

Древесина относится к легковозгораемым материалам. Ее возгорание происходит при температуре 260-290°C, а при нагревании выше 350°C она может воспламениться из-за выделяющихся газов. Процесс горения можно охарактеризовать динамикой выделения тепла в данной системе. Если каким-либо образом организовать отвод тепла с достаточно большой скоростью, то это приведет к тушению пожара. Также отвод тепла способствует предотвращению взрыва, если при пожаре образуются взрывоопасная среда. Для прекращения горения необходимо: не допустить проникновения в зону горения окислителя (кислорода воздуха), а также горючего вещества; охладить эту зону ниже температуры воспламенения (самовоспламенения); разбавить горючие вещества негорючими; интенсивно тормозить скорость химических реакций в пламени (ингибированием); механически срывать (отрывать) пламя. На этих принципиальных методах и основаны известные способы и приемы тушения пожаров. Возгораемость и способность распространять огонь являются одним из основных недостатков древесины как конструкционного материала. Однако возгораемость деревянных элементов и конструкций в зданиях может быть существенно снижена или вообще исключена принятием ряда конструктивных и химических мер [1]. К конструктивным мерам относятся следующие: - избегать применения тонкостенных с внутренними пустотами конструктивных элементов; - отдавать предпочтение конструкциям с массивным сечением без тонких стенок, острых выступов и с гладкой поверхностью (клееным массивным конструкциям); - не располагать деревянные конструкции вблизи источников сильного нагревания (надо помнить, что температура воспламенения древесины при длительном воздействии нагрева может снизиться до 150-170°C при температуре устойчивого горения древесины 260°C); - защищать места неизбежного соприкосновения древесины с источником нагрева эффективными несгораемыми и малотеплопроводными материалами; - возводить деревянные здания с обязательным соблюдением противопожарных разрывов и других требований противопожарных норм. К химическим методам можно отнести использование огнегасительных веществ - веществ, которые при введении в зону сгорания прекращают горение. Таких веществ в природе много, но для тушения пожаров применяют только те, которые обладают высокой эффективностью тушения при минимальных расходах, безвредны для человека при хранении и использовании и просты в употреблении. Огнегасительные вещества могут быть в твердом, жидком и газообразном состоянии. Под действием температуры на поверхности горения они переходят из одного агрегатного состояния в другое: вода превращается в пар, твердая углекислота - в газообразное состояние и т. д. В соответствии с принятыми способами прекращения горения огнегасительные вещества подразделяют на охлаждающие, разбавляющие, изолирующие и химически тормозящие реакции горения. Многие огнегасительные вещества обладают несколькими свойствами.

Например, вода может оказывать разбавляющее, охлаждающее и изолирующее действие. К огнегасительным веществам относятся: вода, химическая и воздушно-механическая пены, водные растворы солей, инертные и негорючие газы, водяной пар, галогенуглеводородные огнегасительные составы и сухие огнетушащие порошки. Вода - основное огнетушащее вещество охлаждения, наиболее доступное и универсальное. Хорошее охлаждающее свойство воды обусловлено её высокой теплоемкостью $C = 4187 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$ при нормальных условиях. В самые отдаленные от нас времена, когда у человека только появилось понятие о жилище и, вообще, о собственности, он прежде всего обратился к воде, как к материалу, со свойствами которого он был давно знаком и который по доступности не имеет соперников. Вода является наиболее широко применяемым средством тушения пожаров, связанных с горением различных веществ и материалов. Достоинствами воды являются её дешевизна и доступность, относительно высокая удельная теплоемкость, высокая скрытая теплота испарения, химическая инертность по отношению к большинству веществ и материалов. К недостаткам воды относятся относительно низкая смачивающая способность, недостаточная адгезия к объекту тушения и т. п. Другой путь защиты древесины — снижение возгораемости самой древесины. Снижение возгораемости древесины вплоть до перевода ее в группу трудносгораемых можно достичь двумя путями: покрытием древесины огнезащитными составами и пропиткой древесины антипиренами. Огнезащитные покрытия могут быть в виде обмазок, красок и лаков. Обмазки состоят из неорганических связующих (глина, известь, гипс), наполнителей (слюда, асбест и т. п.) и антипиренов. Огнезащитные краски образуют более декоративные покрытия. Огнезащитная функция заключается в образовании оплавленных стекловидных пленок, предотвращающих доступ кислорода к древесине и защищающих ее от нагрева. Огнезащитные лаки используются в тех случаях, когда необходимо сохранить видимой природную текстуру дерева. При контакте с огнем лаковая пленка вспучивается и образует теплоизолирующее трудносгораемое покрытие на поверхности древесины. Из огнезащитных красок наиболее известны: атмосфероустойчивая огнезащитная краска ПХВО - (перхлорвиниловая), силикатные краски СК-Г, СК-ХЭМ, и целый ряд других. Химические меры могут свести к минимуму или совершенно исключить возможность возгорания, однако прибегать к ним во всех случаях строительства нет необходимости. Сводятся они к глубокой пропитке древесины конструкций антипиренами - водными растворами веществ, препятствующих возникновению и распространению пламени по поверхности древесины. Представителями таких веществ являются: бура (тетраборат натрия); борная кислота, диаммонийфосфат, хлористый аммоний, фосфорнокислый натрий и аммоний, сернокислый аммоний и др. Огнезащитное действие антипиренов основано на том, что при нагреве до температуры возгорания древесины

антипирены действуют по следующим схемам: – разлагаются с выделением газов, не поддерживающих горение (H_2O , CO_2 , NH_3 и др.); – плавятся с образованием газонепроницаемой стеклообразной пленки; – вспучиваются, а затем обугливаются, образуя теплоизолирующее покрытие. Пока протекают эти процессы, древесина не загорается. Наиболее распространенные антипирены: фосфат и сульфат аммония, бура, поташ (K_2CO_3), борная кислота (H_3BO_2), растворы бикарбоната натрия, хлоридов кальция и аммония, глауберовой соли и др. Соли, выпадая в осадок из водного раствора, образуют изолирующие пленки на поверхности. В последнее время в качестве антипиренов предложены элементоорганические соединения, содержащие галогены и фосфор (например, трихлорэтилфосфат). Гидрогели представляют собой химически или физически сшитые полимеры, которые способны поглощать большие количества жидкости, при этом, не растворяясь и не теряя формы. Известно, что акрилатные композиции влияют на процесс горения композиционных материалов, заключающееся в увеличении индукционного периода воспламенения. Огнетушащий раствор с добавкой гидрогеля "ГП-1" под действием температуры образует полимерную пленку, которая увеличивает адгезию как к горячей, так и к защищаемой от возгорания поверхности, при этом изолирует ее от доступа кислорода, препятствуя стеканию раствора с горячей и защищаемой поверхности. Образец гидрогеля ГП-1 был исследован на термоанализаторе SDT Q 600 в температурном диапазоне от 25 до 1200 °C, скорость нагрева 10 °C/мин, скорость подачи газа 100мл/мин, газ – воздух или азот [2,3,4]. На кривых ТГА-ДСК при нагревании в диапазоне от 25 до 180 °C наблюдается снижение веса образца около 76% (рис.1). По данным ДСК снижение веса сопровождается эндотермическим пиком, максимум которого наблюдается при температуре ~ 110 °C. При дальнейшем прогревании образца в диапазоне до 300 °C наблюдается небольшое снижение веса ~ 3,5 %, которое сопровождается небольшим эндотермическим эффектом, максимум которого приходится на ~ 225°C. В диапазоне 500-600°C наблюдается третья ступень снижения веса ~ 6,5 %, которая сопровождается экзотермическим пиком, максимум которого приходится на ~ 545 °C. Дальнейшее нагревание от 600 до 1200°C показало на кривых ТГА и ДСК не наблюдается никаких эффектов, возможно полное разложение образца до 600°C с образованием кокса (~ 6%), что подтверждается кривой ТГА (потеря веса до 94%). Рис. 1 - Гидрогель ГП-1 в воздушной среде

Кривые ТГА-ДСК при нагревании ГП-1 в среде азота показали: в диапазоне от 25 до 190°C наблюдается снижение веса образца около 76%. По данным ДСК снижение веса сопровождается эндотермическим пиком, максимум которого наблюдается при температуре ~110°C. Дальнейшее нагревание образца в диапазоне до 500 °C показывает снижение веса ~ 13,5 %, которое сопровождается чередой небольших эндотермических эффектов, максимум которых приходится на ~225°C, ~323°C, ~383°C. При температуре 500-1000°C

наблюдается третья ступень снижения веса $\sim 5,6\%$, которая сопровождается эндотермическим пиком, максимум которого приходится на $\sim 803^{\circ}\text{C}$. Дальнейшее нагревание до 1200°C показало выход потери веса на уровень постоянных значений $\sim 95\%$. Рис. 2 - Гидрогель ГП-1 в азоте. При наложении кривых ТГА-ДСК двух различных сред наблюдается полное соответствие результатов ДСК в температурном диапазоне от 25 до 260°C , что можно объяснить потерей массы (76%) за счет испарения воды, водного аммиака, а также разложением персульфата калия (100°C). Эндотермический эффект, максимум которого приходится на $\sim 225^{\circ}\text{C}$, возможно объясняется разложением акриловой кислоты. Появление экзотермического пика при нагревании образца в воздушной среде в диапазоне $500-600^{\circ}\text{C}$ показывает на процесс термоокислительной деструкции полимерной матрицы, что подтверждается отсутствием данного пика на кривой ДСК в среде азота. Прогревание образцов до температуры 1200°C показало потери веса образца порядка 95% , оставшиеся $\sim 5\%$ - возможно полимерный кокс, а также вермикулит, температура разложения последнего $\sim 1350^{\circ}\text{C}$. Смещение кривых ТГА в сторону меньших температур также доказывает наличие термоокислительных процессов и увеличение скорости протекания реакций деструкции в воздушной среде. Таким образом, гидрогель ГП-1 может быть использован в качестве огнезащитного покрытия для снижения возгораемости древесины вплоть до перевода ее в группу трудносгораемых.