

ГОСТ 30028.4 – 93. Средства защиты для древесины. Экспресс-метод оценки эффективности антисептиков против древоокрашивающих и плесневых грибов. Минск, 1993.

Мейер Е.И. Определитель древоокрашивающих грибов. М.; Л.: Гослесбумиздат, 1953.

УДК 630.5

А. Освальд

(Технический университет Зволена, Словакия)

(Авторизированный перевод со словацкого языка Е.А.Копыловой)

## КОМПЛЕКСНАЯ ОБРАБОТКА ЕЛОВОЙ ДРЕВЕСИНЫ

### Введение

Древесина является природным материалом, который разрушается деструктивными грибами, плесенью и древоточцами. Защита древесины от биодegradации осуществляется с помощью пропитки антисептиками.

Остается открытым вопрос охраны древесины от огня. Древесина является воспламеняющимся материалом и способствует возникновению и расширению пожара. Пожары ежегодно уничтожают имущество и угрожают жизни людей. Древесина и древесные материалы не являются источником пожара. Но способность древесины достаточно легко воспламеняться и гореть является негативным свойством, с которым необходимо бороться. Поэтому необходимо воспламеняющиеся материалы обрабатывать защитными веществами. Такая обработка - а именно еловой древесины - и является целью данной работы.

### Огнезащита

#### *Историческое развитие огнезащитной охраны древесины*

Самый древний известный пожар, зарегистрированный в исторических документах, - уничтожение в городе Эфесе храма Артемиды в 356 г. до нашей эры. Два обширных пожара в 6 и 64 г. вспыхнули в древнем Риме, причём пожар 18 июня 64 г. считается самой большой катастрофой древности. Огромные пожары целых городов возникали и в средние века (в 1590 г. в Братиславе сгорело 180 домов).

Человек не наблюдал за действиями огня равнодушно. Люди организовывали сборы средств на ликвидацию пожаров, а также стремились найти защитные средства, чтобы воспрепятствовать возникновению пожара. Использование в качестве антипиренов неорганических солей известно уже с античных времен. Древние египтяне охраняли древесину от воздействия огня в водных растворах квасцов. Сабаттини в 1683 г. рекомендовал огнезащиту деревянных построек с помощью глины и гипса.

В XVIII веке Йозеф II решил начать борьбу с частыми, уничтожающими пожарами, происходившими в то время: распорядился подбивать тростниковыми штукатурками деревянные потолки, чтобы замедлить распространение пламени между этажами. В XVIII веке были оформлены патенты Й. Вильду (1735 г.) на огнезащитное средство, содержащее квасцы и буру, Гай Люкасу (1781 г.) на раствор неорганических солей с противопожарным действием. В 1820 г. Фуш рекомендует использовать в качестве противопожарного средства жидкое стекло. В XIX веке для огнезащиты стали применять фосфорнокислый натрий, который имеет значение и в настоящее время. Антипирены имеют длинную историю, их значимость постоянно растет.

#### *Современное развитие способов огнезащиты древесины*

Как уже говорилось, история возникновения антипиренов началась еще до нашей эры. Важнейшие открытия приходятся именно на настоящее время, хотя понятия «огнезащита» и «антипирены» для многих людей являются неизвестными.

Поэтому многие удивляются, когда слышат, что древесина или другие волокнистые природные материалы классифицируются как невозгораемые материалы или материалы с определенной низкой степенью пожароопасности.

Вместе с остальными противопожарными средствами, такими как детекторы дыма, сигнализации, мероприятиями по конструктивной противопожарной профилактике, осуществляемой во время проектирования и эксплуатации деревянных сооружений, антипирены предлагают одно из самых эффективных средств для охраны людей и их имущества от пожаров.

Антипирены имеют большое значение при их аппликации не только на древесину, но и на другие материалы и механизмы. Антипирены могут быть нанесены, например, на электрические приборы, кабели электрических проводов, паркет, пластики, мебель, спецодежду и др.

#### *Антипирены*

Антипирены – химические вещества, которые своими физическими, химическими или комбинированными свойствами замедляют воспламенение и горение древесины.

#### *Принципы действия антипиренов*

Антипирены можно разделить на 4 группы.

К первой группе относятся антипирены, которые при нагревании постепенно разлагаются и высвобождают не поддерживающие горение пары и газы, разбавляющие горючие газообразные продукты термораспада древесины до концентрации, при которой смесь не воспламеняется за счет вытеснения кислорода из зоны горения.

Ко второй группе относятся антипирены, которые аккумулируют тепло от источника и таким способом ослабляют его воздействие. Эти антипирены в настоящее время мало используются, так как они быстро поддаются старению и их полезное действие понижается.

К третьей группе относятся пенообразующие антипирены, которые расплавляются при температуре ниже точки возгорания древесины. Они высокоэффективны и широко используются. Их действие происходит по двум направлениям – физическому и химическому. На первом этапе действия тепла реагирует один из компонентов антипирена, который из тонкой пленки образует несколькосантиметровую негорючую пену, предохраняющую горящую поверхность от соприкосновения с кислородом воздуха. Пена – очень плохой проводник тепла, и дальнейшее нагревание древесины значительно замедлится. Это способ физического действия антипирена. Вторым этапом является химическое действие, когда при дальнейшем нагреве ускоряются химические реакции, значительно замедляющие горение.

Четвертым видом антипиренов являются антипирены механического способа действия, например, пленки и различные облицовки из негорючих материалов.

Кроме выбора антипирена, важно выбрать правильный способ пропитки и объективно оценить условия, в которых объект из древесины будет служить. Важную роль играют цена антипирена и его масса вещества, которую нужно нанести для достижения необходимого эффекта.

*Способы нанесения антипиренов на древесину и древесные материалы*

Способ нанесения зависит от вида антипирена, например, пенообразующие антипирены можно наносить только на поверхность. Антипирены первой группы на основе водорастворимых растворов неорганических солей можно наносить способом обмазки, окутанием или пропиткой. Результаты эксперимента, в котором сравнивается эффективность антипирена в зависимости от его нанесения, представлены на рис. 1.

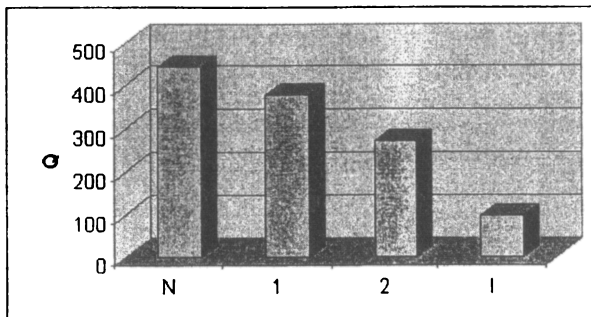


Рис. 1. Эффективность антипирена в зависимости от способа его нанесения: N – необработанный материал; 1 – одностороннее нанесение на поверхность; 2 – двустороннее нанесение на поверхность; I – пропитка

На рисунке видно, что влияние технологии нанесения антипирена имеет большое значение и влияет на величину  $Q$ , по которой классифицируется

степень огнеопасности обработанного материала согласно СТН 73 0862 (словацкая техническая норма).

#### Методика работы

Материал – ель обыкновенная (*Picea abies*).

Некоторые физические, механические и пожарно-технические свойства еловой древесины приведены далее.

Плотность, кг/м <sup>3</sup> .....	430
Прочность, МПа:	
при растяжении волокон:	
вдоль.....	101
поперек.....	5,0
при сжатии вдоль волокон.....	45
при статическом изгибе.....	79
при скалывании вдоль волокон.....	7,4
Модуль упругости вдоль волокон, МПа:	
при сжатии.....	14,4
при растяжении.....	14,5
Вязкость, Дж/см <sup>2</sup> .....	3,9
Статическая твёрдость на радиальной поверхности, Н/мм <sup>2</sup> .....	17,5
Температура горения (СТН 64 0149), °С.....	390-400
Кислородное число (СТН 64 0149), % объема O <sub>2</sub> .....	25,0
Тепло при горении (СТН 64 0149), МДж/кг.....	19,9
Оптическая плотность дыма, м <sup>2</sup> /кг.....	7,3
Массовая скорость сгорания, кг/м <sup>2</sup> .....	0,056

Примечание. Приведённые значения действительны при влажности древесины 12%.

Образцы для экспериментальных работ изготавливались из еловой древесины размерами 40х50х10 мм для метода убывания массы при горении. Опытные образцы были без анатомических и других недостатков. Образцы выдерживались в местности с особыми климатическими условиями до тех пор, пока их влажность не установилась на уровне 12 %. Данная влажность проверялась гравиметрическим методом.

*Антипирен Огнестоп (Ohňstop)*. Огнестоп - водный раствор неорганических солей. При горении антипирен постепенно высвобождает не поддерживающие горение пары и газы, разбавляющие горючие газообразные продукты термораспада древесины до концентрации, при которой смесь не воспламеняется. Древесина и древесные материалы, защищенные Огнестопом, обладают высокой сопротивляемостью к воспламенению при длительном влиянии открытого огня и длительное время не допускают расширения пожара. Использование вещества Огнестоп предполагает повышение пожарной устойчивости и улучшение пожарно-технических

свойств на один или два класса огнестойкости, установленные по STN 73 0862. Учитывая химический состав Огнестоп, древесина, обработанная этим веществом, частично защищена против древоотцев.

Древесина и фанера, обработанные Огнестопом, согласно STN 73 0862 относятся к классам В1 – очень трудно горящие, С1 – трудно горящие материалы и согласно DIN 4102 – к классу В1. Огнестоп – бесцветный раствор, поверхностную обработку можно выполнить тонированием самого раствора или нанесением покрывного слоя латексных или других водорастворимых красок.

*Антисептик Кампит (Katrit).* Катрит используется для поверхностной, полуглубокой и глубокой пропитки досок несущих конструкций и другой строительной древесины при возведении построек и при реконструкции в интерьерах и экстерьерах. Предохраняет древесину от древоотцев, дереворазрушающих грибов и плесени. После высушивания возможно дальнейшее нанесение покрытий. После высыхания можно применять следующие покрывные вещества стандартным обозначением по STN 49 0600-1: FA, FB, P, Ip, 1, 2, 3, D, SP. Наносится обмазкой, пульверизацией, окунаем, вымачиванием, пропиткой под давлением. Древесина, поврежденная древоотцами, обрабатывается инъекциями. Действующие компоненты: алкилбензилдиметиламмонийхлорид – 20%, борная кислота – 20%. Производится как концентрированный низковязкий раствор в виде обесцвеченной жидкости или в цветных вариантах (оттенки от зеленого до коричневого).

Срок защитного действия, учитывая характер изделия, – минимально 10 лет для 3 класса огнеопасности и неограниченное время для 1 и 2 класса огнеопасности. Гарантийный срок хранения препарата – до 24 месяцев со дня изготовления.

#### *Способ пропитки – модель эксперимента*

Модель эксперимента определяет способ обработки. Огнезащитная обработка выполняется на еловой строганой древесине, влажность которой колеблется в пределах  $12 \pm 2$  %. Оба защитных вещества так же, как и полученные из них смеси, наносились намазыванием, каждый следующий слой наносился через 48 ч. Все вещества (отдельные и смеси) наносились без каких-либо проблем, касающихся технологии нанесения, жизнеспособности смеси, повторных нанесений, качества высушенного покрытия.

Эксперимент проводился следующим образом. Сравнительный образец ничем не обрабатывался (N); трехслойное нанесение Катрита (КА); трехслойное нанесение Огнестоп (ОН). Следующая комбинация - трехслойное нанесение Катрита и затем трехслойное нанесение Огнестоп (КАОН). Потом эта же комбинация наносилась с временным интервалом, Огнестоп наносился через месяц (КАОНМ). Кроме отдельных и совместных аппликаций данных веществ, мы наносили и их смеси в различных концентрациях: 25%КА75%ОН, 50%КА50%ОН, 75%КА25%ОН.

*Методика - убыток массы при горении*

В качестве теплового источника использовался инфракрасный излучатель и газовая горелка. Принцип действия инфракрасного излучателя – перенос тепла при расширении волн длиной 0,75 - 12 мкм, которые затем твёрдым или жидким веществом преобразуются в тепловую энергию. В работе использовался инфракрасный излучатель типа Т-5 фирмы Elektro Prag. Излучатель имеет дугообразную поверхность, изогнутую в направлении продольной оси. Технические параметры излучателя приведены в табл. 1.

Таблица 1

Параметры, характеризующие излучатель

Параметр	Символ	Значение	Размерность
Мощность	P	750	Вт
Температура спиралей	T <sub>p</sub>	579,4	°C
Максимальная длина волн	$\lambda_{\max}$	3,34	мм
Длина излучателя	L	245	мм
Рабочая длина излучателя	L <sub>p</sub>	200	мм
Наружная ширина излучателя	S1	85	мм
Внутренняя ширина излучателя	S2	64	мм
Высота излучателя	V	30	мм
Площадь излучателя	S <sub>c</sub>	0,0318	м <sup>2</sup>
Коэффициент излучения	$\epsilon$	0,84	
Количество излученной энергии	$\Omega_y$	669,95	Вт
Интенсивность излучения	$\Gamma_y$	2,105	Вт/см <sup>2</sup>
КПД	$\eta$	89,285	%

Для измерения убытка массы использовались электронные весы sartorius basic plus (производитель Sartorius AG) первого класса точности с ручным управлением. Использованный вид весов имеет сертификат, подтверждающий соответствие прибора существующим нормативным документам (stn en 45 501). Измерение производится с точностью до сотых долей грамма и максимальной массой является 2100 г.

Весы подключаются к компьютеру, где в определенных временных интервалах с помощью программы sartorius sarto connect осуществляется контроль за изменением массы взвешиваемого образца (каждые 10 с) и обработка результатов. При экспериментах использовалось следующее оборудование: весы, асбестовые щиты для защиты весов от теплового излучения, несущий каркас, излучатель тепла и держатель для испытуемого образца.

Перед экспериментом излучатель разогревался в течение 10 мин. Образцы вкладывались под излучатель, причем их удаление от поверхности излучателя была в первом случае 30 мм. В одно время с размещением образцов начинался отсчет времени и запускалась программа. Образцы подвергались излучению в течение 15 мин. В одинаковых интервалах времени измерялся убыток массы. Данная методика использовалась при всех вариантах пропитки.

При тепловом воздействии наблюдался и регистрировался убыток массы. С помощью полученных данных вычисляли относительный убыток массы  $\delta_m(\tau)$ , %.

$$\delta_m(\tau) = \frac{\Delta m}{m(\tau)} 100 = \frac{m(\tau) - m(\tau + \Delta\tau)}{m(\tau)} 100, \quad (1)$$

где  $\delta_m(\tau)$  – относительный убыток массы в период времени  $\tau$ , %;

$m(\tau)$  – масса образца в период времени  $\tau$ , г;

$m(\tau + \Delta\tau)$  – масса образца в период времени  $(\tau + \Delta\tau)$ , г;

$\Delta m$  – изменение массы, г.

Относительная скорость сгорания определяется по формуле

$$v_r = \left| \frac{\partial \delta_m}{\partial \tau} \right| \quad (2)$$

или

$$v_r = \frac{|\delta_m(\tau) - \delta_m(\tau + \Delta\tau)|}{\Delta\tau}, \quad (3)$$

где  $v_r$  – относительная скорость сгорания, % · с<sup>-1</sup>;

$\delta_m(\tau)$  – относительный убыток массы в период времени  $\tau$ , %;

$\delta_m(\tau + \Delta\tau)$  – относительный убыток массы в период времени  $\tau + \Delta\tau$ , %;

$\Delta\tau$  – период времени изменения массы, с.

#### *Оценка результатов эксперимента*

Оценка результатов эксперимента убытка массы была проведена в 2 этапа. В эксперименте сравнивали следующие параметры: максимальный убыток массы  $\Delta m$ , максимальное значение скорости горения, время достижения максимального значения скорости горения, среднюю скорость убытка массы при горении.

На первом этапе необработанная древесина сравнивалась с древесиной, обработанной только Катритом, только Огнестопом, затем с образцами, защищенными Катритом с последующим нанесением Огнестоба. Последним было сравнение необработанной древесины с материалом, обработанным Катритом и через месяц Огнестопом.

Самый высокий убыток массы, около 96%, был зарегистрирован на необработанной древесине и на древесине, обработанной Катритом (вещество не имеет огнезащитных свойств). Наилучшие результаты были в случае обработки одним антипиреном и в случае комбинации Огнестоба с Катритом. Убыток массы ОН - 49%, КАОН - 51 %, КАОНМ - 45%. Время достижения максимальной скорости горения у необработанного материала и материала, обработанного Катритом, составила 320 и 330 с соответственно.

При остальных обработках значение времени достижения максимальной скорости горения уменьшилось и составило: ОН - 140, КАОН - 110,

КАОНМ - 120 с. Это не свидетельствует о плохой защите. Необходимо учитывать массу сгоревшей древесины, в том числе и в момент достижения максимальной скорости сгорания. В случае нанесения Огнестопа после достижения максимальной скорости наступает постепенное замедление скорости горения под влиянием огнезащитного действия, а у необработанного материала и у материала, защищенного Катритом, это замедление происходит при догорании древесины. Это отражается и на убытке массы (табл.2 и рис.2).

Таблица 2

Значения максимального убытка массы и значения, характеризующие скорость и время сгорания для первой исследуемой группы

Величина	N	КА	ОН	КАОН	КАОНМ
Максимальный убыток массы, %	96	96	49	51	45
Максимальная скорость горения, %/с	0,550	0,560	0,090	0,070	0,080
Время достижения максимального значения скорости горения, с	320	330	140	110	120
Относительная скорость сгорания, %/с	0,107	0,107	0,055	0,055	0,050

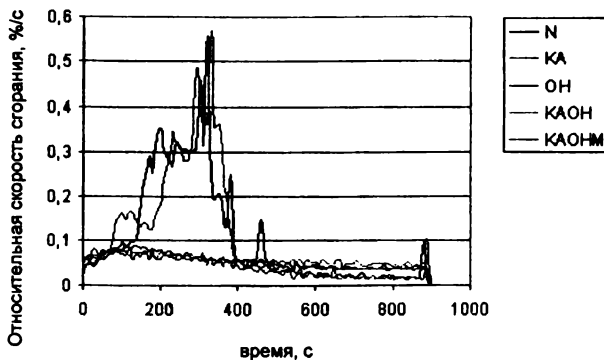


Рис. 2. Процесс относительной скорости убытка массы для первой исследуемой группы

Во второй исследуемой группе сравнивали следующие параметры: максимальный убыток массы  $\Delta m$ , максимальное значение скорости горения, время достижения максимального значения скорости горения, средняя



скорость убытка массы при горении. Были нанесены смеси Катрита и Огнестоп. Образцом для сравнения служила необработанная древесина. Результаты огнезащиты напрямую зависят от концентрации Огнестоп (табл. 3 и рис. 3). Значительной разницы полученных параметров сравниваемых смесей не наблюдается. Достигается улучшение параметров по сравнению с параметрами необработанного материала.

Таблица 3

Значения максимального убытка массы и значения, характеризующие скорость и время сгорания для второй исследуемой группы

Величина	N	25KA75OH	50KA50OH	75KA25OH
Максимальный убыток массы, %	96	51	57	60
Максимальная скорость горения, %/с	0,550	0,08	0,08	0,09
Время достижения максимального значения скорости горения, с	320	30	20	20
Относительная скорость сгорания, %/с	0,107	0,057	0,063	0,067

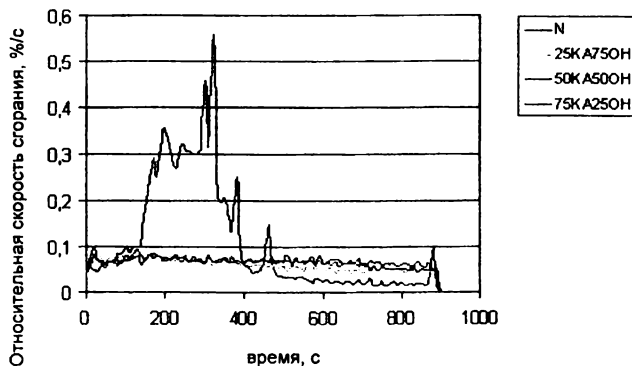


Рис. 3. Процесс относительной скорости убытка массы для второй исследуемой группы

Оценивая данный эксперимент, можно констатировать, что наилучшие результаты огнезащиты происходят при использовании одного антипирена. Для получения комплексной защиты от биологических вредителей и одновременно от огня как лучший способ рекомендуется последовательная обработка Катритом и затем Огнестопом.

Данное утверждение построено на основе анализа полученных данных при двух использованных методиках тестирования, когда трехкратное нанесение Катрита и через месяц Огнестопа достигло наилучших результатов в обоих тестах.

Не рекомендуется одновременное нанесение смеси двух веществ. Обработка смесью не является целесообразной с точки зрения изменения концентраций, и результаты указывают на улучшение параметров по сравнению с параметрами необработанного материала, но по STN 73 0862 не наблюдаются изменения степени огнеопасности (граничное значение). Так же и в эксперименте исследования убытка массы при нанесении на древесину смесей защитных веществ результаты не были лучше, чем в первой обрабатываемой группе. Кроме того, неизвестно, как повлияет антипирен на действие биологической защиты Катрита при использовании в смеси.

### **Выводы**

Проблематика охраны людей и имущества от пожаров в настоящее время является высоко актуальной. Решить эту проблему можно комплексным способом.

Недостаточно принять какую-либо одну меру предосторожности, необходимо разрабатывать широкий круг мероприятий и внедрять их, учитывая условия (технические, экономические, экологические и др.). Поэтому значение применения антипиренов не уменьшается, хотя и существуют средства для обнаружения возникновения пожара или его автоматического тушения. Эти технические устройства не могут того, что могут антипирены – помешать возникновению воспламенения или замедлить процесс пожара. Замедлить процесс горения у горючих материалов довольно не просто. Еще сложнее замедлить процесс горения у природных материалов, каким является древесина.

Были проведены исследования с целью достижения комплексной биологической и противопожарной защиты древесины.

После определения цели работы была выбрана методика. Была выбрана последовательность нанесения защитных веществ, сначала антисептика (катрит) и затем антипирена (Огнестоп). Вторым этапом стал эксперимент одновременного нанесения смеси данных веществ в различных концентрациях. Оценка результатов эксперимента была методом убытка массы.

Можно констатировать, что эксперимент имел значение. Защитные аппликации, которыми обрабатывалась еловая древесина, улучшали наблюдаемые параметры до приемлемых значений с точки зрения пожарной безопасности. Не все выбранные аппликации можно рекомендовать для практического использования.

Самая действенная противопожарная обработка – только антипиреном. Для получения комплексной защиты против биологических вредителей и одновременно против огня как лучший способ рекомендуется после-

довательное нанесение Катрита и затем Огнестопы. Данное утверждение построено на основе обработки полученных данных по двум методикам тестирования, когда трехкратное нанесение Катрита и через месяц Огнестопы достигло наилучших результатов.

Не рекомендуется одновременное нанесение смеси двух веществ, хотя технологически это возможно, так как результаты не соответствуют нормам ни в одной проверяемой концентрации.

При использовании смесей результаты указывают на улучшение параметров по сравнению с параметрами необработанного материала, но по сравнению с результатами обработанных образцов по STN 73 0862 нет изменения степени огнеопасности в лучшую сторону.

Кроме того, неизвестно, как изменятся защитные свойства Катрита при использовании в смеси.

Можно порекомендовать исследовать охранные функции антипиренов методами, изученными в данной работе, в том числе и комбинации антипиренов с другими веществами.

УДК 574.4 (470.5) + 595.771 + 630\*1

Л.С. Некрасова  
(УГЛТУ, г. Екатеринбург),  
Ю.Л. Вигоров  
(Институт экологии растений и животных УрО РАН),  
А.Ю. Вигоров  
(Уральский государственный университет им. А.М. Горького,  
г. Екатеринбург)

### **КРОВООСОУЩИЕ КОМАРЫ (DIPTERA, CULICIDAE) ЗЕЛЕННОЙ ЗОНЫ ЕКАТЕРИНБУРГА**

*Во временных и постоянных водоемах 12 мест Екатеринбурга выявили 25 видов кровососущих комаров. В весенне-летних сборах доминировали личинки *Aedes flavescens*, *Ae. communis*, *Ae. punctor*, *Ae. cinereus*, *Ae. intrudens* и *Ae. cantans*. Видовой состав и структура доминирования комаров в разных районах города различны и подчиняются некоторым закономерностям. Обращено внимание на эпидемиологическое значение городских комаров.*

*Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 02-04-96433).*

Антропогенное преобразование ландшафта сказывается на условиях существования насекомых. При этом могут происходить изменения в видовом составе и структуре сообществ. Это касается и кровососущих кома-