



При выборе средства и метода огнезащиты необходимо тщательно оценить все существующие риски и нормативную базу...  
**...Ваша безопасность — в ваших руках!**

# ГОРЕНИЕ

## И ОГНЕЗАЩИТА ДРЕВЕСИНЫ

Общеизвестно, что древесина — горючий материал, и пожары, возникающие в лесах ежегодно, наносят значительный ущерб экономике стран. Сам физико-химический процесс горения очень сложен и изучен еще не до конца, хотя используется во многих областях народного хозяйства и имеет свои, порой неожиданные, закономерности и параметры.

На горение древесины и её пожарные свойства оказывает влияние множество факторов, в том числе порода. Учет этих факторов и знание основ теории горения необходимы многим работникам лесной отрасли, однако редко обсуждаются в прессе, из-за чего на практике иногда возникают вопросы

### ■ ПОЖАРНАЯ ОПАСНОСТЬ ДРЕВЕСИНЫ

Древесина является сложным природным композиционным полимером, основу которого составляет целлюлоза, гемицеллюлоза, лигнин и экстрактивные вещества. Неотъемлемым свойством дерева является способность к горению. По определению горение древесины представляет собой «самоускоряющуюся экзотермическую химическую реакцию с кислородом, которая способна поддерживать сама себя и распространяться в пространстве». Как и для всякой химической реакции, для процесса горения необходимы определенные условия, без которых он не может начаться — окислитель (кислород) и внешний источник тепла определенной мощности. Причем при разогреве древесины играет роль не только мощность источника тепла, но и продолжительность воздействия. Переход от мед-

ленного процесса разложения древесного материала к режиму горения соответствует условию, при котором скорость выделения тепла в результате химической реакции становится больше скорости тепловых потерь из зоны реакции.

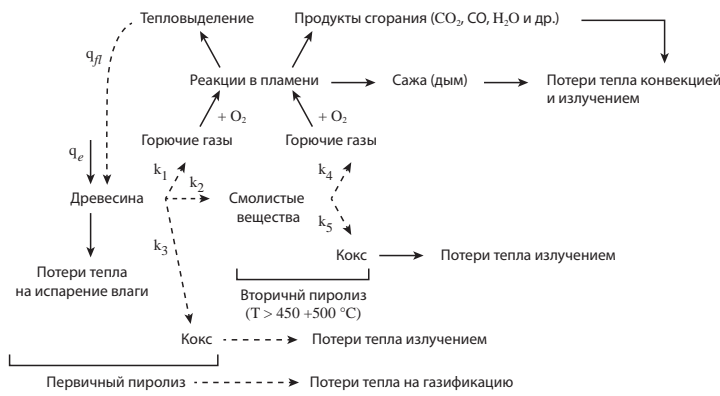
Картину возникновения и развития процесса пламенного горения древесины можно представить следующим образом. Под влиянием внешнего теплового потока, направленного к поверхности древесины за счет теплопроводности, излучения и (или) конвекции, материал нагревается. Древесина характеризуется низкой газопроницаемостью и имеет структуру с преимущественно закрытыми порами, поэтому её объемное взаимодействие с кислородом воздуха затруднено. При достижении достаточно высокой температуры на поверхности древесины начинается её тепловое разложение — пиролиз — с образованием



### Автор статьи

**Баранов А.В.,**  
инженер-технолог,  
Белорусский Государственный Технологический  
Университет

летучих паров и газов, а также нелетучих продуктов разложения в конденсированном состоянии. Выделяющиеся газы и пары горючих продуктов смешиваются с воздухом в пограничном с поверхностью слое. Когда содержание этой смеси начинает превышать нижний концентрационный предел горючих веществ, происходит их воспламенение. Этот процесс может быть спонтанным или инициирован дополнительным небольшим источником зажигания, локализованным в пограничном слое. Таким источником «зажигания» может быть небольшое



← Рис. 1. Схема физико-химических процессов при пламенном горении древесины (по материалам Р. М. Асеевой и др.)

Таблица 1. Влияние породы древесины на характеристики её воспламенения

Порода	Показатель	
	q, кВт/м <sup>2</sup>	T, °C
Сосна российская	12,5	340,0
Сосна тхонкарибэ	10,8	387,7
Ель ваншам	9,7	370,1
Эвкалипт бачдан	14,3	335,7
Акация кеолай	6,5	319,8
Акация кеотайтунь	7,0	308,9

пламя газовой горелки, электрическая искра или раскаленная проволока. После воспламенения тепловой поток, направленный к поверхности древесины, является комбинацией внешнего и обратного тепловых потоков от возникшего пламени.

В многостадийном процессе пламенного горения определяющими стадиями являются нагрев и разложение древесного материала. Скорость его нагрева до температуры разложения зависит от теплофизических свойств, тесно взаимосвязанных со структурой и породой древесины, а также от интенсивности внешнего теплового потока. Скорость разложения древесины при заданных условиях нагрева в значительной степени определяется её химическим составом.

Различия в макро- и микроструктуре различных пород древесины, прежде всего, находят свое отражение в изменении плотности. Так, объемный вес древесины пихты составляет 350 кг/м<sup>3</sup>, а граба — около 750 кг/м<sup>3</sup>. Это, соответственно, сказывается на теплофизических свойствах этих пород древесины, которые отличаются в 2–3 раза.

К показателям пожароопасности древесины относят: воспламеняемость, распространение пламени, тепловыделение, дымообразующую способность и токсичность продуктов горения. Большинство из данных параметров регламентируются ГОСТом 12.1.044–89 «Пожароопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения».

Химический состав древесины и соотношение её основных компонентов зависят от породы древесины и сказывается на всех её характеристиках пожароопасности. Так, в табл. 1 представлено влияние породы древесины на характеристики её воспламенения: критический тепловой поток воспламенения (q) и температура поверхности материала при воспламенении (T).

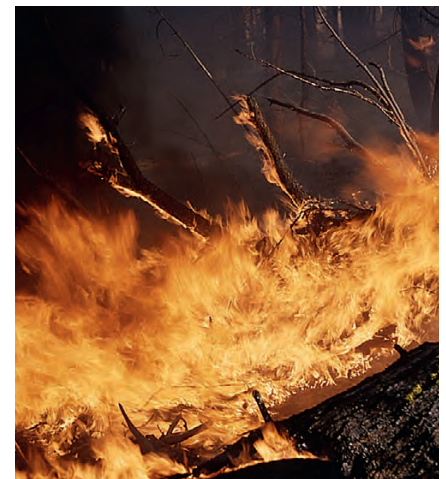
Исследования влияния разновидности древесины на индекс распространения

Таблица 2. Влияние вида древесины хвойных и лиственных пород на ИРП по методу ASTM E84 для необработанных образцов древесины толщиной 19–25 мм

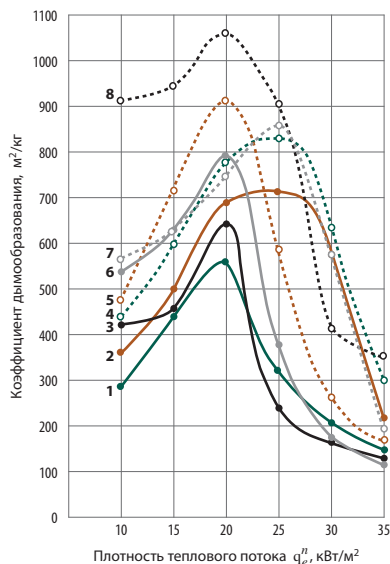
Вид древесины	ИРП	Класс по способности распространять пламя
Красный кедр	69	II
Желтый кедр	78	III
Кипарис	145–150	III
Ель дугласия	70–100	II–III
Ель серебристая	69	II
Ель белая	65	II
Сосна белая	75–82	III
Сосна Lodgepole	98	III
Сосна Ponderosa	105–230	III
Лиственница	55–74	II
Секвойя	70	II
Береза	80–110	III
Дуб красный	100	III
Дуб белый	100	III
Клен	104	III
Липа	130–140	III
Тополь	170–185	III
Ольха	104	III
Орех грецкий	130–140	III
Камедное дерево	140–155	III
Асбоцемент	0	I
Гипсокартон	10–15	I

пламени по поверхности (ИРП) также выявили его отличие в зависимости от породы. Результаты исследований представлены в табл. 2.

Выделение дыма и токсичных газов представляет доминирующую опасность при пожаре. Она проявляется в токсическом и раздражающем действии продуктов сгорания, а также в ухудшении видимости в задымленной среде. Концентрация выделяющегося дыма и его природа зависят от структурных особенностей и химического состава горючего материала, условий горения. В дымовых газах, образующихся при горении древесины, обнаружено более 200 соединений — продуктов неполного сгорания. Выявлены

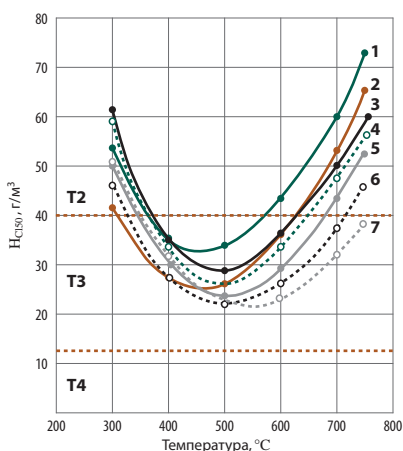


соединения, которые выделяются из компонентов древесины без их изменения за счет испарения и конденсации на частицах сажи или с частичным изменением. В указанной работе — Асеева Р.М., Серков Б.Б., Сиенков А.Б. Горение и пожарная опасность древесины. *Пожаровзрывобезопасность*. 2012. Т. 21. № 1 — было проведено исследование дымообразующей способности восьми видов хвойных и лиственных пород древесины в наиболее опасном режиме тлеющего горения. Эти зависимости проиллюстрированы на рис. 2, рис. 3.



↑ Рис. 2. Зависимость коэффициента дымообразования  $D_{\text{max}}$  при разложении и тлеющем горении древесины разных видов от плотности внешнего теплового потока  $q_e^n$ :

1 — ель ваншам; 2 — сосна подмосковная; 3 — сосна тхонгкарйб; 4 — ильм карагач; 5 — акация кеолай; 6 — каштан; 7 — акация кеотайтуньон; 8 — эвкалипт бачдан



↑ Рис. 3. Изменение показателя токсичности продуктов горения на образцах древесины разных видов в зависимости от температуры теплового воздействия:

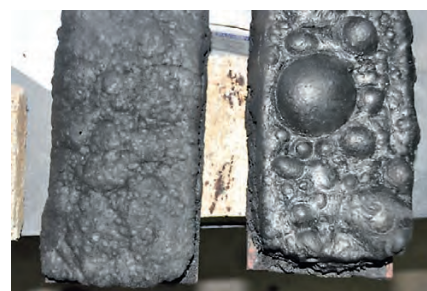
1 — липа; 2 — береза; 3 — ильм карагач; 4 — дуб; 5 — осина; 6 — сосна; 7 — ель

### ■ ОГНЕЗАЩИТА ДРЕВСИНЫ

Как мы видим, необработанная древесина имеет хотя и различные, но все же высокие параметры пожарной опасности. В связи с этим её принято подвергать защите от возгорания. На практике это может решаться несколькими путями:

- ♦ конструктивные способы с помощью плитных и рулонных материалов разного типа;
- ♦ поверхностная и глубокая пропитка специальными огнезащитными составами;
- ♦ применение огнезащитных покрытий — красок, эмалей и т.п.

Занимаются этим обычно специализированные компании, имеющие лицензию на осуществление данного вида деятельности. Наиболее простой и потому наиболее часто применяемый на практике способ — это поверхностная (капиллярная) пропитка древесины огнезащитными пропитками. Сейчас на рынке имеется довольно обширная номенклатура огнезащитных составов. Как же в них разобраться? Начнем с истории (Тычино Н.А. Огнезащита и биозащита строительной древесины посредством капиллярной пропитки. М., 2004): в строительстве примерно с 1948 года, а может, и значительно раньше, использовались одни и те же огнезащитные средства типа МС и ПП, состоящие из смеси солей диаммонийфосфата и сульфата аммония. Также в рецептурах огнезащитных пропиточных составов используются производные фосфорной и фосфоновых кислот, борная кислота, тетрабораты аммония и натрия, аммонийные соли серной и соляной кислот, хлориды щелочно-земельных металлов и металлов переменной валентности, карбонаты натрия и калия — вот далеко не полный перечень неорганических веществ, применяемых в виде компонентов пропиточных огнезащитных составов для древесины. Механизм огнезащитного действия солевых препаратов, как правило, заключается во влиянии на кинетические процессы термоокислительного разложения, воспламенения и горения древесины. В частности, фосфорсодержащие антипирены, которые наиболее широко используются для огнезащиты древесины, усиливают процесс карбонизации (обугливания), что приводит к уменьшению выхода горючих продуктов разложения. Сегодня на смену этим составам приходят огнезащитные средства (ОЗС) нового поколения, сочетающие, как правило, в себя комплексное огне- и биозащитное действие и характеризующиеся частичной или полной заменой солевых компонентов. Среди таких ОЗС для древесины особое место занимают пропитки вспучивающегося типа, защитные свойства которых проявляются при действии высоких температур и огня (рис. 4).



↑ Рис. 4. Работа состава вспучивающегося типа

Покрытия вспучивающегося типа обязательно содержат важные компоненты: связующие пленкообразующие вещества, являющиеся одновременно источником образования углеродного каркаса при разложении; катализаторы реакций образования углеродного скелета; вспенивающие (вспучивающие) агенты. Для усиления общего огнезащитного действия вводят разные добавки, способные влиять на технологические, теплозащитные и другие эксплуатационные свойства покрытий. Это наполнители со свойствами антипиренов, загустители, пигменты, стабилизаторы и т.п. Примерами таких составов являются: Пирилакс, СПАД-0, ОК-ГФМ и другие.

Мы постарались ознакомить вас с современным состоянием дел в вопросе изучения пожарной опасности древесины и оценки её параметров, а также с новейшими средствами для защиты от огня. Надеемся, что данная информация будет для вас полезной. При выборе средства и метода огнезащиты необходимо тщательно оценить все существующие риски и нормативную базу и только после этого производить выбор того или иного варианта защиты. **Помните: ваша безопасность — в ваших руках!**

