердость; 2, 4 – поперечная твердость; 1, 4 – древесина обработана вдоль волокон; 2, 3 – поперек волокон

дикулярном волокнам, торцовая твердость возрастала на 5 ... 7 %, поперечная – на 7 ... 9 %. После воздействия ИМП твердость образцов продолжала возрастать и достигала своего максимума через время $\tau = 5 \dots 6$ ч после обработки (рис. 3).

Предел прочности полученной прессованной древесины при сжатии превышает 200 МПа, т.е. равняется показателям для стали 3 и бронзы ОЦС 5-5-5. Такая прочность значительно расширяет возможную сферу ее применения как конструкционного материала, заменителя черных и цветных металлов, текстолита и др. Например, изготовленные из прессованной древесины подшипники скольжения для прокатных и проволочных станков способны заменить такие дорогостоящие материалы, как баббит, бронза, текстолит. При этом срок службы узлов трения и самих подшипников из прессованной древесины существенно увеличивается.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Винник, Н.И. Модифицированная древесина [Текст] / Н.И. Винник. – М.: Лесн. пром-сть, 1984. – 160 с.
2. ГОСТ 24329–80. Древесина модифицированная. Способы модификации [Текст]. – Введ. 07.01.81. – М.: Изд-во стандартов, 1980. – 27 с.
3. Рыдченко, Г.Д. Двустороннее прессование древесины [Текст] / Г.Д. Рыдченко // Исследование конструкций и физ.-мех. свойств материалов: науч. тр. – Воронеж: ВЛТИ, 1967. – Т. 31,2. – С. 25–28.
4. Уголев, Б.Н. Древесиноведение с основами лесного товароведения: учеб. для вузов [Текст] / Б.Н. Уголев. – М.: Лесн. пром-сть, 1986. – С. 208.
5. Хухрянский, П.Н. Дерево вместо металла [Текст] / П.Н. Хухрянский. – Воронеж, 1954. – 44 с.
6. Шамаев, В.А. Химико-механическое модифицирование древесины [Текст] / В.А. Шамаев. – Воронеж: ВГЛТА, 2003. – 260 с.

Воронежская государственная
лесотехническая академия

Поступила 1.06.04

V.A. Shamaev, R.V. Skoridanov, V.V. Postnikov

Producing Modified Timber with High Strength Properties

Method of trilateral pressing allowing to produce modified timber with high physico-mechanical properties is developed.

