

В. П. БУШЕВ

# ОГНЕСТОЙКОСТЬ ПРОТИВОПОЖАРНЫХ ДВЕРЕЙ



1955



В. П. БУШЕВ

62417

Б.94

П.1:38

# ОГНЕСТОЙКОСТЬ ПРОТИВОПОЖАРНЫХ ДВЕРЕЙ

6798/2307.

Изучение противопожарных дверей проводится следующим образом:

1. Пожарная дверь в одностороннем направлении должна быть изготовлена из металла, стальной и прочной стали толщиной не менее 2,5 мм. В случае, если дверь изготовлена из металла, толщина металла должна быть не менее 2,5 мм. Дверь не должна быть изготовлена из дерева, пластика, стекла, керамики, бетона, кирпича, камня, металла, который не был подвергнут огнестойкой обработке. Пожарная дверь должна быть изготовлена из металла, который не был подвергнут огнестойкой обработке.

2. Огнестойкость двери должна быть определена в соответствии с требованиями стандарта. Дверь должна быть изготовлена из металла, который не был подвергнут огнестойкой обработке. Дверь должна быть изготовлена из металла, который не был подвергнут огнестойкой обработке. Дверь должна быть изготовлена из металла, который не был подвергнут огнестойкой обработке.

3. Пожарная дверь не должна быть изготовлена из металла, который не был подвергнут огнестойкой обработке. Дверь должна быть изготовлена из металла, который не был подвергнут огнестойкой обработке. Дверь должна быть изготовлена из металла, который не был подвергнут огнестойкой обработке. Дверь должна быть изготовлена из металла, который не был подвергнут огнестойкой обработке. Дверь должна быть изготовлена из металла, который не был подвергнут огнестойкой обработке.

Таким образом, дверь должна быть изготовлена из металла, который не был подвергнут огнестойкой обработке. Дверь должна быть изготовлена из металла, который не был подвергнут огнестойкой обработке. Дверь должна быть изготовлена из металла, который не был подвергнут огнестойкой обработке. Дверь должна быть изготовлена из металла, который не был подвергнут огнестойкой обработке. Дверь должна быть изготовлена из металла, который не был подвергнут огнестойкой обработке.

ИЗДАТЕЛЬСТВО  
МИНИСТЕРСТВА КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА РСФСР

Москва—1955



В брошюре содержатся краткие сведения об устройстве, назначении и классификации противопожарных дверей, освещаются методика и результаты их испытаний на огнестойкость, приводятся данные об огнестойкости основных типов противопожарных дверей, их преимущества и недостатки.

Брошюра рассчитана на работников пожарной охраны, слушателей пожарно-технических учебных заведений, а также работников проектно-строительных организаций.

## НАЗНАЧЕНИЕ ПРОТИВОПОЖАРНЫХ ДВЕРЕЙ

Из практики известно, что иногда пожар принимает большие размеры, быстро охватывая значительную площадь, несмотря на то, что здание имеет достаточную степень огнестойкости. Одной из причин быстрого распространения огня в таких случаях является наличие незащищенных проемов в противопожарных преградах или недостаточная огнестойкость дверей, защищающих эти проемы.

Значение противопожарных дверей подтверждается следующими примерами.

1. Пожар возник в одноэтажном производственном здании с кирпичными наружными стенами и поперечным брандмауером толщиной 2,5 кирпича. В брандмауере, по направлению центрального прохода цеха, имелся проем, который не был защищен противопожарной дверью. Пожар быстро распространился через этот проем в соседние помещения.

2. Одноэтажное кирпичное здание склада было разделено продольным брандмауером, однако в нем имелись два проема, не защищенные противопожарными дверями. Когда в одной из секций склада возник пожар, огонь распространился через эти проемы в другую секцию.

3. Пожар возник на третьем этаже строящегося семиэтажного жилого дома и, распространяясь по лестничной клетке и через сгораемые перекрытия, охватил четыре вышележащих этажа. Однако в чердачное помещение, отделенное железобетонным перекрытием, огонь не проник, так как вход с лестничной клетки на чердак был защищен противопожарной дверью; она выдержала 40-минутное действие огня и предупредила распространение пожара по чердаку на другие секции здания.

Таким образом, хотя противопожарные двери не относятся к числу основных конструктивных элементов здания, но они имеют важное значение — от их устройства и огнестойкости может зависеть размер пожара.

Противопожарные двери применяются как в промышленном, так и в гражданском строительстве для защиты проемов в брандмауерах, внутренних стенах, ограждениях лестничных клеток и других конструкциях, служащих противопожарными преградами.



Согласно нормам [1], противопожарные двери должны устанавливаться во всех проемах внутренних стен зданий I, II и III степеней огнестойкости, разделяющих помещения, в которых размещены производства, относящиеся по пожарной опасности к категориям А, Б и В.

## **УСТРОЙСТВО ПРОТИВОПОЖАРНЫХ ДВЕРЕЙ**

Противопожарная дверь состоит из полотнища и устройств для навешивания и закрывания.

Полотнище является главной частью двери — от него зависит ее огнестойкость. Для изготовления полотнищ применяют древесину (обычную или огнезащищенную), металл (прокатный и листовой), а также термоизоляционные материалы (асбест, минеральную вату, вымоченный в глиняном растворе войлок). Конструкция полотнища зависит от предъявляемых к двери требований.

К устройствам для навешивания дверей относятся коробки, петли, болты и другие детали.

Для закрывания противопожарных дверей чаще всего применяются щеколды и замки; использовать для этой цели пружины не рекомендуется, так как они могут отказать при высокой температуре. Некоторые двери закрываются под действием собственного веса.

Устройства для навешивания и закрывания дверей нормами не устанавливаются, потому что решающего влияния на огнестойкость они не оказывают. Систему навешивания и закрывания выбирают, исходя из назначения дверей и условий их работы.

## **ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ПРОТИВОПОЖАРНЫМ ДВЕРЯМ**

Противопожарные двери должны отвечать определенным требованиям в отношении огнестойкости, возгораемости, внешнего вида и веса.

**Огнестойкость.** Главным показателем противопожарной двери является предел огнестойкости, т. е. время, в течение которого дверь может сопротивляться действию огня в условиях пожара.

В соответствии с противопожарными нормами [1], двери в брандмауерах и других противопожарных преградах должны иметь предел огнестойкости не менее 1,5 часа. Все проемы во внутренних стенах зданий I, II и III степеней огнестойкости, разделяющих помещения, в которых размещены производства, относящиеся по пожарной опасности к категориям А, Б и В, защищаются противопожарными дверями с пределом огнестойкости не менее 0,75 часа.

**Возгораемость.** Противопожарные двери обычно делают трудносгораемыми или несгораемыми. Наиболее надежными

на первый взгляд кажутся несгораемые двери, поскольку они не горят и не распространяют огня при пожаре. Однако основной материал, используемый для их изготовления, — металл — утрачивает прочность при нагреве и имеет высокую теплопроводность, что отрицательно сказывается на огнестойкости дверей. В связи с этим несгораемые двери применяются в редких случаях.

Наибольшее распространение получили трудносгораемые двери, изготовленные из древесины и защищенные металлической обшивкой. Они почти не деформируются, медленно прогреваются при действии огня и поэтому имеют достаточно высокий предел огнестойкости.

Принято считать, что сгораемые двери не могут служить преградой для пожара; в нормах [1] не указывается величина предела огнестойкости таких дверей.

Однако проведенные ЦНИИПО испытания показали, что соответствующим образом изготовленные сгораемые двери могут защищать проем от распространения огня в течение 1 часа, и поэтому применение их в качестве противопожарных возможно (см. стр. 28).

**Внешний вид.** В промышленных и складских зданиях внешний вид противопожарных дверей не имеет существенного значения. Здесь решающим показателем при выборе типа дверей является их огнестойкость.

В административных, общественных и жилых зданиях при выборе конструкции противопожарных дверей следует учитывать их внешний вид. В таких зданиях, за исключением отдельных помещений, например, чердаков, нецелесообразно применять двери с обшивкой кровельной сталью в замок; неровная поверхность полотнищ с выступающими швами сделает невозможной отделку дверей. Наиболее приемлемы в этих зданиях двери с гладкой металлической обшивкой и другие конструкции, допускающие любую отделку наружных поверхностей дверных полотнищ.

**Вес.** Противопожарные двери должны иметь небольшой вес, чтобы при необходимости их мог закрыть и открыть вручную один человек. Кроме того, малый вес двери позволяет упростить конструкцию устройств для навешивания и закрывания.

## КЛАССИФИКАЦИЯ ПРОТИВОПОЖАРНЫХ ДВЕРЕЙ

*По материалу полотнища* противопожарные двери делятся на три группы: металлические; деревянные с металлической обшивкой; деревянные без металлической обшивки.

*По способу закрывания* двери бывают:

а) вертикально навешенные (одностворчатые и двустворчатые). Эти двери получили наибольшее распространение благодаря простоте устройства для навешивания и малым габаритам. Их навешивают непосредственно в проеме стены на заделанных в кладку штырях или в дверной коробке;

б) раздвижные (однопольные и двухпольные). Они подвешиваются на роликах к направляющей балке, укрепленной над проемом в стене. При пожаре такие двери закрываются вручную.

Описываемые в пожарно-технической литературе раздвижные и подъемно-опускные двери, автоматически закрывающиеся после расплавления легкоплавкого замка под действием собственного веса, в настоящее время не применяют, исходя из соображений техники безопасности.

По огнестойкости двери на особые группы не разделяются. Они различаются по величине предела огнестойкости.

В зависимости от возгораемости двери бывают: негоряемые, трудногоряемые и сгораемые.

### МЕТОДИКА ИСПЫТАНИЙ ПРОТИВОПОЖАРНЫХ ДВЕРЕЙ НА ОГНЕСТОЙКОСТЬ

Испытательная установка. В 1947—1948 гг. в ЦНИИПО были сконструированы специальные установки для

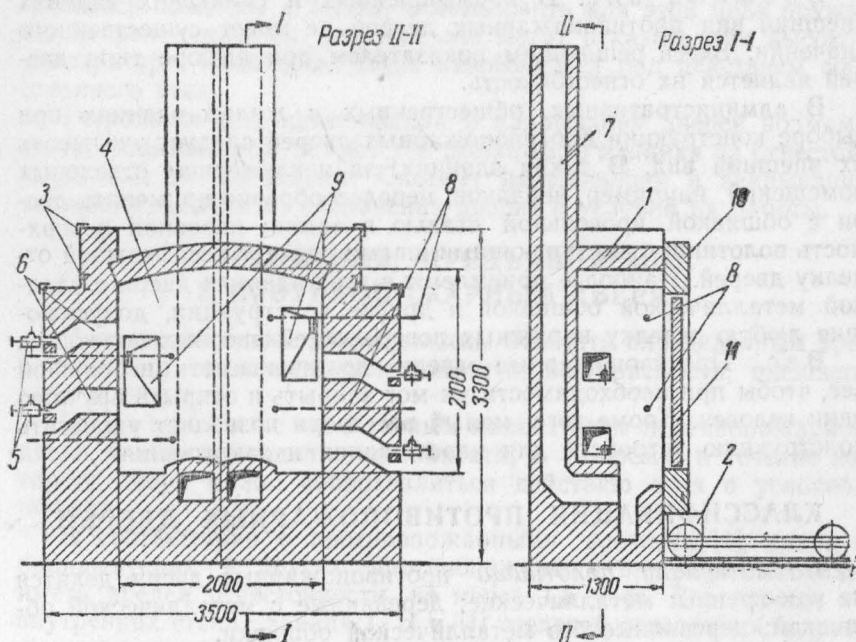


Рис. 1. Установка для испытаний дверей на огнестойкость.

испытаний строительных конструкций на огнестойкость. Испытания противопожарных дверей проводились в 1952—1953 гг. на одной из этих установок, показанной на рис. 1.

Основными частями установки являются печь 1 и тележка 2. Печь размерами  $3,5 \times 3,3 \times 1,3$  м из шамотного кирпича, заключенная в жесткий каркас 3, имеет рабочее окно 4 размерами  $2,1 \times 2,0$  м; она обогревается четырьмя форсунками 5, установленными у нагревательных каналов 6. Продукты сгорания удаляются через дымоходы 7, входные отверстия которых расположены в нижней зоне огневой камеры. Для контроля за температурой печи в огневой камере установлены четыре термомпары 8, расположенные в одной плоскости, на расстоянии 150 мм от обогреваемой поверхности испытываемой двери.

В задней стене печи устроены смотровые окна 9, через которые ведут наблюдение за состоянием двери во время ее испытания.

На передней части тележки 2 имеется кирпичная стена 10 с проемом, в котором устанавливается испытываемая противопожарная дверь 11.

Перед началом огневого испытания тележка подводится вплотную к печи; при этом стена вместе с установленной в ее проеме дверью закрывает рабочее окно огневой камеры.

После выполнения подготовительных работ (заделка неплотностей между стенами и печью, подключение измерительной аппаратуры и т. д.) зажигают форсунки и начинают испытание.

Температурный режим испытаний. Печь регулируют так, что температура в огневой камере непрерывно поднимается в соответствии со стандартной кривой (рис. 2), координаты точек которой определены нормами [1]. Температура печи через 10 мин. должна быть равна  $700^{\circ}\text{C}$ , через 30 мин. —  $800^{\circ}\text{C}$ , через 1 час —  $900^{\circ}\text{C}$  и т. д., в зависимости от продолжительности испытания. За температуру печи принимают среднее арифметическое из показаний четырех термомпар, установленных в огневой камере.

Температуру измеряют через каждые 5 мин. в течение первого часа испытаний и через 10 мин. в течение последующего времени.

Кроме регистрации температуры в печи, при испытаниях про-

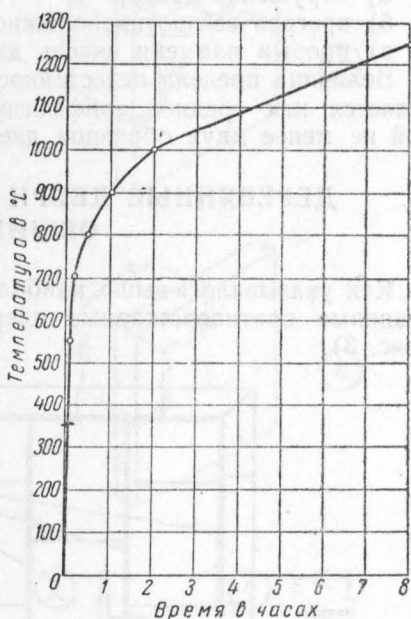


Рис. 2. Стандартная кривая «температура — время».

изводят измерение температуры в толще и на поверхностях опытных конструкций дверей. С этой целью в различные точки сечения дверей заранее закладывают термодатчики.

Предел огнестойкости противопожарных дверей. Испытание продолжают до наступления предела огнестойкости двери. Этот предел считается достигнутым, если отмечен хотя бы один из следующих признаков:

- а) обрушение двери;
- б) прогрев ее противоположной огню поверхности до  $150^{\circ}\text{C}$ ;
- в) прорыв пламени сквозь дверь.

Величина предела огнестойкости выражается в часах и определяется как среднее арифметическое из результатов испытаний не менее двух образцов дверей.

### ДЕРЕВЯННЫЕ ДВЕРИ С МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ОБШИВКОЙ

Как указывалось выше, наибольшее распространение имеют деревянные противопожарные двери с металлической обшивкой (рис. 3).

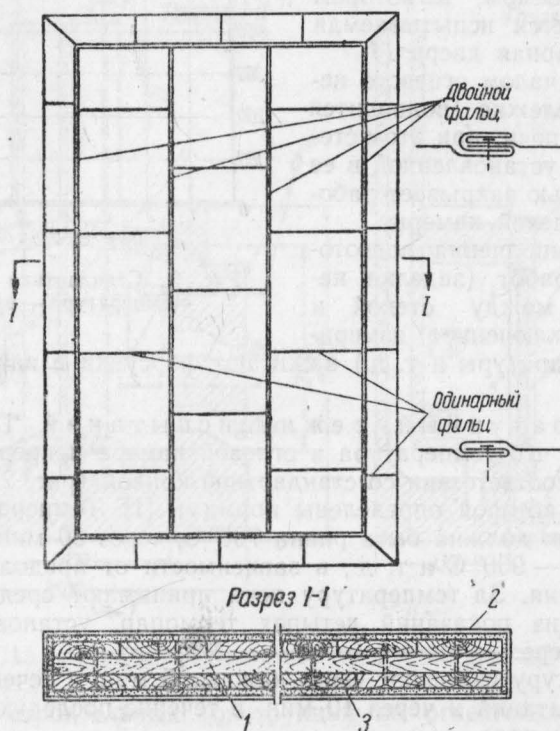


Рис. 3. Полотнище двери с глухой металлической обшивкой.



Полотнища таких дверей изготовляют из двух или трех слоев просушенных досок 1 толщиной 20—25 мм. Доски каждого слоя располагаются под углом к доскам другого слоя. Благодаря

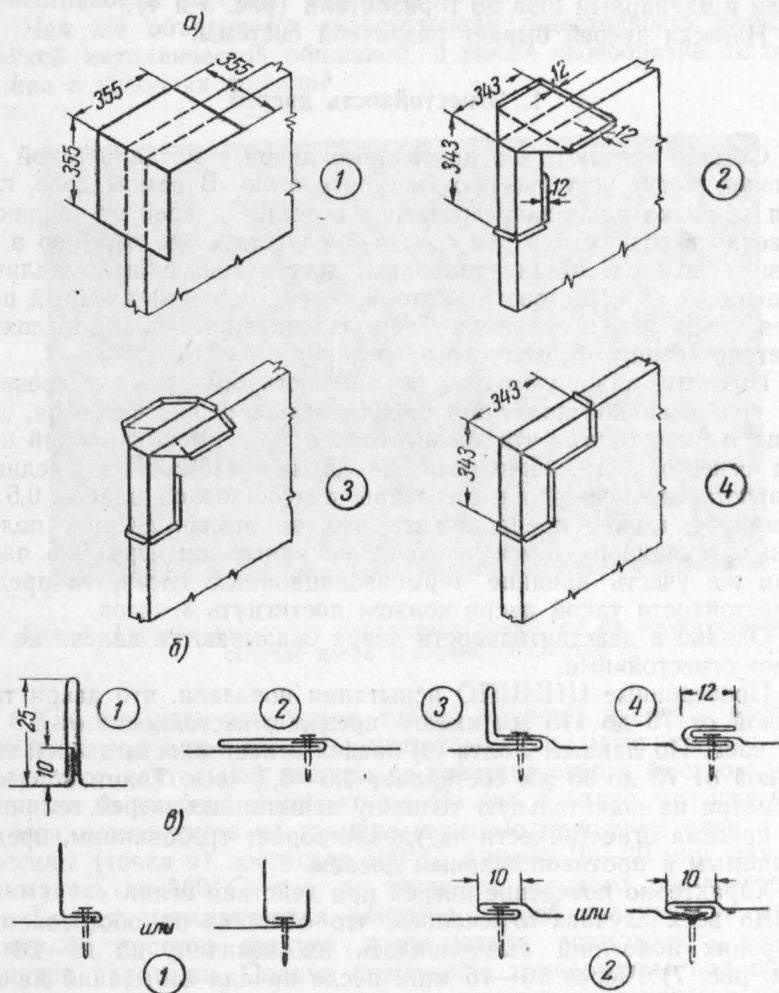


Рис. 4. Обшивка двери:

а — обшивка угла полотнища; б — двойной фальц; в — одинарный фальц.

Цифрами обозначена последовательность операций.

этому предупреждается изменение габаритов полотнища при высыхании древесины и неравномерном изменении размеров досок вдоль и поперек волокон. Между слоями досок в некоторых случаях прокладывают асбестовый картон.

Полотнища обшивают кровельной сталью 2 толщиной 0,5—0,8 мм по слою термоизоляционного материала 3, в качестве которого чаще всего применяют вымоченный в глиняном растворе войлок. Обшивку производят в двойной шов (фальц) по вертикали и одинарный шов по горизонтали (рис. 3 и 4).

Навеска дверей бывает различной системы.

### 1. Огнестойкость дверей

Обычно считают, что деревянные двери с металлической обшивкой могут успешно противостоять огню. В самом деле, глая обшивка защищает древесину в толще дверей от соприкосновения с воздухом и тем самым препятствует ее горению в условиях пожара. Малая теплопроводность древесины и наличие прокладок из асбестового картона обеспечивают медленный прогрев дверного полотнища. Термоизоляционный слой предохраняет древесину от быстрого нагревания.

Поэтому, даже учитывая возможность обугливания древесины под обшивкой полотнищ при длительном действии огня, следовало бы ожидать, что двери данного типа имеют высокий предел огнестойкости. Принимая, по данным ЦНИИПО, среднюю скорость переугливания древесины под обшивкой равной 0,5 мм в минуту, можно предположить, что, например, дверь с полотнищем толщиной 75 мм прогорит не ранее чем через 2,5 часа; если же учесть влияние термоизоляционных слоев, то предел огнестойкости такой двери должен достигнуть 3 часов.

Однако в действительности двери оказываются далеко не такими огнестойкими.

Проведенные ЦНИИПО испытания показали, что двери толщиной от 70 до 115 мм имеют предел огнестойкости от 0,9 до 1,5 часа. По данным Холта [6] предел огнестойкости дверей толщиной от 70 до 95 мм составляет 0,6—0,7 часа. Таким образом, несмотря на значительную толщину испытанных дверей, величина их предела огнестойкости не удовлетворяет требованиям, предъявляемым к противопожарным дверям.

Характерно поведение дверей при действии огня.

Во всех случаях отмечалось, что обшивка на обогреваемых сторонах полотнищ выпучивалась на величину до 15—20 см (см. рис. 7). Через 10—15 мин. после начала испытаний на необогреваемых сторонах дверей начинал выделяться густой дым. Через 40—60 мин. (иногда несколько позже) дым внезапно исчезал, и в местах его выделения — у швов обшивки — появлялось пламя. Так как горение не прекращалось, в этот момент наступал предел огнестойкости дверей (рис. 5).

Но появление пламени снаружи дверей еще не означало, что они полностью утрачивали способность сопротивляться действию огня. К моменту наступления предела огнестойкости дверные полотнища не прогорали; глубина обугливания древесины под

обшивкой составляла не более 30—50% суммарной толщины полотнищ, и поэтому температура на их необогреваемых сторонах не превышала 60—90° С. Очевидно, что огнезащитные возможности дверей оставались неиспользованными, а их предел огнестойкости наступал преждевременно.

Чем же объясняется недостаточная огнестойкость дверей с глухой металлической обшивкой, а также своеобразие их поведения в условиях пожара?

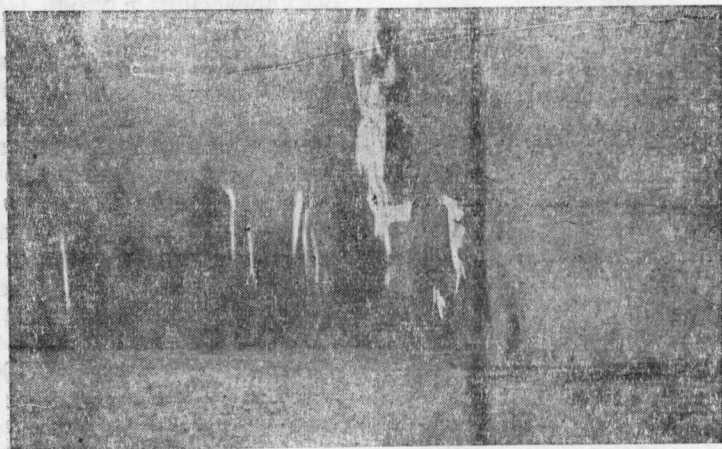


Рис. 5. Горение продуктов разложения древесины на необогреваемой стороне двери с глухой обшивкой.

Как показали испытания, тонкая обшивка дверей и расположенный под нею слой термоизоляционного материала не обеспечивают длительной защиты от действия огня и быстро прогреваются до высокой температуры. Из рис. 6 видно, что уже через 5 мин. температура на границе термоизоляционного слоя и древесины (точка *a*) достигала 100° С, а через 10—20 мин. она поднималась до 300° С, т. е. до значения, опасного для древесины.

Глухая металлическая обшивка дверей изолировала древесину от доступа воздуха и исключала возможность горения внутри полотнищ. Однако повышение температуры под обшивкой вызывало сухую перегонку древесины; нагреваясь в закрытом объеме без доступа воздуха, она разлагалась, выделяя газообразные продукты. Именно эта особенность, обычно не учитываемая, оказывает решающее влияние на огнестойкость дверей.

Рассмотрим подробнее характер процессов, происходящих под обшивкой дверей при действии на них огня.

При повышении температуры на поверхности древесины до 100—130° С (пятая минута испытаний) происходило главным образом выделение водяного пара.

При дальнейшем повышении температуры начиналось слабое разложение древесины. Наиболее энергичное разложение с выделением больших количеств газообразных и парообразных продуктов начиналось при 270—280° С, т. е. на десятой — пятнадцатой минуте испытаний.

Затем наступала главная фаза сухой перегонки (температура 280—380° С). При температуре около 500° С выделялась в ос-

новном тяжелая смола и завершалось превращение древесины в уголь.

Процесс сухой перегонки шел непрерывно, но он не захватывал одновременно всей древесины полотниц. Как показали замеры температуры в толще испытывавшихся образцов дверей, процесс термического разложения происходил в определенной зоне, а остальная масса древесины имела температуру не выше 100° С. По мере превращения древесины в уголь эта зона перемещалась по направлению к необогреваемой стороне полотниц.

Перейдем к определению количества продуктов разложения древесины, выделявшихся при испытаниях.

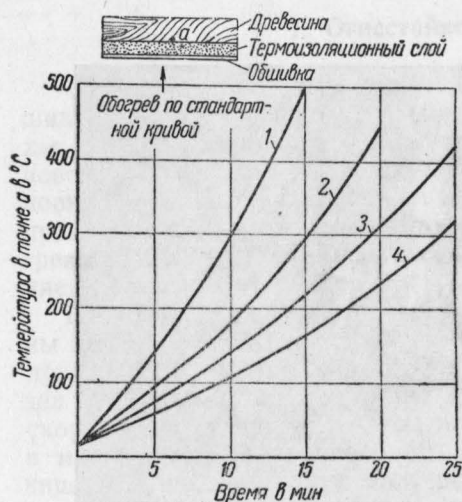


Рис. 6. Прогрев термоизоляционного слоя под обшивкой деревянных дверей:

1 — асбестовый картон толщиной 4 мм; 2 — войлок, вымоченный в глиняном растворе, толщиной 10 мм; 3 — асбестовый картон толщиной 8 мм; 4 — войлок, вымоченный в глиняном растворе, толщиной 20 мм.

Таблица 1

Выход продуктов при сухой перегонке сосны и ели

Продукты сухой перегонки	Выход в весовых %
Неконденсирующиеся газы . . . . .	20
Подсмольная вода . . . . .	40
Осадочная смола . . . . .	10
Уголь . . . . .	30

В табл. 1 приведены средние данные \* о выходе продуктов

\* Таблица составлена на основании нескольких литературных источников, и проценты выхода продуктов представляют собой усредненные величины.



сухой перегонки сосны и ели — пород дерева, обычно применяемых для изготовления дверных полотнищ.

Уголь и осадочная смола представляют собой остаток сухой перегонки, а подсмольная вода и неконденсирующиеся газы образуют парогазовую смесь, занимающую значительный объем.

Расчеты, основанные на данных табл. 1, показывают, что при разложении 1 кг древесины об-  
разуется (при температуре 100° С) около 0,94 м<sup>3</sup> парогазовой смеси.

По данным испытаний, температура газов под обшивкой дверей при действии на них огня составляет в среднем 550° С; поэтому действительный выход парогазовой смеси, с учетом поправки на температурное расширение газов, составляет:  $q = 2,21 \text{ м}^3/\text{кг}$ .

Взяв в качестве примера дверь площадью 2,5 м<sup>2</sup> с полотнищем из трех слоев сосновых досок общей толщиной 75 мм, подсчитаем количество парогазовой смеси, которое может образоваться под обшивкой.

Вес древесины в полотнище составит:

$$P = 2,5 \times 0,075 \times 550 = 103 \text{ кг},$$

где 550 кг/м<sup>3</sup> — объемный вес воздушно-сухой древесины сосны.

Общий выход парогазовой смеси будет равен:

$$Q = qP = 2,21 \times 103 = 228 \text{ м}^3.$$

Принимая, по данным опытов, время полного переугливания древесины под обшивкой двери  $\tau = 150 \text{ мин.}$ , определим средний секундный выход парогазовой смеси:

$$Q_1 = \frac{Q}{\tau} = \frac{228}{150} = 1,52 \text{ м}^3/\text{мин} = 0,0253 \text{ м}^3/\text{сек.}$$

Таким образом, под обшивкой обычной противопожарной двери средних размеров при действии огня может выделяться около 25 л паров и газов в секунду.

Под давлением газов, не имеющих свободного выхода наружу, обшивка дверей выпучивается (рис. 7), ее швы частично

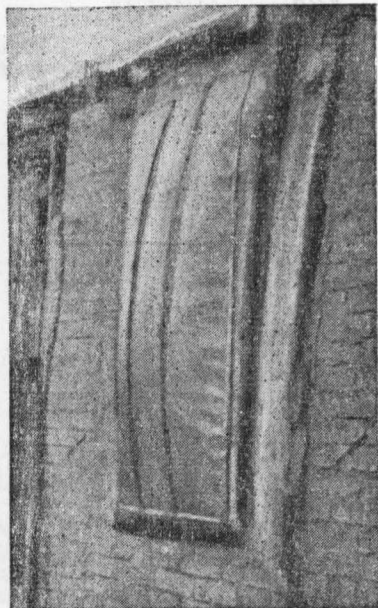


Рис. 7. Дверь с глухой обшивкой после испытания на огнестойкость.



раскрываются, и через образующиеся неплотности на обеих сторонах полотнища начинает выделяться горючая парогазовая смесь. Помимо углекислого газа и водяных паров, эта смесь содержит такие горючие газы, как метан ( $\text{CH}_4$ ), окись углерода ( $\text{CO}$ ), водород ( $\text{H}_2$ ), этилен ( $\text{C}_2\text{H}_4$ ), а также пары метилового спирта ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) и ацетона  $[(\text{CH}_3)_2\text{CO}]$ .

Та часть парогазовой смеси, которая выделяется на обогреваемой стороне дверей, сразу же сгорает под действием высокой температуры и поэтому никакой опасности не представляет. Остальная часть продуктов разложения древесины выделяется на необогреваемых сторонах дверей в виде дыма (рис. 8).

Деформация обшивки под действием огня приводит к тому, что с течением времени, обычно к 30—40-й минуте, нарушается плотность прилегания полотнищ к коробке или проему стены. Через зазоры, образующиеся по периметру двери, начинают выбиваться раскаленные газы, которые вызывают воспламенение парогазовой смеси на необогреваемой стороне полотнища. Наблюдаются также случаи самовоспламенения парогазовой смеси.

Таким образом, испытания показали, что процесс сухой перегонки древесины, происходящий под обшивкой дверей

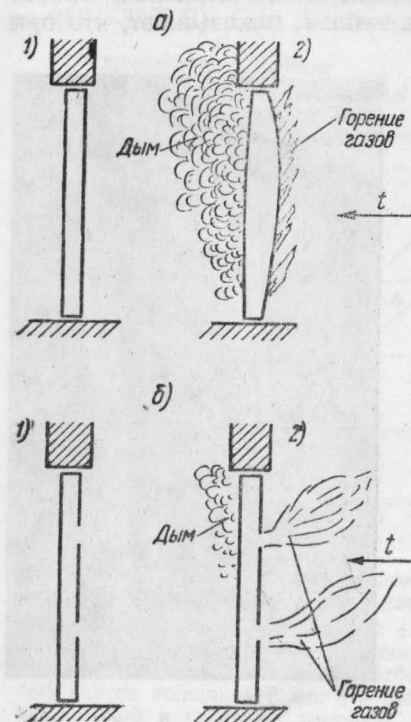


Рис. 8. Схема действия предохранительных отверстий:

а — двери с глухой обшивкой; б — двери с предохранительными отверстиями; 1 — до испытания, 2 — при действии огня; t — направление обогрева.

при нагреве, приводит к выделению и воспламенению парогазовой смеси на необогреваемой стороне дверей и значительно снижает предел их огнестойкости.

## 2. Конструкция дверей

**Обшивка.** Испытания дверей показали, что предел их огнестойкости можно увеличить, устранив возможность преждевременного появления пламени на необогреваемых сторонах полотнищ.

Так как предупредить воспламенение и, тем более, самовоспламенение выделяющихся наружу раскаленных продуктов разложения древесины практически невозможно, усовершенствование дверей могло быть направлено только на прекращение выделения парогазовой смеси на «холодных» сторонах полотнищ. С этой целью было предложено заранее прорезать в обшивке дверей, на той поверхности, которая может подвергнуться действию огня при пожаре, специальные предохранительные отверстия для выпуска газов. Схема их показана на рис. 9.

В дверях с глухой обшивкой продукты разложения древесины выделяются на обеих сторонах, причем на необогреваемой стороне они образуют густой «дым» (см. рис. 8, а), воспламенение которого приводит к преждевременному наступлению предела огнестойкости.

При наличии в обшивке предохранительных отверстий продукты разложения древесины получают беспрепятственный выход на обогреваемые стороны дверей, где они сгорают (см. рис. 8, б). За счет этого резко уменьшается или вообще прекращается выделение газов на необогреваемых сторонах полотнищ, и возможность преждевременного появления пламени устраняется. Двери выдерживают действие огня, не пропуская его наружу, вплоть до перегливания всей древесины; поэтому предел их огнестойкости достигает максимального значения — он увеличивается в среднем в два раза.

Таким образом, применять глухую обшивку дверей нецелесообразно; в ней следует устраивать предохранительные отверстия. При этом в дверях с обшивкой по асбестовому картону отверстия 1 (см. рис. 9) нужно прорезать до древесины, а в дверях с обшивкой по войлоку отверстия достаточно устраивать только в обшивке.

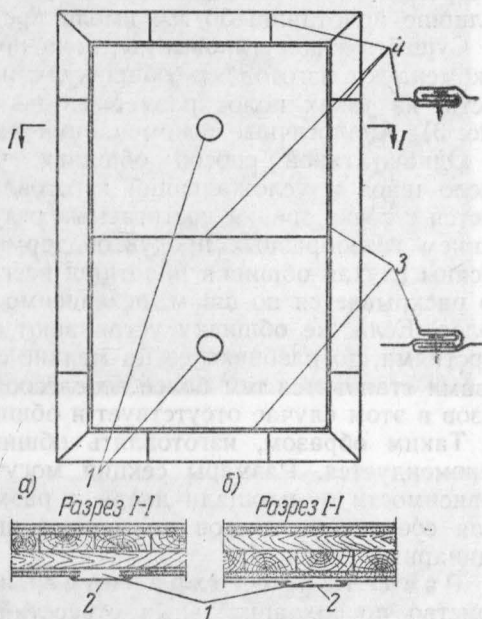


Рис. 9. Полотнище двери с предохранительными отверстиями в обшивке:  
а — обшивка по асбестовому картону; б — обшивка по вымоченному в глиняном растворе войлоку.

В тех случаях, когда направление возможного огневого воздействия неизвестно, отверстия необходимо прорезать на обеих сторонах двери. Эти отверстия должны быть наглухо закрыты накладками 2 из кровельной стали, припаянными третником или оловом. При пожаре пайка быстро расплавится\*, и отверстия автоматически откроются только на обогреваемой стороне.

Внешний вид двери с предохранительными отверстиями на обогреваемой стороне показан на рис. 10. Эта дверь при общей толщине полотнища 56 мм имела предел огнестойкости 2 часа.

Существующие типовые чертежи противопожарных дверей [7] рекомендуют изготавливать обшивку, с целью повышения ее жесткости, из узких полос размерами не более 400 × 250 мм (см. рис. 3). Аналогичные рекомендации имеются в литературе.

Однако такой способ обшивки, чрезмерно увеличивающий число швов и усложняющий изготовление дверей, не оправдывается с точки зрения достигаемых результатов, так как под давлением газообразных продуктов термического разложения древесины глухая обшивка полотнищ всегда выпучивается и частично раскрывается по швам, независимо от количества и размеров полос. Если же обшивку устраивают с предохранительными отверстиями, то разбивка ее на мелкие секции с многочисленными швами становится тем более нецелесообразной, так как давление газов в этом случае отсутствует и обшивка не деформируется.

Таким образом, изготавливать обшивку из мелких секций не рекомендуется. Размеры секций могут быть максимальными в зависимости от площади двери и размеров листов (см. рис. 9). Для соединения листов применяют швы в двойной фальц 3 и одинарный фальц 4.

Расчет предохранительных отверстий. Устройство предохранительных отверстий вызывает необходимость определения их площади. Ниже приводится приближенный способ расчета.

Предположим, что все паро- и газообразные продукты разложения древесины выходят только через предохранительные отверстия.

Количество парогазовой смеси зависит от веса древесины в полотнищах, который можно выразить формулой:

$$P = Fx\gamma, \quad (1)$$

где:  $F$  — площадь полотнища в  $\text{м}^2$ ;

$x$  — суммарная толщина слоя древесины в  $\text{м}$ ;

$\gamma$  — объемный вес древесины; для воздушно-сухой сосны  $\gamma = 550 \text{ кг/м}^3$ .

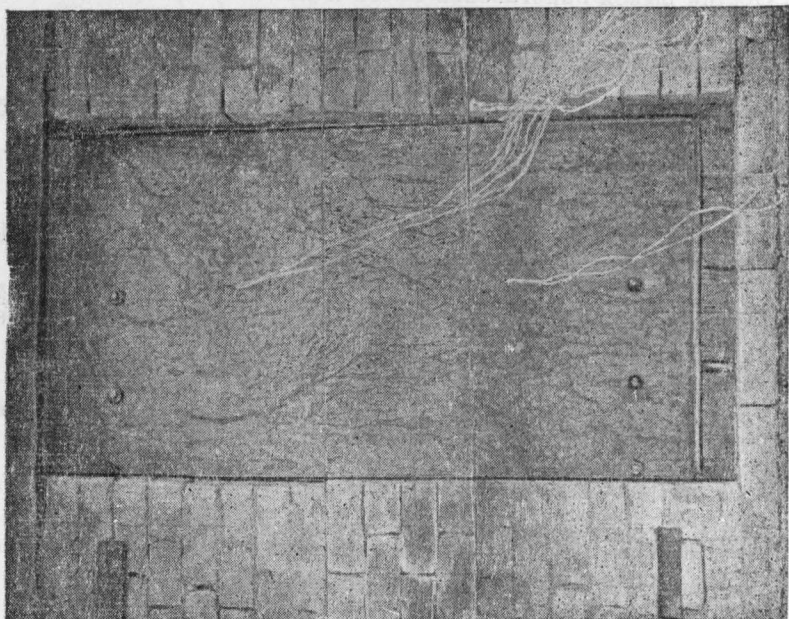
Как указывалось выше, выход парогазовой смеси при температуре газов  $550^\circ \text{C}$  будет:  $q = 2,21 \text{ м}^3/\text{кг}$ .

---

\* В условиях испытаний накладки отпадали через 2—3 мин. после начала огневого воздействия, при температуре около  $300^\circ \text{C}$ .

6798/237.

б)



а)

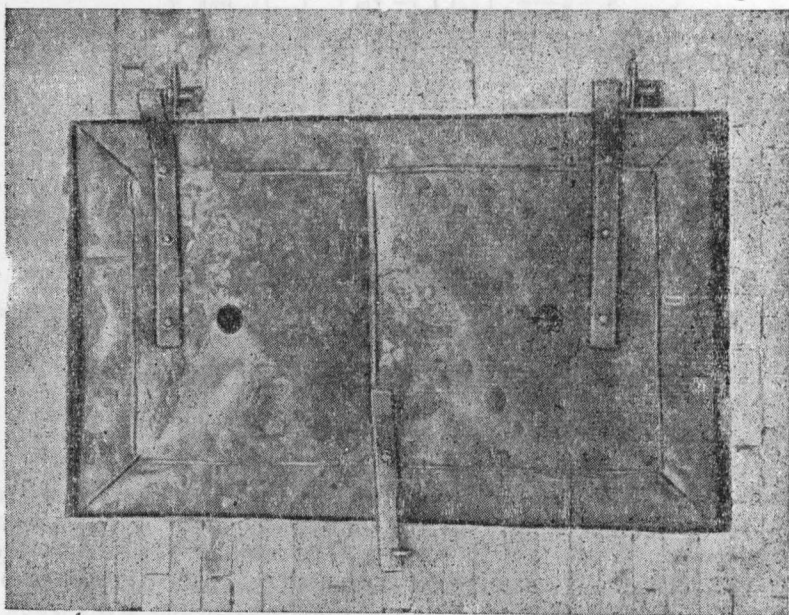


Рис. 10. Дверь с предохранительными отверстиями после испытания на огнестойкость в течение двух часов:  
а — обогривавшаяся сторона; б — необогривавшаяся сторона.



Общий выход парогазовой смеси к моменту превращения всей древесины в уголь составит:

$$Q = Pq. \quad (2)$$

Длительность полного переугливания древесины определится:

$$\tau = \frac{x}{v}, \quad (3)$$

где  $v = 0,5 \text{ мм/мин} = 0,0005 \text{ м/мин}$  — средняя скорость переугливания слоя древесины толщиной 50 мм.

Кривые на рис. 13 показывают, что для слоя древесины другой толщины скорость переугливания несколько изменяется, однако для данного расчета можно пренебречь этим изменением и принять для всех толщин древесины  $v = 0,0005 \text{ м/мин}$ .

Расход парогазовой смеси через предохранительные отверстия будет:

$$L = \frac{Q}{\tau} \text{ м}^3/\text{мин}. \quad (4)$$

По данным испытаний, оптимальная скорость истечения газов из предохранительных отверстий составляет около 2 м/сек.

Задаваясь средней скоростью истечения газов  $\omega = 2,0 \text{ м/сек} = 120 \text{ м/мин}$ , определим площадь предохранительных отверстий из выражения:

$$L = f\omega, \quad (5)$$

откуда:

$$f = \frac{L}{\omega}, \quad (6)$$

где  $f$  — площадь предохранительных отверстий.

Подставив в формулу (6) данные из предыдущих выражений, получим:

$$f = \frac{0,0005 \times 2,21 \times 550 F x}{120 x} = 0,0051 F,$$

или округленно

$$f = 0,005 F. \quad (7)$$

Таким образом, площадь предохранительных отверстий зависит только от площади полотна.

Размещение предохранительных отверстий. Опыты показали, что наилучшие результаты достигаются в том случае, когда на поверхности двери устраивают не одно, а два предохранительных отверстия; это обеспечивает наиболее полное удаление парогазовой смеси из-под обшивки. Отверстия размещают, как показано на рис. 11, по оси двери, в центрах ее нижней и верхней половин.



В этом случае площадь каждого отверстия  $f_1$  составит:

$$f_1 = \frac{f}{2} = 0,0025 F = \frac{\pi d^2}{4},$$

где:  $\pi = 3,14$ ;

$d$  — диаметр отверстия.

Отсюда:

$$d = \sqrt{\frac{4 \times 0,0025 F}{3,14}} = 0,0564 \sqrt{F}.$$

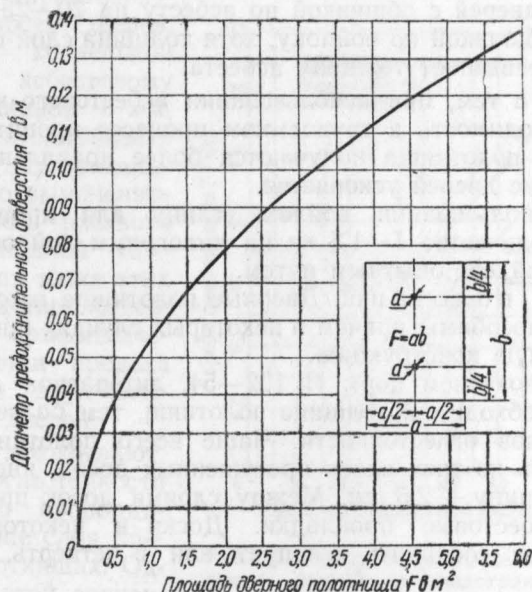


Рис. 11. Зависимость диаметра предохранительных отверстий от площади двери.

Таким образом, при устройстве двух предохранительных отверстий их диаметр  $d$  должен быть равен:

$$d = 0,0564 \sqrt{F}. \quad (8)$$

Для удобства пользования при расчетах формула (8) представлена на рис. 11 в графическом виде.

Нормами [1] принята упрощенная формула:

$$d = 6 \sqrt{F},$$

где:  $d$  — диаметр отверстия в см;

$F$  — площадь полотна в  $\text{м}^2$ .

Термоизоляционные материалы для обшивки дверей. Существующая пожарно-техническая литература

обычно рекомендует применять при обшивке дверных полотнищ войлок, вымоченный в глиняном растворе.

Однако этот доступный трудносгораемый материал имеет ряд недостатков. Он неудобен в пользовании, требует трудоемких процессов вымачивания и сушки, затрудняет получение правильной формы металлической обшивки.

Испытания показали, что при обшивке дверных полотнищ целесообразно использовать асбестовый картон, который обычно рекомендуется только для прокладок между слоями досок.

Из сравнения кривых 1 и 2 на рис. 12 видно, что предел огнестойкости дверей с обшивкой по асбесту на 20—25% выше, чем дверей с обшивкой по войлоку, хотя толщина слоя войлока в 2—2,5 раза превышает толщину асбеста.

Вместе с тем, при использовании асбестового картона отпадает необходимость в трудоемком процессе пропитки глиняным раствором, полотнища получаются более правильной формы, а изготовление дверей ускоряется.

При использовании войлока глину для пропитки следует брать в количестве 1—1,5 кг на килограмм войлока. Это соотношение найдено опытным путем.

**Щиты полотнищ.** Дверные полотнища изготавливают различными способами, причем в некоторых случаях щиты имеют нерациональную конструкцию.

За исключением норм Н 102—54, литература не дает указаний о необходимой толщине полотнищ, тем более для различных пределов огнестойкости. Чаще всего полотнища рекомендуют делать из трех слоев просушенных досок, иногда указывают их толщину — 2,5 см. Между слоями досок предлагают помещать асбестовые прокладки. Доски в некоторых случаях рекомендуют соединять в шпунт или в четверть, а иногда — склеивать.

Испытания позволили уточнить эти требования.

Толщину щита, в зависимости от необходимого предела огнестойкости двери, можно установить по графикам, приведенным на рис. 14 и 15 (см. стр. 25).

При изготовлении полотнищ достаточно выдержать требуемую суммарную толщину слоя древесины. Количество слоев досок не имеет значения, так как предел огнестойкости дверей наступает не в результате прорыва пламени через стыки досок, а в результате переугливания толщи древесины, т. е. зависит от длительности этого процесса. Уплотнять стыки досок путем их соединения в четверть, в шпунт и, тем более, склеивания — нецелесообразно; двери можно делать из обычных строганых чисто-обрезных досок, сбивая их гвоздями. Доски одного слоя нужно располагать горизонтально, а другого — вертикально.

Применение асбестовых прокладок между слоями досок несколько повышает предел огнестойкости дверей. Однако от использования прокладок можно отказаться, поскольку это значи-

тельно упрощает конструкцию дверей, а необходимый предел огнестойкости может быть обеспечен незначительным увеличением толщины слоя древесины.

### 3. Расчет огнестойкости дверей

На рис. 12 графически выражена полученная при испытаниях зависимость предела огнестойкости дверей с предохранительными отверстиями от толщины полотнищ.

Кривая 1 характеризует огнестойкость дверей, обшитых кровельной сталью по асбестовому картону толщиной 8 мм, кривая 2 — огнестойкость дверей, обшитых кровельной сталью по вымоченному в глиняном растворе войлоку толщиной 15—20 мм. Каждая точка этих кривых представляет собой среднее арифметическое из величин предела огнестойкости двух-четырех образцов дверей.

Кривые показывают, что предел огнестойкости дверей прямо пропорционален толщине слоя древесины в полотнищах. Однако знания этой зависимости еще недостаточно для нахождения предела огнестойкости дверей различной конструкции, так как он зависит и от других факторов.

В результате испытаний было выявлено, что огнестойкость противопожарных дверей рассматриваемого типа определяется:

- а) толщиной слоя древесины;
- б) толщиной слоя и видом термоизоляционного материала;
- в) конструктивными особенностями обшивки.

Исходя из этого, можно написать следующее общее выражение предела огнестойкости дверей:

$$\tau = \alpha k \varphi(x, z), \quad (9)$$

где:  $\tau$  — предел огнестойкости;

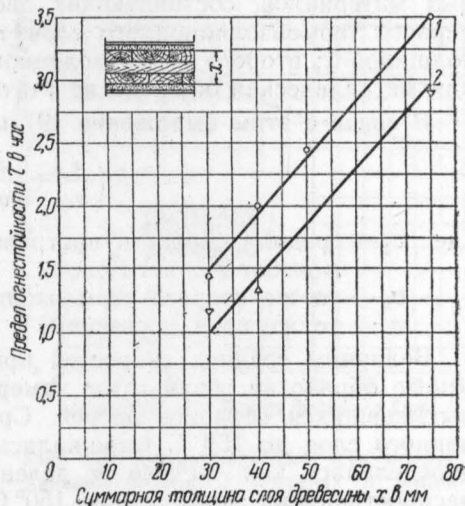


Рис. 12. Зависимость предела огнестойкости дверей с предохранительными отверстиями от толщины полотнищ:

1 — двери с обшивкой по слою асбестового картона толщиной 8 мм; 2 — двери с обшивкой по слою вымоченного в глиняном растворе войлока толщиной 15—20 мм.

- $\alpha$  — коэффициент, зависящий от конструктивных особенностей обшивки;
- $k$  — коэффициент, учитывающий различную газопроницаемость обшивки по асбесту и войлоку;
- $x$  — суммарная толщина слоя древесины;
- $z$  — толщина термоизоляционного слоя;
- $\varphi$  — обозначение функции (зависимости).

Предел огнестойкости двери можно представить как сумму трех слагаемых. Каждое из них будет выражать отрезок времени, затрачиваемый на прогрев до  $150^{\circ}\text{C}$  одного из слоев различных материалов, составляющих дверное полотно, а именно: первого термоизоляционного слоя толщиной  $z$ ; слоя древесины толщиной  $x$ ; второго термоизоляционного слоя толщиной  $z$  (тонкая металлическая обшивка не учитывается).

В связи с этим выражение (9) можно написать так:

$$\tau = \alpha k \left( \frac{z}{v_1} + \frac{x}{v_2} + \frac{z}{v_3} \right), \quad (10)$$

где:  $v_1$  — средняя скорость прогревания до  $150^{\circ}\text{C}$  первого термоизоляционного слоя;

$v_3$  — то же второго термоизоляционного слоя;

$v_2$  — то же слоя древесины.

Величины средних скоростей прогревания были найдены на основе обработки результатов замеров температуры в толще испытывавшихся образцов дверей. Средняя скорость прогревания данного слоя до  $150^{\circ}\text{C}$  выражалась в миллиметрах в минуту и определялась как частное от деления толщины слоя на время распространения температуры  $150^{\circ}\text{C}$  от одной границы слоя до другой.

Были получены следующие величины:  
для асбестового картона

$$v_1 = 0,60 \text{ мм/мин}; v_3 = 0,35 \text{ мм/мин};$$

для вымоченного в глиняном растворе войлока

$$v_1 = 1,10 \text{ мм/мин}; v_3 = 0,50 \text{ мм/мин}.$$

Средняя скорость прогревания древесины  $v_2$  определялась аналогичным образом. В дальнейшем вместо выражения «скорость прогревания» древесины употребляется более правильное выражение «скорость переугливания», так как при действии высокой температуры древесина не прогревалась, а переугливалась. К моменту распространения температуры  $150^{\circ}\text{C}$  от одной границы слоя до другой почти вся древесина превращалась в уголь.

Было найдено, что скорость переугливания зависит, во-первых, от толщины слоя древесины, и, во-вторых, от конструкции обшивки: в дверях с предохранительными отверстиями она оказалась меньше, чем в дверях с глухой обшивкой. В графическом

виде эта зависимость выражена на рис. 13, где кривая 1 определяет скорость переугливания древесины в дверях с предохранительными отверстиями, а кривая 2 — в дверях с глухой обшивкой в двойной и одинарный фальц.

Преобразуем зависимость, выраженную графически на рис. 13, в формулы, необходимые для дальнейших расчетов.

Для дверей с предохранительными отверстиями:

$$v_2 = 1,36x^{-0,25}; \quad (11)$$

для дверей с глухой обшивкой:

$$v_2 = 3,16x^{-0,40}. \quad (12)$$

Определим коэффициент  $\alpha$ , входящий в выражения (9) и (10). Этот коэффициент зависит от конструкции обшивки, определяя снижение предела огнестойкости дверей за счет преждевременного появления пламени на их необогреваемых сторонах, и может быть выражен:

$$\alpha = \frac{\tau}{\tau_{отв}}, \quad (13)$$

где:  $\tau$  — предел огнестойкости двери;

$\tau_{отв}$  — предел огнестойкости двери такой же толщины, но с предохранительными отверстиями в обшивке.

Коэффициент  $\alpha$  определялся опытным путем; для дверей с глухой обшивкой  $\alpha = 0,54$ , а для дверей с предохранительными отверстиями  $\alpha = 1,00$ .

Второй коэффициент, входящий в выражения (9) и (10), —  $k$  — выражает зависимость между действительным пределом огнестойкости двери и «теоретическим» пределом (при прогреве до  $150^\circ\text{C}$ ). В дверях с термоизоляционным слоем из вымоченного в глиняном растворе войлока, даже если в обшивке имелись предохранительные отверстия, предел огнестойкости наступал несколько раньше прогрева необогреваемых сторон полотнищ до  $150^\circ\text{C}$ . Это происходило за счет появления пламени снаружи двери вследствие более высокой газопроницаемости обшивки по войлоку по сравнению с обшивкой по асбестовому картону.

Коэффициент  $k$  можно выразить:

$$k = \frac{\tau_d}{\tau_m}, \quad (14)$$

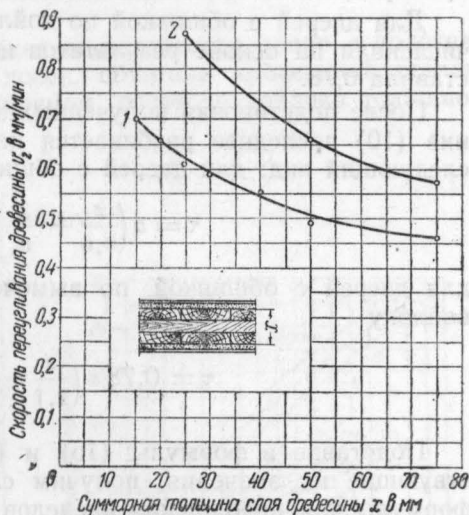


Рис. 13. Зависимость скорости переугливания древесины в дверях от толщины ее слоя.



где:  $\tau_d$  — действительный предел огнестойкости двери с предохранительными отверстиями;

$\tau_m$  — «теоретический» предел огнестойкости этой двери — по признаку ее прогрева до  $150^\circ\text{C}$ .

Для дверей с обшивкой по асбестовому картону  $k = 1,00$ , так как действительный предел огнестойкости этих дверей наступал при прогреве до  $150^\circ\text{C}$  и был равен «теоретическому» пределу.

Для дверей с обшивкой по войлоку средняя величина  $k$ , вычисленная на основе результатов испытаний восьми дверей, составила 0,78.

После подстановки полученных значений  $v_1$ ,  $v_3$  и  $k$  в выражение (10) последнее разбивается на две формулы и принимает следующий вид: для дверей с обшивкой по асбестовому картону

$$\tau = \alpha \left( \frac{z}{0,6} + \frac{x}{v_2} + \frac{z}{0,35} \right); \quad (15)$$

для дверей с обшивкой по вымоченному в глиняном растворе войлоку

$$\tau = 0,78 \alpha \left( \frac{z}{1,1} + \frac{x}{v_2} + \frac{z}{0,5} \right). \quad (16)$$

Подставив в формулы (15) и (16) вместо  $v_2$  и  $\alpha$  соответствующие их значения, получим следующие четыре расчетные формулы для нахождения пределов огнестойкости дверей.

а) Двери, обшитые кровельной сталью по асбестовому картону.

При обшивке с предохранительными отверстиями:

$$\tau = 4,5z + 0,74x\sqrt[4]{x}. \quad (17)$$

При глухой обшивке в двойной и одинарный фальц:

$$\tau = 2,5z + 0,17x\sqrt[5]{x^2}. \quad (18)$$

б) Двери, обшитые кровельной сталью по вымоченному в глиняном растворе войлоку.

При обшивке с предохранительными отверстиями:

$$\tau = 2,3z + 0,57x\sqrt[4]{x}. \quad (19)$$

При глухой обшивке в двойной и одинарный фальц:

$$\tau = 1,2z + 0,13x\sqrt[5]{x^2}. \quad (20)$$

Для практического использования формулы (17) — (20) представлены в виде номограмм на рис. 14 и 15.

## Примеры пользования номограммами:

**Пример 1.** Найти предел огнестойкости двери с полотнищем из трех слоев 25-мм досок, обшитым кровельной сталью по слою асбестового картона толщиной 6 мм. Обшивка с предохранительными отверстиями.

**Решение.** На рис. 14 выбираем группу прямых 1 (двери с предохранительными отверстиями) и для  $x = 75$  мм и  $z = 6$  мм находим:  $\tau = 3,2$  часа.

**Пример 2.** Найти предел огнестойкости двери с полотнищем из двух слоев 20-мм досок, обшитым кровельной сталью по слою вымоченного в глиняном растворе войлока толщиной 15 мм. Обшивка глухая.

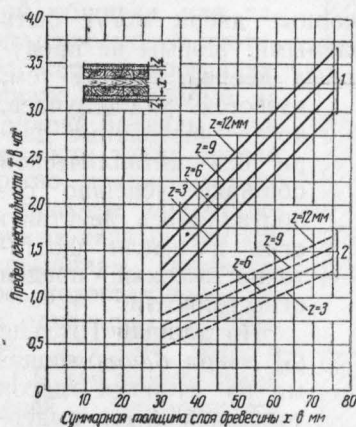


Рис. 14. Номограмма для нахождения предела огнестойкости деревянных дверей, обшитых кровельной сталью по асбестовому картону:

1 — двери с предохранительными отверстиями; 2 — двери с глухой обшивкой в двойной и одинарный фальц.

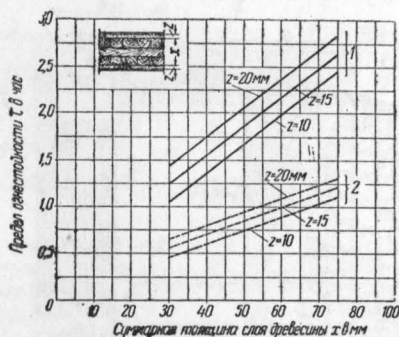


Рис. 15. Номограмма для нахождения предела огнестойкости деревянных дверей, обшитых кровельной сталью по вымоченному в глиняном растворе войлоку:

1 — двери с предохранительными отверстиями; 2 — двери с глухой обшивкой в двойной и одинарный фальц.

**Решение.** На рис. 15 выбираем группу прямых 2 (двери с глухой обшивкой) и для  $x = 40$  мм и  $z = 15$  мм находим  $\tau = 0,7$  часа.

## 4. Преимущества и недостатки дверей

К преимуществам деревянных дверей с металлической обшивкой относятся:

- а) доступность материалов и простота конструкции;
- б) медленный прогрев при действии огня;
- в) отсутствие деформации полотнища при нагреве;

г) достаточно высокий предел огнестойкости — при наличии в обшивке предохранительных отверстий.

Недостатками дверей данного типа являются:

а) непривлекательный внешний вид в связи с неровной поверхностью обшивки и наличием выступающих швов;

б) возможность задымления во время пожара прилегающих к двери помещений (при глухой обшивке).

## ДЕРЕВЯННЫЕ ДВЕРИ БЕЗ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ОБШИВКИ

### 1. Конструкция и огнестойкость дверей

Принято считать, что противопожарные двери могут быть только несгораемыми или трудносгораемыми. Нормы не предусматривают сгораемых противопожарных дверей. Между тем,

известен ряд случаев, когда деревянные двери без металлической обшивки успешно сопротивлялись действию огня и имели достаточно высокий предел огнестойкости.

По данным Шульце [8], двери с полотнищами из дубовых досок толщиной 4 см выдерживали огневое испытание в течение 30 мин.; они обугливались на глубину 2—2,5 см, но пламени не пропускали.

Аналогичные данные приводит Холт [6]. Двери толщиной 5,5 см, изготовленные из древесины твердых пород, имели предел огнестойкости до 60 минут.

Интересные результаты дали испытания деревянных противопожарных дверей с заполнением из несгораемых термоизоляционных материалов.

Конструкция одной из таких дверей представлена на рис. 16. Основой полотнища является решетка 1 из сосновых брусков с ячейками 10 × 10 см, заполненными слоем минеральной ваты 2 толщиной 26 мм. Решетка с обеих сторон покрыта листовым ас-

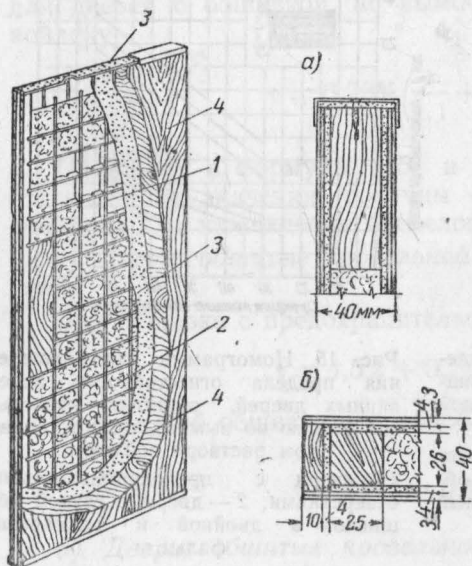


Рис. 16. Деревянная дверь с заполнением из минеральной ваты:

а — вертикальный разрез;

б — горизонтальный разрез.

бестом 3 толщиной 4 мм и облицована березовой или дубовой фанерой 4. Такая дверь при общей толщине 40 мм имела предел огнестойкости 50 мин. [10]. В результате испытания облицовка была уничтожена огнем, но основа конструкции сохранилась; температура необогреваемой поверхности двери не превышала 160° С. Наряду с достаточной огнестойкостью дверь обладала прочностью и имела небольшой вес.

Это доказывает возможность применения дверей без металлической обшивки для защиты проемов в противопожарных преградах. Однако полученные за границей пределы огнестойкости таких дверей можно принять только в качестве ориентировочных данных, так как испытаниям подверглось недостаточное число однотипных образцов, и, кроме того, в СССР для изготовления дверей применяются другие материалы.

В настоящее время возникла необходимость в разработке новых типов противопожарных дверей, обладающих достаточной огнестойкостью, малым весом и позволяющих применять любую отделку наружных поверхностей, в отличие от дверей с обшивкой кровельной сталью в замок.

В 1952 г. в ЦНИИПО проводились испытания на огнестойкость трех типов деревянных дверей без металлической обшивки конструкции Главвысотстроя.

Двери имели одинаковую толщину (66 мм), навешивались в деревянных коробках и внешне не отличались друг от друга, так как были облицованы фанерой; однако их устройство было различным. В дверях типов I и II (рис. 17) полотнища склеивались из сосновых брусков 1 толщиной 50 мм, облицовывались фанерой 2 толщиной 8 мм и представляли собой сплошной клееный щит. Полотнища дверей типа III были пустотелыми и за-

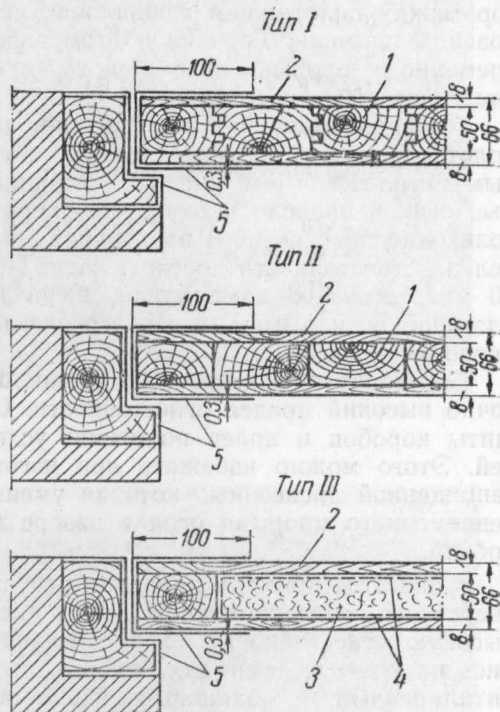


Рис. 17. Деревянные клееные двери с пределом огнестойкости 1 час.



полнялись минеральной ватой 3 с объемным весом  $300 \text{ кг/м}^3$ . Между фанерной облицовкой и заполнением с каждой стороны прокладывалась стальная сетка 4.

Испытания показали, что все три типа полотнищ могут считаться равноценными; они прогорали примерно через 1 час. Однако исходная конструкция дверей имела слабое место — зазор между полотнищем и коробкой, не защищенный от проникновения пламени. Горение в этом зазоре приводило к преждевременному прорыву огня наружу, и поэтому предел огнестойкости дверей не превышал 0,4 часа.

Усовершенствование конструкции путем защиты периметра полотнищ и коробок в месте их соприкосновения тонким листовым металлом 5 (см. рис. 17) устранило преждевременный прорыв огня и привело к тому, что двери стали выходить из строя только после сквозного прогорания полотнищ (рис. 18), а предел их огнестойкости достиг 1 часа. При этом в течение первых 40 мин. огневого воздействия двери не пропускали не только пламени, но и дыма; их необогреваемые поверхности сохраняли первоначальный вид.

Таким образом, сгораемые двери данного типа имели достаточно высокий предел огнестойкости. Однако необходимость защиты коробок и краев полотнищ усложняет конструкцию дверей. Этого можно избежать при изготовлении дверей из огнезащищенной древесины, которая уменьшает возможность преждевременного прорыва огня в зазоре между полотнищем и коробкой.

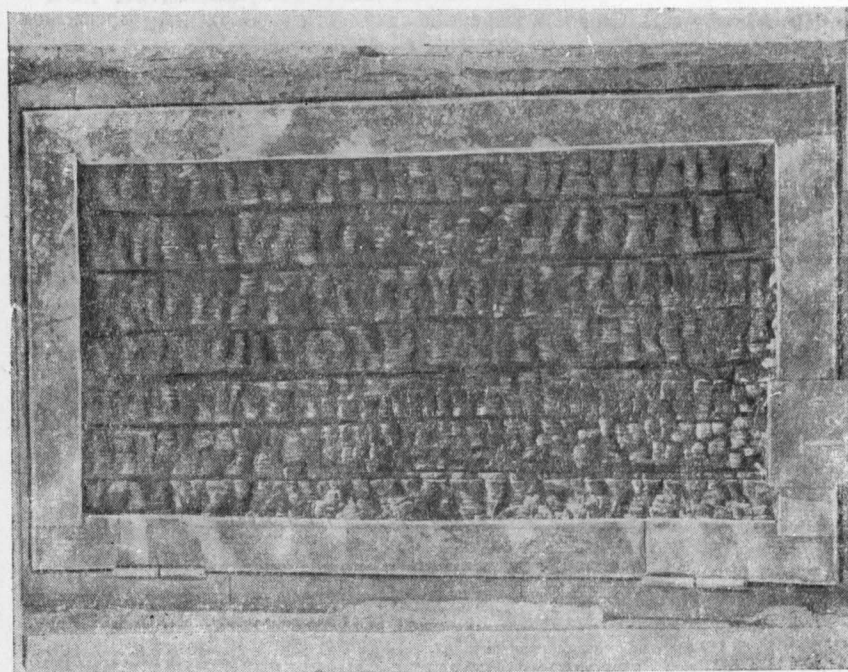
В качестве примера приведем результаты испытаний клееных дверей из огнезащищенной древесины, показавших достаточно высокую огнестойкость [9]. Полотнища этих дверей изготавливались на клею из сосновых брусков, пропитанных под давлением антипиренами, и облицовывались с обеих сторон шпоном толщиной 3 мм из обычной (непропитанной) древесины ореха. Дверные коробки изготавливались из огнезащищенной древесины. При общей толщине полотнищ 60 мм предел огнестойкости дверей достигал 1,5 часа.

Эти данные не расходятся с результатами испытаний ЦНИИПО, согласно которым скорость переугливания слоя огнезащищенной древесины толщиной 60 мм составляет в среднем 0,6 мм в минуту (рис. 19), что соответствует пределу огнестойкости 1,6 часа.

Необходимо отметить, что графиком, приведенным на рис. 19, можно пользоваться при нахождении предела огнестойкости только сплошных клееных щитов с фанерной облицовкой. Сквозное прогорание дощатых щитов без фанерной облицовки происходит раньше их обугливания на всю толщину, так как огонь прорывается между досками. Например, предел огнестойкости щитов из огнезащищенной древесины толщиной 50 мм составлял 40 мин. при стыковании досок в четверть и в шпунт и 53 мин.



а)



б)

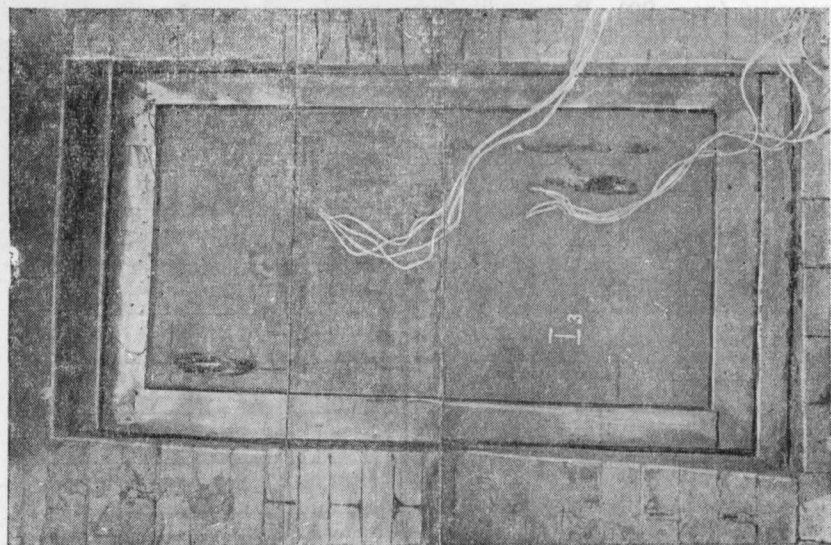


Рис. 18. Деревянная клееная дверь типа I после испытания на огнестойкость в течение одного часа:  
а — обогревшаяся сторона; б — необогревшаяся сторона; заметны места сквозного прогорания;

при уплотнении зазоров между досками врезанными стальными полосами (рис. 20). В то же время предел огнестойкости щитов

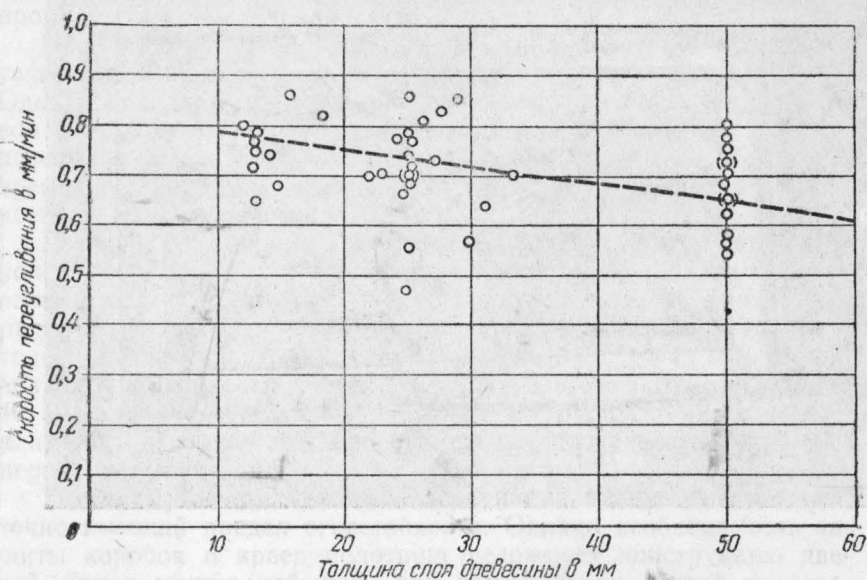


Рис. 19. Зависимость скорости переугливания огнезащитенной древесины от толщины ее слоя.

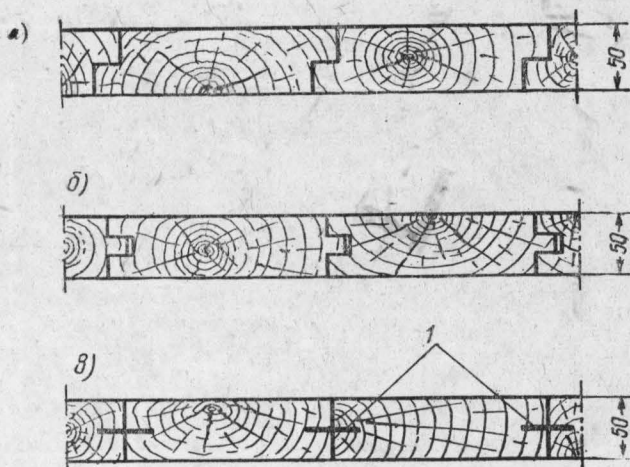


Рис. 20. Щиты из огнезащитенной древесины:

а — соединение досок в четверть; б — соединение досок в шпунт; в — соединение с применением стальных полос (1 — стальные полосы  $55 \times 3$  мм).

толщиной 50 мм, исходя из скорости переугливания 0,65 мм/мин (см. рис. 19), мог достигнуть 75 минут.

## 2. Преимущества и недостатки дверей

К преимуществам деревянных дверей без металлической обшивки относятся:

а) малый вес;  
б) возможность использования в помещениях, где требуется хороший внешний вид, в связи с наличием ровных поверхностей, допускающих любую отделку;

в) отсутствие температурных деформаций при действии огня.

Главный недостаток этих дверей связан с их сгораемостью. Поэтому рекомендуется изготавливать двери из огнезащищенной (подвергнутой глубокой пропитке антипиренами) древесины.

## МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ДВЕРИ

### 1. Конструкция и огнестойкость дверей

Металлические противопожарные двери получили вначале широкое распространение благодаря их очевидным преимуществам — негорючести и простоте изготовления. Однако практика показала, что такие двери не всегда обеспечивают надежную защиту от огня: они быстро нагреваются до высокой температуры, а это приводит к воспламенению расположенных вблизи сгораемых материалов за счет сильного теплового излучения. Кроме того, металлические двери при действии высокой температуры утрачивают прочность и деформируются, создавая условия для проникновения огня через образующиеся зазоры.

Это ограничило применение металлических дверей и обусловило повсеместное распространение деревянных дверей с обшивкой, которые при всех своих недостатках обладают более высокой огнестойкостью. Тем не менее, металлические противопожарные двери в ряде случаев не могут быть заменены другими конструкциями и имеют еще достаточное распространение (например, для защиты проемов в шахтах лифтов многоэтажных зданий).

В связи с этим представляет интерес поведение металлических дверей в процессе проводившихся огневых испытаний.

Двери из листовой стали. Огневые испытания дверей из листовой стали впервые были проведены в Англии в 1900—1910 гг., когда эти двери получили широкое распространение.

Испытаниям подвергались двери толщиной 6,5 мм, усиленные с обеих сторон, для увеличения жесткости, накладками из стальных полос сечением 75 × 6,5 мм и навешенные в стальных коробках.

Испытания показали недостаточную огнестойкость дверей [6]. Первая их особенность заключалась в том, что полотнища быстро прогревались до высокой температуры; через 5 мин. до них нельзя было дотронуться рукой, а через час двери нагревались до красного каления. Интенсивное излучение тепла от полотнищ

вызывало воспламенение сгораемых материалов, находившихся на некотором расстоянии от необогреваемой стороны дверей.

В табл. 2 приведены результаты замеров температуры на разных расстояниях от двери, характеризующие интенсивность теплового излучения [11].

Таблица 2

Температура в °С на расстояниях 50 и 100 мм от необогреваемой поверхности стальной одинарной двери

Расстояние в мм	Время в минутах											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
50	40	80	150	255	305	335	425	430	410	440	485	515
100	30	40	45	60	90	135	190	245	275	295	320	345

Из таблицы видно, что к 60-й минуте испытания температура за дверью достигла 515 и 345°С (соответственно на расстояниях 50 и 100 мм). При такой температуре могло произойти воспламенение бумаги, древесины и тому подобных материалов; поэтому в результате испытаний был сделан вывод о том, что сгораемые материалы нельзя помещать ближе 0,9 м от двери.

Вторая особенность стальных дверей заключается в характере их температурных деформаций. Двери с обычной системой навешивания на двух петлях уже к 20-й минуте огневого испытания \* деформировались настолько, что отходили от коробки на 10—12 см; это приводило к прорыву огня наружу через образующиеся зазоры.

В некоторых усовершенствованных конструкциях, кроме петель, применялось дополнительное крепление дверей при помощи выдвижных болтов и щеколд; полотнища удерживались в коробках уже не в двух, а в пяти-шести точках по периметру.

В этих случаях двери выдерживали без существенных деформаций действие огня в течение 2—4 час. при температуре до 1100°С. Полотнища раскалялись докрасна, но пламени не пропускали, так как выгибались не более чем на 20—25 мм и не выходили из коробки.

При такой системе крепления хорошие результаты достигались в случае применения двойных дверей. Одно из подвергнутых испытанию устройств [12] состояло из двух дверей 1 (рис. 21, а), навешенных в стальном тамбуре 2 на расстоянии 0,5 м друг от друга; тамбур был заделан в стену 3. Полотнища дверей были изготовлены из стального листа толщиной 6,5 и 5,0 мм. В резуль-

\* Примеры пожаров также показывают, что при обычном навешивании двери из листовой стали получают значительные деформации примерно к 20-й минуте.



тате действия огня первая дверь толщиной 6,5 мм быстро нагрелась и выгнулась на 40 мм, но она надежно удерживалась в коробке замком и выдвижными болтами. Выполняя роль экрана, она защищала вторую дверь.

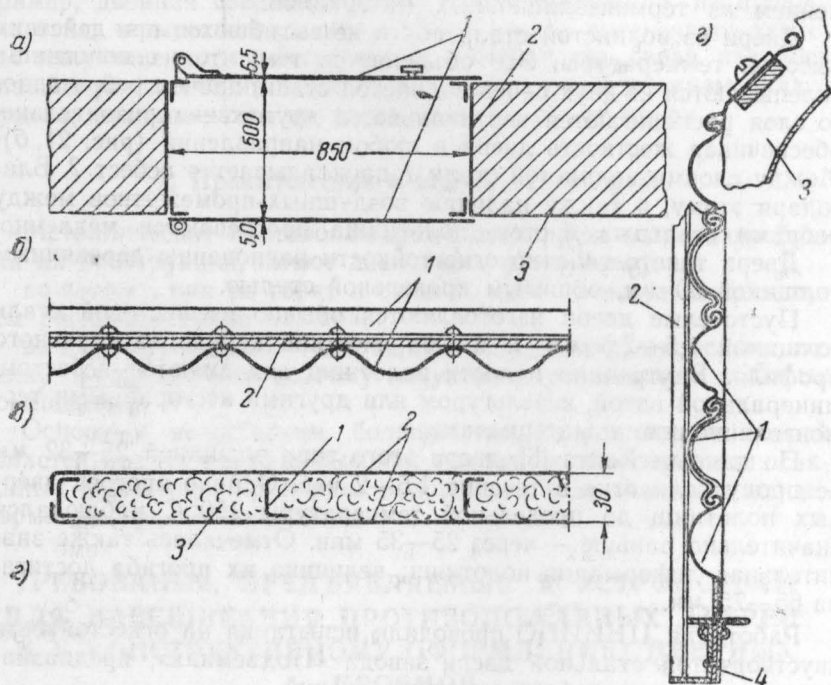


Рис 21. Металлические двери:

а — двойная дверь (1 — дверь, 2 — тамбур, 3 — стена); б — дверь из волнистой стали (1 — волнистая сталь, 2 — асбест); в — дверь с заполнением из минеральной ваты (1 — каркас, 2 — обшивка, 3 — минеральная вата); г — свертывающаяся дверь (1 — подвижные звенья, 2 — направляющая, 3 — барабан, 4 — нижняя траверса).

Поэтому вторая дверь толщиной 5 мм нагревалась значительно слабее и не деформировалась. Предел огнестойкости всего устройства составил 67 мин. К концу испытания первая дверь нагрелась до  $700^{\circ}\text{C}$ , а на расстоянии 150 мм от ее поверхности, внутри тамбура, температура достигла  $500^{\circ}\text{C}$ . В то же время температура снаружи устройства, на расстоянии 150 мм от второй двери, не превышала  $100^{\circ}\text{C}$ .

Таким образом, противопожарные двери из листовой стали могут, при известных условиях, обеспечить защиту от пожара; мнение об их полной непригодности для этой цели следует считать недостаточно обоснованным.

Двери с полотнищами комбинированной кон-



струкции. К этой группе противопожарных дверей относятся комбинированные конструкции из металла и различных термоизоляционных материалов. Наибольшее распространение получили двери из волнистой стали и пустотелые конструкции с заполнением из термоизоляционных материалов.

Двери из волнистой стали почти не выгибаются при действии высокой температуры. Это объясняется тем, что их полотнища склепываются из двух слоев волнистой стали, причем ребра одного слоя располагаются вертикально, а другого — горизонтально, обеспечивая жесткость двери в любом направлении (рис. 21, б). Между слоями волнистой стали 1 прокладывается асбест 2. Благодаря этому, а также наличию воздушных промежутков между ребрами стальных листов, полотнища прогреваются медленно.

Двери такого типа по огнестойкости равноценны деревянным толщиной 60 мм, обшитым кровельной сталью.

Пустотелые двери изготавливаются обычно из листовой стали толщиной 1,5—2,5 мм и имеют жесткий каркас из стального профиля. Внутренние полости полотнищ заполняются асбестом, минеральной ватой, кизельгуром или другими несгораемыми термоизоляционными материалами.

По данным Холта [6], двери этого типа толщиной 25—32 мм не пропускали огня в течение 1,5—2 час. Однако прогрев дверных полотнищ до предельной температуры 150°С наблюдался значительно раньше — через 25—35 мин. Отмечалась также значительная деформация полотнищ; величина их прогиба достигала 65—75 мм.

Работники ЦНИИПО проводили испытания на огнестойкость двустворчатой стальной двери завода «Подъемник», предназначенной для шахт лифтов высотных зданий.

Полотнище двери толщиной 30 мм имело каркас 1 (рис. 21, в) из штампованного швеллера, к которому с обеих сторон крепилась электросваркой обшивка 2 из стального листа толщиной 1,5 мм. Внутренняя полость заполнялась минеральной ватой 3 с объемным весом около 250 кг/м³.

Предел огнестойкости двери, по признаку ее прогрева до 150°С, составил 15 мин. Такой быстрый прогрев объяснялся небольшой толщиной слоя заполнения — 27 мм. Применение вместо минеральной ваты другого материала, например, асбеста, могло повысить предел огнестойкости до 30—40 мин., но увеличило бы вес двери.

Величина температурного прогиба испытанной двери достигала 60 мм.

Таким образом, пустотелые металлические двери имеют недостаточно высокий предел огнестойкости вследствие быстрого их прогрева. Для повышения предела огнестойкости целесообразно не увеличивать толщину полотнищ, а применять двойные двери.

За границей некоторое распространение получили свертыва-

вающиеся двери. Изготовленные из подвижных звеньев (рис. 21, з), они выдерживали действие огня без существенных деформаций. Применение двойных дверей обеспечивало длительную защиту проема в стене от распространения огня. Например, двойная свертывающаяся дверь выдержала, не пропустив огня, четырехчасовое испытание. Однако интенсивное тепловое излучение от необогреваемой поверхности двери началось раньше, по истечении двух часов; в это время воспламенилась бумага, находившаяся на расстоянии 30 см от двери.

## 2. Преимущества и недостатки дверей

Металлические противопожарные двери, при всем разнообразии их конструкций, имеют два общих преимущества:

во-первых, они не горят и сами по себе не могут явиться путем распространения пожара;

во-вторых, они имеют хороший внешний вид, допускают отделку поверхностей и поэтому могут быть установлены в любых помещениях.

Основным недостатком большинства металлических дверей является сравнительно невысокий предел их огнестойкости, связанный с быстрым прогревом полотнищ и возможностью их деформации при действии огня.

### ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К УСТРОЙСТВАМ ДЛЯ НАВЕШИВАНИЯ ПРОТИВОПОЖАРНЫХ ДВЕРЕЙ И К КОНСТРУКТИВНОМУ ОФОРМЛЕНИЮ ДВЕРНЫХ ПРОЕМОВ

Устройства для навешивания дверей должны обеспечивать надежное их крепление в проеме стены вплоть до того момента, когда полотнища утратят способность сопротивляться действию огня. В этом случае достигается наиболее высокий предел огнестойкости, возможный для полотнищ данного типа.

Применяемые в настоящее время устройства, при правильном их изготовлении, удовлетворяют этому требованию; из приведенных выше результатов огневых испытаний видно, что огнестойкость дверей определялась конструкцией полотнищ, а не поведением устройств для их навешивания. Поэтому характеристика огнестойкости всех типов дверей сводится к характеристике полотнищ.

Конструктивное оформление проема для противопожарной двери должно исключать возможность распространения огня. Поэтому не следует применять сгораемые материалы для порогов, перемычек проемов, наличников, дверных коробок, а также для отделки стены в непосредственной близости от двери.

Наиболее надежна установка противопожарной двери в про-

в негорючей стене или в металлической коробке, прочно связанной со стеной (рис. 22). Это относится к вертикально навешенным дверям; раздвижные двери коробок не требуют — они перекрывают проем.

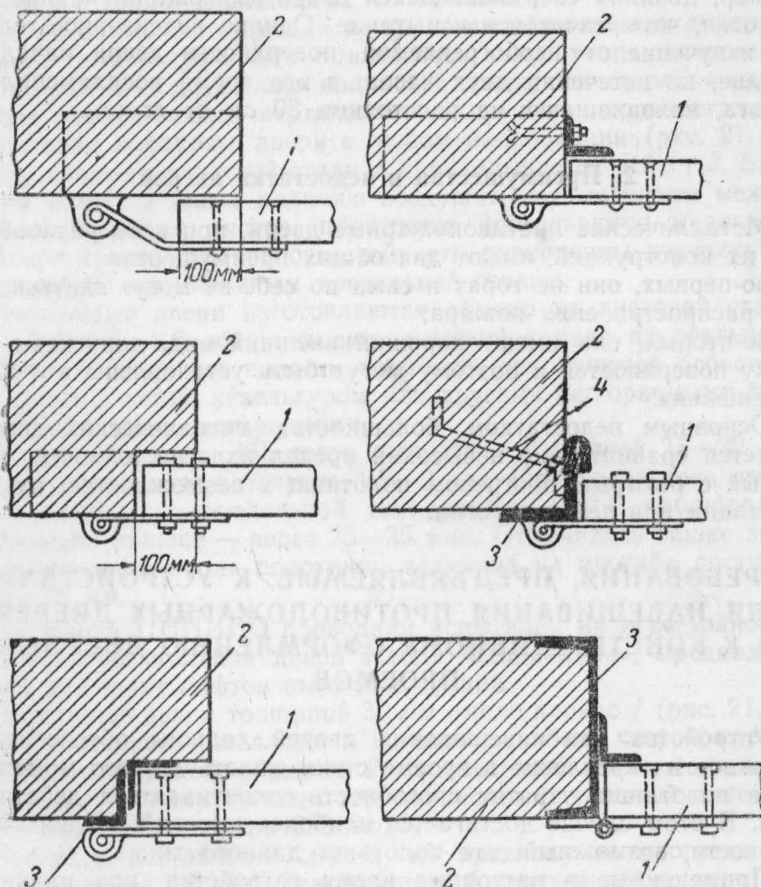


Рис. 22. Варианты установки вертикально навешенных дверей в проеме стены:

1 — дверь; 2 — стена; 3 — коробка; 4 — анкер.

Установка дверей в деревянной коробке, как показали испытания, возможна, но при условии надежного крепления навесов, исключающего возможность падения двери при обугливании бруса коробки.

Кроме того, деревянные коробки должны быть защищены металлической обшивкой, а их сечение следует принимать по формуле:

$$b = 1,2 \tau, \quad (21)$$

где:  $b$  — высота сечения бруса коробки в мм;

$\tau$  — предел огнестойкости двери в мин.

Ширина сечения бруса коробки определяется конструктивно.

## ВЫВОДЫ

1. Из существующих конструкций противопожарных дверей наиболее высокую огнестойкость имеют деревянные с металлической обшивкой. При наличии предохранительных отверстий в обшивке предел огнестойкости таких дверей удовлетворяет требованиям норм, причем двери могут иметь небольшую толщину.

2. Существующая конструкция деревянных дверей с металлической обшивкой может быть упрощена без снижения предела огнестойкости.

3. В качестве противопожарных дверей можно использовать клееные деревянные двери без металлической обшивки. Наилучший результат достигается при изготовлении таких дверей из огнезащищенной древесины.

4. Металлические противопожарные двери могут обеспечивать защиту проемов от пожара; мнение об их непригодности для этой цели следует считать недостаточно обоснованным. Целесообразным вариантом конструкции являются двойные двери.

5. Имеется необходимость в разработке рациональных конструкций противопожарных дверей с использованием новых эффективных материалов.

6. Желательно стандартизировать конструкции противопожарных дверей.

---

## ЛИТЕРАТУРА

1. Противопожарные нормы строительного проектирования промышленных предприятий и населенных мест (Н 102—54). Гос. изд. литературы по строительству и архитектуре, 1954.
2. Королев А. Е. Противопожарные мероприятия. Госстройиздат, 1939.
3. Скворцов Н. А. Пожарная профилактика, ч. I. Изд. Наркомхоза РСФСР, 1938.
4. Логинов Ф. Л. Курс пожарной профилактики. Изд. МКХ РСФСР, 1946.
5. Ройтман М. Я. Пожарная профилактика в строительном деле. Изд. МКХ РСФСР, 1954.
6. Holt. Fire protection in buildings, 1913.
7. Промстройпроект. Типовые чертежи «Двери и ворота огнестойкие», серия Г-850. Госстройиздат, 1950.
8. Schulze A. Brandversuche mit Feuerschutztüren. „Deutscher Feuer-schutz“, № 19, 1940.
9. Wood Preserving News, № 11, 1948.
10. Marine Engineering and Shipping Review, том 43, № 3, 1938.
11. „Red Books“ of the National Fire Brigades' Association, № 262, 1934.
12. Porter R. K. Uninsulated Steel Doors, выпуск NFPA, 1935.



---

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Назначение противопожарных дверей . . . . .	3
Устройство противопожарных дверей . . . . .	4
Требования, предъявляемые к противопожарным дверям . . . . .	4
Классификация противопожарных дверей . . . . .	5
Методика испытаний противопожарных дверей на огнестойкость . . . . .	6
Деревянные двери с металлической обшивкой . . . . .	8
Деревянные двери без металлической обшивки . . . . .	26
Металлические двери . . . . .	31
Требования, предъявляемые к устройствам для навешивания противопожарных дверей и к конструктивному оформлению дверных проемов . . . . .	35
Выводы . . . . .	37
Литература . . . . .	38

---

Редактор И. Д. Рассадкин

Редактор издательства М. Л. Иоффе

Техн. редактор А. Коняшина

Корректоры А. Ф. Соломатина и Г. Л. Новаковский

Сдано в набор 5/III 1955 г.

Подписано к печати 9/IV 1955 г.

Л123836.

Форм. бум.  $60 \times 92/16$ .

Печ. л.  $2\frac{1}{2}$ . Уч.-изд. л. 2,75.

Тираж 13 000.

Изд. № 1955

Заказ 899.

Издательство Министерства коммунального хозяйства РСФСР,  
Москва, К-12, Ипатьевский пер., 14.

Типография Изд-ва Министерства коммунального хозяйства РСФСР,  
г. Перово, ул. Плюшова, 22.