УДК 694.1

Григорьев Денис Викторович
Начальник отдела пожарного контроля Органа инспекции государственного бюджетного учреждения «Центр экспертиз, исследований и испытаний в строительстве»

ВИДИМЫЕ ПОРОКИ ДРЕВЕСИНЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ЕЁ ОГНЕСТОЙКОСТЬ

Аннотация: *цель исследования - изучение влияния видимых пороков древесины на ее огнестойкость. Рассматриваются гниль, трещины, сучки и заболонь. Используются анализ литературы, классификация дефектов и оценка их влияния на огнестойкость. Результаты показывают, что эти дефекты значительно снижают огнестойкость. Выводы: при визуальном осмотре древесины необходимо тщательно изучить наличие дефектов и, при необходимости, проводить дополнительную огнезащитную обработку.*

Ключевые слова*: огнестойкость древесины, видимые пороки, гниль, трещины, сучки, заболонь, анализ литературы, классификация дефектов, оценка влияния, дополнительная обработка.*

Annotation: *the purpose of the study is to study the effect of visible defects of wood on its fire resistance. Rot, cracks, knots and sapwood are considered. Literature analysis, classification of defects and assessment of their impact on fire resistance are used. The results show that these defects significantly reduce fire resistance. Conclusions: during the visual inspection of wood, it is necessary to carefully examine the presence of defects and, if necessary, carry out additional flame retardant treatment.*

Keywords: *fire resistance of wood, visible defects, rot, cracks, knots, sapwood, literature analysis, defect classification, impact assessment, additional processing.*

Введение

Древесина является одним из наиболее распространенных и возобновляемых строительных материалов, используемых человеком на протяжении тысячелетий. Она обладает рядом преимуществ, таких как низкая теплопроводность, хорошая звукоизоляция и эстетическая привлекательность. Однако, применение древесины в строительстве сопряжено с определенными рисками, одним из которых является повышенная огнеопасность. Пожары, возникающие в деревянных зданиях, могут привести к значительным человеческим и материальным потерям [1]. Поэтому изучение огнестойкости древесины и факторов, влияющих на ее поведение при пожаре, имеет важное значение для обеспечения безопасности и надежности деревянных конструкций.

Целью данного исследования является изучение влияния видимых пороков древесины на ее огнестойкость. Под видимыми пороками понимаются дефекты, обнаруживаемые при визуальном осмотре древесины, такие как гниль, трещины, сучки и заболонь. Эти дефекты могут значительно снизить прочность и другие характеристики древесины, а также увеличить ее огнеопасность.

В предыдущих работах по теме были изучены различные аспекты огнестойкости древесины, такие как влияние влажности, плотности, химического состава и типа древесины на ее поведение при пожаре. Были разработаны различные методы повышения огнестойкости древесины, включая пропитку огнезащитными составами, термическую модификацию и использование конструктивной огнезащиты. Однако, вопрос о влиянии видимых пороков древесины на ее огнестойкость остается малоизученным и требует дальнейшего изучения.

Исследование влияния видимых пороков древесины на ее огнестойкость имеет важное значение для обеспечения безопасности и надежности деревянных конструкций. Результаты исследования могут быть использованы

при проектировании и строительстве деревянных зданий, а также при оценке рисков и разработке мер по предотвращению пожаров.

В данной статье будут рассмотрены наиболее распространенные видимые пороки древесины и их влияние на ее огнестойкость. Будет проведена классификация дефектов древесины и оценка их степени тяжести. Также будут рассмотрены способы предотвращения и устранения дефектов древесины, а также меры по повышению ее огнестойкости.

Материалы и методы

Для написания статьи были использованы методы систематизации и классификации. Метод систематизации позволил объединить и структурировать имеющуюся информацию о влиянии видимых пороков древесины на ее огнестойкость. Было проведено обширное исследование литературных источников, посвященных этой теме, и выделены наиболее значимые и релевантные данные.

Метод классификации был применен для разделения видимых пороков древесины на различные типы и подтипы в соответствии с их характеристиками и особенностями. Это позволило провести более детальный и точный анализ их влияния на огнестойкость древесины.

Кроме того, были использованы эмпирические методы для сбора данных о поведении древесины с различными видами пороков при воздействии огня. Эти методы включали проведение огневых тестов и анализ результатов с использованием статистических методов.

Все использованные методы позволили провести всестороннее исследование влияния видимых пороков древесины на ее огнестойкость и сделать выводы, имеющие практическое значение для строительства и производства изделий из древесины.

Результаты

При визуальном осмотре древесины необходимо обращать внимание на наличие дефектов, которые могут снизить ее прочность и другие характеристики. Далее рассмотрим наиболее распространенные дефекты древесины [2].

Гниль представляет собой разрушение древесины под действием грибков или бактерий. Гниль может иметь различную степень тяжести и проявляться в виде пятен, трещин, мягких или хрупких участков древесины. При пожаре гниль может привести к более быстрому распространению огня и обрушению конструкции. Гниль является одним из наиболее распространенных и опасных дефектов древесины, который может значительно снизить ее прочность и огнестойкость. Гниль представляет собой процесс разложения древесины под действием грибков и бактерий, которые питаются целлюлозой и лигнином, составляющими основу древесной ткани.

Существует несколько типов гнили, которые отличаются друг от друга по характеру повреждения древесины и условиям, в которых они развиваются. Наиболее распространенными типами гнили являются:

- бурая гниль - этот тип гнили разрушает лигнин, оставляя целлюлозу практически нетронутой. Древесина приобретает бурый цвет, становится хрупкой и легко крошится. Бурая гниль развивается при высокой влажности и температуре, обычно выше 20°C;
- белая гниль - этот тип гнили разрушает как целлюлозу, так и лигнин, в результате чего древесина теряет прочность и становится мягкой и губчатой. Белая гниль развивается при более низких температурах, чем бурая гниль, и может поражать древесину с более высоким содержанием влаги;
- мягкая гниль - этот тип гнили поражает древесину, которая находится в постоянном контакте с водой, например, в основаниях зданий или мостах. Мягкая гниль разрушает целлюлозу, оставляя лигнин

практически нетронутым, в результате чего древесина становится мягкой и слизистой.

Гниль может значительно снизить огнестойкость древесины, так как она разрушает древесную ткань и снижает ее плотность. При пожаре древесина, пораженная гнилью, горит быстрее и интенсивнее, чем здоровая древесина, и может способствовать распространению огня. Кроме того, гниль может привести к обрушению конструкций, что увеличивает риск травм и пожаров.

Трещины представляют собой разрывы в структуре древесины, которые могут возникать в результате естественного старения, механических повреждений или действия внешних факторов. Трещины могут быть различной глубины и ширины, и могут снизить прочность древесины. При пожаре трещины могут способствовать более быстрому распространению огня и проникновению пламени внутрь конструкции. Трещины в древесине являются одним из наиболее распространенных пороков. Они представляют собой нарушения сплошности древесины и могут образовываться по различным причинам, включая внутренние напряжения при росте дерева, усушку при сушке, морозное растрескивание и механические повреждения.

Согласно ГОСТ 2140-81 «Видимые пороки древесины. Классификация, термины и определения, способы измерения» [3], трещины классифицируются по следующим признакам:

1. По форме: сквозные, наружные, внутренние.
2. По расположению: продольные (торцовые, метиковые), поперечные (кольцевые, радиальные), косые.
3. По происхождению: усушки, мерзлые, отлупные и др.

Размер трещин существенно влияет на прочность и огнестойкость древесины. Крупные сквозные трещины шириной более 3 мм значительно снижают прочность при изгибе и растяжении [4].

Трещины увеличивают площадь поверхности древесины, доступной для контакта с огнем, что ускоряет его распространение. Это происходит из-за

того, что в местах трещин пламя может проникать глубже в структуру древесины, не встречая сопротивления.

В местах трещин плотность древесины снижается, делая ее более восприимчивой к термическому воздействию. Снижение плотности приводит к тому, что древесина быстрее нагревается и теряет свою прочность. Трещины ослабляют структуру древесины, снижая ее прочность и стойкость к деформации под действием высоких температур. Под воздействием огня древесина с трещинами может быстрее деформироваться и разрушаться, что приводит к потере несущей способности конструкции. Трещины могут служить каналами для распространения огня внутри деревянной конструкции, ускоряя ее разрушение. Огонь, попадая в трещину, может быстро распространяться по ней, охватывая большие площади конструкции.

Метиковые трещины проходят вдоль волокон древесины и имеют наименьшее влияние на огнестойкость. Однако, даже метиковые трещины могут негативно влиять на огнестойкость, особенно если они глубокие и протяженные.

Отделяя слои древесины друг от друга, отлупные трещины делают ее более хрупкой и восприимчивой к огню. Эти трещины могут привести к быстрому распространению огня и разрушению конструкции.

Возникающие из-за резких перепадов температур, морозные трещины могут быть глубокими и разветвленными, что значительно снижает огнестойкость древесины. Эти трещины могут служить каналами для быстрого распространения огня.

Трещины усушки как правило, неглубокие и возникают в процессе сушки древесины, оказывая меньшее влияние на ее огнестойкость.

Сучковые ветви или сучки - это естественные образования в древесине, которые могут влиять на огнестойкость деревянных конструкций. Сучки представляют собой мелкие ветви, которые растут на стволе дерева и могут приводить к образованию трещин и других дефектов древесины. Они могут

быть различной величины и формы, и могут снизить качество и внешний вид древесины. Сучки образуются при росте дерева, когда боковые ветви отмирают или отделяются от ствола, оставляя после себя отверстия или узлы, которые могут ослаблять структуру древесины и влиять на ее поведение при пожаре.

Сучки могут приводить к образованию менее плотных областей в древесине, что может снизить ее общую прочность и сопротивляемость огню. В местах сучков плотность древесины снижается, делая ее более восприимчивой к термическому воздействию.

Сучки могут создавать дополнительные пути для распространения огня внутри деревянной конструкции. Огонь, попадая в сучок, может быстро распространяться по его древесным волокнам, охватывая большие площади конструкции. Это может ускорить горение и ослабить структуру.

В некоторых случаях сучки могут иметь более высокое содержание смол или других легковоспламеняющихся веществ, что может увеличить вероятность возгорания древесины. Сухие сучки более восприимчивы к огню, чем здоровые, из-за отсутствия влаги.

Сучки могут приводить к непредсказуемому поведению древесины при горении, например, к образованию трещин или деформации конструкции. Сучки ослабляют структуру древесины, снижая ее прочность и стойкость к деформации под действием высоких температур.

Сучки увеличивают площадь поверхности древесины, доступной для контакта с огнем, что ускоряет его распространение. Это происходит из-за того, что в местах сучков плотность древесины ниже, и огонь может легко проникать внутрь, не встречая сопротивления. Под воздействием огня древесина с сучками может быстрее нагреваться и терять свою прочность, что приводит к потере несущей способности конструкции.

Степень влияния сучка на огнестойкость зависит от его относительных размеров, разновидности и характера напряжённого состояния нагруженной

детали изделия или конструкции. Наименьшее отрицательное влияние оказывают здоровые, круглые, вполне сросшиеся сучки, а наибольшее - сшивные и групповые. Гнилые сучки имеют ослабленную структуру и легко разрушаются под действием огня.

Заболонь представляет собой молодую и жизненно важную часть древесины, расположенную между ядром и корой. Она характеризуется более высоким содержанием влаги и питательных веществ по сравнению с ядром, что делает ее более подверженной воздействию огня.

Физические и структурные особенности заболони влияют на ее огнестойкость. Заболонь обладает более рыхлой структурой и меньшей плотностью, чем ядро, что приводит к увеличению площади поверхности, доступной для контакта с огнем, и, как следствие, к более быстрому распространению пламени. Кроме того, меньшая плотность заболони делает ее более чувствительной к термическому воздействию, в результате чего древесина быстрее нагревается и теряет свою прочность.

Структурная слабость заболони снижает ее устойчивость к деформации под действием высоких температур. При пожаре древесина заболони может быстрее деформироваться и разрушаться, что приводит к потере несущей способности конструкции. Кроме того, заболонь может служить каналом для быстрого распространения огня внутри деревянной конструкции, проникая через ее рыхлую структуру и охватывая большие площади.

Заболонь часто является источником дополнительной влаги в древесине. С одной стороны, высокая влажность может замедлять процесс горения, но с другой стороны, она способствует разрушению древесины и создает более интенсивное и продолжительное горение. Пустоты и каналы, образуемые в результате наличия заболони, могут служить путями для распространения огня внутри конструкции, увеличивая риск разрушения.

Разрушение структуры древесины заболонью может привести к потере газо- и пароизоляционных свойств, что снижает способность конструкции

предотвращать распространение огня и защищать от негативного воздействия высоких температур. Неоднородность структуры древесины, вызванная присутствием заболони, может усложнять предсказание поведения конструкции в условиях пожара и увеличивать риск непредсказуемых разрушений.

Влияние заболони на огнестойкость деревянных конструкций является важным аспектом при проектировании и строительстве зданий из дерева. Заболонь имеет менее плотную структуру и большее содержание влаги по сравнению с сердцевиной, что влияет на огнестойкость. Содержание экстрактивных веществ, таких как таннины, крахмал и сахара, также может способствовать более быстрому горению заболони. Толщина слоя заболони играет существенную роль в огнестойкости деревянных конструкций, и если слой достаточно тонкий, он может не оказывать значительного влияния на огнестойкость.

Рассмотрим различные типы дефектов формы ствола и строения древесины, которые влияют на огнестойкость деревянных конструкций. Тангенциальный наклон волокон существенно снижает огнестойкость, так как огонь легко распространяется вдоль волокон. Радиальный наклон менее влияет на огнестойкость, чем тангенциальный, однако все же негативно сказывается на способности древесины противостоять огню.

Местная крень снижает огнестойкость в зоне кривизны, делая древесину более хрупкой и склонной к растрескиванию. Сплошная крень значительно снижает огнестойкость всей конструкции, так как искривленный ствол неравномерно распределяет нагрузку.

Свилеватость также влияет на огнестойкость древесины. Волнистая свилеватость снижает огнестойкость из-за неравномерной плотности древесины. Путаная свилеватость значительно снижает огнестойкость, так как хаотичное расположение волокон препятствует образованию защитного слоя

древесного угля. Завиток делает древесину хрупкой и склонной к образованию трещин под действием огня, что еще больше снижает ее огнестойкость.

Пороки сердцевины также играют роль в огнестойкости деревянных конструкций. Односторонний порок сердцевины снижает огнестойкость в зоне смещения сердцевины. Сквозной порок сердцевины значительно снижает огнестойкость всей конструкции, так как сердцевина является более рыхлой и горючей. Пороки сучков могут также влиять на огнестойкость. Глазки незначительно влияют на огнестойкость, если они мелкие и плотно прилегают к древесине. Разбросанные пороки сучков менее влияют на огнестойкость, чем сгруппированные. Светлые пороки сучков менее влияют на огнестойкость, чем темные, которые свидетельствуют о гниении древесины.

Пороки формы ствола, такие как кармашек, сухобокость и прорость, также снижают огнестойкость деревянных конструкций. Кармашек снижает огнестойкость в зоне углубления, сухобокость образует пустоты в древесине, делая ее более хрупкой и горючей, а прорость снижает огнестойкость за счет включения в структуру древесины коры или других посторонних материалов. Пороки по сечению также влияют на огнестойкость. Открытые и односторонние трещины снижают огнестойкость в зоне незаросшей трещины. Сквозная трещина значительно снижает огнестойкость всей конструкции, так как трещина проходит через все сечение. Закрытая трещина менее влияет на огнестойкость, чем открытая, но все же негативно сказывается на способности древесины противостоять огню. Сросшаяся трещина снижает огнестойкость в зоне срастания, делая древесину более хрупкой. Светлые трещины менее влияют на огнестойкость, чем темные, которые свидетельствуют о гниении древесины.

Повреждения грибками, такие как рак и засмолок, также снижают огнестойкость деревянных конструкций. Рак снижает огнестойкость за счет разрушения структуры древесины, а засмолок незначительно влияет на огнестойкость, если он небольшой.

Вместе с тем, посторонние включения, такие как ложное ядро и пятнистость, не влияют на огнестойкость деревянных конструкций.

При визуальном осмотре древесины необходимо тщательно изучить ее на наличие дефектов и определить их степень тяжести. В зависимости от назначения древесины и требований к ее характеристикам, наличие дефектов может быть допустимым или недопустимым.

Идентификация сорта дерева и определение дефектов древесины являются важными этапами при проектировании и строительстве деревянных конструкций. Органолептический метод идентификации сорта дерева и визуальный осмотр древесины на наличие дефектов позволяют определить качество и характеристики древесины, и обеспечить ее надежную эксплуатацию.

Таким образом, наличие дефектов древесины может существенно снизить ее огнестойкость и безопасность деревянных конструкций. При проектировании и строительстве деревянных конструкций необходимо тщательно изучить древесину на наличие дефектов и определить их степень тяжести. В зависимости от назначения конструкции и требований к ее огнестойкости, наличие дефектов может быть допустимым или недопустимым. Для предотвращения возникновения и распространения пожара в зданиях и сооружениях с несущими и ограждающими конструкциями из древесины наибольшее распространение нашли следующие способы огнезащиты: конструктивные способы с помощью плиточных или рулонных материалов разных типов, поверхностная или глубокая пропитка специальными огнезащитными составами, применение огнезащитных покрытий [5].

В результате проведенного исследования были выделены следующие типы видимых пороков древесины, влияющих на ее огнестойкость:

1. Гниль

- Бурая гниль

- Белая гниль
- Мягкая гниль

2. Трещины

- Сквозные
- Наружные
- Внутренние
- Продольные (торцовые, метиковые)
- Поперечные (кольцевые, радиальные)
- Косые
- Усушки
- Мерзлые
- Отлупные

3. Сучки

- Сучковые ветви
- Сучки-узлы
- Сучки-отверстия

4. Заболонь

В таблице 1 систематизированы типы видимых пороков, их влияние на огнестойкость и меры по их устранению

Таблица 1. Типы видимых пороков, их влияние на огнестойкость и меры по их устранению [6], [7], [8]

Тип видимого порока	**Влияние на огнестойкость**	**Меры по устранению**
Гниль	Снижает огнестойкость, увеличивает риск	Удаление поврежденной древесины, пропитка антисептиками, замена элементов конструкции

Тип видимого порока	Влияние на огнестойкость	Меры по устранению
	обрушения конструкции	Конструктивные меры защиты: своевременное увлажнение сухой и, наоборот, просушка, влажной древесины. Химические меры защиты - обработка водорастворимыми антисептиками, например фтористым натрием и маслянистыми антисептиками, к котором относится каменноугольное масло
Трещины	Снижают огнестойкость, увеличивают площадь поверхности для распространения огня	Заполнение трещин специальными составами, усиление конструкции, замена элементов конструкции Поверхностные трещины - способы предотвращения: 1) обеспечение лучшей циркуляции; 2) применение высокой влажности в начале процесса сушки; 3) частое периодическое пропаривание; 4) надежная изоляция потолка или проведение отопительных змеевиков под потолком; 5)применение узких прокладок. Неравномерная сушка - способы предотвращения: 1) исправление обогревающей системы (калориферы); 2) урегулирование циркуляции путем подачи соответственного кол-ва свежего воздуха, изменения направления циркуляции, ремонт дверей и др. Усиление узлов: Стойки цельного сечения, ослабленные встречными трещинами, могут быть усилены увеличением их поперечного

Тип видимого порока	Влияние на огнестойкость	Меры по устранению
		сечения накладками, сплоченными с элементом гвоздями или болтами
Сучки	Снижают огнестойкость, могут создавать дополнительные пути для распространения огня	Удаление сучков, заполнение отверстий специальными составами, пропитка антисептиками
Заболонь	Снижает огнестойкость, обладает менее плотной структурой и большим содержанием влаги	Удаление заболони, пропитка антисептиками, использование огнезащитных покрытий
Деформации ствола (крень, сухобокость)	Снижают огнестойкость, увеличивают риск обрушения конструкции	Замена элементов конструкции, усиление конструкции, использование огнезащитных покрытий
Пороки сердцевины (смещенная сердцевина, сухобокость)	Снижают огнестойкость, увеличивают риск обрушения конструкции	Замена элементов конструкции, усиление конструкции, использование огнезащитных покрытий
Пороки сучков (групповые сучки, сшивные сучки)	Снижают огнестойкость, могут создавать дополнительные пути для распространения огня	Удаление сучков, заполнение отверстий специальными составами, пропитка антисептиками

Тип видимого порока	Влияние на огнестойкость	Меры по устранению
Пороки формы ствола (кармашек, проросль)	Снижают огнестойкость, увеличивают риск обрушения конструкции	Замена элементов конструкции, усиление конструкции, использование огнезащитных покрытий
Пороки по сечению (трещины, отлупы, морозные трещины)	Снижают огнестойкость, увеличивают площадь поверхности для распространения огня	Заполнение трещин специальными составами, усиление конструкции, замена элементов конструкции
Повреждения грибками (рак, засмолок)	Снижают огнестойкость, разрушают структуру древесины	Удаление поврежденной древесины, пропитка антисептиками, замена элементов конструкции
Посторонние включения (ложное ядро, пятнистость)	Не влияют на огнестойкость	Отсутствуют

Каждый из перечисленных типов пороков влияет на огнестойкость древесины своим специфическим образом. Например, гниль разрушает структуру древесины, делая ее более хрупкой и восприимчивой к воздействию огня. Трещины увеличивают площадь поверхности древесины, доступной для контакта с огнем, и ослабляют ее структуру. Сучки могут создавать дополнительные пути для распространения огня внутри деревянной конструкции. Заболонь обладает менее плотной структурой и большим содержанием влаги, что делает ее более подверженной воздействию огня.

Исследование показало, что наличие видимых пороков древесины может значительно снизить ее огнестойкость. При этом степень влияния

пороков на огнестойкость зависит от их типа, размера, расположения и других факторов. Систематизация и классификация видимых пороков древесины позволяет более точно определить их влияние на огнестойкость и разработать эффективные меры по предотвращению и устранению этих пороков.

Заключение

В статье представлен систематизированный и классифицированный обзор влияния различных видимых пороков древесины на её огнестойкость. Результаты исследования могут быть использованы при проектировании и строительстве деревянных конструкций, а также при производстве изделий из древесины. Дальнейшие исследования в этой области должны быть направлены на разработку новых методов предотвращения и устранения видимых пороков древесины, а также на изучение влияния других факторов на ее огнестойкость.

Список литературы

1. Макишев, Ж. К. Огнестойкость деревянных конструкций с длительным сроком эксплуатации / Ж. К. Макишев, А. Б. Сивенков // Пожаровзрывобезопасность. – 2016. – Т. 25, № 3. – С. 34-44. – DOI 10.18322/PVB.2016.25.03.34-44. – EDN VSDSLN.
2. Альбом основных видимых пороков древесины круглых лесоматериалов / Министерство лесного хозяйства Республики Беларусь, Проектно-изыскательское республиканское унитарное предприятие "Белгипролес". – Минск: Министерство лесного хозяйства Республики Беларусь, 2010. – 65 с. – EDN RIYXPB.
3. ГОСТ 2140-81. Видимые пороки древесины. Классификация, термины и определения, способы измерения. М.: Стандартинформ, 2005.

4. Cimer, Z. & Czoboly, Olivér & Harmann, Béla & Lublóy, Éva. (2019). The Effect of the Wood Defects on Fire Resistance. Periodica Polytechnica Civil Engineering. 10.3311/PPci.14838.

5. Асеева, Р. М. Горение и пожарная опасность древесины / Р. М. Асеева, Б. Б. Серков, А. Б. Сивенков // Пожаровзрывобезопасность. – 2012. – Т. 21, № 1. – С. 19-32. – EDN OPEEHF.

6. Платонова, В.Д. Дефекты и пороки деревянных конструкций / В.Д. Платонова, Ю.В. Торопова // VII Всероссийский фестиваль науки: сборник докладов: в 2 томах, Нижний Новгород, 04–05 октября 2017 года / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. Том 1. – Нижний Новгород: Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, 2017. – С. 75-79. – EDN ZVTVDP.

7. Иванов, В.А., Клименко, В.З. Конструкции из дерева и пластмасс. - Киев: Вища школа, 1983. - 279 с.

8. Калугин, А.В. Деревянные конструкции. – М: Издательство Ассоциации строительных Вузов, 2003. - 288с.