**УДК 674.047** [ipkravets57@gmail.com](mailto:ipkravets57@gmail.com)

*И.П. Кравец,**кандидат технических наук, доцент*

*Львовский государственный университет безопасности жизнедеятельности, Украина*

**УЛУЧШЕНИЕ ПРОЦЕССА ПРОПИТКИ ДРЕВЕСИНЫ ОГНЕЗАЩИТНЫМ СРЕДСТВОМ**

Уменьшить уровень пожарной опасности строительных деревянных конструкций можно с помощью их огнезащитной обработки. Исследовано влияние тепловой обработки на качество пропитки древесины огнезащитными средствами: в результате пропаривания увеличивается влагопроницаемость древесины и, тем самым, улучшается пропитка ее антипиреном. На основании анализа экспериментальных исследований и в результате математического моделирования получена зависимость изменения влажности во время тепловой обработки от толщины деревянных заготовок и длительности процесса, которая дает возможность подобрать оптимальные режимы пропаривания, не ухудшая физико-механических свойств древесины.

**Ключевые слова:** антипирен, тепловая обработка, пропаривание, влагопроницаемость, физико-механические свойства.

Древесина и изделия из нее – один из основных видов сырья и товаров народного потребления. Она имеет большое значение в организации быта, отдыха и труда. По мере насыщения рынка изделиями из древесины растет количество деревообрабатывающих предприятий. Однако эти предприятия отличаются высокой пожароопасностью и нередко пожары на них, принимают значительные размеры и наносят огромные убытки.

Уменьшить уровень пожарной опасности деревянных изделий и строительных конструкций можно с помощью их огнезащитной обработки, суть которой заключается в придании древесине свойств противостояния действию огня и распространению пламени по поверхности, ограничению свободного доступа кислорода, способствующего деструкции древесины и ускорению процесса горения. Поэтому, огнезащита предупреждает воспламенение древесины, замедляет или прекращает развитие пожара, снижает влияние опасных факторов пожара и способствует его быстрой локализации и тушению.

Температура воспламенения от открытого огня – около 210 °С, а при интенсивном нагревании ее свыше 350 °С она воспламеняется в результате легковоспламеняющихся газов, выделяемых самой древесиной. Огнезащита предусматривает поверхностную и глубокую пропитку деревянных изделий антипиреном [1] и нанесение на пропитанную поверхность полимерной пленки антисептика. Такая пленка не позволяет “высаливаться” антипирену и, таким образом, увеличивает срок эксплуатации огнезащитной древесины. В результате, огнезащита является одним из основных мероприятий, направленных на обеспечение пожарной безопасности домов и сооружений и уменьшения пожарной опасности изделий из древесины.

Пропитка древесины антипиреном зависит от ее влагопроницаемости: чем она больше, тем лучше происходит пропитка антипиреном. Проведение соответствующей тепловой обработки, а именно пропаривания, значительно увеличивает влагопроницаемость древесины, а, следовательно, способствует ее лучшей пропитке огнезащитными средствами.

На качество пропитки антипиреном влияют определенные особенности строения древесины [2]. Большую роль при этом играют сосуды. Их размеры, размещение и количество, тип перфораций, наличие пор в стенках определяют функциональную способность тканей древесины к впитыванию влаги, а, следовательно, являются важными факторами для подготовительного процесса перед пропиткой – пропаривания; для основного процесса огнезащиты, а именно, обработки изделий из древесины огнеупорными растворами; для последующего процесса сушения пропитанной древесины. Равномерное распределение сосудов положительно влияет на процессы гидротермической обработки.

Сосуды древесины имеют два типа перфораций (соединений между члениками сосудов): простые, если образуется одно круглое отверстие, и лестничные, если есть ряд щелеобразных отверстий. Наличие простых перфораций улучшает влагопроницаемость древесины и, соответственно, играет положительную роль в процессах пропаривания, обработки огнезащитными средствами и сушения пропитанной древесины.

Количество, размеры и форма пор влияют на влагопроницательную способность древесины в горизонтальном направлении, а, следовательно, играют важную роль при глубокой пропитке антипиреном.

Поскольку пропитка древесины огнезащитными растворами зависит от ее в влагопроницаемости, рассмотрим влияние процесса пропаривания на смены влагосодержания и влагопроницаемости древесины. При пропаривании древесины происходит изменение влажности, а также ее перераспределение [3]. Как показали опытные данные, влажность поверхностных слоев, если , увеличивается, потому что из центральных слоев влага перемещается к поверхности. Таким образом, происходит выравнивание влажности по толщине.

Увеличение влажности поверхностных слоев () аппроксимируется зависимостью степени типа:

, (1)

а изменение влажности внутренних или центральных слоев () уменьшается в зависимости:

 (2)

где  – соответственно, начальная влажность (вначале пропаривания) поверхностных и внутренних слоев, % абс;

 – длительность тепловой влагообработки, час;

 – соответствующие коэффициенты.

Например, при = 12,8%, а = 46,6% коэффициенты:

 ; .

Если влажность перед пропариванием поверхностных и внутренних слоев выше точки насыщения волокна, то происходит движение влаги к поверхности. Это объяснятся тем, что при температуре  = 98 °С и относительной влажности воздуха  = 100% равновесная влажность, а впоследствии, и поверхностная влажность, приближаются к значению= 20%.

Это движение влаги не прекращается и после завершения процесса пропаривания. Как показали производственные данные многих предприятий, выдержка пиломатериалов и заготовок в течение 1–2 недель после пропаривания уменьшает среднюю влажность до 30–40%. Влагопроницаемость пропаренной древесины возрастает в 1,2–1,4 раза. После пропаривания древесины и выдерживания ее в течение 8–10 суток, средняя влажность пиломатериалов и заготовок в результате увеличения влагопроницаемости уменьшается вдвое.

Кроме того, древесина имеет склонность к поражению грибками и бактериями. Они забивают поры древесины, уменьшая при этом ее способность просачиваться антипиреном. Дополнительно это приводит к значительным потерям пиломатериалов при хранении, транспортировке и последующей эксплуатации. Но этот изъян можно устранить тоже с помощью пропаривания. Даже кратковременное действие на древесину высокой температуры во время пропаривания полностью ее стерилизует: грибковые споры, находящиеся в ней, полностью уничтожаются. Минимальная температура при пропаривании должна быть 63 °С. При этом обезвреживаются почти все вредные организмы: кроме грибкового гифа уничтожаются еще насекомые и бактерии (при температуре 52 °С и более начинают раскладываться белковые организмы). Однако, некоторые виды грибных спор погибают лишь при температуре свыше 120 °С. Стерилизационный эффект особенно заметный на древесине, которая поражена вредителями. Литературные данные [4], а также проведенные исследования, показывают, что хватает 5–6 часов, чтобы основная часть (96%) питательных и экстрактных веществ, содержимое которых является основной причиной поражения древесины грибами и насекомыми, выделилась из древесины. Такими режимами достигается и другая цель – замедляется снижение механических показателей древесины. Исключением является только белый домовой гриб и плесенные грибы. Они больше поражают пропаренную древесину, чем не пропаренную. Это объясняется тем, что при пропаривании на поверхность выходят питательные вещества – крахмал, сахар и другие. Но положительным можно считать то, что гифы этих грибов живут лишь на поверхности, которая легко очищается, а сама древесина не поражается.

После пропитки антипиреном древесину отправляют в сушильные камеры. Анализируя предыдущий опыт сушения пропаренных деревянных заготовок и сравнивая их с аналогичными данными сушения непропаренных заготовок [5], обнаружено, что общая длительность сушения сокращается на 20–40 % в зависимости от толщины заготовок. В некоторые периоды интенсивность процесса сушения пропаренной древесины (благодаря увеличению влагопроницаемости) увеличивается в несколько раз по сравнению с непропаренной [6].

Кроме огнезащиты важным является сохранение положительных физико-механических свойств древесины и, по мере возможности, устранение отрицательных. При сушении пиломатериалов и заготовок возникают значительные остаточные деформации, которые при неправильном процессе сушения могут стать причиной образования внутренних трещин. Устранить или частично уменьшить эти остаточные деформации можно путем проведения промежуточных тепловлагообработок [7]. При теплообработке древесина стает мягкой (пластифицируется), что позволяет древесине свободно усыхать, уменьшая при этом остаточные деформации поверхностных слоев. Тепловой обработкой древесины можно считать и начальный прогрев пиломатериалов (заготовок) перед процессом сушения.

После пропаривания улучшаются и другие физико-механические свойства древесины, которые не только способствуют лучшей пропитке огнезащитными средствами деревянных конструкций, но и повышают их потребительские качества.

Выводы

Работа содержит предложения улучшения качества пропитки древесины огнезащитными средствами за счет ее первичной тепловой обработки, а именно пропаривания.

На основании анализа экспериментальных исследований и математического моделирования показана зависимость изменения влажности деревянных заготовок во время тепловой обработки от их толщины и длительности процесса, которая дает возможность подобрать оптимальные режимы пропаривания, не ухудшая физико-механических свойств древесины.

Исходя из экспериментальных данных, можно утверждать, что процесс пропаривания улучшает пропитку древесины антипиреном с целью ее огнезащиты, уменьшает ее потери, улучшает физико-механические свойства, дает возможность ускорить последующий процесс сушения после обработки огнезащитными средствами почти в 2 раза.

Полученные результаты способствуют обеспечению пожарной безопасности пиломатериалов и деревянных конструкций и поэтому дают возможность использовать их во многих отраслях народного хозяйства.

Список литературы

1. ГОСТ 30219-95. Древесина огнезащищенная. Общин технические требования. Методы испытаний. Транспортирование и хранение.

2. Ємельянов В.Г. Основи деревинознавства і лісового товарознавства. – Харків: Видавництво ХДАУ ім. В.В. Докучаєва, 2014. – 337 с.

3. Рокунь Р. О. Основи технології пропарювання і сушіння дров // Журнал «[Науковий вісник НЛТУ України](https://cyberleninka.ru/journal/n/naukoviy-visnik-nltu-ukrayini)». – 2014. – Вип. 24.7. – С. 162–166.

4. Николов С., Райчев А., Делийски Н. Пропарване на дървесината. – София: Земиздат, 1980. – 216 с.

5. Білей П. В., Комбаров А. М., Білей П. П. Аналіз способів проведення початкового нагрівання пиломатеріалів перед сушінням // Журнал «[Науковий вісник НЛТУ України](https://cyberleninka.ru/journal/n/naukoviy-visnik-nltu-ukrayini)»*.* – 2017. – т. 27, № 1. – С. 168–171.

6. Озарків І. М., Петришак І. В., Соколовський І. А. Вплив режимів сушіння деревини на потенціал вологопровідності // Журнал «[Науковий вісник НЛТУ України](https://cyberleninka.ru/journal/n/naukoviy-visnik-nltu-ukrayini)». – 2017. – т. 27, № 1. – С. 89–91.

7. Соколовський Я.І. Напруження і деформації у деревині в процесі сушіння // Журнал «[Науковий вісник НЛТУ України](https://cyberleninka.ru/journal/n/naukoviy-visnik-nltu-ukrayini)». – 2002. – т. 12, № 5. – С. 92–102.