

Таким образом, в результате проведенных исследований установлена практическая возможность повышения физико-механических свойств как самих связующих, так и склеенных на их основе древесных материалов.

#### Литература

1. Доронин Б.Г., Святкина М.М., Мирошниченко С.Н. Синтетические смолы в деревообработке. М., 1979. 2. Николаев А.Ф. Технология пластических масс. Л., 1977.

УДК 674.048

Г.М.ШУТОВ, М.Э.ЭРДМАН,  
Л.В.ПУХАЛЬСКАЯ, М.С.КОЗЛОВСКАЯ

### ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОЙ СТОЙКОСТИ ДРЕВЕСИНЫ, МОДИФИЦИРОВАННОЙ МОЧЕВИНОФОРМАЛЬДЕГИДНЫМИ ПОЛИМЕРАМИ

Применение мочевиноформальдегидных смол для модифицирования древесины представляет значительный интерес в связи с их доступностью, низкой стоимостью, возможностью организации производства смол непосредственно на деревообрабатывающих предприятиях. Наличие в структуре мочевиноформальдегидных смол олигомеров с содержанием большого количества метилольных и аминных групп обеспечивает хорошую адгезионную способность к древесине.

Широкое применение мочевиноформальдегидных смол для модифицирования древесины сдерживалось прежде всего возможностью получения жизнеспособных пропитывающих составов на основе этих смол. Для увеличения жизнеспособности таких пропитывающих составов предложено использовать стабилизаторы — амины, обеспечивающие увеличение жизнеспособности в 2–10 раз [1].

Модифицирование мочевиноформальдегидными полимерами значительно улучшает физико-механические свойства древесины. При использовании низкомолекулярных мочевиноформальдегидных смол достигается пропитка клеточных стенок древесины, что подтверждается наличием остаточного набухания после отверждения пропитывающего состава в древесине (рис. 1).

Области применения древесины, модифицированной мочевиноформальдегидными полимерами, зависят от способности материала сохранять свойства в процессе эксплуатации.

В работе определялась химическая стойкость модифицированной мочевиноформальдегидными полимерами древесины к наиболее распространенным и сильнодействующим на древесину растворам кислот ( $H_2SO_4$ ,  $HNO_3$ ,  $H_3PO_4$ ) и едкого натра (1 %-й и 20 %-й концентрации) и водного раствора аммиака 12,5 %-й концентрации. Образцы модифицированной древесины (МД) помещались в эксикаторы и выдерживались в течение 3 месяцев, затем определялся комплекс физико-механических свойств и проводилось их сопостав-

$\frac{\Delta l}{l} T_H, R_H, \%$

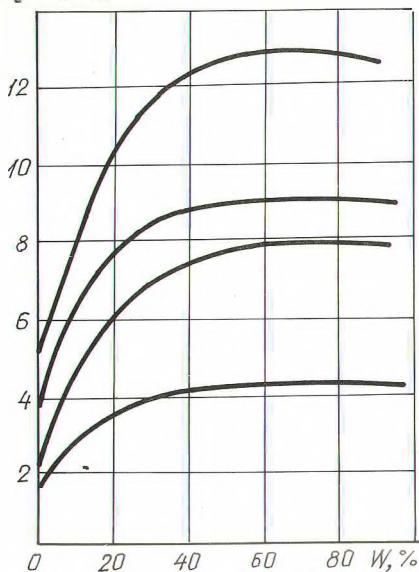


Рис. 1. Изменение размеров древесины, пропитанной МФ в процессе сушки термообработки в зависимости от влажности:

1, 2 — в тангенциальном, 3, 4 — в радиальном направлениях модифицированной МФ древесины березы и сосны

$MH/M^2$

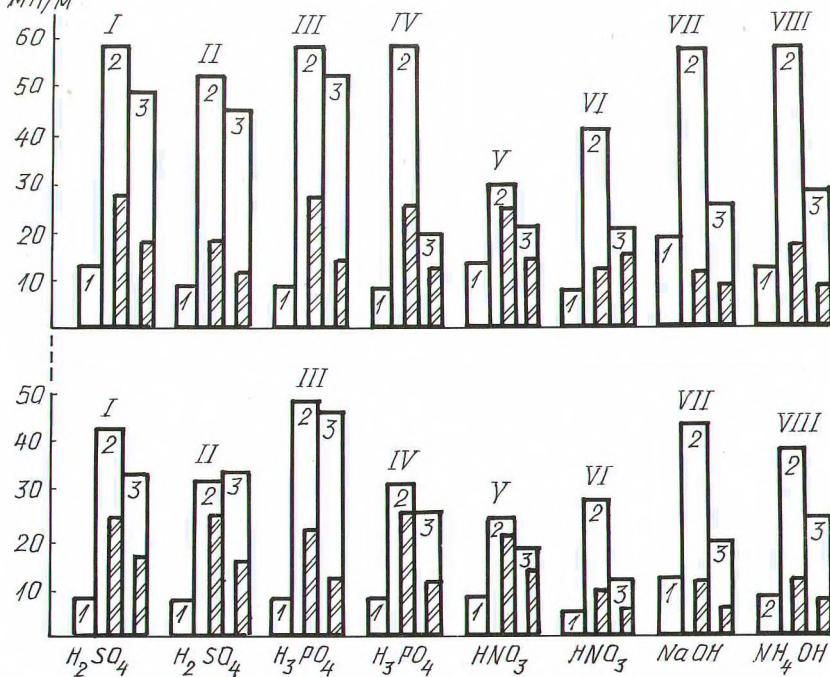


Рис. 2. Диаграмма статической твердости в тангенциальной и радиальной плоскостях натуральной древесины (1), древесины, модифицированной МФ (2) и ИМФ (3), после обработки в агрессивных средах при  $W$  образцов 6–8 % (□) и  $W > 30$  % (▨).

Концентрация сред: 1 % — I, III, V, VII; 20 % — II, IV, VI

ление со свойствами натуральной древесины березы (НД), выдержанной в тех же условиях.

Для модифицирования древесины применялись составы на основе низкомолекулярной мочевиноформальдегидной смолы (МФ) и исходных продуктов ее синтеза (ИМФ). Испытания проводились при влажности образцов  $W = 6-8\%$  и  $W > 30\%$ .

В качестве показателей, по которым оценивалась химическая стойкость модифицированной древесины, были приняты пределы прочности при статическом изгибе  $\sigma_{\text{изг}}$  и сжатии вдоль волокон  $\sigma_{\text{сж}}$ , статическая твердость в тангенциальной Т<sub>т</sub> и радиальной Т<sub>р</sub> плоскостях и водопоглощение.

Диаграммы показателей прочности модифицированной древесины и НД после их обработки в течение 3 месяцев в агрессивных средах представлены на рис. 2-4.

Полученные экспериментальные результаты свидетельствуют о повышенной химической стойкости модифицированной древесины по сравнению с НД для всех сред. Более высокой стойкостью к агрессивным средам обладает модифицированная МФ древесина. Эффект модифицирования для показателя статической твердости при влажности материала  $W = 6-8\%$  составил 200–645 %, при  $W > 30\%$  – не менее 1100 %. Натуральная древесина в мокром состоянии ( $W > 30\%$ ) практически не имела прочности по этому показателю для всех сред. Показатель статической твердости модифицированной древесины МФ для всех образцов, обработанных представленными средами, остался без изменения по сравнению с исходной модифицированной древесиной, за исключением среды с  $\text{HNO}_3$  1 %-й и 20 %-й концентрации – твердость снизилась на 30 %.

Для модифицированной ИМФ древесины показатели статической твердости несколько ниже, чем для древесины, модифицированной МФ, но выше, чем у НД. Эффект модифицирования для данного материала при  $W = 6-8\%$  составил 140–560 %, а при  $W > 30\%$  – не менее 800 %. По сравнению с исход-

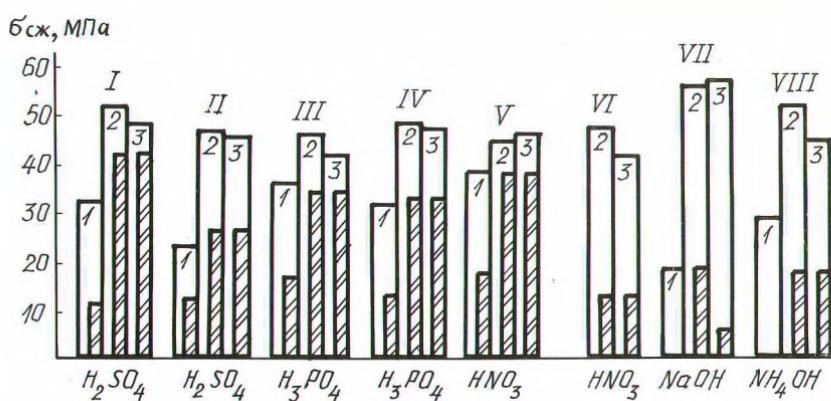


Рис. 3. Диаграмма предела прочности при сжатии вдоль волокон натуральной древесины березы (1), древесины, модифицированной МФ (2) и ИМФ (3), после обработки в агрессивных средах при  $W$  образцов 6–8 % (□) и  $W > 30\%$  (▨). Концентрация сред: 1 % – I, III, V, VII; 12,5 % – VIII; 20 % – II, IV, VI

ным показателем твердость модифицированной ИМФ древесины снизилась после обработки в агрессивных средах на 14–23 %.

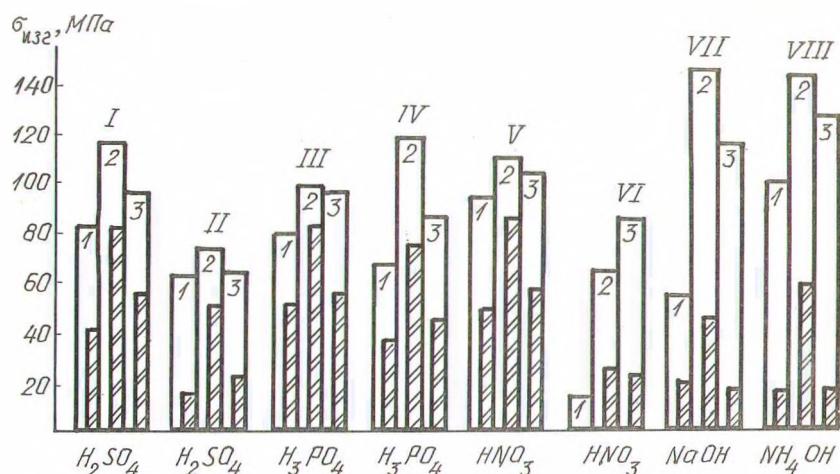
Испытания на прочность модифицированной МФ и ИМФ древесины при сжатии вдоль волокон (рис. 3) также показали значительное преимущество в свойствах после обработки в агрессивных средах модифицированной древесины по сравнению с НД. Эффект модифицирования для всех кислотных сред для образцов с  $W = 6\text{--}8\%$  в среднем составил 120–290 %, для образцов с  $W > 30\%$  – 200–300 %. НД при  $W > 30\%$  в растворах  $\text{HNO}_3$  20 %-й концентрации,  $\text{NaOH}$  1 %-й концентрации и  $\text{NH}_4\text{OH}$  12,5 %-й концентрации не имела прочности.

Термореактивные полимеры на основе фенолформальдегидных, фуроевых и карбамидных смол для модифицирования древесины увеличивают предел прочности при статическом изгибе не более чем на 10–15 % или вообще его не изменяют.

Проведенные исследования показали существенный рост эффекта модификации по этому показателю (рис. 4) после обработки в агрессивных средах, особенно для модифицированной МФ древесины. Эффект модификации в среднем составил 120–300 %. Модифицированная ИМФ древесина в щелочных средах не сохранила преимущества по данному показателю при испытании образцов с  $W > 30\%$ . Водопоглощение модифицированной древесины после химической обработки осталось ниже, чем для НД, на 25–30 %.

Модифицированная древесина и НД при обработке раствором  $\text{NaOH}$  20 %-й концентрации испытаниям не подвергались из-за их незначительной деструкции.

Результаты исследований показывают, что действие кислотных сред на основе  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и  $\text{H}_3\text{PO}_4$  вызывает изменения свойств модифицированной древесины практически в равной степени. Существенные изменения свойств



Р и с. 4. Диаграмма предела прочности при статическом изгибе натуральной древесины березы (1), древесины, модифицированной МФ (2) и ИМФ (3), после обработки в агрессивных средах при  $W$  образцов 6–8 % (□) и  $W > 30\%$  (▨). Концентрация сред: 1 % – I, III, V, VII; 12,5 % – VIII; 20 % – II, IV, VI

наблюдаются под действием кислотной среды на основе  $\text{HNO}_3$ , однако и в этой среде модифицированная древесина сохранила достаточно высокие свойства. Щелочные среды низкой концентрации вызывают изменения прочностных свойств модифицированной древесины в равной степени, как и кислотные среды. Предел прочности при статическом изгибе у модифицированной МФ и ИМФ древесины после обработки в щелочных средах снизился в меньшей степени (на 20–30 %), чем у модифицированной древесины, обработанной в кислотных средах.

Сравнение степени изменения прочностных свойств древесины, модифицированной мочевиноформальдегидными полимерами, после обработки в агрессивных средах с древесиной, модифицированной составами на основе фенолформальдегидных полимеров, и с трудносгораемой древесиной с антиприренами [2] показывает, что исследуемый материал практически в равной степени обладает высокой химической стойкостью к исследуемым агрессивным средам.

Согласно существующим строительным нормам на конструкции из древесины, использование последних возможно до сохранения прочности не ниже 20 % свойств натуральной древесины. Из полученных результатов исследований следует, что после такой жесткой обработки в кислотных и щелочных средах модифицированная древесина превосходит свойства НД по некоторым показателям прочности в 10 раз и выше, особенно при влажности материала  $W > 30\%$ .

Химическая стойкость древесины, модифицированной МФ, по абсолютным значениям показателей прочности выше, чем для древесины, модифицированной ИМФ, однако содержание полимера МФ в древесине в 1,4–1,7 раза выше, чем ИМФ.

Повышенная химическая стойкость древесины, модифицированной мочевиноформальдегидными полимерами, дает основание рекомендовать такую древесину для применения в водоохладительных устройствах, в элементах деревянных конструкций предприятий химической промышленности, и др.

#### Литература

1. Эрдман М.Э., Соломаха А.И. Исследование процесса модификации древесины карбамидно-фурановой смолой // Механическая технология древесины. Мн., 1980. Вып. 10. С. 117–125.
2. Шутов Г.М., Болтовский В.С., Эрдман М.Э., Любецкий Б.И. К вопросу о влиянии действия различных агрессивных сред и температурно-влажностной обработки на свойства модифицированной древесины // Механическая технология древесины. Мн., 1983. Вып. 13. С. 72–79.