



شرکت پادناهور

حفاظت سازه‌ها در برابر آتش

مدرس: مهندس رامین نصیری

بهمن ماه ۱۳۹۵

فهرست

۵	تعریف حریق:
۵	احتراق کامل یا ناقص:
۵	مراحل احتراق:
۶	مثلث حریق:
۷	تقسیم‌بندی آتش از نظر منبع:
۷	سلولزی:
۷	هیدروکربنی:
۸	رفتار حریق استاندارد:
۱۰	رفتار آتش سلولزی در محیط بسته:
۱۱	مرحله پیش از گر گرفتگی:
۱۱	مرحله پس از گر گرفتگی:
۱۲	رفتار سازه فلزی در مقابل آتش استاندارد:
۱۴	معرفی آئین‌نامه‌های حریق:
۱۴	آئین‌نامه‌های بین‌المللی:
۱۶	آئین‌نامه‌های داخلی:
۱۷	الزام مقاوم‌سازی ساختمان‌ها در برابر آتش:
۱۹	تعاریف کاربردی در IBC:
۲۲	تصرفات مختلف بر مبنای آئین‌نامه‌ها:
۲۲	انواع تصرف مطابق آئین‌نامه مبحث سوم مقررات ملی:
۲۳	انواع تصرف مطابق آئین‌نامه IBC:
۲۴	انواع ساختار:
۲۵	مبحث سوم مقررات ملی:
۲۷	آئین‌نامه IBC:
۳۲	میزان مقاومت سازه:
۳۲	تعیین میزان مقاومت:
۳۳	جداول مرتبط نشریه ۶۸۲:

۴۰.....	مقاومسازی
۴۲.....	انواع روش‌های مقاومسازی:
۴۳.....	سازه‌های فولادی:
۴۳.....	مقاومسازی غیر فعال در برابر آتش در سازه‌های فولادی:
۴۴.....	مصالح بنایی:
۴۶.....	بردهای تخت:
۴۹.....	مواد اسپری شونده پف کننده:
۵۰.....	محاسن
۵۰.....	معایب
۵۱.....	موارد مهم در استفاده از مواد اسپری شونده پف کننده:
۵۳.....	مواد اسپری شونده سمنته:
۵۴.....	جزئیات مقاومسازی با مواد اسپری شونده:
۵۶.....	الزامات و مشخصات فنی مواد اسپری شونده سمنته:
۵۸.....	مفاهیم پایه:
۵۹.....	ضوابط مقاومسازی با مواد اسپری شونده سمنته:
۶۵.....	برخی از نمونه‌های اجرایی معیوب:

فصل اول

کلیات

تعریف حریق:

حریق عبارتست از واکنشی شیمیایی که در اثر ترکیب دو ماده شیمیایی که یکی اکسید کننده و دیگری اکسید شونده باعث ایجاد حرارت می‌شود و اگر مقدار حرارت حاصله در واحد زمان قابل ملاحظه باشد و همراه آن نور تولید گردد، حریق یا آتش سوزی صورت می‌گیرد. به عبارتی دیگر آتش یک فعل و انفعال سریع مواد سوختنی با اکسیژن (اکسیداسیون) همراه با نور و حرارت می‌باشد. به طور طبیعی آتش هنگامی که اکسیژن، ماده سوختنی و گرما به نسبت مناسب با هم ترکیب شوند بوجود می‌آید. آتش را می‌توان با حذف هر یک از این سه عامل خاموش کرد و یا از بروز آن جلوگیری به عمل آورد.

احتراق کامل یا ناقص:

احتراق کامل هنگامی است که تمام عناصر موجود در سوخت به بالاترین حد ترکیب با اکسیژن برسد ولی اگر مقداری از مواد قابل اکسید شدن در سوخت باقی بماند احتراق ناقص صورت گرفته که در این حالت مقداری انرژی تلف شده است. گرمای حاصل از احتراق کامل تقریباً چهار برابر گرمای حاصل از احتراق ناقص می‌باشد.

مراحل احتراق:

- (۱) اشتعال اولیه
- (۲) رشد آتش
- (۳) پیشروی شعله
- (۴) اوج احتراق

(۵) پس نشینی

(۶) نیمه سوختن

(۷) خاموشی

مثلث حریق:

هرگاه سه عامل حرارت، سوخت و هوا (اکسیژن) به نسبت‌های معین در مجاورت یکدیگر وجود داشته باشند، سبب ایجاد آتش می‌گردد. این سه عامل که تماماً ایجاد شعله می‌نمایند را به صورت سه ضلع مثلث نشان داده و به آن مثلث حریق گویند که شکل آن در پائین آورده شده است.

لازم به تذکر است که برای ایجاد شعله ابتدا باید ماده قابل اشتعال مقداری حرارت جذب کرده و بخاری قابل اشتعال از خود متصاعد کند و این بخارات با نسبت معین با هوا ترکیب شود، تا در اثر حرارت کافی باعث ایجاد اشتعال گردد. اگر یکی از عوامل فوق وجود نداشته باشد و یا در اثر اقداماتی از موضع حذف گردد مثلث آتش ناقص شده و حریق وجود نخواهد داشت.



امروزه برای جلوگیری از ادامه آتش سوزی و مهار سریع آن عامل چهارمی تحت عنوان واکنش‌های زنجیری در اثر متصاعد شدن گازها در نظر گرفته و راههای جلوگیری از آن را مطالعه می‌نمایند که به منشور حریق مشهور می‌باشد.

تقسیم‌بندی آتش از نظر منبع: آتش از نظر منبع به دو دسته سلولزی و هیدروکربنی تقسیم می‌کنند.



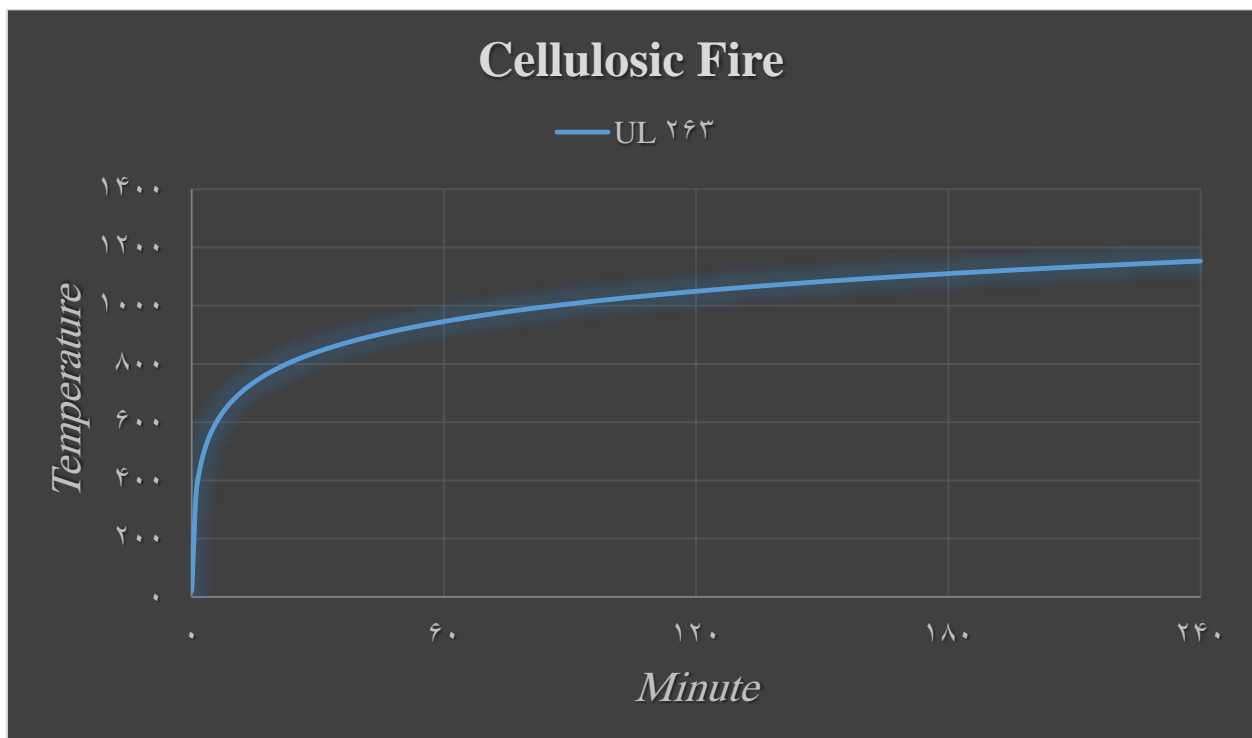
سلولزی: در این نوع حریق که حاصل از سوختن مواد سلولزی می‌باشد، دما با گذشت حدود یک ساعت به مرز بیش از ۹۰۰ درجه سانتی‌گراد می‌رسد. حریق سلولزی در ساختمان‌هایی همانند دفاتر کار، بیمارستان‌ها، هتل‌ها، مراکز خرید، مدارس و ... بوجود می‌آید.



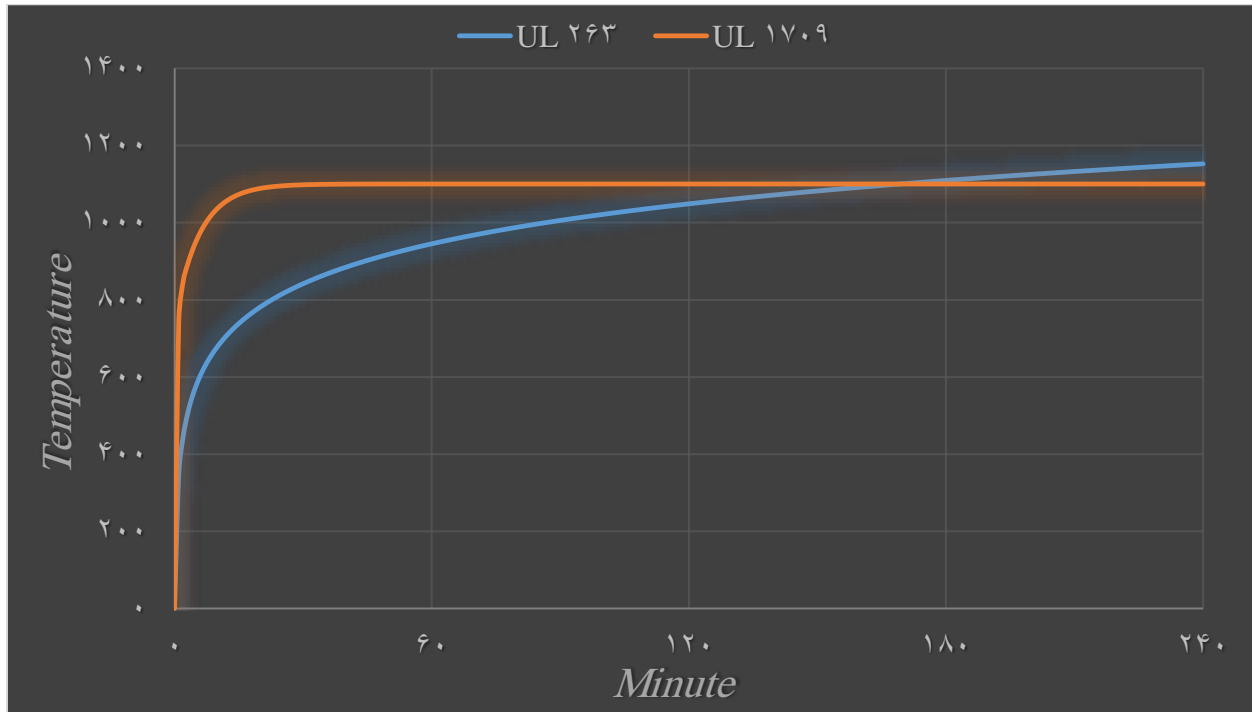
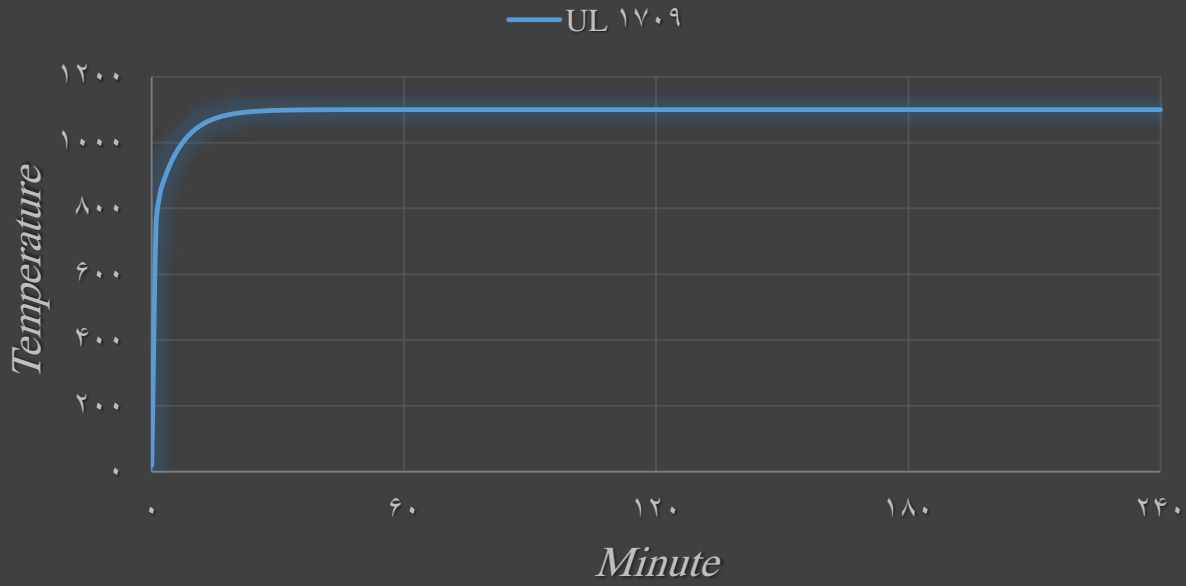
هیدروکربنی: این نوع حریق به واسطه سوختن مواد شیمیایی و سوخت‌هایی چون گاز یا سوخت‌های مایع در انبارهای شیمیایی و مراکز صنعتی و صنایع نفت و گاز و پتروشیمی ایجاد می‌شود.



رفتار حریق استاندارد: با توجه منبع مورد استفاده آتش، می توانیم نمودار رفتار حرارتی آنها را با سپری شدن زمان به صورت زیر نشان داد.



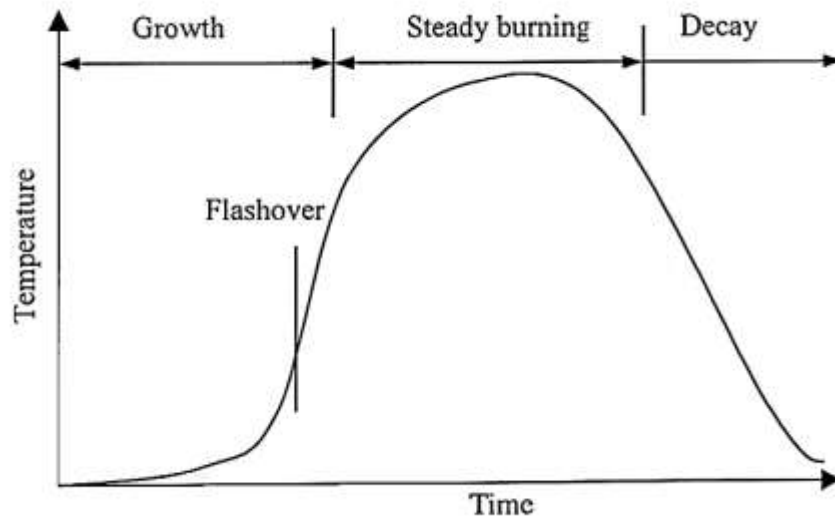
Hydrocarbon Fire



رفتار آتش سلولزی در محیط بسته:

رسم تغییرات دمای حریق بر حسب زمان از لحظه شروع آفرزش، منحنی رشد آتش را به دست می‌دهد. هر چند این منحنی بسته به شرایط محیط متغییر است، اما در کل اطلاعات مفیدی را ارائه می‌دهد. زمان رشد حریق از لحظه آفرزش تا زمانی که کلیه مواد قابل سوختن درون محیط بسته مشتعل شوند، در نظر گرفته می‌شود. ابتدا گازهای ناشی از تجزیه حرارتی ماده، در سطح آن، وارد واکنش‌های احتراق می‌شود. در این زمان به طور عادی مقدار هوای قابل دسترس بیش از مقدار مورد نیاز است و عامل کنترل کننده سرعت حریق، مساحت سطح مواد سوختنی است. تداوم دوره رشد به عوامل متعددی بستگی دارد، اما لحظه بحرانی وقتی فرا می‌رسد که شعله‌های آتش میزان اکسیژن مورد نیاز خود را از محیط بیرون تامین نماید. در این زمان باقی مانده مواد سوختنی به سرعت به دمای شعله‌وری خود رسیده و ظرف چند ثانیه کوتاه مشتعل می‌شوند. این انتقال ناگهانی با نام مرحله گر گرفتن ناگهانی شناخته می‌شود و نشان دهنده آغاز مرحله پایدار آتش‌سوزی است.

در طول مرحله پایداری حریق در یک فضای بسته، شعله‌های آتش در یک قسمت محدود نیستند، بلکه کل آن فضا را در بر می‌گیرند. بخار منتشر شده در فضا با هوای ورودی مخلوط شده و شدت حریق توسط دو عامل میزان تهویه و مقدار سوخت تعیین می‌گردد. برای طراحان، این مهمترین مرحله آتش‌سوزی است زیرا دما در اینجا به حداکثر خود می‌رسد. برای تعیین مقاومت لازم اجزای ساختمان در برابر آتش باید حداکثر دماهای ممکن و همینطور مدت پایداری سیستم در این دما را در نظر گرفت. مرحله نهایی، فروکش کردن شعله‌های آتش و پائین آمدن دما است که با تمام شدن مواد سوختنی موجود آغاز می‌شود.

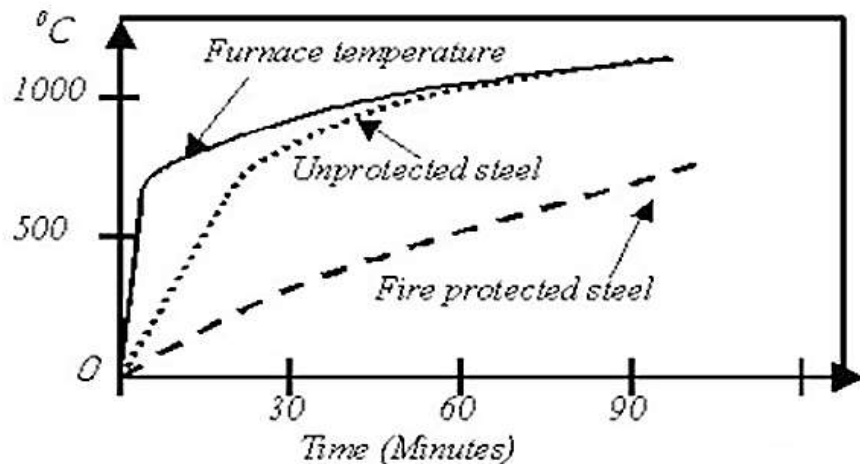


مرحله پیش از گر گرفتگی: در مکان‌های وسیع مانند پارکینگ‌ها، استادیوم‌ها و فرودگاه‌ها پتانسیل گسترش آتش‌های موضعی و عبور از مرز گر گرفتگی وجود ندارد. در این مرحله بیشترین توجه به ایجاد و گسترش دود و گازهای سمی می‌باشد.

مرحله پس از گر گرفتگی: در این مرحله تقریباً تمام مصالح سوختنی مشتعل شده‌اند. بدلیل کمبود اکسیژن عمل سوختن به صورت ناقص انجام می‌گیرد و گازهای سمی دارای دمای بالا می‌باشند. فرض اصلی برای آتش پادسازی ساختمان‌ها عبور کردن آتش از مرز گر گرفتگی می‌باشد.

رفتار سازه فلزی در مقابل آتش استاندارد:

به منظور بررسی رفتار سازه‌های فلزی، وقوع آتش استاندارد را در سازه در نظر می‌گیریم. همانطور که در شکل نشان داده شده است آتش استاندارد می‌تواند در زمانی کمتر از ۵ دقیقه به دمای ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد برسد، این دما میزان مقاومت المان‌های فلزی را تا حد از بین رفتن ضرایب اطمینان طراحی می‌تواند کاهش دهد. مطابق با بررسی‌های انجام شده آتش استاندارد می‌تواند دمای المان‌های فلزی را در مدت زمان حدوداً ۱۵ دقیقه به بیش از ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد برساند. این زمان با عنایت به مقدار زمان مورد نیاز امداد رسانی و تخلیه بسیار ناچیز می‌باشد. با حفاظت سازه در برابر آتش دمایی که المان تجربه می‌کند تا زمان مورد نیاز، در محدوده کمتر از دمای بحرانی آن قرار می‌گیرد. در صورتیکه دمای بحرانی المان ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد باشد و زمان مقاومت ۶۰ دقیقه باشد، مطابق گراف زیر سازه محافظت شده در محدوده ایمن قرار خواهد گرفت. بدیهی است مقادیر ذکر شده، در سازه‌های مختلف متغیر می‌باشد.



فصل دوم

آئین‌نامه‌های حریق و الزام مقاوم‌سازی در برابر حریق

معرفی آئین‌نامه‌های حریق:

وقوع حریق در کلیه ساختمان‌ها و سازه‌هایی که بشر از آن‌ها استفاده می‌نماید باعث از بین رفتن سرمایه‌های ملی و وارد آوردن خسارات مالی، جانی و اطلاعاتی می‌گردد که جایگزینی بسیاری از آن‌ها غیر ممکن می‌باشد. در این صورت آتش پاد نمودن ساختمان‌ها و بالا بردن مقاومت حریق المان‌های سازه و به طور کلی پیکره‌ی سازه بسیار ضروری می‌باشد. در این بین آئین‌نامه‌های مختلف بین‌المللی از دیرباز به این مسئله به تفصیل پرداخته و ضرورت پایداری و مقاوم‌سازی ساختمان‌ها را به جهت حفظ جان انسان‌ها در نظر گرفته‌اند.

در این فصل به معرفی آئین‌نامه‌ها مختلف بین‌المللی و داخلی خواهیم پرداخت.

آئین‌نامه‌های بین‌المللی:

آئین‌نامه‌هایی نظیر International Building Code (IBC) و National Fire Protection Association (NFPA)، The Building Regulation Fire Safety که به ترتیب متعلق به کشورهای آمریکا، آمریکا و انگلیس می‌باشند مبانی بسیاری از قوانین و آئین‌نامه‌ها در کشورهای مختلف می‌باشند. در این بین به آئین‌نامه‌های IBC و NFPA در ایران توجه بیشتری شده است، که در ادامه به دلیل هماهنگی با آئین‌نامه‌های داخلی، در موارد طرح و مقاوم‌سازی ساختمان‌ها در برابر حریق به آئین‌نامه بین‌المللی IBC اشاره خواهیم داشت.

IBC (International Building Code):

آئین‌نامه IBC به منظور به روزرسانی ضوابط مندرج در متن خود، از سال ۲۰۰۰ میلادی به صورت کاملاً منظم هر سه سال ویرایش شده و خود را با توجه به تحقیقات و گسترش روز افزون علم مطابقت می‌دهد. UBC، (Uniform Building Code) که پیش از این در اوایل قرن نوزدهم میلادی تدوین شده بود، تا سال ۱۹۹۷ منتشر شد و پس از آن توسط ICC (International Code Council) تحت عنوان IBC منتشر گردید و در حال حاضر

معتبرترین آئین‌نامه در جهان می‌باشد. با توجه به همسان‌سازی آئین‌نامه‌ها در آمریکا آئین‌نامه IBC به عنوان رایج‌ترین و حاکم‌ترین آئین‌نامه آمریکا در شرایط فعلی مطرح است. این آئین‌نامه تقریباً مورد استفاده و استناد در تمامی ایالت‌های آمریکا می‌باشد، به علاوه در سطح بین‌المللی این آئین‌نامه به عنوان مطرح‌ترین آئین‌نامه، جایگزین آئین‌نامه‌های قبلی گردیده است. جهت ارائه ادله وضعیت استاندارد آمریکا منتشر شده به تاریخ 2012 ارائه گردیده است. همچنین می‌توان به عنوان نمونه از ایالت نیویورک آمریکا که بیشترین بلند مرتبه‌سازی در آن صورت می‌گیرد نام برد که این آئین‌نامه تنها آئین‌نامه مطرح در زمینه مقاوم‌سازی در مقابل حریق است.



:(National Fire Protection Association) NFPA

آئین‌نامه NFPA به صورت تخصصی. از سال ۱۸۹۶ میلادی تدوین شده است. ضوابط مندرج در آن تمامی جزئیات حریق در تصرف‌های گوناگون بیان و به صورت کامل ارائه کرده است. شایان ذکر است که پیش از سال ۱۳۹۲ آئین‌نامه مبحث سوم مقررات ملی که در ادامه به آن اشاره خواهیم کرد شامل ضوابط این آئین‌نامه بوده است.

آئین‌نامه‌های داخلی:

آنچه در ایران می‌توان به عنوان مرجع به آن اشاره نمود به قرار زیر است:

مبحث سوّم مقرّرات ملّی ساختمان

حفاظت ساختمان‌ها در مقابل حریق عنوان مبحث سوّم مقرّرات ملّی ساختمان بوده که توسط دفتر تدوین و ترویج مقرّرات ملّی ساختمان معاونت نظام مهندسی و اجرای ساختمان وزارت مسکن و شهرسازی تدوین شده است. این مقرّرات از مدارک فنی و انتشار NFPA اقتباس گردیده است. لیکن ویرایش جدید آئین‌نامه توجه خاصی به IBC دارد.

نشریه ۱۱۲

نشریه شماره ۱۱۲، تحت عنوان دستورالعمل اجرایی محافظت ساختمان‌ها در برابر آتش‌سوزی، تدوین شده توسط دفتر تحقیقات و معیارهای فنی معاونت فنی سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، که عمدتاً برگرفته از استانداردهای تدوین شده توسط NFPA می‌باشد.

نشریه ۶۸۲

نشریه ۴۴۴ قدیم، تحت عنوان آئین‌نامه محافظت ساختمان‌ها در برابر آتش، در قالب نشریه ۶۸۲ مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن که عمدتاً برگرفته از آئین‌نامه IBC است، می‌باشد.

نشریه ۴۴۵

راهنمای آئین‌نامه محافظت ساختمان‌ها در برابر آتش، جهت تامین الزامات محافظت ساختمان در برابر آتش توسط مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن تدوین شده است.

الزام مقاوم‌سازی ساختمان‌ها در برابر آتش:

در تمامی استانداردهای بیان شده الزام مقاوم‌سازی المان‌های فلزی ساختمان‌ها با ذکر عباراتی به شرح زیر بیان شده است.

IBC (International Building Code) :

602.1 The building elements shall have a *fire-resistance rating* not less than that specified in Table 601 and exterior wall shall have a *fire-resistance rating* not less than that specified in Table 602.

NFPA (National Fire Protection Association) :

7.2.1.1. Buildings and structures shall be classified according to their type of construction, which shall be based upon one of five basic types of construction designated as Type I, Type II, Type III, Type IV, and Type V, with *fire resistance ratings* not less than those specified in Table 7.2.1.1 and 7.2.3 through 7.2.6, and with *fire resistance ratings* meeting the requirements of 7.2.7.

مبحث سوّم مقرّرات ملّی ساختمان

۲-۱-۲-۳ بر اساس مقرّرات آمده در این بخش، از این پس تمام ساختمان‌های در دست ساخت یا ساختمان‌های موجود در حال تغییر (افزایش ارتفاع یا تغییر تصرف)، باید در یکی از پنج نوع ساختار تعریف شده در بخش‌های ۳-۱-۲-۳ تا ۶-۱-۲-۳ دسته‌بندی شوند. حداقل درجه‌بندی مقاومت در برابر آتش اجزای ساختمان باید مطابق با مقادیر تعیین شده در جدول ۱-۳ و برای دیوارهای خارجی باید مطابق با مقادیر جدول ۱-۳ و ۲-۳ باشد.

نشریه ۱۱۲

۳-۱-۱-۲ چگونگی ساخت و میزان مقاومت حریق اعضا و اجزای ساختمانی در هر یک از ساختارها، باید طبق مندرجات جدول ۱-۲ الف و طبق مندرجات این مقاله باشد، مگر در مواردی که به طور ویژه در دیگر مقاله‌های این دستورالعمل معین و اعلام گردد.

نشریه ۶۸۲

۱-۲-۳ از این پس تمام ساختمان‌ها و سازه‌های در دست ساخت یا تغییر یا در حال افزایش ارتفاع یا مساحت، باید در یکی از پنج نوع ساختار تعریف شده در بخش‌های ۲-۲-۳ تا ۵-۲-۳ دسته‌بندی شوند. حداقل درجه‌بندی مقاومت در برابر آتش اجزای ساختمان باید مطابق با مقادیر تعیین شده در جدول ۱-۳ و حداقل درجه‌بندی مقاومت در برابر آتش برای دیوارهای خارجی باید مطابق با مقادیر جدول ۲-۳ باشد.

نتیجه‌گیری: نتیجه موارد مذکور در این بخش آن است که الزام به مقاومت حریق برابر ساختمان‌ها در تمامی آئین‌نامه‌ها و مراجع ملی و بین‌المللی از اهمیت بالایی برخوردار است.

تعاریف کاربردی در IBC:

ANCHOR BUILDING: An exterior perimeter building of group other than having direct access to a covered or open mall building but having required means of egress independent of the mall.

BASEMENT: A story that is not a story above grade plane.

BUILDING: Any structure used or intended for supporting or sheltering any use or occupancy.

BUILDING AREA: The area included within surrounding exterior walls exclusive of vent shafts and courts.

BUILDING ELEMENT: A fundamental component of building construction, listed below which may or may not be of fire resistance- rated construction and is constructed materials based on the building type of construction.

BUILDING HEIGHT: The vertical distance from grade plane to average height of the highest roof surface.

FIRE PROTECTION RATING: The period of time that an opening protective will maintain the ability to confine a fire

FIRE PROTECTION SYSTEM: Approved devices, equipment and systems or combinations of systems used to detect a fire, active an alarm extinguish or control a fire

FIRE RESISTANCE: That property of materials or their assemblies that prevents or retards the passage of excessive heat, hot gases or flames under conditions of use.

FIRE RESISTANCE RATING: The period of time a building element ,component or assembly maintains the ability to confine a fire ,continues to perform a given structural function, or both, as determined by the tests , or the methods based on tests.

FIRE WALL: A fire-resistance- rated wall having protected openings, which restricts the spread of fire and extends continuously from the foundation to or through the roof, with sufficient structural stability under fire conditions to allow collapse of construction on either side without collapse of the wall.

GRADE PLANE: A reference plane represented the average of finished ground level adjoining the building at exterior walls. Where the finished ground level slopes away from the exterior walls ,the reference plane shall be established by the lowest points within the area between the building and the lot line or , where the lot line is more than 6 feet (1829mm) from the building and point the 6 feet (1829mm) from the building.

MASONRY: A built-up construction or combination of building units or materials of clay, shale, concrete, glass, gypsum ,stone or other approved units with or without mortar or grout.

ROOF ASSEMBLY: a system designed to provide weather protection and resistance to design loads.

SPRAYED FIRE RESISTANT MATERIALS: Cementations or fibrous materials that are sprayed to provide fire resistant protection of the substrates.

STORY: That portion of building included between the upper surface of a floor and upper surface of a floor or roof next above.

STORY ABOVE GRADE PLANE: Any story having its finished floor surface entirely above grade plane, or in which the finished surface of the floor next above is:

- 1) More than 6 feet (1829mm) above grade plane; or
- 2) More than 12 feet (3658mm) above the finished ground level at any point.

فصل سوم

تعیین میزان مقاومت مورد نیاز ساختمان‌ها در برابر حریق

تصرفات مختلف بر مبنای آئین نامه‌ها

انواع تصرف مطابق آئین نامه مبحث سوم مقررات ملی:

تمام بناها یا بخش‌هایی از آنها که از این پس ساخته یا بازسازی می‌شود، باید بر حسب نوع عملکرد و بهره‌برداری، دست کم در یکی از تصرف‌های ده‌گانه زیر ثبت شوند.

تصرف تجمعی: گروه‌های ت-۱، ت-۲، ت-۳، ت-۴، ت-۵

تصرف حرفه‌ای/اداری: گروه ح

تصرف آموزشی: گروه آ

تصرف صنعتی: گروه ص-۱، ص-۲

تصرف مخاطره‌آمیز: گروه خ

تصرف درمانی/مراقبتی: گروه د-۱، د-۲، د-۳، د-۴

تصرف کسبی/تجاری: گروه ک

تصرف مسکونی/اقامتی: گروه م-۱، م-۲، م-۳

تصرف انباری: گروه ن-۱، ن-۲

تصرف متفرقه: گروه ف

CHAPTER 3

USE AND OCCUPANCY CLASSIFICATION

SECTION 301 GENERAL

301.1 Scope. The provisions of this chapter shall control the classification of all buildings and structures as to use and occupancy.

SECTION 302 CLASSIFICATION

302.1 General. Structures or portions of structures shall be classified with respect to occupancy in one or more of the groups listed in this section. A room or space that is intended to be occupied at different times for different purposes shall comply with all of the requirements that are applicable to each of the purposes for which the room or space will be occupied. Structures with multiple occupancies or uses shall comply with Section 508. Where a structure is proposed for a purpose that is not specifically provided for in this code, such structure shall be classified in the group that the occupancy most nearly resembles, according to the fire safety and relative hazard involved.

1. Assembly (see Section 303): Groups A-1, A-2, A-3, A-4 and A-5
2. Business (see Section 304): Group B
3. Educational (see Section 305): Group E
4. Factory and Industrial (see Section 306): Groups F-1 and F-2
5. High Hazard (see Section 307): Groups H-1, H-2, H-3, H-4 and H-5
6. Institutional (see Section 308): Groups I-1, I-2, I-3 and I-4
7. Mercantile (see Section 309): Group M
8. Residential (see Section 310): Groups R-1, R-2, R-3 and R-4
9. Storage (see Section 311): Groups S-1 and S-2
10. Utility and Miscellaneous (see Section 312): Group U

SECTION 303 ASSEMBLY GROUP A

303.1 Assembly Group A. Assembly Group A occupancy includes, among others, the use of a building or structure, or a portion thereof, for the gathering of persons for purposes such as civic, social or religious functions; recreation, food or drink consumption or awaiting transportation.

303.1.1 Small buildings and tenant spaces. A building or tenant space used for assembly purposes with an *occupant load* of less than 50 persons shall be classified as a Group B occupancy.

303.1.2 Small assembly spaces. The following rooms and spaces shall not be classified as Assembly occupancies:

1. A room or space used for assembly purposes with an *occupant load* of less than 50 persons and accessory to another occupancy shall be classified as a Group B occupancy or as part of that occupancy.
2. A room or space used for assembly purposes that is less than 750 square feet (70 m²) in area and accessory to another occupancy shall be classified as a Group B occupancy or as part of that occupancy.

303.1.3 Associated with Group E occupancies. A room or space used for assembly purposes that is associated with a Group E occupancy is not considered a separate occupancy.

303.1.4 Accessory to places of religious worship. Accessory religious educational rooms and religious auditoriums with *occupant loads* of less than 100 are not considered separate occupancies.

303.2 Assembly Group A-1. Assembly uses, usually with fixed seating, intended for the production and viewing of the performing arts or motion pictures including, but not limited to:

Motion picture theaters
Symphony and concert halls
Television and radio studios admitting an audience
Theaters

303.3 Assembly Group A-2. Assembly uses intended for food and/or drink consumption including, but not limited to:

Banquet halls
Casinos (gaming areas)
Nightclubs
Restaurants, cafeterias and similar dining facilities (including associated commercial kitchens)
Taverns and bars

303.4 Assembly Group A-3. Assembly uses intended for worship, recreation or amusement and other assembly uses not classified elsewhere in Group A including, but not limited to:

Amusement arcades
Art galleries
Bowling alleys
Community halls
Courtrooms
Dance halls (not including food or drink consumption)
Exhibition halls
Funeral parlors
Gymnasiums (without spectator seating)
Indoor *swimming pools* (without spectator seating)
Indoor tennis courts (without spectator seating)
Lecture halls
Libraries

آئین‌نامه‌های مختلف حریق ساختارهای گوناگونی را برای ساختمان‌ها در نظر گرفته‌اند که به منظور هماهنگی بین آن‌ها، استاندارد NFPA جدولی را برای این موضوع اختصاص داده است.

A.7.1.4.2 Material subject to increase in combustibility or flame spread index beyond the limits herein established through the effects of age, moisture, or other atmospheric condition is considered combustible. (See NFPA 259, *Standard Test Method for Potential Heat of Building Materials*, and NFPA 220, *Standard on Types of Building Construction*.)

A.7.1.5.2.5.6(B) The design limits of fire department apparatus should take into account mutual aid companies and other response agencies that might respond to emergencies. [1: A.18.2.3.4.6.2]

A.7.2.1.1 The system of designating types of construction also includes a specific breakdown of the types of construction through the use of arabic numbers. These arabic numbers follow the roman numeral notation where identifying a type of construction [e.g., Type I(442), Type II(111), Type III(200)] and indicate the fire resistance rating requirements for certain structural elements as follows:

- (1) First arabic number — exterior bearing walls
- (2) Second arabic number — columns, beams, girders, trusses and arches, supporting bearing walls, columns, or loads from more than one floor
- (3) Third arabic number — floor construction

Table A.7.2.1.1 provides a comparison of the types of construction for various model building codes.

A.7.2.3.2.14 NFPA 90A recognizes the following types of plenums: ceiling cavity plenum, apparatus casing plenum, air-handling room plenum, and raised floor plenum. The requirements in NFPA 90A are different for each type of plenum and Chapter 3 of this Code shows definitions for each type of plenum.

A.7.2.3.2.14.2(I)(1) Electrical wires and cables and optical fiber cables listed to UL Subject 2424, *Outline of Investigation for Cable Marked Limited Combustible*, are considered to be suitable for use wherever cables tested in accordance with NFPA 262, *Standard Method of Test for Flame Travel and Smoke of Wires and Cables for Use in Air-Handling Spaces*, are required.

A.7.2.3.2.14.5(E)(1) Electrical wires and cables and optical fiber cables listed to UL Subject 2424, *Outline of Investigation for Cable Marked Limited Combustible*, are considered to be suitable for use wherever cables tested in accordance with NFPA 262, *Standard Method of Test for Flame Travel and Smoke of Wires and Cables for Use in Air-Handling Spaces*, are required.

A.7.4.1.4.5.3(3) Where a process hazard analysis demonstrates that more than two occupants are necessary for operations to be conducted safely, an increase in the maximum number of occupants might be appropriate where acceptable to the authority having jurisdiction.

A.7.4.1.4.7 See NFPA 850, *Recommended Practice for Fire Protection for Electric Generating Plants and High Voltage Direct Current Converter Stations*, for protection recommendations.

A.7.4.3.6.3 Special machinery and equipment can include rolling mills, structural metal fabrication shops and foundries, or the equipment necessary for the production and distribution of electric, gas, or steam power.

A.7.6.2.1 Where a building is adjacent to an open space of at least 20 ft (6100 mm) in width, the maximum permitted area found in Table 7.4.1 can be increased by an amount proportional to the open space. This increase is permitted because the open space might be used for escape from the building, for staging fire-fighting operations, and for reducing hazards from exposures. The wider this open space is, the more important its contribution to the safety of the building's occupants, fire fighters, and the building's contents. If the lot lines or other lines that define the open space are regular and parallel to each face of the building and at the same distance from the exterior wall of the building, equation 7.6.2.1a and equation 7.6.2.1b would be as follows:

$$I_f = \frac{\left\{ 100 \left[\left(\frac{F}{P} \right) - 0.25 \right] W \right\}}{30} \quad (\text{U.S. units}) \quad (\text{A.7.6.2.1a})$$

$$I_f = \frac{\left\{ 100 \left[\left(\frac{F}{P} \right) - 0.25 \right] W \right\}}{9} \quad (\text{SI units}) \quad (\text{A.7.6.2.1b})$$

where:

- I_f = frontage area increase (percent)
- F = sum of the building perimeter with a constant width (W) that is at least 20 ft (6100 mm)
- P = building perimeter
- W = width of public way or open space

However, if the width of the open space is irregular, or the lot line is not parallel to the building face, the individual units of open space are measured, and the width values (W) are

Table A.7.2.1.1 Cross-Reference of Building Construction Types

NFPA 5000	I(442)	I(332)	II(222)	II(111)	II(000)	III(211)	III(200)	IV(2HH)	V(111)	V(000)
UBC	—	1FR	II FR	II 1 hr	II N	III 1 hr	III N	IV HT	V 1 hr	V N
B/NBC	1A	1B	2A	2B	2C	3A	3B	4	5A	5B
SBC	I	II	—	IV 1 hr	IV UNP	V 1 hr	V UNP	III	VI 1 hr	VI UNP
IBC	—	1A	1B	IIA	IIB	IIIA	IIIB	IV	VA	VB

- UBC: *Uniform Building Code*.
- FR: Fire rated.
- N: Nonsprinklered.
- HT: Heavy timber.
- B/NBC: *National Building Code*.
- SBC: *Standard Building Code*.
- UNP: Unprotected.
- IBC: *International Building Code*.

مبحث سوّم مقرّرات ملّی:

در اصلاحیه مبحث سوّم مقرّرات ملّی ساختمان ویرایش سال ۱۳۹۲ ساختمان‌ها را در پنج ساختار مختلف بیان می‌نماید، که به شرح زیر است:

۱-۲-۳ از این پس تمام ساختمان‌ها و سازه‌های در دست ساخت یا تغییر یا در حال افزایش ارتفاع یا مساحت، باید در یکی از پنج نوع ساختار تعریف شده در بخش‌های ۲-۲-۳ تا ۵-۲-۳ دسته‌بندی شوند. حداقل درجه‌بندی مقاومت در برابر آتش اجزای ساختمان باید مطابق با مقادیر تعیین شده در جدول ۱-۳ و حداقل درجه‌بندی مقاومت در برابر آتش برای دیوارهای خارجی باید مطابق با مقادیر جدول ۲-۳ باشد. تفاوت اصلی انواع ساختارها با یکدیگر در قابلیت سوختن مصالح تشکیل دهنده و حداقل درجه مقاومت اجزای آن‌ها در برابر آتش است. تمام اجزای ساختمانی ساختارهای نوع یک و دو از نوع غیر قابل سوختن هستند و از این نظر از سایر انواع ساختارها دارای ایمنی بیشتری هستند. برخی از انواع ساختارها در جدول ۱-۳ دو زیر گروه (الف) و (ب) نیز دارند، که گروه (الف) دارای مقاومت بیشتری از (ب) در برابر آتش است. حداقل نوع ساختار قابل قبول برای یک ساختمان بستگی به نوع تصرف و ابعاد آن دارد و با توجه به اطلاعات داده شده در فصل‌های دو تا چهار تعیین می‌شود. بدیهی است که برای اجزای ساختمان به مقاومت بیشتر در برابر آتش (به عبارت دیگر به انواع ساختارهای مقاوم‌تر در برابر آتش) نیاز است.

توجه: نیازی به تطابق جزئیات ساختمان یا بخشی از آن با حداقل الزامات ساختار با نوع بالاتر از آن نیست، حتی اگر در واقعیت برخی از ویژگی‌های آن با ساختار نوع بالاتر تطبیق داشته باشد.

۲-۲-۳ ساختارهای نوع یک و دو (غیر قابل سوختن مقاوم در برابر آتش):

ساختارهای نوع یک و دو آن دسته از ساختارهایی هستند که اجزای ساختمانی فهرست شده در جدول ۱-۳ در آن‌ها از مصالح نوع غیر قابل سوختن باشند (تعیین قابلیت سوختن مصالح ساختمانی باید بر اساس استاندارد

شماره ۷۲۷۱-۲ ایران صورت گیرد). اجزای ساختمانی ساختار نوع یک نسبت به ساختار نوع دو دارای درجه مقاومت بالاتری در برابر آتش است و به این علت محدودیت‌های ابعادی (که در فصل چهار ارائه شده است) کمتر است.

۳-۲-۳ ساختار نوع سه (ساختار با دیوار خارجی غیر قابل سوختن)

ساختار نوع سه، ساختاری است که در آن دیوارهای خارجی از مصالح غیر قابل سوختن باشد. سایر اجزای ساختمانی این نوع ساختار می‌تواند از هر نوع مصالح ساختمانی مطابق با استانداردها و مقررات ملی موجود در کشور ساخته شود.

۳-۲-۴ ساختار نوع چهار (ساختمان چوبی)

ساختار نوع چهار ساختاری است که در آن دیوارهای خارجی از جنس مصالح غیر قابل سوختن بوده و سایر اجزای ساختمان از جنس چوب یک تکه یا چند لای ورقه‌ای و بدون فضاهای پنهان ساختاری باشند. طرح سازه و اجرای کلیه اجزای چوبی ساختمان باید مطابق آئین‌نامه‌های رسمی معتبر در کشور و در غیاب آن‌ها مطابق با آئین‌نامه‌های معتبر خارجی مربوط به ساختمان‌های چوبی صورت گیرد.

۳-۲-۵ ساختار نوع پنج (محافظت نشده)

ساختار نوع پنجم آن نوع ساختاری است که در آن اجزای سازه‌ای، دیوارهای خارجی و دیوارهای داخلی از جنس هر نوع مصالح مطابق با استانداردها و مقررات ملی موجود در کشور باشد و درجه مقاومت در برابر آتش برای آن‌ها مشخص یا احراز نشده باشد.

CHAPTER 6 TYPES OF CONSTRUCTION

SECTION 601 GENERAL

601.1 Scope. The provisions of this chapter shall control the classification of buildings as to type of construction.

SECTION 602 CONSTRUCTION CLASSIFICATION

602.1 General. Buildings and structures erected or to be erected, altered or extended in height or area shall be classified in one of the five construction types defined in Sections 602.2 through 602.5. The building elements shall have a *fire-resistance rating* not less than that specified in Table 601 and exterior walls shall have a *fire-resistance rating* not less than that specified in Table 602. Where required to have a *fire-resistance rating* by Table 601, building elements shall comply with the applicable provisions of Section 703.2. The protection of openings, ducts and air transfer openings in building elements shall not be required unless required by other provisions of this code.

602.1.1 Minimum requirements. A building or portion thereof shall not be required to conform to the details of a type of construction higher than that type which meets the minimum requirements based on occupancy even though

certain features of such a building actually conform to a higher type of construction.

602.2 Types I and II. Types I and II construction are those types of construction in which the building elements listed in Table 601 are of noncombustible materials, except as permitted in Section 603 and elsewhere in this code.

602.3 Type III. Type III construction is that type of construction in which the exterior walls are of noncombustible materials and the interior building elements are of any material permitted by this code. *Fire-retardant-treated wood* framing complying with Section 2303.2 shall be permitted within exterior wall assemblies of a 2-hour rating or less.

602.4 Type IV. Type IV construction (Heavy Timber, HT) is that type of construction in which the exterior walls are of noncombustible materials and the interior building elements are of solid or laminated wood without concealed spaces. The details of Type IV construction shall comply with the provisions of this section. *Fire-retardant-treated wood* framing complying with Section 2303.2 shall be permitted within exterior wall assemblies with a 2-hour rating or less. Minimum solid sawn nominal dimensions are required for structures built using Type IV construction (HT). For glued-laminated members the equivalent net finished width and depths corresponding to the minimum nominal width and

**TABLE 601
FIRE-RESISTANCE RATING REQUIREMENTS FOR BUILDING ELEMENTS (HOURS)**

BUILDING ELEMENT	TYPE I		TYPE II		TYPE III		TYPE IV	TYPE V	
	A	B	A ^a	B	A ^a	B	HT	A ^a	B
Primary structural frame ^b (see Section 202)	3 ^a	2 ^a	1	0	1	0	HT	1	0
Bearing walls									
Exterior ^{c,1}	3	2	1	0	2	2	2	1	0
Interior	3 ^a	2 ^a	1	0	1	0	1/HT	1	0
Nonbearing walls and partitions	See Table 602								
Exterior	See Table 602								
Interior ^d	0	0	0	0	0	0	See Section 602.4.6	0	0
Floor construction and associated secondary members (see Section 202)	2	2	1	0	1	0	HT	1	0
Roof construction and associated secondary members (see Section 202)	1 1/2 ^e	1 ^h	1 ^h	0 ^g	1 ^h	0	HT	1 ^h	0

For SI: 1 foot = 304.8 mm.

- a. Roof supports: Fire-resistance ratings of primary structural frame and bearing walls are permitted to be reduced by 1 hour where supporting a roof only.
- b. Except in Group F-1, H, M and S-1 occupancies, fire protection of structural members shall not be required, including protection of roof framing and decking where every part of the roof construction is 20 feet or more above any floor immediately below. Fire-retardant-treated wood members shall be allowed to be used for such unprotected members.
- c. In all occupancies, heavy timber shall be allowed where a 1-hour or less fire-resistance rating is required.
- d. An approved automatic sprinkler system in accordance with Section 903.3.1.1 shall be allowed to be substituted for 1-hour fire-resistance-rated construction, provided such system is not otherwise required by other provisions of the code or used for an allowable area increase in accordance with Section 306.3 or an allowable height increase in accordance with Section 504.2. The 1-hour substitution for the fire resistance of exterior walls shall not be permitted.
- e. Not less than the fire-resistance rating required by other sections of this code.
- f. Not less than the fire-resistance rating based on fire separation distance (see Table 602).
- g. Not less than the fire-resistance rating as referenced in Section 704.10

depths of solid sawn lumber are required as specified in Table 602.4.

TABLE 602.4
WOOD MEMBER SIZE EQUIVALENCIES

MINIMUM NOMINAL SOLID SAWN SIZE		MINIMUM GLUED-LAMINATED NET SIZE	
Width, Inch	Depth, Inch	Width, Inch	Depth, Inch
8	8	6 ³ / ₄	8 ¹ / ₄
6	10	5	10 ¹ / ₂
6	8	5	8 ¹ / ₄
6	6	5	6
4	6	3	6 ⁷ / ₈

For SI: 1 inch = 25.4 mm.

602.4.1 Columns. Wood columns shall be sawn or glued laminated and shall be not less than 8 inches (203 mm), nominal, in any dimension where supporting floor loads and not less than 6 inches (152 mm) nominal in width and not less than 8 inches (203 mm) nominal in depth where supporting roof and ceiling loads only. Columns shall be continuous or superimposed and connected in an *approved* manner.

602.4.2 Floor framing. Wood beams and girders shall be of sawn or glued-laminated timber and shall be not less than 6 inches (152 mm) nominal in width and not less than 10 inches (254 mm) nominal in depth. Framed sawn or glued-laminated timber arches, which spring from the floor line and support floor loads, shall be not less than 8 inches (203 mm) nominal in any dimension. Framed timber trusses supporting floor loads shall have members of not less than 8 inches (203 mm) nominal in any dimension.

602.4.3 Roof framing. Wood-frame or glued-laminated arches for roof construction, which spring from the floor line or from grade and do not support floor loads, shall have members not less than 6 inches (152 mm) nominal in

width and have not less than 8 inches (203 mm) nominal in depth for the lower half of the height and not less than 6 inches (152 mm) nominal in depth for the upper half. Framed or glued-laminated arches for roof construction that spring from the top of walls or wall abutments, framed timber trusses and other roof framing, which do not support floor loads, shall have members not less than 4 inches (102 mm) nominal in width and not less than 6 inches (152 mm) nominal in depth. Spaced members shall be permitted to be composed of two or more pieces not less than 3 inches (76 mm) nominal in thickness where blocked solidly throughout their intervening spaces or where spaces are tightly closed by a continuous wood cover plate of not less than 2 inches (51 mm) nominal in thickness secured to the underside of the members. Splice plates shall be not less than 3 inches (76 mm) nominal in thickness. Where protected by *approved* automatic sprinklers under the roof deck, framing members shall be not less than 3 inches (76 mm) nominal in width.

602.4.4 Floors. Floors shall be without concealed spaces. Wood floors shall be of sawn or glued-laminated planks, splined or tongue-and-groove, of not less than 3 inches (76 mm) nominal in thickness covered with 1-inch (25 mm) nominal dimension tongue-and-groove flooring, laid crosswise or diagonally, or 0.5-inch (12.7 mm) particleboard or planks not less than 4 inches (102 mm) nominal in width set on edge close together and well spiked and covered with 1-inch (25 mm) nominal dimension flooring or ¹/₃₂-inch (12 mm) wood structural panel or 0.5-inch (12.7 mm) particleboard. The lumber shall be laid so that no continuous line of joints will occur except at points of support. Floors shall not extend closer than 0.5 inch (12.7 mm) to walls. Such 0.5-inch (12.7 mm) space shall be covered by a molding fastened to the wall and so arranged that it will not obstruct the swelling or shrinkage movements of the floor. Corbeling of masonry walls under the floor shall be permitted to be used in place of molding.

TABLE 602
FIRE-RESISTANCE RATING REQUIREMENTS FOR EXTERIOR WALLS BASED ON FIRE SEPARATION DISTANCE^{a, b}

FIRE SEPARATION DISTANCE = X (feet)	TYPE OF CONSTRUCTION	OCCUPANCY GROUP H ^c	OCCUPANCY GROUP F-1, M, S-1 ^d	OCCUPANCY GROUP A, B, E, F-2, I, R, S-2 ^e , U ^f
X < 5 ^g	All	3	2	1
5 ≤ X < 10	IA	3	2	1
	Others	2	1	1
10 ≤ X < 30	IA, IB	2	1	1 ^d
	IIB, VB	1	0	0
	Others	1	1	1 ^d
X ≥ 30	All	0	0	0

For SI: 1 foot = 304.8 mm.

- Load-bearing exterior walls shall also comply with the fire-resistance rating requirements of Table 601.
- For special requirements for Group U occupancies, see Section 406.3.
- See Section 706.1.1 for party walls.
- Open parking garages complying with Section 406 shall not be required to have a fire-resistance rating.
- The fire-resistance rating of an exterior wall is determined based upon the fire separation distance of the exterior wall and the story in which the wall is located.
- For special requirements for Group H occupancies, see Section 415.5.
- For special requirements for Group S aircraft hangars, see Section 412.4.1.
- Where Table 705.8 permits nonbearing exterior walls with unlimited area of unprotected openings, the required fire-resistance rating for the exterior walls is 0 hours.

602.4.5 Roofs. Roofs shall be without concealed spaces and wood roof decks shall be sawn or glued laminated, splined or tongue-and-groove plank, not less than 2 inches (51 mm) nominal in thickness, 1 $\frac{1}{4}$ -inch-thick (32 mm) wood structural panel (exterior glue), or of planks not less than 3 inches (76 mm) nominal in width, set on edge close together and laid as required for floors. Other types of decking shall be permitted to be used if providing equivalent *fire resistance* and structural properties.

602.4.6 Partitions. Partitions shall be of solid wood construction formed by not less than two layers of 1-inch (25 mm) matched boards or laminated construction 4 inches (102 mm) thick, or of 1-hour fire-resistance-rated construction.

602.4.7 Exterior structural members. Where a horizontal separation of 20 feet (6096 mm) or more is provided, wood columns and arches conforming to heavy timber sizes shall be permitted to be used externally.

602.5 Type V. Type V construction is that type of construction in which the structural elements, *exterior walls* and interior walls are of any materials permitted by this code.

SECTION 603 COMBUSTIBLE MATERIAL IN TYPE I AND II CONSTRUCTION

603.1 Allowable materials. Combustible materials shall be permitted in buildings of Type I or II construction in the following applications and in accordance with Sections 603.1.1 through 603.1.3:

1. *Fire-retardant-treated wood* shall be permitted in:
 - 1.1. Nonbearing partitions where the required *fire-resistance rating* is 2 hours or less.
 - 1.2. Nonbearing *exterior walls* where fire-resistance rated construction is not required.
 - 1.3. Roof construction, including girders, trusses, framing and decking.

Exception: In buildings of Type IA construction exceeding two stories above grade plane, *fire-retardant-treated wood* is not permitted in roof construction where the vertical distance from the upper floor to the roof is less than 20 feet (6096 mm).

2. Thermal and acoustical insulation, other than foam plastics, having a *flame spread index* of not more than 25.

Exceptions:

1. Insulation placed between two layers of non-combustible materials without an intervening airspace shall be allowed to have a *flame spread index* of not more than 100.
2. Insulation installed between a finished floor and solid decking without intervening airspace shall be allowed to have a *flame spread index* of not more than 200.
3. Foam plastics in accordance with Chapter 26.

4. Roof coverings that have an A, B or C classification.
5. *Interior floor finish* and floor covering materials installed in accordance with Section 804.
6. Millwork such as doors, door frames, window sashes and frames.
7. *Interior wall and ceiling finishes* installed in accordance with Sections 801 and 803.
8. *Trim* installed in accordance with Section 806.
9. Where not installed greater than 15 feet (4572 mm) above grade, show windows, nailing or furring strips and wooden bulkheads below show windows, including their frames, aprons and show cases.
10. Finish flooring installed in accordance with Section 805.
11. Partitions dividing portions of stores, offices or similar places occupied by one tenant only and that do not establish a *corridor* serving an *occupant load* of 30 or more shall be permitted to be constructed of *fire-retardant-treated wood*, 1-hour fire-resistance-rated construction or of wood panels or similar light construction up to 6 feet (1829 mm) in height.
12. Stages and platforms constructed in accordance with Sections 410.3 and 410.4, respectively.
13. Combustible *exterior wall coverings*, balconies and similar projections and bay or oriel windows in accordance with Chapter 14.
14. Blocking such as for handrails, millwork, cabinets and window and door frames.
15. Light-transmitting plastics as permitted by Chapter 26.
16. Mastics and caulking materials applied to provide flexible seals between components of *exterior wall* construction.
17. Exterior plastic veneer installed in accordance with Section 2605.2.
18. Nailing or furring strips as permitted by Section 803.4.
19. Heavy timber as permitted by Note c to Table 601 and Sections 602.4.7 and 1406.3.
20. Aggregates, component materials and admixtures as permitted by Section 703.2.2.
21. Sprayed fire-resistant materials and intumescent and mastic fire-resistant coatings, determined on the basis of *fire-resistance* tests in accordance with Section 703.2 and installed in accordance with Sections 1705.13 and 1705.14, respectively.
22. Materials used to protect penetrations in fire-resistance-rated assemblies in accordance with Section 714.

23. Materials used to protect joints in fire-resistance-rated assemblies in accordance with Section 715.
24. Materials allowed in the concealed spaces of buildings of Types I and II construction in accordance with Section 718.5.
25. Materials exposed within plenums complying with Section 602 of the *International Mechanical Code*.

603.1.1 Ducts. The use of nonmetallic ducts shall be permitted where installed in accordance with the limitations of the *International Mechanical Code*.

603.1.2 Piping. The use of combustible piping materials shall be permitted where installed in accordance with the limitations of the *International Mechanical Code* and the *International Plumbing Code*.

603.1.3 Electrical. The use of electrical wiring methods with combustible insulation, tubing, raceways and related components shall be permitted where installed in accordance with the limitations of this code.

**TABLE 509.4
REQUIRED SEPARATION OF OCCUPANCIES (HOURS)**

OCCUPANCY	A, E		I-1, I-3, I-4		I-2		R ^a		F-2, S-2 ^b , U		B, F-1, M, S-1		H-1		H-2		H-3, H-4		H-5	
	S	NS	S	NS	S	NS	S	NS	S	NS	S	NS	S	NS	S	NS	S	NS	S	NS
A, E	N	N	1	2	2	NP	1	2	N	1	1	2	NP	NP	3	4	2	3	2	NP
I-1, I-3, I-4	—	—	N	N	2	NP	1	NP	1	2	1	2	NP	NP	3	NP	2	NP	2	NP
I-2	—	—	—	—	N	N	2	NP	2	NP	2	NP	NP	NP	3	NP	2	NP	2	NP
R ^a	—	—	—	—	—	—	N	N	1 ^c	2 ^c	1	2	NP	NP	3	NP	2	NP	2	NP
F-2, S-2 ^b , U	—	—	—	—	—	—	—	—	N	N	1	2	NP	NP	3	4	2	3	2	NP
B, F-1, M, S-1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	N	N	NP	NP	2	3	1	2	1	NP
H-1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	N	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
H-2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	N	NP	1	NP	1	NP
H-3, H-4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1 ^d	NP	1	NP
H-5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	N	NP

S = Buildings equipped throughout with an automatic sprinkler system installed in accordance with Section 903.3.1.1.

NS = Buildings not equipped throughout with an automatic sprinkler system installed in accordance with Section 903.3.1.1.

N = No separation requirement.

NP = Not permitted.

a. See Section 420.

b. The required separation from areas used only for private or pleasure vehicles shall be reduced by 1 hour but to not less than 1 hour.

c. See Section 406.3.4.

d. Separation is not required between occupancies of the same classification.

self- or automatic-closing upon detection of smoke in accordance with Section 716.5.9.3. Doors shall not have air transfer openings and shall not be undercut in excess of the clearance permitted in accordance with NFPA 80. Walls surrounding the incidental use shall not have air transfer openings unless provided with smoke dampers in accordance with Section 710.7.

509.4.2.1 Protection limitation. Except as specified in Table 509 for certain incidental uses, where an *automatic sprinkler system* is provided in accordance with Table 509, only the space occupied by the incidental use need be equipped with such a system.

SECTION 510 SPECIAL PROVISIONS

510.1 General. The provisions in Sections 510.2 through 510.9 shall permit the use of special conditions that are exempt from, or modify, the specific requirements of this chapter regarding the allowable *building heights and areas* of buildings based on the occupancy classification and type of construction, provided the special condition complies with the provisions specified in this section for such condition and other applicable requirements of this code. The provisions of Sections 510.2 through 510.8 are to be considered independent and separate from each other.

510.2 Horizontal building separation allowance. A building shall be considered as separate and distinct buildings for the purpose of determining area limitations, continuity of fire

walls, limitation of number of stories and type of construction where all of the following conditions are met:

1. The buildings are separated with a *horizontal assembly* having a *fire-resistance rating* of not less than 3 hours.
2. The building below the *horizontal assembly* is not greater than one *story above grade plane*.
3. The building below the *horizontal assembly* is of Type IA construction.
4. *Shaft, stairway, ramp* and escalator enclosures through the *horizontal assembly* shall have not less than a 2-hour *fire-resistance rating* with opening protectives in accordance with Section 716.5.

Exception: Where the enclosure walls below the *horizontal assembly* have not less than a 3-hour *fire-resistance rating* with opening protectives in accordance with Section 716.5, the enclosure walls extending above the *horizontal assembly* shall be permitted to have a 1-hour *fire-resistance rating*, provided:

1. The building above the *horizontal assembly* is not required to be of Type I construction;
 2. The enclosure connects fewer than four *stories*; and
 3. The enclosure opening protectives above the *horizontal assembly* have a *fire protection rating* of not less than 1 hour.
5. The building or buildings above the *horizontal assembly* shall be permitted to have multiple Group A occu-

میزان مقاومت سازه:

نیاز مقاومتی هر ساختار سازه‌ای با توجه به محدودیت‌های تعداد طبقات، ارتفاع، مساحت و نحوه کاربری محاسبه می‌شود. به تعریف دیگر حفاظت مورد نیاز هر ساختمان با توجه به سایر محدودیت‌های ناشی از ریسک خطر ایجاد شده در ساختارهای متناسب قابل ارزیابی و تامین است.

تعیین میزان مقاومت:

گام‌ها در تعیین میزان مقاومت مورد نیاز

۱. بررسی تعاریف آئین‌نامه‌ای

۲. بررسی سیستم سازه‌ای و ساختار

۳. تعیین تصرف‌ها بر اساس نقشه‌های معماری و کاربری

۴. بررسی و تعیین میزان تصرف‌ها در طبقات و نحوه جداسازی تصرف‌ها

۵. بررسی محدودیت‌های ارتفاع، مساحت و تعداد طبقات

۶. تعیین میزان مقاومت مورد نیاز

بایستی توجه داشت تمامی بندهای آئین‌نامه می‌بایستی مد نظر قرار گیرد.

جداول مرتبط نشریه ۶۸۲:

جدول ۲-۸ راهنمای حروف اختصاری تصرفها

حرف اختصاری	نوع تصرف	زیرگروهها	مثال
آ	آموزشی / فرهنگی	-	دوره‌های تحصیلی ابتدایی تا دبیرستان
ت	تجمعی	ت-۱	کاربری تجمعی برای ارائه یا تماشای اجراهای نمایشی یا تصاویر متحرک، مانند سینما، تئاتر و استودیوهای رادیویی و تلویزیونی
		ت-۲	صرف غذا یا نوشیدنی مانند سالن‌های ضیافت، رستوران‌ها، تریاها و باشگاهها
		ت-۳	مکان‌های نیایش، جشن، سرگرمی یا کاربری‌های تجمعی که در سایر گروه‌های تصرف (ت) قرار نگرفته باشند، مانند مسجد، سالن سخنرانی، دادگاه، نمایشگاه، باشگاه ورزشی یا استخر سرپوشیده بدون تماشاچی، کتابخانه، موزه، سالن انتظار در ترمینال‌های مسافرتی.
		ت-۴	استادیومها و مجموعه‌های ورزشی سرپوشیده
		ت-۵	پارک‌های تفریحی و استادیومهای سرباز
ح	حرفه‌ای / اداری	-	دفاتر اداری، بانک‌ها، شعب پست، آرایشگاه، کلینیک‌ها و مطب‌های پزشکی، آزمایشگاه تشخیص طبی، دفاتر مهندسی، دانشگاه، پاسگاه نیروهای انتظامی
خ	مخاطره‌آمیز	خ-۱	اماکن حاوی مواد منفجره
		خ-۲	اماکن حاوی مایعات قابل اشتعال یا قابل سوختن در ظروف باز یا ظروف بسته با فشار نسبی بیشتر از ۱۰۳ کیلو پاسکال، غبار قابل سوختن و گازهای قابل اشتعال
		خ-۳	اماکن حاوی مایعات قابل اشتعال یا قابل سوختن در ظروف بسته با فشار نسبی کمتر از ۱۰۳ کیلو پاسکال، ایلیاف قابل سوختن، سیالات سرمازای اکسیدکننده، جامدات قابل اشتعال و مواد واکنش‌دهنده با آب
		خ-۴	اماکن حاوی مواد خورنده و مواد سمی
		خ-۵	کارخانه‌های تولید نیمه‌هادی‌ها
د	درمانی / مراقبتی	د-۱	مراکز مراقبت شبانه‌روزی به علت شرایط روحی یا سایر دلایل در یک محیط مسکونی از افرادی که می‌توانند در موقعیت اضطراری بدون کمک فیزیکی دیگران واکنش لازم را از خود نشان دهند، مانند مراکز توان‌بخشی، مراکز نگهداری از آسیب‌دیدگان اجتماعی و مراکز ترک اعتیاد
		د-۲	خدمات شبانه‌روزی پزشکی، جراحی، روانپزشکی و پرستاری
		د-۳	زندان‌ها، بازداشتگاه‌ها، ندامتگاه‌ها و اندرزگاه‌ها، دارالتأدیبها

ادامه جدول ۸-۲ راهنمای حروف اختصاری تصرفها

حرف اختصاری	نوع تصرف	زیرگروه‌ها	مثال
		د-۴	آسایشگاه‌های ویژه مراقبت شخصی برای بیش از پنج نفر افراد بالغ برای کمتر از ۲۴ ساعت، مراکز ویژه نگهداری بیش از پنج کودک با سن کمتر از ۳ سال به مدت کمتر از ۲۴ ساعت (مانند مهد کودک‌ها)
ص	صنعتی	ص-۱	صنایع تولید ابزار، وسایل ورزشی، وسایل نقلیه موتوری، دوچرخه‌سازی، ماشین‌های اداری، فرش، موکت، پوشاک، ماشین‌های ساختمانی و کشاورزی، حشره‌کش، شوینده، لامپ، صنایع الکترونیک، صنایع غذایی، پخت نان و شیرینی، مبلمان و روکش مبلمان، خشکشویی‌ها، صنایع چرم، صنایع کاغذ، صنایع پلاستیک، تولید کفش، نساجی‌ها، دخانیات، صنایع چوب و کابینت
		ص-۲	صنایع تولید: مصالح بنایی، گداز فلزات، محصولات شیشه، گچ، شکل‌دهی فلزات و نوشابه‌های غیر الکلی
ف	متفرقه	-	اصطبل، گلخانه، پارکینگ شخصی
ک	کسبی / تجاری	-	فروشگاه‌ها، بازارها و بازارچه‌ها، داروخانه‌ها، تعمیرگاه‌های اتومبیل
		م-۱	هتل‌ها، متل‌ها و مسافرخانه‌ها
م	مسکونی / اقامتی	م-۲	بناهای آپارتمانی، اقامتگاه‌های غیرموقت سازمانی، خوابگاه‌ها و اقامتگاه‌های تفریحی شراکتی
		م-۳	مسکونی برای مراقبت شبانه‌روزی از افراد بین ۶ تا ۱۶ نفر
		ن-۱	انبار: کاغذ، کتاب، کیف و پوشاک، بامبو و خیزران، الوار، چرم، خز، انواع کفش، مقوا و جعبه مقوایی، پشم، طناب، مبلمان، چسب، کف‌پوشهای لینولوم، غلات، ابریشم، صابون، شکر، تاپر، تنباکو، دخانیات، روکش و پرکننده مبلمان، شمع
ن	انباری	ن-۲	انبار: مواد غیر قابل سوختن مانند کیسه‌های سیمان، گچ، آهک، لینیات در بسته‌بندی‌های مقوایی بدون واکس، باتری‌های خشک، سیم‌پیچ‌های الکتریکی، موتورهای برقی، قوطی‌های خالی، اغذیه در بسته‌بندی‌های غیرقابل سوختن، میوه و سبزیجات در بسته‌بندی‌های غیر پلاستیکی، غذای منجمد، شیشه، ظروف شیشه‌ای خالی یا دارای مایعات غیرقابل سوختن، تخته گچی، رنگدانه‌های خنثی، کابینت فلزی، میز فلزی با روکش و تزئینات پلاستیک، قطعات فلزی، آینه، پارکینگ اتومبیل، چینی، اجاق، ماشین ظرف شویی یا خشک‌کن

جدول ٣-٤ مقادير مجاز ارتفاع^١ و مساحت^٢ ساختمان^٣

نوع ساختار ساختمان										ارتفاع (m)	تصرف	
نوع ٥		نوع ٤	نوع ٣		نوع ٢		نوع ١		ب			الف
ب	الف	الوار سنگين	ب	الف	ب	الف	ب	الف				
١٢	١٥	٢٠	١٥	٢٠	١٥	٢٠	٥٠	م.ن	م.ن	حد مجاز تعداد طبقات و مساحت		
١	٢	٣	٢	٣	٢	٣	٥	م.ن	م.ن	طبقات	١- ت	
٥٠٠	١١٠٠	١٤٠٠	٨٠٠	١٣٠٠	٨٠٠	١٥٠٠	م.ن	م.ن	مساحت			
١	٢	٣	٢	٣	٢	٣	١١	م.ن	م.ن	طبقات	٢- ت	
٥٥٠	١١٠٠	١٤٠٠	٩٠٠	١٣٠٠	٩٠٠	١٥٠٠	م.ن	م.ن	مساحت			
١	٢	٣	٢	٣	٢	٣	١١	م.ن	م.ن	طبقات	٣- ت	
٥٥٠	١١٠٠	١٤٠٠	٩٠٠	١٣٠٠	٩٠٠	١٥٠٠	م.ن	م.ن	مساحت			
١	٢	٣	٢	٣	٢	٣	١١	م.ن	م.ن	طبقات	٤- ت	
٥٥٠	١١٠٠	١٤٠٠	٩٠٠	١٣٠٠	٩٠٠	١٥٠٠	م.ن	م.ن	مساحت			
م.ن	م.ن	م.ن	م.ن	م.ن	م.ن	م.ن	م.ن	م.ن	م.ن	طبقات	٥- ت	
م.ن	م.ن	م.ن	م.ن	م.ن	م.ن	م.ن	م.ن	م.ن	م.ن	مساحت		
٢	٣	٥	٤	٥	٤	٥	١١	م.ن	م.ن	طبقات	ح	
٨٥٠	١٦٥٠	٢٣٥٠	١٧٥٠	٢٦٥٠	٢١٠٠	٢٥٠٠	م.ن	م.ن	مساحت			
١	١	٣	٢	٣	٢	٣	٥	م.ن	م.ن	طبقات	ا	
٩٠٠	١٧٠٠	٢٣٥٠	١٣٥٠	٢٢٠٠	١٣٥٠	٢٤٥٠	م.ن	م.ن	مساحت			
١	٢	٤	٢	٣	٢	٤	١١	م.ن	م.ن	طبقات	١- ص	
٨٠٠	١٣٠٠	٢١٠٠	١١٠٠	١٧٥٠	١٥٠٠	٢٣٠٠	م.ن	م.ن	مساحت			
٢	٣	٥	٣	٤	٣	٥	١١	م.ن	م.ن	طبقات	٢- ص	
١٢٠٠	١٩٥٠	٢٧٠٠	١٦٥٠	٢٦٥٠	٢١٠٠	٢٥٠٠	م.ن	م.ن	مساحت			
٨٥٠	١٦٥٠	٢٣٥٠	١٧٥٠	٢٦٥٠	٢١٠٠	٢٥٠٠	م.ن	م.ن	مساحت			
٢	٣	٤	٣	٤	٣	٤	٩	م.ن	م.ن	طبقات	١- د	
٤٢٥	٩٧٥	١٦٥٠	٩٢٥	١٥٥٠	٩٢٥	١٧٥٠	٥١٠٠	م.ن	م.ن	مساحت		
م.غ	١	١	م.غ	١	١	٢	٤	م.ن	م.ن	طبقات	٢- د	
م.غ	٩٠٠	١١٠٠	م.غ	١١٠٠	١٠٠٠	١٤٠٠	م.ن	م.ن	مساحت			

ادامه جدول ۳-۴ مقادیر مجاز ارتفاع^۱ و مساحت^۲ ساختمان^۳

۳-د	طبقات	م.ن	۴	۲	۱	۲	۲	۲
	مساحت	م.ن	۱۴۰۰	۹۲۵	۹۷۵	۷۰۰	۱۱۰۰	۴۵۰
۴-د	طبقات	م.ن	۵	۳	۲	۱	۱	۱
	مساحت	م.ن	۵۶۰۰	۲۴۵۰	۱۲۰۰	۲۲۰۰	۱۲۰۰	۸۵۰
ک	طبقات	م.ن	۱۱	۴	۴	۴	۳	۱
	مساحت	م.ن	۲۰۰۰	۱۱۵۰	۱۷۰۰	۱۱۵۰	۱۹۰۰	۸۵۰
م-۱	طبقات	م.ن	۱۱	۴	۴	۴	۳	۲
	مساحت	م.ن	۲۲۲۵	۱۴۷۵	۲۲۲۵	۱۴۷۵	۱۹۰۰	۶۵۰
م-۲	طبقات	م.ن	۱۱	۴	۴	۴	۳	۲
	مساحت	م.ن	۲۲۲۵	۱۴۷۵	۲۲۲۵	۱۴۷۵	۱۹۰۰	۶۵۰
م-۳	طبقات	م.ن	۱۱	۴	۴	۴	۳	۲
	مساحت	م.ن	۲۲۲۵	۱۴۷۵	۲۲۲۵	۱۴۷۵	۱۹۰۰	۶۵۰
ن-۱	طبقات	م.ن	۱۱	۴	۳	۳	۳	۱
	مساحت	م.ن	۴۴۵۰	۲۴۰۰	۱۶۲۵	۱۶۲۵	۲۳۵۰	۸۵۰
ن-۲	طبقات	م.ن	۱۱	۵	۴	۴	۴	۲
	مساحت	م.ن	۷۳۵۰	۳۶۲۵	۲۴۰۰	۳۶۲۵	۲۴۰۰	۱۲۵۰
ف	طبقات	م.ن	۵	۴	۳	۲	۲	۱
	مساحت	م.ن	۳۳۰۰	۱۷۵۰	۸۰۰	۱۳۰۰	۸۰۰	۵۰۰

- ۱- محدودیت ارتفاع به هر دو صورت محدودیت تعداد طبقات و محدودیت ارتفاع از تراز زمین، بر حسب متر تعیین شده است.
- ۲- محدودیت مساحت به صورت محدودیت مساحت کف طبقه (زیر اشغال)، بر حسب متر مربع تعیین شده است. برای محدودیت مساحت کل ساختمان به بند ۴-۶ مراجعه شود.
- ۳- در مورد محدودیت‌های ابعادی ساختمان‌های گروه مخاطره‌آمیز، به نشریه ۴۴۴ مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن و آیین‌نامه‌های تخصصی مراجعه شود.

جدول شماره ۲-۶-۲ مقاومت جداکننده‌ها برای جداسازی تصرفها (بر حسب ساعت)

تصرف	ن-۱	ن-۲	ن-۳	ن-۴	ن-۵	و	ن-۶	ن-۷	ن-۸	ن-۹	ن-۱۰	ن-۱۱	ن-۱۲	ن-۱۳	ن-۱۴	ن-۱۵	ن-۱۶	ن-۱۷	ن-۱۸	ن-۱۹	ن-۲۰
ن-۱	-	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
ن-۲	-	-	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
ن-۳	-	-	-	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
ن-۴	-	-	-	-	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
ن-۵	-	-	-	-	-	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
ح	-	-	-	-	-	-	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
ا	-	-	-	-	-	-	-	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
۱-ص	-	-	-	-	-	-	-	-	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
۲-ص	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
۱-د	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
۲-د	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
۳-د	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
۴-د	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
ک	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
۱-م	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۲	۲	۲	۲	۲	۲

ادامه جدول ۲-۶-۲ مقاومت جداکننده‌ها برای جداسازی تصرفها (بر حسب ساعت)

نوع	الف	ب	الف (ب)	الف (ب)	الف (ب)	الف (ب)	الف (ب)	الف (ب)	الف (ب)	الف (ب)	الف (ب)	الف (ب)	الف (ب)	الف (ب)	الف (ب)	الف (ب)	الف (ب)
۲-۴	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۲-۴	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۱-۵	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۲-۵	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۳	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

جدول ۱-۳ الزامات درجه‌بندی مقاومت در برابر آتش برای اجزای ساختمان (ساعت)

جزء ساختمان	نوع ۱		نوع ۲		نوع ۳		نوع ۴		نوع ۵	
	الف	ب	الف (ب)	ب	الف (ب)	ب	الف (ب)	الف (ب)	ب	
قاب سازه‌ای (الف) شامل ستونها، تیرهای اصلی و خرابها	۳(ب)	۳(ب)	۱	-	۱	-	الوار	۱	-	
دیوارهای باربر خارجی (ت)	۳	۲	۱	-	۲	۲	۲	۲	۱	
دیوارهای باربر داخلی	۳(ب)	۳(ب)	۱	-	۱	-	۱ یا الوار	۱	-	
دیوارها و داکنده‌های غیر باربر خارجی	به جدول ۲-۳ مراجعه کنید									
دیوارها و جداکننده‌های غیر باربر داخلی (ت)	-	-	-	-	-	-	۱	-	-	
ساختار سقف سازه‌ای شامل تیرها و تیرچه‌های تکیه‌گاهی	۲	۲	۱	-	۱	-	الوار	۱	-	
ساختار بام شامل تیرها و تیرچه‌های تکیه‌گاهی	۱/۵	۱	۱	-	۱	-	الوار	۱	-	

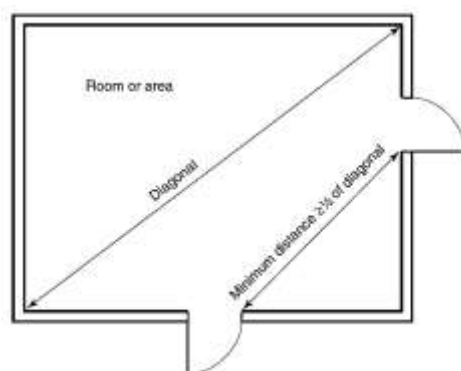
الف - قاب سازه‌ای شامل ستون، تیرهای اصلی، خرابها و تیرهای کناری که ارتباط مستقیم به ستون‌ها و اعضای مهاربندی دارند و برای تحمل بارهای نقلی طراحی شده‌اند در نظر گرفته می‌شود. اعضای پائل‌های کف یا سقف که هیچگونه اتصال مستقیم به ستون‌ها ندارند باید به عنوان اعضای ثانویه و نه بخشی از قاب سازه‌ای در نظر گرفته شوند.

فصل چهارم

مقاوم‌سازی سازه‌های مختلف در برابر حریق

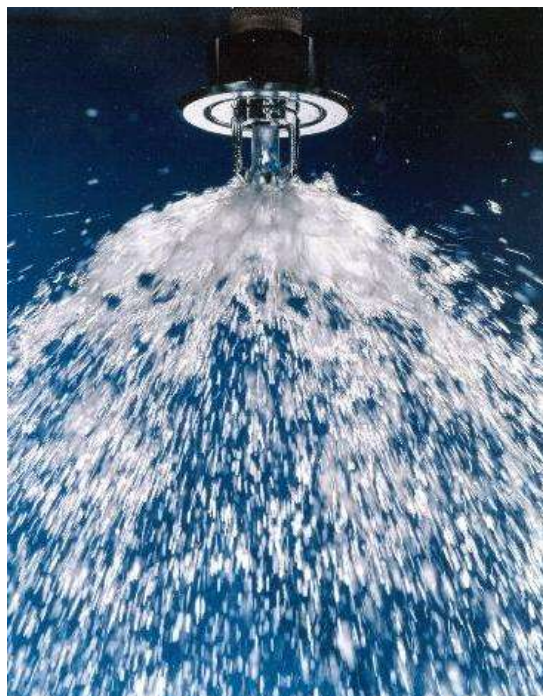
انواع روش‌های محافظت در برابر حریق:

معماری: محافظت به طریقه معماری دارای طیف وسیعی از مباحث طراحی و فنی می‌باشد. مباحث هندسی در اعمال جانمایی بخش‌های گوناگون و نیز استفاده از درب، پرده و دیوار متناسب با شرایط ساختمان از جمله این موارد می‌باشد.



تاسیسات مکانیکی و برقی: استفاده از سیستم‌های اعلام و اطفاء و نیز استفاده از راهکارهای

آتش‌بندی و ... راهکارهای مناسبی را برای محافظت مقابل حریق در ساختمان ایجاد می‌نماید.



سازه: کاهش افت مقاومت سازه به دلیل افزایش حرارت در مقاطع، مستلزم در نظر گرفتن حداقل‌هایی

می‌باشد که باعث جلوگیری از این افت مقاومت و پایداری سازه و خروج ساکنین شود. این موضوع بایستی

در تمامی سازه‌ها از جمله فلزی و بتنی انجام شود.

انواع روش های مقاوم سازی:

فعال: استفاده از سیستم هایی که در هنگام آتش فعال می شوند مانند سیستم های خودکار اطفای حریق (استفاده از آن به تنهایی پاسخ گوی ضوابط آئین نامه نمی باشد)



غیر فعال: اجرای حفاظت بر روی سازه ها و مقاوم سازی المان های فولادی سازه به منظور جلوگیری از تخریب سازه در برابر حریق تا تامین زمان مناسب برای تخلیه ساختمان، ارائه خدمات امداد و نجات و حفظ ساختمان به عنوان سرمایه ملی.



سازه‌های فولادی:

مقاوم‌سازی غیر فعال در برابر آتش در سازه‌های فولادی:

در المان‌های فولادی روش‌های مختلفی برای مقاوم‌سازی در مقابل حریق وجود دارد. روش‌های بیان شده عبارت است از:

- مصالح بنایی (Masonry)
- بردهای تخت (Flat boards)
- مواد اسپری شونده پف کننده (Intumescent Paint)
- مواد اسپری شونده سمنته (Cementitious Spray Applied Fire Resistive Materials)



➤ مصالح بنایی:

کلیه مصالح ساختمانی اعم از آجر و سیمان در برابر حریق مقاومت داشته به شرط آنکه بتوانند الزامات آئین‌نامه‌ای را رعایت کنند. مقاوم‌سازی المان‌های سازه‌ای با استفاده از مصالح بنایی یا بتنی با رعایت شرایط بندهای ۴, ۱, ۵, ۷۲۲ آئین‌نامه IBC می‌بایستی صورت پذیرد.

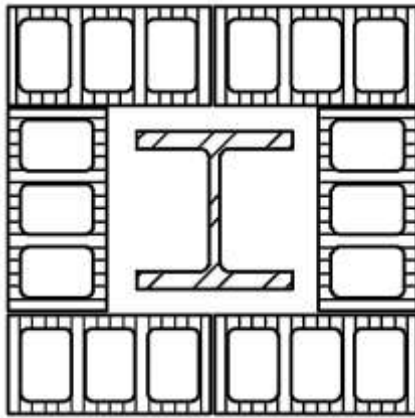
استفاده از روش مقاوم‌سازی با مصالح بنایی شامل محاسن و معایبی است که به شرح زیر می‌باشد:

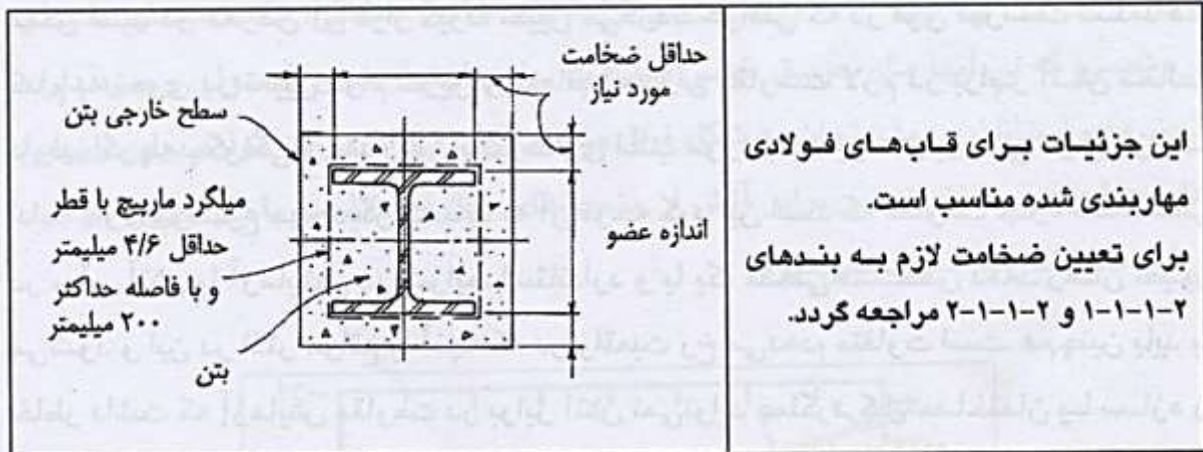
محاسن:

- قیمت مناسب
- عدم نیاز به نیروی متخصص جهت اجرا

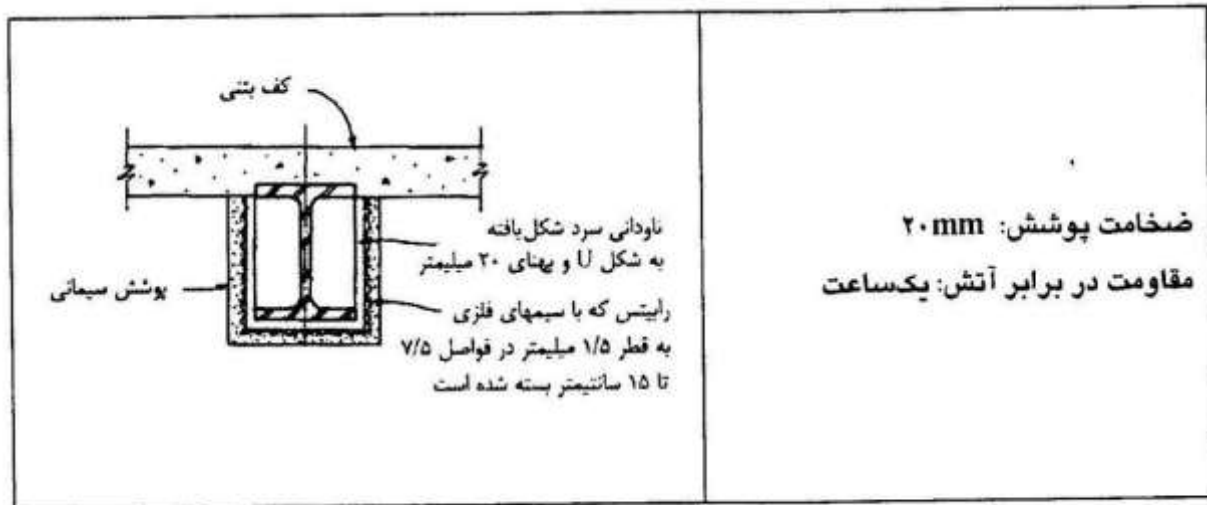
معایب:

- سطح اشغال بسیار زیاد
- وزن زیاد
- عدم امکان اجرا برای تمامی المان‌ها
- نیاز به دقت در اجرا
- در دسترس نبودن مصالح تأیید شده





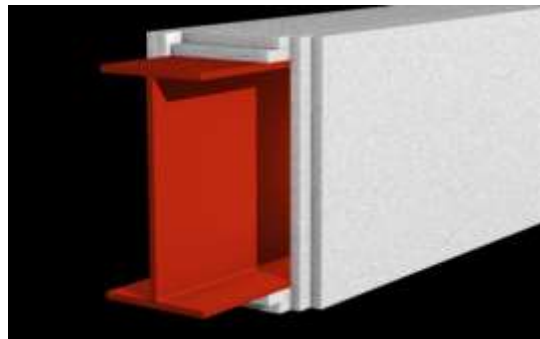
شکل ۲-۳ پوشش ستون‌های فولادی به وسیله بتن درجا



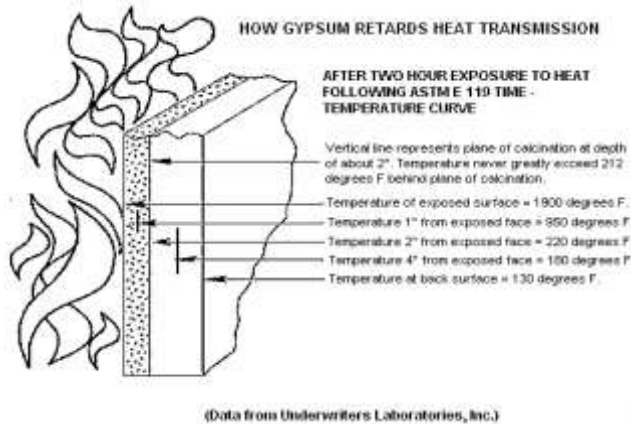
شکل ۱۰-۳ محافظت تیرهای فولادی به وسیله بتن درجا

➤ بردهای تخت:

بردهای ضد حریق شامل مواد معدنی بوده و ماده متشکله گچ، ورمیکولایت، پشم سنگ، فیبرهای سیمانی فشرده و دیگر مواد معدنی می باشد و به صورت پانلهایی در ضخامت ۱۲-۶۴ میلی متر استفاده می شوند و قابلیت حفاظت سازه های فلزی را در برابر حریق تا ۴ ساعت دارند. مقاوم سازی المان های سازه ای با استفاده از بردهای تخت با رعایت شرایط بندهای ۲، ۱، ۵، ۷۲۲ آئین نامه IBC می بایستی صورت پذیرد.



استفاده از روش مقاوم‌سازی با بردهای تخت شامل محاسن و معایبی است که به شرح زیر می‌باشد:

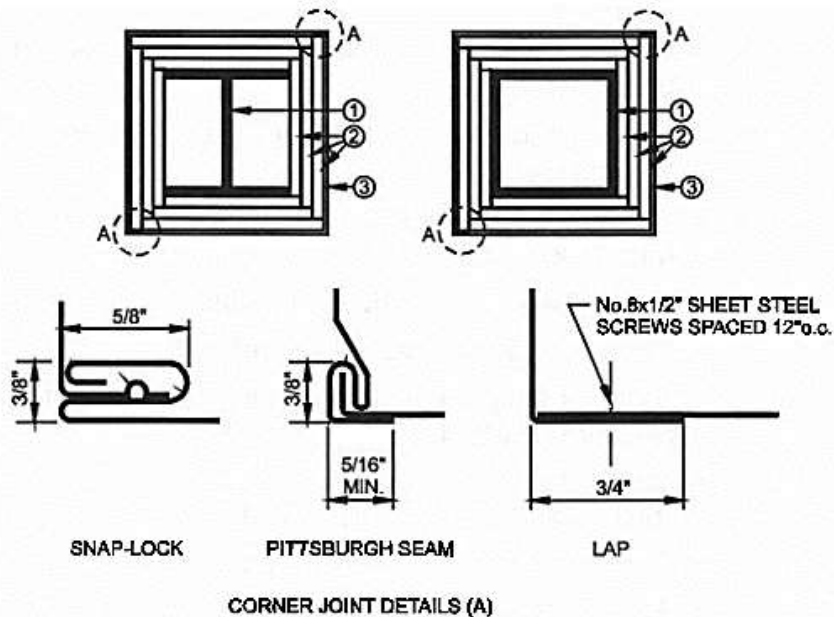


محاسن:

- اجرای سریع
- ظاهر زیبا

معایب:

- نفوذ حرارت در شرایط اجرای غیر دقیق
- اشغال فضای پیرامون المان‌ها ناشی از ضخامت بالا
- رفع نقص مشکل در صورت بروز حادثه
- عدم امکان اجرا در مواردی که سیستم تاسیساتی نیاز به ساپورت‌های زیادی دارد.
- هزینه بالا



جدول ۳-۶ محافظت به وسیله تخته گچی

۵۰	۲۵	ضخامت پوشش (mm)
۲	۱	مقاومت در برابر آتش (ساعت)

چند لایه تخته گچی باید به وسیله چسب مناسب و مورد تائید به ستون و به یکدیگر متصل شوند، به نحوی که ضخامت لازم را تأمین نمایند. تخته گچی نباید در حدفاصل کف و سقف، درز افقی داشته باشد. لبه‌های نمایان باید به وسیله نوار فلزی پوشانده شوند. تخته گچی زیر لایه نمایان، باید به وسیله سیم فولادی دوپل به قطر ۱/۵mm و با فواصل حداکثر ۳۵ سانتی‌متر به ستون دوربند و محکم شود.

شکل ۳-۸ محافظت ستون‌های فولادی با روکش گچ پرلیتی یا ورمیکولیتی روی تخته گچی

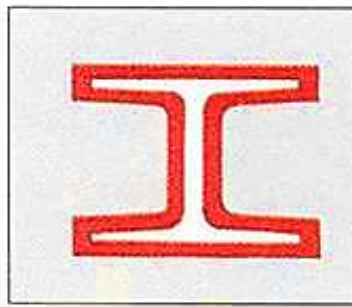
ضخامت پوشش: ۳۰mm
مقاومت در برابر آتش: ۲ ساعت
 این سیستم بر تکیه‌گاه‌های U شکل از ناودانی ۴۰ استوار است. این تکیه‌گاه‌ها در فواصل ۶۰cm نصب می‌شوند. ساق‌های قائم براکت U شکل، به وسیله پیچ‌های خودکار به طول ۱۲ میلی‌متر به ناودانی سراسری فوقانی متصل می‌شوند. مجموعه فوق در فواصل ۳۰ سانتی‌متری از طریق ناودانی گالوانیزه طولی به دال بتنی متصل می‌شود.

شکل ۳-۱۲ محافظت تیرهای فولادی با پوشش گچ ورمیکولیتی یا پرلیتی روی شبکه فلزی

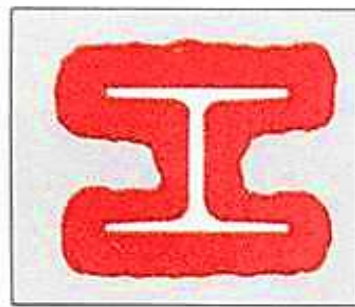
➤ مواد اسپری شونده پف کننده:

در زمان حریق، این محصولات که دارای غشاء نازک می‌باشند، منبسط و متورم می‌شوند و ازدیاد حجم پیدا می‌کنند، (بین ۳۰ تا ۵۰ برابر ضخامتشان) که این ازدیاد حجم از تاثیر مستقیم آتش بر سطح فلز جلوگیری می‌کند. این مواد دارای پایه آب یا حلال می‌باشند و به روش اسپری یا قلم مو قابل اجرا هستند.

توجه: پف کردن مواد اسپری شونده در هنگام حریق تنها معیار صحت عملکرد نمی‌باشد.



تا ۲۴۰ دقیقه زمان مقاومت در برابر آتش سوزی با اجرای پوششی نازک دست یافتنی است.



تحت دمای بسیار زیاد، پوشش منبسط شده و پوشش ۳۰ تا ۵۰ بار ضخیم‌تر از پوشش اولیه را تشکیل می‌دهد.



استفاده از روش مقاوم‌سازی با مواد اسپری شونده پف کننده شامل محاسن و معایبی است که به شرح زیر می‌باشد:



محاسن:

- ظاهری زیبا
- ضخامت کم
- اجرای پیوسته
- سطح همگن
- رفع نقص آسان

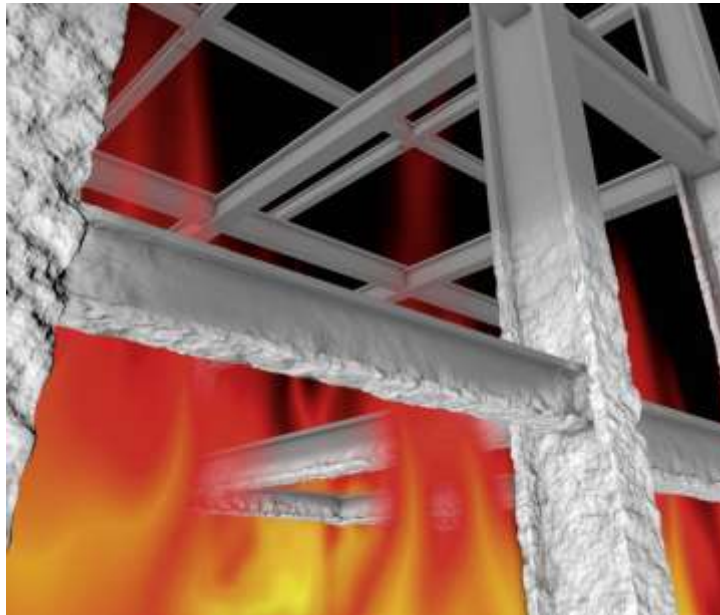
معایب:

- عدم امکان اتصال قطعات الحاقی
- هزینه بسیار بالا
- اجرای زمان بر با توجه به تعداد پاشش‌های مکرر
- نگهداری و بازبینی ادواری
- عدم توانایی در استفاده المان‌های دیگری روی آن
- اطلاع بهره‌بردار

موارد مهم در استفاده از مواد اسپری شونده پف کننده:

۱. مواد می‌بایست در آزمایشگاه‌های استاندارد تست شده و روش‌های طراحی توسط آن آزمایشگاه‌ها بدست آید.
۲. عملکرد پف‌کنندگی ماده در زمان آتش‌سوزی از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است؛ به عبارتی در صورتیکه ماده در زمان آتش که می‌تواند بسیار بعد از زمان اجرا باشد، پف نکند، به سطح عملکردی نرسیده و عملاً ایجاد مقاومت رخ نخواهد داد. از طرفی می‌بایستی در نظر داشت پف کردن ماده آتش پاد به تنهایی دلیل بر این نمی‌باشد که ماده توانایی مقابله با آتش را دارد. به عبارتی ماده فاکتورهای دیگری را نیز می‌بایستی دارا باشد، از آن جمله توانایی تشکیل تار و ایستایی بر روی المان می‌باشد؛ لذا انتخاب ماده ضد حریق و استفاده از مواد تولیدی شرکت‌های معتبر از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است.
۳. با توجه به قیمت بالای مواد پایه، بصورت کلی مواد پف‌کننده دارای قیمت بسیار بالاتری نسبت به سیستم‌های سیم‌ننه می‌باشد؛ به همین جهت استفاده از این مواد فقط در موارد خاص که استفاده از زیبایی المان مطرح می‌باشد، مورد استفاده قرار می‌گیرد.
۴. ترمیم سیستم‌های پف‌کننده می‌بایستی بصورت ادواری صورت پذیرد، این امر باعث تحمیل هزینه‌های بسیار به مصرف‌کننده می‌گردد.
۵. پاشش سیستم‌های پف‌کننده به لحاظ ویسکوزیته بالا در بهترین حالت می‌بایستی با ابزارآلات خاص همچون اسپری‌های بی‌هوا (airless spray) صورت پذیرد و از آنجایی که رسیدن به ضخامت نهایی با یکبار پاشش امکان‌پذیر نیست لذا کنترل ضخامت‌های لایه‌های تر با گیج و لایه‌های خشک می‌بایستی با دستگاه اولتراسونیک صورت پذیرد که در نهایت زمان کلی اجرا را بیشتر کرده و کنترل آن را بسیار سخت می‌نماید.

۶. اتصال قطعات الحاقی به قطعه‌ای که با سیستم پف کننده پوشش داده شده باعث خرابی وسیع شده و مرمت آن علاوه بر صرف زمان و هزینه از یکدستی اولیه خارج می‌گردد.
۷. پوشش نهایی (Top Coat) المان مقاوم شده با مواد پف کننده می‌بایستی با بازرسی ادواری کنترل و در صورت نیاز ترمیم گردد.
۸. زمان نگهداری (Shelf Life) بسیار محدود می‌باشد، لذا در سفارش و اجرا می‌بایستی زمان‌های تولید یا واردات مدنظر قرار گیرد.
۹. با توجه به عدم دسترسی بودن تجهیزات تست‌های استاندارد و عدم امکان تست میدانی برای مواد پف کننده انتخاب ماده و تولیدکننده می‌بایستی با دقت فراوان صورت پذیرد و ارجاع به آزمایشات غیر استاندارد عملاً" باعث رد یا تأیید مواد نمی‌گردد.
۱۰. اجرای المان‌های تاسیسات باعث صعوبت اجرا به لحاظ عدم امکان پاشش با روند یکنواخت می‌باشد.
۱۱. از آنجا که این مواد در دمای حدود ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد پف می‌نمایند، انتخاب پرایمر مناسب با ضخامت درست از فاکتورهای بسیار اساسی در این مورد می‌باشد. بعبارتی پیش از رسیدن ماده پف کننده به سطح عملکردی نمی‌بایستی پرایمر اجرا شده از بستر جدا شود.



➤ مواد اسپری شونده سمنته:

این مواد معدنی با پایه گچ یا سیمان، بهینه‌ترین نوع مواد عایق با خواص حرارتی بالا می‌باشند. بسته به شرایط محیطی و نیاز به مقاومت در برابر ضربه، می‌توان پایه مناسب را انتخاب نمود. این مواد به صورت پاششی اجرا می‌گردند و حداکثر تا ۴ ساعت در برابر حریق مقاومت می‌نمایند. مقاومسازی المان‌های سازه‌ای با استفاده از مواد اسپری شونده سمنته با رعایت شرایط بندهای ۷۲۲,۵,۲ و ۷۲۲,۵,۱,۳ آئین‌نامه IBC می‌بایستی صورت پذیرد.

استفاده از روش مقاومسازی با مواد اسپری شونده سمنته شامل محاسن و معایبی است که به شرح زیر می‌باشد:

محاسن:

- اجرای سریع و پیوسته
- داشتن یک سطح همگن
- رفع نقص آسان
- قیمت مناسب

معایب:

- داشتن سطحی زبر



جزئیات مقاوم سازی با مواد اسپری شونده:

استانداردهای مرتبط

- نشریه ۴۴۵ مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن
- International Building Code 2012
- ASCE 29-05
- ASTM E 119
- UL 263
- BS 476
- JIS A 1304
- PNE 23.820
- ULC S101
- DIN 4102
- KSF 2257

در بین تمامی استانداردهای بیان شده می‌توان به استانداردهای ASTM E 119 و UL 263 و BS 476 اشاره کرد که به طور جامع‌تری مطالب مرتبط با مواد اسپری شونده را تحت پوشش قرار می‌دهد. علاوه بر استانداردهای حریق مواد مورد مصرف می‌بایستی استانداردهای مرتبط دیگری را نیز دارا باشند تا تضمین کننده دوام عملیات اجرا شده باشد. این استانداردها به شرح زیر می‌باشند:

Min. Average Density	(ASTM E – 605)
Bond Strength	(ASTM E – 736)
Compression	(ASTM E – 761)
Air Erosion	(ASTM E – 859)

High Velocity Air Erosion	(ASTM E – 859, UMC STD 6-1)
Corrosion	(ASTM E – 937)
Bond Impact	(ASTM E – 760)
Deflection	(ASTM E – 759)
Indentation Hardness	(ASTM C – 569)
Resistance to Mold Growth	(ASTM G – 21)
Surface Burning Characteristics	(ASTM E – 84)
Combustibility	(ASTM E – 1354)

* استانداردهای ایمنی و بهداشت: هر ماده که به عنوان ماده مقاوم‌ساز در برابر آتش استفاده می‌گردد، می‌بایستی دارای گواهی‌نامه‌های ایمنی و بهداشت باشد تا سلامت ساکنین و بهره‌برداران را به مخاطره نیندازد. در صورتی که در تمامی مراحل اعم از تولید و به کارگیری مواد یاد شده، استانداردهای لازم رعایت نگردد منتهی به ایجاد خلل و بروز مشکلاتی در حین بهره‌برداری می‌گردد که بعضاً غیر قابل جبران می‌باشند. برخی از مشکلات ایجاد شده در شکل‌های زیر نشان داده شده است.



الزامات و مشخصات فنی مواد اسپری شونده سمنته:

۱. ارائه نقشه‌های معماری و سازه.
۲. میزان مقاومت مورد نیاز تمامی المان‌ها می‌بایستی بر اساس آئین‌نامه IBC یا NFPA محاسبه شود.
۳. ارائه نامه نمایندگی از شرکت سازنده در طراحی، تامین مصالح و اجرا.
۴. ارائه مستندات روش طراحی بر اساس استانداردها معتبر جهانی از قبیل
 - ASTM E 119
 - UL 263
 - BS 476
 - JIS A 1304
 - PNE 23.820
 - ULC S 101
 - DIN 4102
 - KSF 2257
۵. ارائه برگه‌های تأییدیه کارخانه تولید کننده.
۶. ارائه مدرک سرویس پیگیری UL در صورت استفاده از استاندارد ASTM و UL.
۷. ارائه مشخصات فنی مواد به صورت جداگانه که حاوی مشخصات فیزیکی و شیمیایی مواد باشد.
۸. ارائه مشخصات ایمنی مواد (Material Safety Data Sheet).
۹. ارائه کپی برابر اصل گواهی مبدا قابل پیگیری محموله‌های مواد آتش‌بندی حمل شده به کارگاه.
۱۰. ارائه مستندات مبنی بر حمل کالا مطابق استانداردهای زیر (در صورتی که کالا دارای سرویس پیگیری استاندارد بین‌المللی باشد ارائه سابقه کفایت می‌کند).

ASTM E-761

• Compression

ASTM E-859

• Air Erosion

ASTM 859, UMC STD 6-1	High Velocity Air Erosion •
ASTM E-761	Corrosion •
ASTM E-761	Bond Impact •
ASTM E-761	Deflection •
ASTM C-569	Indentation Hardness •
ASTM G-21	Resistance to Mold Growth •
ASTM E-84	Surface Burning Characteristics •

۱۱. در صورت استفاده از استاندارد UL تمامی کیسه‌های وارد شده به کارگاه می‌بایستی دارای برچسب استاندارد باشند.

۱۲. Bonding Agent مناسب بر روی المان‌های رنگ شده می‌بایستی استفاده گردد.

۱۳. استفاده از ماده آتش‌پاد پایه سیمانی بر روی المان‌های سازه در شرایط داخلی نمایان مانند زیرزمین‌ها الزامی است.

۱۴. استفاده از ماده آتش‌پاد پایه گچی بر روی المان‌های سازه در شرایط داخلی پوشیده امکان‌پذیر است.

۱۵. ارائه تأییدیه برای تمامی پرسنل پاشش کار از کارخانه تولید کننده مصالح.

۱۶. ارائه دستورالعمل‌های اختلاط و اجرا بر اساس دستورالعمل سازنده به نحویکه آزمایشات محلی دانسیته را جواب‌گو باشد.

۱۷. دستگاه‌های پاشش مورد استفاده می‌بایستی الزامات درخواستی شرکت سازنده را در رسیدن به کیفیت نهایی پاشش را دارا باشد. استفاده از عملیات دستی فقط در موارد ترمیمی مجاز می‌باشد.

۱۸. استفاده از مش استاندارد.

۱۹. نحوه پاشش در نواحی نمایان بایستی به گونه‌ای باشد که ظاهراً اجرا شده خواسته کارفرما را تامین نماید.

۲۰. سوابق اجرایی و رضایت‌نامه‌ها می‌بایستی به سازمان آتش‌نشانی ارائه گردد.

مفاهیم پایه:

باید بدانیم یک المان فولادی با محیط زیاد حرارت بیشتری از یک المان با محیط کمتر دریافت می‌نماید و سطح مقطع بیشتر حرارت را سریع‌تر منتقل می‌نماید. بنابر این در مقطع کوچک و ضخیم، حرارت آهسته‌تر از مقطع بزرگ نازک بالا می‌رود. محیط و وزن (یا سطح مقطع) معیاری برای محاسبه افزایش حرارت در المان فولادی می‌باشد.

اثر آتش بر المان‌ها بر اساس ترم تناسبی که فاکتور مقطع (Section Factor) نامیده می‌شود، بررسی می‌گردد.

و با تناسبات A/P ، W/D یا H_p/A بیان می‌شود.

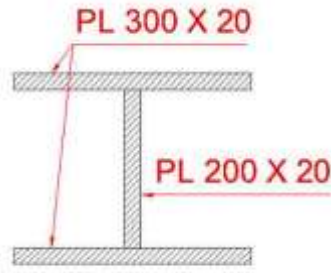
که در آن:

W : وزن المان بر اساس (b/f)

A : سطح مقطع المان بر اساس (in^2)

P ، D ، H_p : محیط محافظت شده بر اساس (in) می‌باشد.

در ادامه به منظور مقایسه بین فاکتور مقطع در مقاطع مختلف فولادی نمونه‌هایی ارائه شده است.



$$A = 160 \text{ cm}^2$$

$$W = 125.6 \text{ kg/m}$$

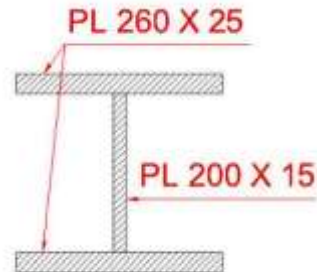
$$D = 164 \text{ cm}$$

$$D = P = H_p = 164 \text{ cm}$$

$$(A/P) = 0.98$$

$$(W/D) = 0.77$$

$$(H_p/A) = 102.5$$



$$A = 160 \text{ cm}^2$$

$$W = 125.6 \text{ kg/m}$$

$$D = 151 \text{ cm}$$

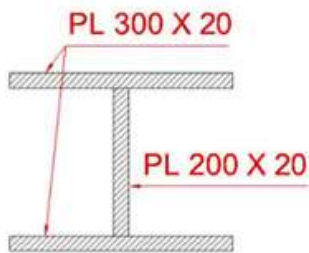
$$D = P = H_p = 151 \text{ cm}$$

$$(A/P) = 1.06$$

$$(W/D) = 0.83$$

$$(H_p/A) = 94.4$$

در این حالت مقطع با وزن ثابت دارای فاکتور مقطع متفاوت می باشد.



$$A = 160 \text{ cm}^2$$

$$W = 125.6 \text{ kg/m}$$

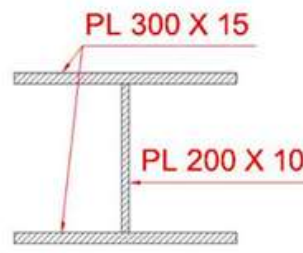
$$D = 164 \text{ cm}$$

$$D = P = H_p = 164 \text{ cm}$$

$$(A/P) = 0.98$$

$$(W/D) = 0.77$$

$$(H_p/A) = 102.5$$



$$A = 110 \text{ cm}^2$$

$$W = 86.4 \text{ kg/m}$$

$$D = 164 \text{ cm}$$

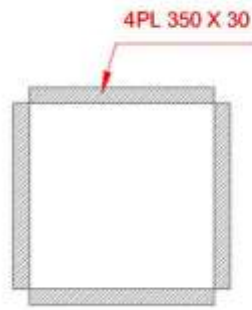
$$D = P = H_p = 164 \text{ cm}$$

$$(A/P) = 0.67$$

$$(W/D) = 0.53$$

$$(H_p/A) = 149.1$$

همانطور که ملاحظه می کنید در این حالت مقطع با محیط پیرامونی ثابت دارای فاکتور مقطع متفاوت می باشد.



$$A = 420 \text{ cm}^2$$

$$W = 329.7 \text{ kg/m}$$

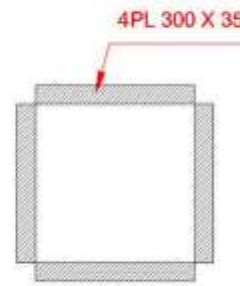
$$D = 164 \text{ cm}$$

$$D = P = H_p = 164$$

$$(A/P) = 2.56$$

$$(W/D) = 2.01$$

$$(H_p/A) = 39.05$$



$$A = 420 \text{ cm}^2$$

$$W = 329.7 \text{ kg/m}$$

$$D = 148 \text{ cm}$$

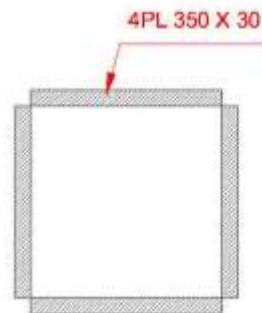
$$D = P = H_p = 148$$

$$(A/P) = 2.84$$

$$(W/D) = 2.23$$

$$(H_p/A) = 35.24$$

در این حالت مقطع با وزن ثابت دارای فاکتور مقطع متفاوت می باشد.



$$A = 420 \text{ cm}^2$$

$$W = 329.7 \text{ kg/m}$$

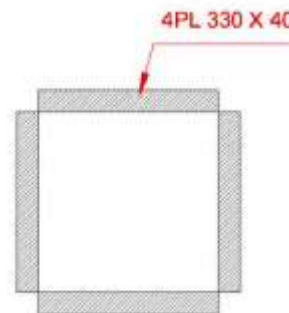
$$D = 164 \text{ cm}$$

$$D = P = H_p = 164$$

$$(A/P) = 2.56$$

$$(W/D) = 2.01$$

$$(H_p/A) = 39.05$$



$$A = 528 \text{ cm}^2$$

$$W = 414.48 \text{ kg/m}$$

$$D = 164 \text{ cm}$$

$$D = P = H_p = 164$$

$$(A/P) = 3.22$$

$$(W/D) = 2.53$$

$$(H_p/A) = 31.06$$

722.5.1.2.1 Attachment. The gypsum wallboard shall be supported as illustrated in either Figure 722.5.1(2) for fire-resistance ratings of 4 hours or less, or Figure 722.5.1(3) for fire-resistance ratings of 3 hours or less.

722.5.1.2.2 Gypsum wallboard equivalent to concrete. The determination of the fire resistance of structural steel columns from Figure 722.5.1(4) is permitted for various thicknesses of gypsum wallboard as a function of the weight-to-heated-perimeter ratio (W/D) of the column. For structural steel columns with weight-to-heated-perimeter ratios (W/D)

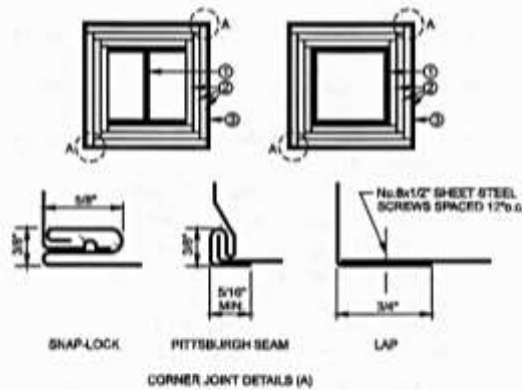


FIGURE 722.5.1(2)
GYPSUM WALLBOARD PROTECTED STRUCTURAL STEEL COLUMNS WITH SHEET STEEL COLUMN COVERS

For SI: 1 inch = 25.4 mm, 1 foot = 305 mm.

1. Structural steel column, either wide flange or tubular shapes.
2. Type X gypsum wallboard in accordance with ASTM C 1396. For single-layer applications, the wallboard shall be applied vertically with no horizontal joints. For multiple-layer applications, horizontal joints are permitted at a minimum spacing of 8 feet, provided that the joints in successive layers are staggered at least 12 inches. The total required thickness of wallboard shall be determined on the basis of the specified fire-resistance rating and the weight-to-heated-perimeter ratio (W/D) of the column. For fire-resistance ratings of 2 hours or less, one of the required layers of gypsum wallboard may be applied to the exterior of the sheet steel column covers with 1-inch long Type S screws spaced 1 inch from the wallboard edge and 8 inches on center. For such installations, 0.0149-inch minimum thickness galvanized steel corner beads with $1\frac{1}{2}$ -inch legs shall be attached to the wallboard with Type S screws spaced 12 inches on center.

3. For fire-resistance ratings of 3 hours or less, the column covers shall be fabricated from 0.0239-inch minimum thickness galvanized or stainless steel. For 4-hour fire-resistance ratings, the column covers shall be fabricated from 0.0239-inch minimum thickness stainless steel. The column covers shall be erected with the Snap Lock or Pittsburgh joint details.

For fire-resistance ratings of 2 hours or less, column covers fabricated from 0.0269-inch minimum thickness galvanized or stainless steel shall be permitted to be erected with lap joints. The lap joints shall be permitted to be located anywhere around the perimeter of the column cover. The lap joints shall be secured with $\frac{1}{2}$ -inch-long No. 8 sheet metal screws spaced 12 inches on center.

The column covers shall be provided with a minimum expansion clearance of $\frac{1}{4}$ inch per linear foot between the ends of the cover and any restraining construction.

greater than 3.65, the thickness of gypsum wallboard required for specified fire-resistance ratings shall be the same as the thickness determined for a $W14 \times 233$ wide flange shape.

722.5.1.3 Sprayed fire-resistant materials. The fire resistance of wide-flange structural steel columns protected with sprayed fire-resistant materials, as illustrated in Figure 722.5.1(5), shall be permitted to be determined from the following expression:

$$R = [C_1(W/D) + C_2]h \quad \text{(Equation 7-13)}$$

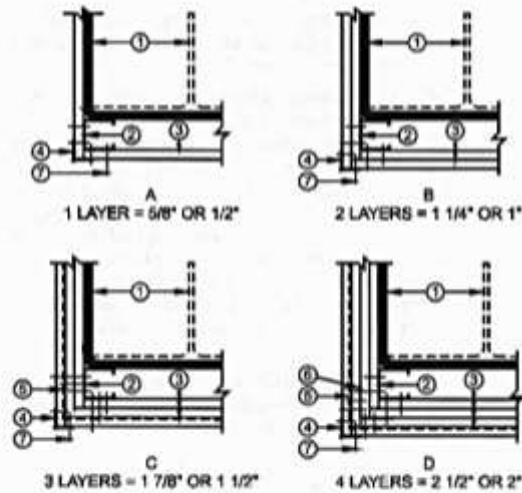


FIGURE 722.5.1(3)
GYPSUM WALLBOARD PROTECTED STRUCTURAL STEEL COLUMNS WITH STEEL STUD/SCREW ATTACHMENT SYSTEM

For SI: 1 inch = 25.4 mm, 1 foot = 305 mm.

1. Structural steel column, either wide flange or tubular shapes.
2. $1\frac{1}{2}$ -inch deep studs fabricated from 0.0179-inch minimum thickness galvanized steel with $1\frac{1}{2}$ -inch or $1\frac{3}{4}$ -inch legs. The length of the steel studs shall be $\frac{1}{2}$ inch less than the height of the assembly.
3. Type X gypsum wallboard in accordance with ASTM C 1396. For single-layer applications, the wallboard shall be applied vertically with no horizontal joints. For multiple-layer applications, horizontal joints are permitted at a minimum spacing of 8 feet, provided that the joints in successive layers are staggered at least 12 inches. The total required thickness of wallboard shall be determined on the basis of the specified fire-resistance rating and the weight-to-heated-perimeter ratio (W/D) of the column.
4. Galvanized 0.0149-inch minimum thickness steel corner heads with $1\frac{1}{2}$ -inch legs attached to the wallboard with 1-inch-long Type S screws spaced 12 inches on center.
5. No. 18 SWG steel tie wires spaced 24 inches on center.
6. Sheet metal angles with 2-inch legs fabricated from 0.0221-inch minimum thickness galvanized steel.
7. Type S screws, 1 inch long, shall be used for attaching the first layer of wallboard to the steel studs and the third layer to the sheet metal angles at 24 inches on center. Type S screws $1\frac{1}{2}$ -inch long shall be used for attaching the second layer of wallboard to the steel studs and the fourth layer to the sheet metal angles at 12 inches on center. Type S screws $2\frac{1}{4}$ -inch long shall be used for attaching the third layer of wallboard to the steel studs at 12 inches on center.

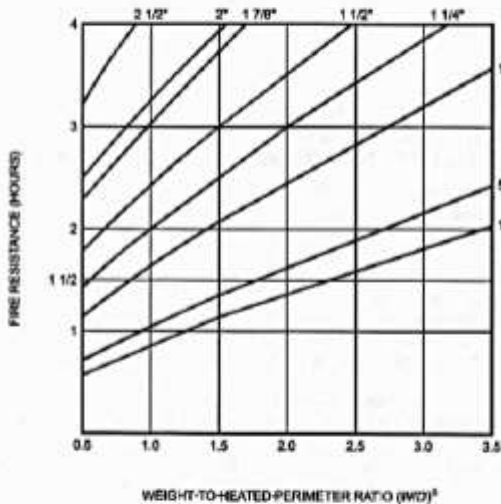
where:

- R = Fire resistance (minutes).
- h = Thickness of sprayed fire-resistant material (inches).
- D = Heated perimeter of the structural steel column (inches).
- C_1 and C_2 = Material-dependent constants.
- W = Weight of structural steel columns (pounds per linear foot).

The fire resistance of structural steel columns protected with intumescent or mastic fire-resistant coatings shall be determined on the basis of fire-resistance tests in accordance with Section 703.2.

722.5.1.3.1 Material-dependent constants. The material-dependent constants, C_1 and C_2 , shall be determined for specific fire-resistant materials on the basis of standard fire endurance tests in accordance with Section 703.2. Unless evidence is submitted to the building official substantiating a broader application, this expression shall be limited to determining the fire resistance of structural steel columns with weight-to-heated-perimeter ratios (W/D) between the largest and smallest columns for which standard fire-resistance test results are available.

722.5.1.3.2 Identification. Sprayed fire-resistant materials shall be identified by density and thickness required for a given fire-resistance rating.



For SI: 1 inch = 25.4 mm, 1 pound per linear foot/inch = 0.059 kg/m/mm.

FIGURE 722.5.1(4)
FIRE RESISTANCE OF STRUCTURAL STEEL COLUMNS PROTECTED WITH VARIOUS THICKNESSES OF TYPE X GYPSUM WALLBOARD

a. The W/D ratios for typical wide flange columns are listed in Table 721.5.1(1). For other column shapes, the W/D ratios shall be determined in accordance with Section 721.5.1.1.

722.5.1.4 Concrete-protected columns. The fire resistance of structural steel columns protected with concrete, as illustrated in Figure 722.5.1(6) (a) and (b), shall be permitted to be determined from the following expression:

$$R = R_o(1 + 0.03_m) \quad \text{(Equation 7-14)}$$

where:

$$R_o = 10 (W/D)^{0.3} + 17 (h^{1.4}/k_c^{0.2}) \times [1 + 26 (H/p_c c_h (L + h))^{0.9}]$$

As used in these expressions:

- R = Fire endurance at equilibrium moisture conditions (minutes).
- R_o = Fire endurance at zero moisture content (minutes).
- m = Equilibrium moisture content of the concrete by volume (percent).
- W = Average weight of the steel column (pounds per linear foot).
- D = Heated perimeter of the steel column (inches).
- h = Thickness of the concrete cover (inches).
- k_c = Ambient temperature thermal conductivity of the concrete (Btu/hr ft °F).
- H = Ambient temperature thermal capacity of the steel column = $0.11W$ (Btu/ft °F).
- p_c = Concrete density (pounds per cubic foot).
- c_c = Ambient temperature specific heat of concrete (Btu/lb °F).
- L = Interior dimension of one side of a square concrete box protection (inches).

722.5.1.4.1 Reentrant space filled. For wide-flange steel columns completely encased in concrete with all reentrant spaces filled [Figure 722.5.1(6)(c)], the thermal capacity of the concrete within the reentrant spaces shall be permitted to be added to the thermal capacity of the steel column, as follows:

$$H = 0.11 W + (p_c c_c / 144) (b_f d - A_s) \quad \text{(Equation 7-15)}$$

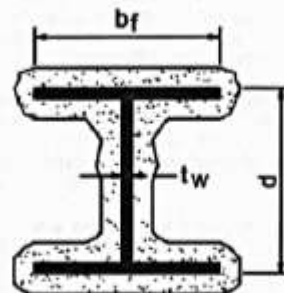


FIGURE 721.5.1(5)
WIDE FLANGE STRUCTURE STEEL COLUMNS WITH SPRAYED FIRE-RESISTANT MATERIALS

722.5.1.4.5 Masonry protection. The fire resistance of structural steel columns protected with concrete masonry units or clay masonry units as illustrated in Figure 722.5.1(7), shall be permitted to be determined from the following expression:

$$R = 0.17 (W/D)^{0.7} + [0.285 (T_p^{1.6}/K^{0.2}) / [1.0 + 42.7 ((A/d_m T_p)/(0.25p + T_p))^{0.8}]]$$

(Equation 7-16)

where:

R = Fire-resistance rating of column assembly (hours).

W = Average weight of steel column (pounds per foot).

D = Heated perimeter of steel column (inches) [see Figure 722.5.1(7)].

T_p = Equivalent thickness of concrete or clay masonry unit (inches) (see Table 722.3.2 Note a or Section 722.4.1).

K = Thermal conductivity of concrete or clay masonry unit (Btu/hr · ft · °F) [see Table 722.5.1(3)].

A_s = Cross-sectional area of steel column (square inches).

d_m = Density of the concrete or clay masonry unit (pounds per cubic foot).

p = Inner perimeter of concrete or clay masonry protection (inches) [see Figure 722.5.1(7)].

722.5.1.4.6 Equivalent concrete masonry thickness. For structural steel columns protected with concrete masonry, Table 722.5.1(5) gives the equivalent thickness of concrete masonry required for various fire-resistance ratings for typical column shapes. For structural steel columns protected with clay masonry, Table 722.5.1(6) gives the equivalent thickness of concrete masonry required for various fire-resistance ratings for typical column shapes.

722.5.2 Structural steel beams and girders. The fire-resistance ratings of steel beams and girders shall be based upon the size of the element and the type of protection provided in accordance with this section.

722.5.2.1 Determination of fire resistance. These procedures establish a basis for determining resistance of structural steel beams and girders which differ in size from that specified in approved fire-resistance-rated assemblies as a function of the thickness of fire-resistant material and the weight (W) and heated perimeter (D) of the beam or girder. As used in these sections, W is the average weight of a structural steel member in pounds per linear foot (plf). The heated perimeter, D , is the inside perimeter of the fire-resistant material in inches as illustrated in Figure 722.5.2.

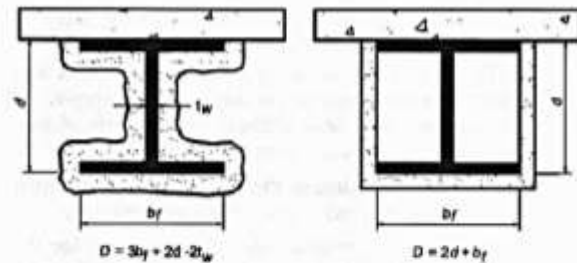


FIGURE 722.5.2
DETERMINATION OF THE HEATED PERIMETER OF
STRUCTURAL STEEL BEAMS AND GIRDERS

722.5.2.1.1 Weight-to-heated perimeter. The weight-to-heated-perimeter ratios (W/D), for both contour and box fire-resistant protection profiles, for the wide flange shapes most often used as beams and girders are given in Table 722.5.1(4). For different shapes, the weight-to-heated-perimeter ratios (W/D) shall be determined in accordance with the definitions given in this section.

722.5.2.1.2 Beam and girder substitutions. Except as provided for in Section 722.5.2.2, structural steel beams in approved fire-resistance-rated assemblies shall be considered the minimum permissible size. Other beam or girder shapes shall be permitted to be substituted provided that the weight-to-heated-perimeter ratio (W/D) of the substitute beam is equal to or greater than that of the beam specified in the approved assembly.

722.5.2.2 Sprayed fire-resistant materials. The provisions in this section apply to structural steel beams and girders protected with sprayed fire-resistant materials. Larger or smaller beam and girder shapes shall be permitted to be substituted for beams specified in approved unrestrained or restrained fire-resistance-rated assemblies, provided that the thickness of the fire-resistant material is adjusted in accordance with the following expression:

$$h_2 = h_1 [(W_1 / D_1) + 0.60] / [(W_2 / D_2) + 0.60]$$

(Equation 7-17)

where:

h = Thickness of sprayed fire-resistant material in inches.

W = Weight of the structural steel beam or girder in pounds per linear foot.

D = Heated perimeter of the structural steel beam in inches.

Subscript 1 refers to the beam and fire-resistant material thickness in the approved assembly.

Subscript 2 refers to the substitute beam or girder and the required thickness of fire-resistant material.

The *fire resistance* of structural steel beams and girders protected with intumescent or mastic fire-resistant coatings shall be determined on the basis of fire-resistance tests in accordance with Section 703.2.

722.5.2.2.1 Minimum thickness. The use of Equation 7-17 is subject to the following conditions:

1. The weight-to-heated-perimeter ratio for the substitute beam or girder (W/D_2) shall not be less than 0.37.
2. The thickness of fire protection materials calculated for the substitute beam or girder (T_2) shall not be less than $\frac{3}{8}$ inch (9.5 mm).
3. The unrestrained or restrained beam rating shall not be less than 1 hour.
4. When used to adjust the material thickness for a restrained beam, the use of this procedure is limited to steel sections classified as compact in accordance with the *AISC Specification for Structural Steel Buildings*, (AISC 360-05).

722.5.2.3 Structural steel trusses. The *fire resistance* of structural steel trusses protected with fire-resistant materials sprayed to each of the individual truss elements shall be permitted to be determined in accordance with this section. The thickness of the fire-resistant material shall be determined in accordance with Section 722.5.1.3. The weight-to-heated-perimeter ratio (W/D) of truss elements that can be simultaneously exposed to fire on all sides shall be determined on the same basis as columns, as specified in Section 722.5.1.1. The weight-to-heated-perimeter ratio (W/D) of truss elements that directly support floor or roof assembly shall be determined on the same basis as beams and girders, as specified in Section 722.5.2.1.

The *fire resistance* of structural steel trusses protected with intumescent or mastic fire-resistant coatings shall be determined on the basis of fire-resistance tests in accordance with Section 703.2.

722.6 Wood assemblies. The provisions of this section contain procedures by which the *fire-resistance ratings* of wood assemblies are established by calculations.

722.6.1 General. This section contains procedures for calculating the *fire-resistance ratings* of walls, floor/ceiling and roof/ceiling assemblies based in part on the standard method of testing referenced in Section 703.2.

722.6.1.1 Maximum fire-resistance rating. Fire resistance ratings calculated for assemblies using the methods in Section 722.6 shall be limited to a maximum of 1 hour.

722.6.1.2 Dissimilar membranes. Where dissimilar membranes are used on a wall assembly, the calculation shall be made from the least fire-resistant (weaker) side.

722.6.2 Walls, floors and roofs. These procedures apply to both load-bearing and nonload-bearing assemblies.

722.6.2.1 Fire-resistance rating of wood frame assemblies. The *fire-resistance rating* of a wood frame assembly is equal to the sum of the time assigned to the membrane on the fire-exposed side, the time assigned to the framing members and the time assigned for additional contribution by other protective measures such as insulation. The membrane on the unexposed side shall not be included in determining the *fire resistance* of the assembly.

722.6.2.2 Time assigned to membranes. Table 722.6.2(1) indicates the time assigned to membranes on the fire-exposed side.

TABLE 722.6.2(1)
TIME ASSIGNED TO WALLBOARD MEMBRANES^{a, b, c, d}

DESCRIPTION OF FINISH	TIME ^e (minutes)
$\frac{3}{8}$ -inch wood structural panel bonded with exterior glue	5
$\frac{1}{2}$ -inch wood structural panel bonded with exterior glue	10
$\frac{5}{8}$ -inch wood structural panel bonded with exterior glue	15
$\frac{1}{8}$ -inch gypsum wallboard	10
$\frac{1}{4}$ -inch gypsum wallboard	15
$\frac{3}{8}$ -inch gypsum wallboard	30
$\frac{1}{2}$ -inch Type X gypsum wallboard	25
$\frac{3}{4}$ -inch Type X gypsum wallboard	40
Double $\frac{3}{8}$ -inch gypsum wallboard	25
$\frac{1}{2}$ -inch + $\frac{3}{8}$ -inch gypsum wallboard	35
Double $\frac{1}{2}$ -inch gypsum wallboard	40

For SI: 1 inch = 25.4 mm.

- a. These values apply only when membranes are installed on framing members which are spaced 16 inches o.c. or less.
- b. Gypsum wallboard installed over framing or furring shall be installed so that all edges are supported, except $\frac{3}{8}$ -inch Type X gypsum wallboard shall be permitted to be installed horizontally with the horizontal joints staggered 24 inches each side and unsupported but finished.
- c. On wood frame floor/ceiling or roof/ceiling assemblies, gypsum board shall be installed with the long dimension perpendicular to framing members and shall have all joints finished.
- d. The membrane on the unexposed side shall not be included in determining the fire resistance of the assembly. When dissimilar membranes are used on a wall assembly, the calculation shall be made from the least fire-resistant (weaker) side.
- e. The time assigned is not a finished rating.

722.6.2.3 Exterior walls. For an exterior wall with a *fire separation distance* greater than 10 feet (3048 mm), the wall is assigned a rating dependant on the interior membrane and the framing as described in Tables 722.6.2(1) and 722.6.2(2). The membrane on the outside of the nonfire-exposed side of exterior walls with a *fire separation distance* greater than 10 feet (3048 mm) may consist of sheathing, sheathing paper and siding as described in Table 722.6.2(3).

برخی از نمونه‌های اجرایی معیوب:

● مواد اسپری شونده سمنته



(۱) عدم چسبندگی مناسب به بستر:

● طرح اختلاط غلط

● عدم استفاده از Bonding Agent

● ماده غیر استاندارد



(۲) بروز ترک:

● طرح اختلاط غلط

● ماده غیر استاندارد



۳) استفاده از زیرسازی غیراستاندارد:

- عدم اتصال مناسب به المان سازه‌ای
- گسیختگی در زمان آتش سوزی



۴) هم پوشانی نامناسب زیرسازی:

(علاوه بر استفاده نادرست از جنس نامناسب)

- بروز ترک در دراز مدت
- ناپیوستگی پوشش آتش پاد
- گسیختگی در زمان آتش سوزی





(۵) سطح نهایی نامناسب:

- بروز ترک
- عدم امکان اندازه گیری ضخامت صحیح
- سطح بسیار نازیب

● مواد اسپری شونده پف کننده



(۱) عدم چسبندگی مناسب به پرایمر:

- عدم هماهنگی رنگ با پرایمر اجرا شده
- از بین رفتن خاصیت رنگ
- استفاده از ماده غیر استاندارد



(۲) عدم چسبندگی مناسب پرایمر:

- اجرای نامناسب رنگ
- عدم خاصیت چسبندگی پرایمر
- استفاده از ماده غیر استاندارد

۳) ایجاد جمع شدگی و ترک:



- عدم رعایت ضوابط اجرا
- استفاده از ماده غیر استاندارد

علت نقص موارد مشاهده شده:

- ❖ نداشتن تسلط بر آئین‌نامه‌ها
- ❖ عدم شناخت ماهیت آتش
- ❖ عدم آگاهی نسبت به تاثیر آتش بر رفتار سازه فلزی
- ❖ عدم دانش کافی در زمینه طراحی
- ❖ استفاده از محصولات بی کیفیت و بدون استاندارد
- ❖ نداشتن دقت و مهارت در اجرا