

УДК 674.048

**Е. И. Стенина**, кандидат технических наук, доцент (УГЛТУ, Россия);  
**Н. А. Ушакова**, магистр (УГЛТУ, Россия)

### ОСОБЕННОСТИ ФИКСАЦИИ В ДРЕВЕСИНЕ ПРЕПАРАТОВ ГРУППЫ ССА

Распространенным приемом интенсификации процесса насыщения древесины защитными препаратами является применение подогретых растворов, а для снятия остаточных внутренних напряжений, возникающих при влагопереносе, – обработка паром. Исследования показали их неэффективность при импрегнировании крупномерных древесных изделий в водных растворах биоцидов группы ССА.

A common technique of the intensification of the process of saturation of wood protective agents is the use of heated fluids, and for removal of residual stress generated by vlagerenose-steaming. Studies have shown their ineffectiveness in impregnation of large-sized wood products in aqueous solutions of biocides ССА group.

**Введение.** Сухая древесина является прекрасным диэлектриком, при относительно небольшой плотности обладает высокими прочностными характеристиками и эластичностью. Совокупность этих свойств делает данный материал крайне привлекательным при использовании его в качестве опор ЛЭП. Кроме того, деревянные опоры в 2 раза дешевле, чем железобетонные, более транспортабельны, т. к. последние очень чувствительны к прогибам, ударам, резким толчкам. Благодаря малому весу деревянных опор нормы их загрузки в несколько раз больше, чем железобетонных. Железобетонные и металлические опоры не выдерживают сильных ветров и наслоения льда. Монтаж, демонтаж и утилизация, а также обслуживание последних значительно дороже, чем деревянных. Известно, что сроки службы изделий из железобетона на обводненных и засоленных грунтах существенно снижаются, ограничиваясь лишь 3–7 годами.

**Основная часть.** При всех неоспоримых преимуществах древесины ее существенными недостатками являются низкая био- и огнестойкость, которые можно свести на нет за счет грамотно подобранных защитных средств. Так, срок службы деревянных опор, пропитанных препаратами группы ССА, можно увеличить до 50 лет. Кроме этого, как показали обследования, проведенные в республике Коми, повышается их огнестойкость: из 2700 таких опор после низовых пожаров сгорели только 3. Обработанные опоры выдержали в основном до 4 низовых пожаров, продолжительностью до 15 мин каждый.

Антисептики группы ССА содержат соединения трех элементов: хром (Cr), медь (Cu) и мышьяк (As) (рис. 1). Соотношения компонентов, их форм и количеств очень разнообразны [1]. Основным биоцидным компонентом антисептиков этой группы является пентавалентный мышьяк. Как известно, в 5-тивалентном состоянии мышьяк менее токсичен.

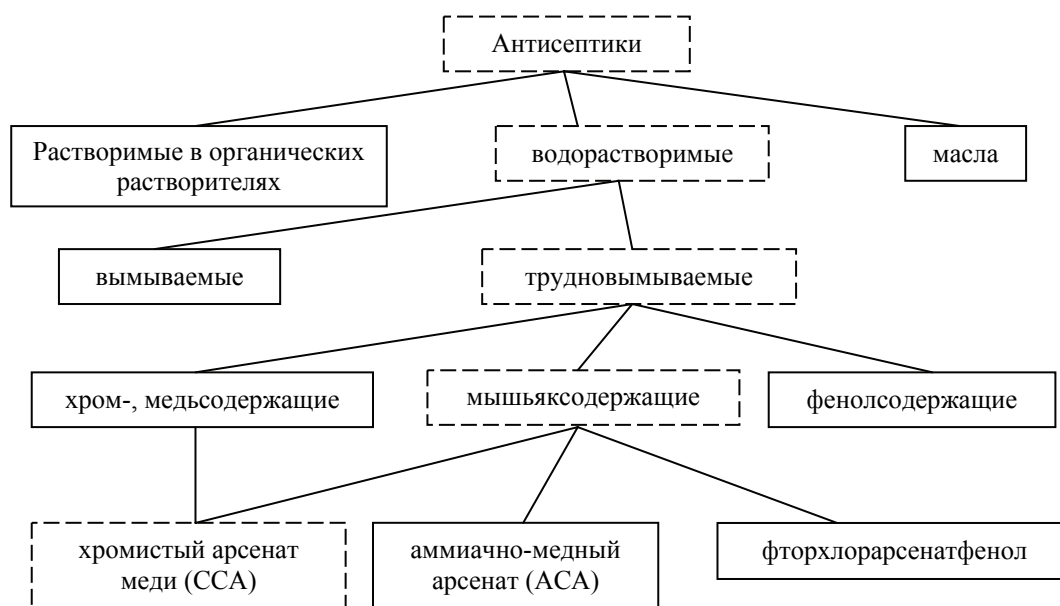


Рис. 1. Классификация антисептиков, используемых для защиты древесины

Пропиточные растворы препаратов группы ССА, являющиеся полярными жидкостями, поэтому хорошо проникающими в древесину, имеют кислую среду (рН 1–1,5), в которой составляющие компоненты находятся в растворенном состоянии. При попадании в материал данного биоцида происходит химическая реакция с веществами древесины, в результате которой шестивалентный хром восстанавливается до трехвалентного состояния с образованием солей меди и хромомышьяковой кислоты (арсенатов меди и хрома), изменяя рН в нейтральную сторону [2]. Мышьяк в форме  $\text{CrAsO}_4 \times 6\text{H}_2\text{O}$  образует комплексы с лигнином. Механизм фиксации консерванта в древесине зависит от комплекса факторов: состава препарата, его концентрации в растворе, температуры, свойств древесины и т. д., но во всех случаях антисептик, проникая в материал, закрепляется в нем в виде чрезвычайно труднорастворимых арсенатов.

Вновь образованные соединения также способны растворяться только в среде высокой кислотности с рН 1–1,5, которая в природных условиях отсутствует. В остальных случаях они надежно удерживаются в древесине и не выходят на ее поверхности в виде солевых отложений, что подтверждается широкомаштабными испытаниями.

Пропитанная древесина окрашивается в зеленоватый цвет, приобретает пониженную гигроскопичность, имеет повышенные диэлектрические свойства и прочностные показатели, не изменяет свои технологические свойства, безопасна для растений, животных, человека [3].

Быстропротекающий процесс фиксации препарата ограничивает спектр приемов введения его в материал, т. к. исключаются нагрев рабочих растворов и продолжительность их контакта с древесиной более одного часа. Наиболее производительными, экологичными, предполагающими возможность механизации и автоматизации производства являются автоклавные способы, основанные на создании градиента давления среды и обеспечивающие глубокое внедрение биоцида в древесину [4]. Изменяя последовательность воздействия на древесину пониженного или повышенного давления пропитывающей жидкости и воздуха, величину давления и температуры, а также длительность операций, можно управлять результатами пропитки в соответствии с предъявляемыми к ней требованиями.

Уровень защищенности элементов, выполненных из массивной древесины, определяется

количеством защитного средства, внедренного в поверхностные слои, и глубиной проникновения пропиточного раствора [5]. Считается, что чем глубже пропитана древесина защитным составом, тем более надежно она защищена, т. к. снижается вероятность нарушения целостности модифицированного слоя, содержащего в повышенном количестве биоцид, и обнажения незащищенной древесины в результате трещинообразования.

Технология введения препаратов группы ССА, практикуемая в Европе, предусматривает нагрев пропиточного раствора до температуры 40°C. В свою очередь, технологический регламент на пропитку опор, рекомендуемый к использованию Федеральной сетевой компанией Единой энергетической системы, предполагает их конечную обработку паром. И то, и другое может спровоцировать возникновение значительных внутренних напряжений и, как следствие, активное трещинообразование, что ухудшит качество продукции и существенно снизит уровень защищенности опор.

Задачами исследований, которые проводились на ИП Николаенко, являлось: 1) изучение влияния нагрева пропиточного раствора на выпадение осадка; 2) исследование влияния температуры пропиточного раствора препарата группы ССА на пропитываемость древесины; 3) изучение влияния нагрева пропиточного раствора антисептика, а также конечной обработки пропитанной древесины паром на величину остаточных внутренних напряжений.

Для реализации первых задач применялся однофакторный эксперимент, где варьируемым фактором являлась температура пропиточного раствора препарата «ЭЛЕМСЕПТ» (группа ССА), а откликами – величина поглощения древесиной защитного препарата и количество выпавшего осадка. С целью изучения изменения внутренних остаточных напряжений первая группа контрольных образцов опор пропитывалась способом «вакуум – давление – вакуум». Температура пропиточного раствора составила 20°C. Вторая группа опор обрабатывалась после слива раствора антисептика паром, температура которого составляла 100°C. Затем из образцов вырезались силовые секции.

Из пропитанных образцов на расстоянии 30–50 см от торца вырезались бензопилой круглые секции толщиной 10 – 12 мм [6]. Затем все секции раскраивались лобзиком по схеме, указанной на рис. 2.

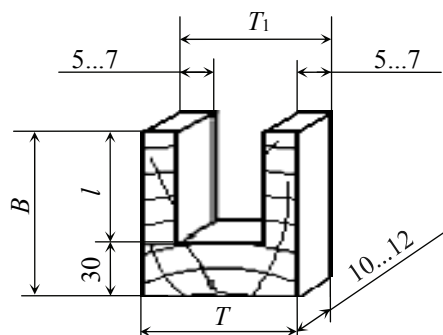


Рис. 2. Схема раскроя секций напряжений:  
 $B$  – ширина пиломатериала;  $T$  – толщина секции;  
 $T_1$  – расстояние между внешними гранями зубцов, мм,  
 $l$  – длина зубца, мм

**Заключение.** На основании проведенных экспериментов можно сделать следующие выводы.

1) Повышение температуры пропитывающего раствора увеличивает количество выпавшего осадка (табл. 1). Данное обстоятельство объясняется тем, что при пропитке древесины происходит химическая реакция взаимодействия лигнина и пропиточного раствора, в результате которой образуются водонерастворимые твердые осадки, и чем выше температура раствора, тем реакция происходит активнее, следовательно, количество выпавшего осадка увеличивается.

2) В результате реакции фиксации препарата в клетках древесины образуются водонерастворимые соединения арсенатов хрома и меди, из-за чего снижается емкость древесины, а следовательно, уменьшается пропитываемость и способность поглощать раствор антисептика (поглощение при 20°C – 29,92 кг/м<sup>3</sup>, а при 40°C – 9,987 кг/м<sup>3</sup>, табл. 1).

3) Зубцы силовых секции после выдержки в сушильном шкафу в обеих группах имели внутренний наклон, значит, в образцах имеются остаточные деформации удлинения на поверхности и укорочения внутри и, соответственно, сжимающие остаточные напряжения на поверхности и растягивающие внутри. Следовательно, присутствуют высокие внутренние напряжения, которые спровоцируют повышенное трещинообразование после пропитки.

4) При равных условиях проведения эксперимента (табл. 2) и общем поглощении защитного средства – 11,2 кг/м<sup>3</sup> средняя величина наблюдаемой деформации  $f$ , %, для образцов, пропитанных при температуре раствора 20°C, без тепловой обработки составила 5,88%, при обработке паром – 10,96% (табл. 3). Следовательно, заключительная обработка пропитанной древесины паром увеличивает остаточные внутренние напряжения, что приведет к повышенному трещинообразованию, а значит, разрушится целостность защитной оболочки.

Таблица 1

Сводная таблица эксперимента по определению количества выпавшего осадка

Температура пропиточного раствора, °C	Суммарный объем образцов $V$ , см <sup>3</sup>	Объем чистой выборки, $n$	Среднее выборочное значение поглощения, кг/м <sup>3</sup>	Выборочное стандартное отклонение поглощения, $S_y$	Величина выпавшего осадка, $m$ , г/м <sup>3</sup>
20	547,96	8	29,92	14,17	355
40	563,03	6	9,987	11,84	361

Таблица 2

Матрица эксперимента

Фактор	Значение
Постоянные факторы эксперимента	
Количество образцов, шт.	12
Порода древесины	Сосна
Влажность образцов, %	≤ 30
Раствор препарата	Элемсепт
Концентрация пропиточного раствора, %	3
Способ пропитки	ВДВ
Величина вакуума, МПа	0,085
Величина гидродавления, МПа	0,8
Переменные факторы эксперимента	
Вид обработки	Без тепловой обработки, с тепловой обработкой

Таблица 3

**Сводная таблица экспериментов по определению относительной деформации зубцов секции в вершине**

Вид обработки образцов	Объем чистой выборки, $n$	Общее поглощение $\Pi$ , кг/м <sup>3</sup>	Изгиб зубцов секции	Средняя относительная деформация зубцов секции в вершине $f$ , %
Без тепловой обработки	6	11,2	Внутрь	5,88
С тепловой обработкой	6		Внутрь	10,96

На основании выполненных исследований можно сделать вывод о нецелесообразности интенсификации процесса фиксации препарата группы ССА в древесине путем подогрева пропиточного раствора биоцида и заключительной обработки паром в процессе импрегнирования крупномерных древесных изделий, что обуславливается особенностями протекающих химических и физических процессов с использованием значительного градиента давления среды.

**Литература**

1. Стенина Е. И., Левинский Ю. Б. Защита древесины и деревянных конструкций. Екатеринбург: УГЛТУ, 2007. 219 с.

2. Андерсоне И. В., Кронберг В. Ж. О роли отдельных компонентов древесины в фиксации хром-мышьяк-, фтор-, борсодержащих защит-

ных средств // Проблемы комплексного использования сырья: тез. докл. Всесоюз. конф. Рига, 1989. С. 325–326.

3. Производство, применение, свойства первого в России хромомедномышьякового (ССА) антисептика УЛТАН: материалы Межрегион. науч.-техн. конф. Екатеринбург, 2006. 24 с.

4. Защита древесины. Автоклавная пропитка водорастворимыми защитными средствами под давлением: ГОСТ 20022.7–82. М.: Изд-во стандартов, 1982. 7 с.

5. Защита древесины. Параметры защищенности: ГОСТ 20022.2–93. М.: Изд-во стандартов, 1993. 7 с.

6. Древесина. Метод определения остаточных напряжений: ГОСТ 11603–73 М.: Изд-во стандартов, 1973. 5 с.

*Поступила 25.02.2014*