

ZABEZPIECZANIE KONSTRUKCJI PRZED OGNIEM

PROTECTION OF STRUCTURE AGAINST FIRE

Mgr inż. Sebastian ZALESKI

Dr inż. Aneta BRZUZY

Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa

*Artykuł recenzowany

Streszczenie

W referacie przedstawiono system ochrony biernej i czynnej konstrukcji stalowych przed ogniem.

Słowa kluczowe: izolacja przed ogniem, ochrona bierna i czynna, pożar

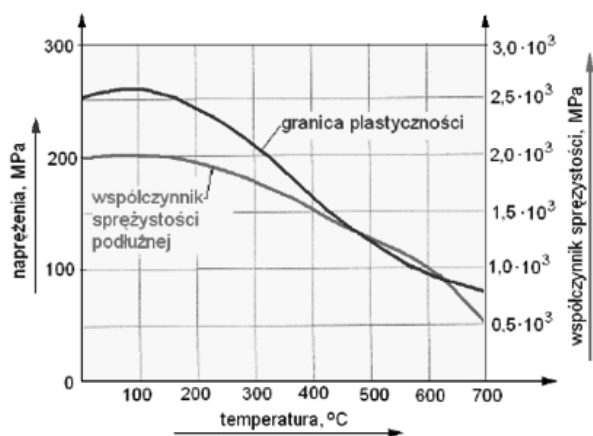
Abstract

The paper presents a system of passive and active protection of steel structures against fire.

Key words: insulation against fire, passive and active protection, fire

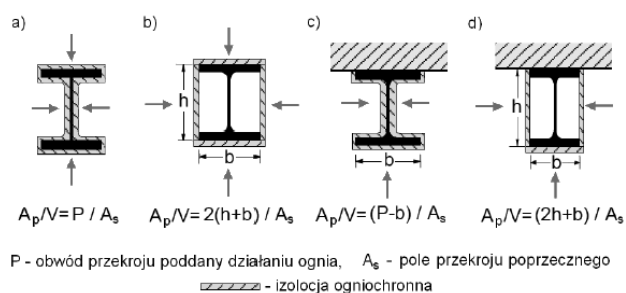
1. Wstęp

Konstrukcje wykonane ze stali w szczególny sposób są narażone na destrukcyjne działanie wysokiej temperatury wywołanej działaniem ognia. Pożar w obiekcie o konstrukcji stalowej niezabezpieczonej w odpowiedni sposób może doprowadzić nie tylko do jej zniszczenia (strat materialnych), ale również zagrażać życiu ludzi. Temperatura, która wytwarza się w trakcie rozwoju pożaru standardowego (spalania paliwa w postaci różnego rodzaju materiałów) dochodzi do 1300 °C. W zależności od przekroju i jego smukłości stal traci właściwości wytrzymałościowe w czasie kilkunastu minut w przedziale temperaturowym od 400 °C do 680 °C. Elementy konstrukcji nośnej nieosłonięte wystawione na dłuższe działanie ognia pod wpływem temperatury odkształcają się i w konsekwencji dochodzi do wyczerpania wytrzymałości materiału (stal traci właściwości wytrzymałościowe) [1] [2] [3].



Rys.1. Zmiana właściwości mechanicznych stali w wysokich temperaturach [3].

Elementy wykorzystywane do konstrukcji stalowych charakteryzują się niską nośnością ogniową R. Dlatego też należy w odpowiedni sposób zadbać o dobór środków ograniczających ryzyko wystąpienia zagrożenia przekroczenia temperatury granicznej dla elementu, poprzez zastosowanie wyspecjalizowanych zabezpieczeń przeciwpożarowych (biernej ochrony ppoż.). Dla elementu stalowego osłoniętego wskaźnik masywności przekroju ustala się, jako parametr A_p/V , czyli iloraz powierzchni A_p do objętości V na jednostkę długości. Poniżej na rysunku przedstawiono wskaźnik masywności przekroju zabezpieczonego przed ogniem [3]:



Rys.2. Wskaźniki ekspozycji osłoniętych elementów stalowych [3].

Po ustaleniu współczynnika A_p/V można ustalić grubość warstwy ochronnej elementu określając ją na podstawie danych publikowanych przez producentów tych wyrobów (karta techniczna, aprobaty techniczne). Każdy wyrób ogniochronny powinien posiadać charakterystykę termiczną, którą uzyskuje się na podstawie badań ogniowych.

Ograniczenie skutków pożaru i ochrona elementów nośnych konstrukcji (zapewnienie nośności i stateczności) jest możliwa przy zastosowaniu przeciwpożarowych środków ochrony czynnej i biernej.

2. Czynna ochrona przeciwpożarowa

Składa się z kilku systemów, które się wzajemnie uzupełniają. Odpowiadają za wykrywanie ognia we wczesnej fazie pożaru, alarmują o potrzebie ewakuacji z obiektu w razie wystąpienia pożaru, odprowadzają na zewnątrz ciepło i spaliny powstałe wyniku pożaru. Tego typu systemy zabezpieczeń pomagają w obniżeniu klasy odporności ogniowej budynku. Podział czynnych środków ochrony przeciwpożarowej [2]:

- Instalacje tryskaczowe (połączone zazwyczaj z systemami alarmowymi)
- Czujniki wykrycia dymu, ciepła i płomieni
- Kłapy odymiające, kurtyny dymowe/wodne, pasma świetlne (systemy odprowadzania ciepła i oddymiania)

Instalacje tryskaczowe są specjalnymi urządzeniami, które włączają się w sposób automatyczny, są w stanie zagasić niewielki pożar. W głowicy tryskacza znajduje się szklana bańka, którą wypełnia ciecz. Gdy dochodzi do wybuchu pożaru ciecz podgrzewa się i wyniku zwiększania swojej objętości rozrywa szklaną osłonkę uruchamiając głowicę tryskaczową. Poniżej rysunku przedstawia moment uruchomienia tryskacza [2].



Rys.3. Głowica tryskacz i jego uruchomienie [2].

3. Bierna ochrona przeciwpożarowa

Zapewnienie nośności elementu w trakcie pożaru (wysokich temperatur) jest uzyskiwane na pewien czas (R15-R240) dzięki izolacji za pomocą materiałów ogniochronnych. Zaliczają się do nich płyty (wermikulitowe, gipsowe, itp.), warstwy natryskowe i przeciwogniowe powłoki natryskowe. Grubość warstwy zabezpieczenia zależy od rodzaju materiału ogniochronnego, okresu ognioodporności (czasu zachowania przez element nośności), temperatury krytycznej zabezpieczanego elementu oraz współczynnika przekroju elementu. Materiały ochrony biernej dzieli się na materiały reaktywne i niereaktywne. Cechą charakterystyczną materiałów reaktywnych jest zmiana ich własności w wyniku oddziaływania pożaru (wysokiej temperatury). Materiały niereaktywne wystawione na działanie ognia nie zmieniają swoich własności.

Jedną z najbardziej rozpowszechnionych technologii zabezpieczania konstrukcji przed działaniem ognia ze względu na prosty proces technologiczny nanoszenia na elementy konstrukcji i niski koszt, jest powłoka natryskowa (materiał niereaktywny). Powłoka daje możliwość uzyskania odporności ogniowej elementu od R 30 do R 240 (od 30 do 240 min).

Wyróżnia się wyroby o warstwie cienkiej i grubej, grubości od 10 do 60 mm. Powłoki natryskowe wykonywane są najczęściej z materiałów opartych na bazie cementu lub gipsie zawierającym włókna wermikulit, włókna mineralne, masy wypełniające lub inne lekkie kruszywa. Materiał niereaktywny wykazuje niską przewodnością cieplną oraz stabilnością w podwyższonych temperaturach, po wyschnięciu i stwardnieniu powłoka osiąga gęstość około 500 kg/m³. Elementy stalowe (konstrukcja) przed zastosowaniem powłoki ochronnej powinna zostać odtłuszczona i zabezpieczona powłoką antykorozyjną oraz w razie potrzeby odpowiednim podkładem zapewniającym przyczepność. Masy nakładane są na stalowe element przy pomocy agregatów natryskowych w technologii mokrej bądź suchej. Technologia sucha cechuje się tym, że materiały (mieszanka i woda) łączą się u wylotu końcówki agregatu. Natomiast w technologii mokrej materiał jest mieszany przed aplikowaniem do agregatu. Natrysk ogniochronny wykonywany jest w postaci jednej lub trzech warstw [2] [3].

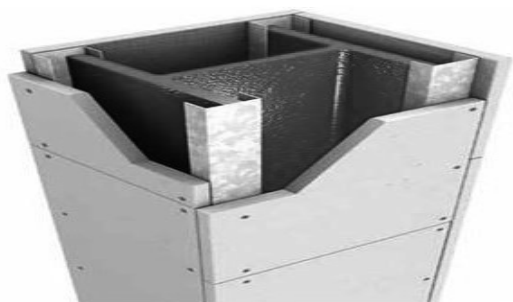


Rys.4. Kratownica zabezpieczona powłoką niereaktywną [5].

Elementy konstrukcji stalowej zazwyczaj obudowuje się w formie obudowy skrzynkowej przy wykorzystaniu okładzin z płyt. Okładziny mają grubość od 15 mm nawet do 50 mm. Płyty termoizolowane dostępne są w różnych grubościach i pozwalają uzyskać ognioodporność w klasach od R 30 do R 120. Powyższe zabezpieczenie zazwyczaj wykonuje się włókien mineralnych lub z materiałów naturalnych w postaci płyt wykonanych z wermikulitu lub miki zespolonych spoiwem krzemianowym lub cementowym. Stosowane są również płyty z wełny mineralnej oraz płyty gipsowo-kartonowe. Montaż płyt ochronnych do konstrukcji stalowej mocowany jest mechanicznie (przy użyciu śrub, łączników, taśmy i kształtowników stalowych lub przykleja się i utwardza kołkami). Zabezpieczenie przeciwpożarowe wykonane z płyty jest rozwiązaniem droższym niż powłoki ogniowe. Również montaż płyt ogniochronnych jest rozwiązaniem dużo bardziej pracochłonnym w porównaniu do powłok ogniochronnych [2] [3].

W pomieszczeniach administracyjno-socjalnych stropy zabezpiecza się na ogół za pomocą sufitów podwieszanych. Poziome zabezpieczenia grupowe sprawnie oddzielają i zabezpieczają przed działaniem ognia poziomych elementów nośnych w postaci dźwigarów dachowych, belek czy też podciągów. Ogniochronne sufity podwieszane zazwyczaj wykonywane są z płyt gipsowo-kartonowych (zbrojonych),

lub płyt na spoiwie cementowym, gipsowym z różnego rodzaju wypełniaczami. Gęstość tego rodzaju płyt mieści się w przedziale od 150 do 800 kg/m³. Łączenie między elementem konstrukcyjnym a płytami zabezpieczającymi wykonuje się za pomocą połączeń mechanicznych lub klejenia. Zaletą stosowania poziomych zabezpieczeń z płyty jest estetyczny wygląd i brak stosowania dodatkowych wykończeń. Za wadę można uznać wyższą pracochłonność niż w przypadku stosowania mas natryskowych, oraz większe trudności z pracami instalacyjnymi [3].



Rys.5. Zabezpieczenie słupa przy użyciu płyt.

Przeciwogniowe powłoki (reaktywne) ochronne reagują na znaczny wzrost temperatury (działanie ognia) zmieniając swoje właściwości. Pod wpływem temperatury warstwa zasadnicza farby mająca grubość 0,25 do 2,5 mm zmienia się na ochronną warstwę termoizolacyjną (przeciwogniową), zwiększając swoją objętość nawet 50-krotnie w stosunku do pierwotnej grubości, tworząc porowatą piankę ograniczającą nagrzewanie się elementu stalowego. Stosując zabezpieczenie ognioochronne w postaci farb pęczniących do ochrony stali można uzyskać odporności ogniową w przedziale od R 15 do R 60 [2] [3].

Farby pęczniące z wyglądu nie odróżniają się od farb konwencjonalnych. W powłokach tych wyróżnia się trzy warstwy [3]:

- warstwa gruntująca (zabezpieczenie antykorozyjne), stosowana w celu zabezpieczenia elementu stalowego przed korozją oraz przygotowania podłoża dla warstwy zasadniczej, grubość warstwy w przedziale od 40 do 110 mm,
- warstwa zasadnicza (zabezpieczenie ognioochronne), powłoka pęczniąca o grubości od 300 do 400 mm,
- warstwa nawierzchniowa dzięki niej element konstrukcyjny nabiera walorów estetycznych dodatkowo chroni warstwę zasadniczą, grubość warstwy od 40 do 120 mm.



Rys.6. Zabezpieczenie ognioochronne farbą pęczniącą, zabezpieczony element stalowy podczas pożaru [6].

Poszczególne powłoki na elementy konstrukcji stalowej zazwyczaj nanosi się ręcznie (pędzlem) bądź mechanicznie (natryskowo). Po podkładzie antykorozyjnym nakłada się od jednej do trzech warstw zasadniczych, kończąc warstwą nawierzchniową. Niekiedy farby pęczniące mają zastosowanie do ochrony elementów konstrukcji na zewnątrz [2] [3].

4. Podsumowanie

Dzięki ochronie przeciwpożarowej element budynku (osłonowy i/lub nośny) uzyskuje ognioodporność, która jest wyrażona przez czas, w którym element może wytrzymać działanie ognia, nie tracąc swojej funkcji (elementów oddzielających i/lub elementów nośnych). Bierna ochrona przeciwpożarowa jest w stanie zabezpieczyć element budynku przed działaniem pożaru (wysokiej temperatury) nawet do 240 minut. Wyróżnia się kilka systemów zabezpieczenia przeciwpożarowego. Systemy te różnią się między sobą kosztami wykonania i pracochłonnością. Przy wyborze zabezpieczenia najczęściej bierze się aspekt ekonomiczny (koszt i szybkość wykonania).

Bibliografia

1. ArcelorMittal, Peiner, Trager, Corus, *Przewodnik Jednokondygnacyjne konstrukcje stalowe. Część 7: Inżynieria pożarowa.*
2. ArcelorMittal, Peiner, Trager, Corus, *Przewodnik Wielokondygnacyjne konstrukcje stalowe. Część 6: Inżynieria pożarowa.*
3. A. Biegus, *Projektowanie konstrukcji stalowych według Eurokodu 3. Bezpieczeństwo pożarowe konstrukcji stalowych*, Politechnika Wrocławska, Wrocław 2013.
4. A. Biegus, *Stalowe budynki halowe*, Arkady, Warszawa 2006.
5. Źródło: „<http://www.chodor-projekt.net>”, Dostępność 15.07.2017.
6. Źródło: „<http://www.firetech.waw.pl>”, Dostępność 15.07.2017.

SAFETY
&
DEFENSE